

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

4(102) – 2019

Санкт-Петербург – Пушкин
2019

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Научно-теоретический рецензируемый журнал

Основан в 1939 г.

Издание возобновлено в 1999 г.

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

Ответственный секретарь В.К. Моисеева

Журнал «Вестник защиты растений» (1727-1320) с 19.04.2019 г. включен в «Перечень изданий ВАК» по следующим научным специальностям и отраслям науки:

03.02.05. – Энтомология (биологические науки),

03.02.12. – Микология (биологические науки),

06.01.01. – Общее земледелие. Растениеводство (сельскохозяйственные и биологические науки),

06.01.04. – Агрохимия (сельскохозяйственные и биологические науки),

06.01.05. – Селекция и семеноводство (сельскохозяйственные и биологические науки),

06.01.06. – Луговоеводство и лекарственные эфирно-масличные культуры (сельскохозяйственные и биологические науки),

06.01.07. – Защита растений (сельскохозяйственные и биологические науки),

06.01.08. – Плодоводство, виноградарство (сельскохозяйственные и биологические науки),

06.01.09. – Овощеводство (сельскохозяйственные и биологические науки)

Индексируется в РИНЦ и CrossRef

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 А.Н., 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

Каракозов С.Д., дхн, академик РАН,

ЗАО “Щелково Агрехим”

Лаврищев А.В., дсxn, СПбГАУ

Лаптев А.Б., дбн, ООО “ИЦЗР”

Левитин М.М., дбн, академик РАН, ВИЗР

Лулева 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,

ФИЦ “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), Ю.С. Токарев, С.Г. Удалов, В.К. Моисеева, А.А. Намятова

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

Популяционные исследования грибов – возбудителей болезней зерновых культур М.М. Левитин, О.С. Афанасенко, Т.Ю. Гагкаева, Ф.Б. Ганнибал, Е.И. Гульятеева, Н.В. Мироненко	5
Пирамидирование генов устойчивости к патогенам в комбинации скрещивания мексиканского вида картофеля <i>Solanum neoantipoviczii</i> с сеянцем сорта ‘Аврора’ Н.М. Зотева, Н.С. Клименко, А.В. Хютти	16
Перспективы выращивания картофеля разных сроков созревания и приёмы их защиты от грибных болезней в северных округах Тюменской области Т.А. Макарова, П.Н. Макаров.	22
Особенности действия протравителей в оздоровлении посевов озимых зерновых культур в условиях Беларуси А.Г. Жуковский, Н.А. Крупенько, С.Ф. Буга	28
Распространение видов рода <i>Eurygaster</i> (Heteroptera: Scutelleridae) на территории России В.В. Нейморовец	36
Светодиодная ловушка для мониторинга кукурузного мотылька <i>Ostrinia nubilalis</i> : результаты испытания в Краснодарском крае И.В. Грушевая, А.Г. Конончук, С.М. Малыш, А.А. Мильцын, А.Н. Фролов	49
Изучение эффективности применения нового гербицида Бенито на посевах сои А.С. Голубев	54
Поверхность листовой пластинки как фактор, влияющий на развитие паутинного клеща на огурце В.А. Раздобурдин, О.С. Кириллова	60
<u>Краткие сообщения</u>	
Испытание личинок трех видов двукрылых насекомых в качестве корма при разведении хищного клопа подизуса – <i>Podisus maculiventris</i> А.И. Анисимов, А.Э.С. Касем, Е.Г. Козлова.	66
<u>Хроника</u>	
IV Всероссийский съезд по защите растений	72
Резолюция IV Всероссийского съезда по защите растений	72
Содержание журнала "Вестник защиты растений" за 2019 год. Выпуски 1(99) – 4(102)	74

CONTENT

Population studies of fungi causing the diseases of grain crops M.M. Levitin, O.S. Afanasenko, T.Yu. Gagkaeva, F.B. Gannibal, E.I. Gulyaeva, N.V. Mironenko	5
Pyramiding of pathogen resistance genes via crossing of Mexican potato species <i>Solanum neoantipoviczii</i> with selection from ‘Aurora’ variety N.M. Zoteyeva, N.S. Klimenko, A.V. Khyutti	16
Prospects of growing of potatoes with different maturation periods and methods of their protection from fungal diseases in the northern districts of Tyumen region T.A. Makarova, P.N. Makarov	22
Effects of seed dresser application to obtain healthy seeds and crops of winter cereals under conditions of Belarus A.G. Zhukovski, N.A. Krupenko, S.F. Buga	28
Distribution of the sunn pests from the genus <i>Eurygaster</i> (Heteroptera: Scutelleridae) in Russia V.V. Neimorovets	36
Led trap for monitoring of the european corn borer, <i>Ostrinia nubilalis</i> : the results of trials in Krasnodar territory I.V. Grushevaya, A.G. Kononchuk, S.M. Malysh, A.A. Miltsyn, A.N. Frolov.	49
Study of the efficiency of a new herbicide Benito on soybeans A.S. Golubev	54
The surface of the leaf blade as a factor influencing the spider mites development on cucumber V.A. Razdoburdin, O.S. Kirillova	60
<u>Short Communications</u>	
Testing larvae of three dipteran species as feed for predatory bug <i>Podisus maculiventris</i> breeding A.I. Anisimov, A.E.S. Kassem, E.G. Kozlova	66
<u>Chronicle</u>	
IV All-Russian Plant Protection Congress	72
IV All-Russian Plant Protection Congress resolution	72
Plant Protection News, Contents of 2019, issues 1(99) – 4(102)	74

ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГРИБОВ – ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

М.М. Левитин*, О.С. Афанасенко, Т.Ю. Гагкаева, Ф.Б. Ганнибал,
Е.И. Гультияева, Н.В. Мироненко

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

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

Нашим коллегам Людмиле Александровне Михайловой
и Андрею Петровичу Дмитриеву посвящается

Более 40 лет в ВИЗР проводятся популяционные исследования фитопатогенных грибов. За эти годы накоплен обширный материал, защищены не одна кандидатские и докторские диссертации, опубликовано большое количество печатных работ. В этой статье кратко обсуждаются основные результаты этих исследований и обосновывается значимость популяционных исследований в фитопатологии. На основе собственных исследований авторов статьи рассматриваются методы популяционных исследований, особенности в анализе структуры и установления ареалов популяций грибов с учетом специализации к растениям-хозяевам, особенности жизненных циклов, трофности, систем размножения, миграционных и рекомбинационных возможностей, обсуждаются механизмы изменчивости популяций. Знания структуры популяции того или иного патогена, ареала, занимаемого популяцией, закономерностей изменчивости популяций важны для управления популяциями в агроценозах, для создания болезнеустойчивых сортов, и в целом, агротехнологий нового поколения.

Ключевые слова: популяции, фитопатогенные грибы, бурая ржавчина пшеницы, пиренофороз пшеницы, сетчатая пятнистость ячменя, темно-бурая пятнистость злаков, фузариоз, альтернариоз

Поступила в редакцию: 25.08.2019

Принята к печати: 02.12.2019

Введение

Популяции фитопатогенных грибов отличаются от популяций других эукариотических организмов тем, что на их структуре отразилась длительная коэволюция паразита и хозяина. В этой сопряженной эволюции грибы влияли на генетическую структуру растительных популяций, а последние оказывали влияние на генетическую структуру патогенов. Таким образом, получается двоякая направленность – действия растений отражаются на соотношении генотипов в популяции паразита, а возбудители болезней выступают как регуляторы популяционного разнообразия растений в центрах их происхождения. Растения и грибы находятся в одной целостной системе, где каждый может быть причиной эволюционной сегрегации ее членов.

В ВИЗР исследования взаимоотношений в системах хозяин - паразит были начаты в 30-е годы идентификацией физиологических рас у патогенных грибов (Федотова, 1936).

В начале 70-х годов в лаборатории иммунитета растений к болезням ВИЗР была сформирована генетическая группа, которая начала заниматься непосредственно популяционно-генетическими исследованиями

с возбудителями бурой ржавчины пшеницы и сетчатой пятнистости ячменя (Михайлова Л. А, Левитин М.М., Афанасенко О.С.). Появились аспиранты, новые молодые исследователи, новые объекты исследований.

В данной статье мы попытались кратко обобщить многолетние работы, проводимые в ВИЗР, и на их основе представить современное состояние и направления популяционных исследований фитопатогенных грибов.

Объектами исследований служили вредоносные для злаков виды грибов: *Puccinia triticina* Erikss. – возбудитель бурой ржавчины пшеницы, *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechsler – возбудитель пиренофороза пшеницы, *Pyrenophora teres* f. *teres* Drechsler – возбудитель сетчатой пятнистости ячменя, *Bipolaris sorokiniana* Shoemaker – возбудитель темно-бурой пятнистости злаков, виды родов *Fusarium* Link и *Alternaria* Nees. Грибы различались не только по специализации к определенным растениям-хозяевам, но и по жизненным циклам, трофности, системам размножения, миграционным и рекомбинационным возможностям.

Методы популяционных исследований фитопатогенных грибов

Популяционные исследования фитопатогенных грибов стали развиваться после разработки американским фитопатологом Э. Стекменом методики анализа вирулентности ржавчинных грибов (Стекман, Харрар, 1969). Им был создан набор сортов-дифференциаторов, позволяющий тестировать расы возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы. Появилась возможность изучать структуру и

изменчивость популяций ржавчинных грибов по признаку вирулентности.

В 50-х годах прошлого столетия были разработаны методы анализа генетической дифференциации популяций фитопатогенных грибов, основанные на концепции взаимоотношений в патосистемах «ген-на-ген» (Flor, 1942). В 80-х годах в практику популяционного анализа был включен метод электрофореза белков (Левонтин, 1974).

Результаты электрофоретического анализа позволяли определять генетические расстояния между популяциями, аллельное разнообразие, гетерозиготность и т.д.

Непосредственно генетический анализ структуры популяций стал интенсивно развиваться после разработки методов генотипирования изолятов грибов с помощью УП-ПЦР (ПЦР с универсальными праймерами) (Булат, Мироненко, 1996).

В настоящее время арсенал методов для популяционных исследований значительно расширился и включает новые типы молекулярных маркеров, например, AFLP, SNP и SSR, возможности скоростного секвенирования и, что очень важно, современные биоинформационные технологии.

Достижения в методах секвенирования ДНК и «аналитических подходах» значительно увеличили точность и достоверность параметров, характеризующих генетическую структуру популяции организма.

Структура популяций фитопатогенных грибов

Природные популяции фитопатогенных грибов состоят из клонов, имеющих общее происхождение и занимающих определенную территорию. Популяции полиморфны по морфолого-физиологическим и биохимическим признакам, по генам вегетативной совместимости, по вирулентности, агрессивности и другим признакам. Для фитопатогенных грибов одним из основных признаков является вирулентность. В наших популяционных исследованиях этому признаку уделялось особое внимание.

В 80-е годы Л.А. Михайловой было начато изучение структуры популяций *Puccinia triticina*. Установлено существование европейской популяции возбудителя, западно-азиатской и кавказской (Михайлова, Васильев, 1985). В каждой популяции был определен фенотипический состав, который менялся в связи с введением в производство новых сортов пшеницы. Так, на Кавказе в 1988, 1989, 1990 гг. доминировал фенотип 322, в 1991 г. он был замещен фенотипом 722. В эти же годы в европейском регионе доминировал фенотип 430, но в 1991–1993 гг. доминирующим стал фенотип 772.

В 2000 годах эти исследования были продолжены Е.И. Гульяевой (2018). За период 2001–2018 гг. изучено свыше 5000 изолятов, собранных в разных регионах России и определено 329 фенотипов, 105 из которых были представлены в двух и более регионах, а остальные были оригинальными и отмечались единично. Проведенный анализ выявил изменение внутривидовой структуры региональных популяций по фенотипическому составу в 2010 годах, по сравнению с предыдущим десятилетием. До 2010 г. во всех российских популяциях были широко распространены фенотипы групп F-, B- C-, D- у которых наблюдалась ассоциация авирулентности к TcLr1 с авирулентностью к TcLr2a (P1P2a). Частоты этих фенотипов были выше в дагестанской, северокавказских и центрально-европейских популяциях. В 2008–2011 гг. отмечается резкое снижение частот этих фенотипов. На смену им во всех регионах приходят фенотипы групп P-, M-, L-, N-, вирулентные к Lr1 и авирулентные к Lr2a (p1P2a). Распределение этих фенотипов в регионах РФ было сходным с фенотипами P1P2a. Наиболее распространенными во

Количество различных генотипов изолятов в популяции и частоты аллелей взятых в анализ генов (или анонимных локусов) – параметры, по которым оценивают генетическое разнообразие популяций и, в частности, вклад полового и бесполого типов размножения в структуру популяции патогена (Мироненко, 2004).

При анализе популяций оценивается также клональная фракция, коэффициент генетической дифференциации, генный поток (Дьяков, 1998).

Особый интерес представляют результаты генотипирования анаморфных видов грибов. Выявляемое для некоторых видов большое генетическое разнообразие внутри популяций позволяет выдвинуть гипотезу о существовании половой стадии у грибов данного вида. Современные молекулярно-генетические и статистические методы анализа популяций позволяют «определить их структуру, установить ареалы популяций, выявить пути миграции возбудителей болезней и предложить стратегию размещения генов устойчивости» (Левитин, Мироненко, 2016).

все годы исследований были фенотипы групп TH- и TG-. При этом их представленность по регионам существенно различалась. Частоты их были выше в Западной Сибири и на Урале, чем в европейской части РФ. Фенотипы вирулентные к Lr19 были выше представлены в Поволжье, на Урале и Западной Сибири, где возделываются сорта с этим геном. С 2010 года в Западной Сибири и на Урале в наших исследованиях отмечается появление и нарастание фенотипов вирулентных к Lr9. Именно в этих регионах, начиная с 2000-х годов, стали широко выращивать сорта с этим геном. В 2013 году выявлено расширение ареала этих изолятов. Они выявлены в ЦЧР и Поволжье, где также начали возделывать сорта с Lr9.

Несмотря на произошедшие изменения в составе региональных популяций *P. triticina* по вирулентности, дагестанские и западно-азиатские образцы популяций достоверно отличались от европейских и волжских, т.е. структура распределения популяций в 2001–2017 гг. соответствовала ранее определенной Л.А. Михайловой (1996).

Особый интерес представляют многолетние исследования вирулентности дагестанской популяции ДОС ВИР. Они начаты Л.А. Михайловой и А.П. Дмитриевым в 1970 годах (Михайлова, 1972; Дмитриев и др., 1976). Общими для всех лет исследований при анализе дагестанской популяции были сорта или линии с 9 генами устойчивости (Lr1, Lr2a, Lr3a, TcLr10, TcLr14, TcLr16, TcLr17, TcLr18, Lr26), что позволяет оценить динамику вирулентности дагестанской популяции патогена в ретроспективе (47 лет). Основные изменения дагестанской популяции преимущественно затрагивали частоты вирулентности к линиям с генами Lr1, Lr2a и Lr26. С 1970 по 1974 г. наблюдалось плавное нарастание численности клонов, вирулентных к Lr1 и Lr2a (p1p2a). С 1980 г. наблюдался процесс плавного снижения их численности до практически полного отсутствия вирулентных клонов в периоды 1986–1989 и 1991–1993 гг. В 1985 и 1990 гг. наблюдалось скачкообразное увеличение численности клонов, авирулентных к Lr1, Lr2a (P1P2a), затем следовали периоды низкой их численности. В 1994–1995 гг. численность клонов P1, P2 несколько выросла, но оставалась относительно стабильной

до 2011 г. С 2011 г. наблюдается резкое изменение популяции. До 2011 г. наблюдали ассоциацию аллелей p1p2a или P1P2a, т. е. изоляты, авирулентные (вирулентные) к TcLr1, были также авирулентны (вирулентны) к TcLr2a. С 2011 г. в дагестанской популяции, как и в других российских, наблюдается повышение частот вирулентности к гену *Lr1*, при отсутствии изменений в частотах к гену *Lr2a*. Вирулентность к гену *Lr26* нарастала скачкообразно с 2001 г. по 2010 г. и спонтанно варьировала в последующий период. Частоты вирулентности патогена к линиям TcLr3a, TcLr10, TcLr14a, TcLr16, TcLr18 были стабильно высокими во все годы исследований (от 70 до 100%). Вирулентность к TcLr17 варьировала от 32 до 100% в 1970–1982 гг. и достигла 100% в 1983–2017 гг.

Определенную стабильность дагестанской популяции можно объяснить высоким генетическим разнообразием растений-хозяев на данной территории и отсутствием целенаправленного селективного отбора со стороны генетически однородных сортов (Гульязева и др., 2018). Основная ее изменчивость была связана с вирулентностью к линиям с малоэффективными генами *Lr1*, *Lr2a*, *Lr2b*, *Lr15* и *Lr26*. При этом, длительный «срок полезной жизни» сохраняется для генов *Lr9* и *Lr19*, несмотря на то, что их эффективность утрачена в других регионах России. Вероятно, это обусловлено слабым генным потоком между европейскими образцами популяций и дагестанской.

Возбудитель желтой пятнистости листьев пшеницы (пиренофороз) *Pyrenophora tritici-repentis* распространен практически по всей территории России. Структура популяций этого гриба изучалась по ряду признаков, но основными следует считать признак вирулентности и токсинообразования. В ВИЗРе Л.А. Михайловой с сотрудниками (2002) были разработаны методы культивирования этого гриба и создан набор сортов дифференциаторов для характеристики вирулентности изолятов из различных по географическому происхождению популяций гриба (Михайлова и др., 2007, 2010). Из 8 известных рас, выявляемых на сортах дифференциаторах, некоторые расы встречались только в отдельных географических зонах (Михайлова и др., 2007; Мироненко и др., 2019а). Так, в северо-кавказской популяции присутствовали раса 1 и 2, а в северо-западной 1 и 8. Раса 7 отсутствовала на северо-западе, в Краснодарском крае, в Челябинской и Омской областях, а раса 6 вообще не обнаружена в России (выявлена в Финляндии). Южные популяции были более разнообразны по расовому составу, а северные популяции оказались более вирулентными к сортам-дифференциаторам.

Известно, что гриб *P. tritici-repentis* продуцирует хозяин-специфичные токсины, которые индуцируют симптомы некроза или хлороза при взаимодействии с соответствующими им генами восприимчивости. В настоящее время описаны токсины Ptr ToxA, Ptr ToxB и Ptr ToxC, которые взаимодействуют с генами восприимчивости *Tsn1*, *Tsc2* и *Tsc1*, соответственно (Ciuffetti et al., 2010). При анализе популяций по частоте встречаемости генов, контролирующих токсинообразование, показано, что в «южных» популяциях 100% изолятов содержат ген *ToxA*, в «северных» и западносибирских – от 5.5 до 66%, ген *ToxB* отсутствует в популяциях гриба на территории России (Мироненко и др., 2015, 2019а).

Генетическая структура популяций гриба *P. tritici-repentis* изучена с помощью RAPD (Mironenko et al., 2007) и микросателлитных (SSR) маркеров (Мироненко и др. 2016а). Анализ популяций сделан по 9 наиболее полиморфным SSR локусам, для которых выявлено 75 аллелей. Большинство изолятов в популяциях были представлены уникальными гаплотипами. Внутрипопуляционная изменчивость изолятов по молекулярным маркерам составила 86.4%. Популяции *P. tritici-repentis* обладали низким генным разнообразием и наличием более высокой доли клональной фракции в северо-кавказской популяции в сравнении с популяцией северо-запада.

Анализ результатов многолетних исследований структуры географических популяций *P. teres f. teres* с использованием международного набора сортов-дифференциаторов (Afanasenko et al., 2009) позволил выявить высокую гетерогенность популяций по признаку вирулентности, которая может быть связана с наличием половой рекомбинации (Afanasenko, 2001; Afanasenko et al., 2009). В 44 изученных популяциях из России (Северо-Западный, Северный, Центрально-Черноземный и Северо-Кавказский регионы), Белоруссии, Чехии, Дании, Швеции, Канады и Сирии выявлено 153 расы на девяти сортах-дифференциаторах. Самое высокое разнообразие по расовому составу выявлено в образцах популяций из Северо-западного региона РФ, самое низкое – в популяциях из Чехии. Отмечены популяции, для которых характерно наличие «уникальных» рас, что, по-видимому, является результатом постоянного расообразовательного процесса, который в большей степени связан с наличием половой рекомбинации (Анисимова и др., 2017).

Гриб *F. graminearum* является опасным патогеном, вызывающим экономически значимые заболевания зерновых культур. До недавнего времени гриб *F. graminearum* рассматривался как единый вид, распространенный во всем мире. Однако мультилокусный молекулярный анализ штаммов гриба различного географического происхождения выявил как минимум 15 морфологически сходных, но филогенетически различающихся линий, получивших ранг видов, называемых видами комплекса *F. graminearum* (FGSC), таких как: *F. austroamericanum* (линия *F.gr.1*), *F. meridionale* (линия *F.gr.2*), *F. boothii* (линия *F.gr.3*), *F. mesoamericanum* (линия *F.gr.4*), *F. acaciae-mearnsii* (линия *F.gr.5*), *F. asiaticum* (линия *F.gr.6*), *F. graminearum sensu stricto* (линия *F.gr.7*), *F. cortaderiae* (линия *F.gr.8*), *F. brasiliense* (линия *F.gr.9*) и другие (O'Donnell et al 2000, 2004; Starkey et al 2007). Согласно исследованиям, эти филогенетические виды имеют биогеографическую приуроченность, например, *F. graminearum sensu stricto* (линия *F.gr.7*) доминирует в Европе и на Севере Америки, в то же время как на территории Китая в основном встречается *F. asiaticum* (линия *F.gr.6*) (O'Donnell et al., 2000, 2004, Láday et al., 2004; Gale et al., 2002). Известно, что *F. graminearum* продуцирует трихотеценовые микотоксины группы В, которые могут быть разделены на дезоксиниваленол (ДОН) и ниваленол (НИВ) хемотипы. Продукты ДОН подразделяются на 3-ацетат ДОН или 15-ацетат ДОН (3-Ац ДОН и 15-Ац ДОН) хемотипы, в зависимости от того, какая из ацетильных производных в процессе биосинтеза накапливается в больших количествах (Jennings et al., 2004; Kimura et al., 2007). Показано, что хемотипы гриба с различной

частотой встречаются в различных регионах (Pasquali et al., 2016).

Проведенный анализ морфолого-культуральных, физиологических, биохимических и молекулярно-генетических маркеров штаммов *F. graminearum* различного географического происхождения с включением штаммов с территории России показал значительную их изменчивость. На основании полиморфизма анализированных маркеров было показано, что дальневосточная популяция значительно более гетерогенна по сравнению с европейской популяцией гриба и что уровень дивергенции между ними достаточно высок (Gagkaeva, Yli-Mattila, 2004).

Дальнейшие исследования, основанные на мультилокусном анализе ДНК штаммов гриба, показали доминирование на территории страны вида *F. graminearum sensu stricto* (линия *F.gr.7*) и позволили выявить на дальнем Востоке еще два других вида из FGSC, филогенетически близких к азиатской группе видов – новый для территории России вид *Fusarium vorosii* B. Tóth, Varga, Starkey, O'Donnell, H. Suga & T. Aoki и новый для науки

вид *Fusarium ussurianum* T. Aoki, Gagkaeva, Yli-Mattila, Kistler & O'Donnell (Yli-Mattila et al., 2009). Сравнительный анализ кластеров генов ответственных за биосинтез трихотеценовых токсинов у гриба *F. graminearum*, выявил, что все штаммы российского происхождения относятся к ДОН хемотипу, но при этом отмечены различия в частоте встречаемости 3-Ац ДОН и 15-Ац ДОН в популяциях гриба *F. graminearum* на территории России. Все штаммы из северо-кавказского региона относятся к 15-Ац ДОН хемотипу, штаммы гриба с северо-западной территории характеризуются как 3-Ац ДОН хемотип, в тоже время как среди штаммов гриба дальневосточного происхождения и из ЦЧР выявлены оба хемотипа (Гагкаева, Ули-Маттила, 2007; Yli-Mattila, Gagkaeva, 2010).

Признак вирулентности является важнейшим показателем при анализе структуры популяций фитопатогенных грибов. Поэтому мониторинг структуры популяции по вирулентности и анализ изменчивости этого признака является первоочередной задачей фитопатолога.

Ареалы популяций

Первые исследования по установлению ареалов популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы были проведены Л.А. Михайловой в 80-е годы прошлого столетия. Образцы популяций были собраны в 5 географических точках Северного Кавказа, 24 точках европейской части и в 8 точках азиатской части России. На основании многолетнего анализа фенотипического состава образцов популяций *Puccinia triticina* сделано заключение, что на территории Европы, как западной, так и восточной, существует единая популяция патогена. На западно-азиатской территории СССР-СНГ (Урал, западная Сибирь, северный Кавказ) обитает популяция независимая от европейской популяции. Наряду с этими двумя популяциями существуют локальные популяции гриба, обитающие на территориях Дальнего Востока, Средней Азии и Кавказа. Показано, что популяции патогена различались по темпу изменчивости: азиатская популяция была более стабильна, чем закавказская и европейская (Михайлова, 2006).

В середине 2000-х годов для анализа популяции бурой ржавчины были подобраны микросателлитные маркеры. С их использованием была изучена обширная коллекция изолятов бурой ржавчины (226 изолятов). Данная коллекция отобрана по принципу представленности максимального разнообразия по фенотипическому составу региональных российских популяций гриба, определенного в результате анализа вирулентности в 2007–2014 гг. Дополнительно в анализ включили 18 изолятов из Казахстана, которые были представлены фенотипами, широко распространенными в российских популяциях. Результаты микросателлитного анализа указывали на высокое сходство между западносибирскими, уральскими и казахстанскими коллекциями изолятов; между волжскими, центрально-европейскими и северо-западными. Северокавказские и дагестанские образцы популяций также объединились в близкородственную группу. При этом они по-разному дифференцировались с другими российскими популяциями. Дагестанская популяция характеризовалась более высокими различиями со всеми европейскими, чем другие северокавказские. В дагестанской коллекции *P. triticina*

определено самое высокое число уникальных генотипов (75%), что указывает на ее определенную изоляцию. В целом SSR анализ подтвердил сведения о наличии на территории РФ нескольких групп популяций возбудителя бурой ржавчины (Гультияева, 2018). Таким образом, с использованием микросателлитных маркеров подтверждена дифференциация популяций (Гультияева и др., 2019)

Большой цикл исследований по установлению ареалов популяций были проведен с возбудителем желтой пятнистости листьев пшеницы. Определены три географических популяции патогена: северокавказская, северо-западная и западносибирская (Михайлова и др., 2014; Мироненко и др., 2016а). Установлено, что северо-западная популяция отличается от северокавказской большим разнообразием фенотипов вирулентности и более высокой частотой вирулентных клонов (Михайлова и др., 2014). Определена частота встречаемости гена *ToxA* в этих популяциях (Мироненко и др., 2015, 2019а).

Широким ареалом популяций отличается возбудитель темно-бурой пятнистости злаков – гриб *Cochliobolus sativus*. Не выявлено достоверных отличий по вирулентности в образцах популяций, собранных в разных районах Ленинградской области. Однако достоверные отличия между популяциями из Литвы, Эстонии и Псковской области по числу вирулентных изолятов к набору дифференцирующих сортов, по-видимому, являются следствием различного сортимента ячменя, характерного для каждого региона (Левитин и др., 1985).

Популяции *Pyrenophora teres* демонстрируют, наоборот, хорошо выраженную узколокальную изоляцию (Левитин, Афанасенко, 1980). Она обусловлена слабой подвижностью конидий гриба (Левитин, Афанасенко, 1980; Afanasenko, 2001). С использованием молекулярных маркеров особенно значимые различия выявлены между популяциями патогена с различных континентов (Serenius et al., 2007).

Почвенные виды *Fusarium* обладают слабой миграционной подвижностью и их популяции являются узколокальными. Примером может служить возбудитель

фузариоза льна – гриб *Fusarium oxysporum* f. *lini* (Bolley) W.C. Snyder & H.N. Hansen. Различия имелись даже между выборками, взятыми из очагов на одном и том же поле (Портянкин и др., 1988). Молекулярными исследованиями подтверждено, что популяции *F. oxysporum* представляют собой мозаику генетически изолированных штаммов (Булат и др., 1995). Узлокальное распределение в пространстве популяций возбудителей болезней требует иного подхода в использовании генов устойчивости, чем для популяций, охватывающих широкий ареал.

Однако, у некоторых видов *Fusarium* отсутствует дифференциация популяций на протяжении сотен километров (Zeller et al., 2004). В частности, ранее нами было показано, что в России существовали две локальные популяции *F. graminearum* (северо-кавказская и дальневосточная) расположенные на расстоянии более 6000 км (Gagkaeva, Levitin, 1997; Гагкаева и др., 2014; Yli-Mattila, Gagkaeva, 2010). Однако в последние годы наблюдается расширение ареала этого патогена на территории, где ранее этот гриб не встречался (Waalwijk et al., 2003). Например, *F. graminearum* начал фиксироваться на северо-западе России с 2003 г. (Гаврилова и др., 2009; Гаврилова, Гагкаева, 2010; Гагкаева, Гаврилова, 2017). Мониторинг зараженности зерна, с включением данных количественного выявления ДНК грибов и образуемых ими микотоксинов, проводимый в последние годы, выявил значительное присутствие *F. graminearum* и ДОН в урожае, полученном в Сибирском и Уральском регионах (Gagkaeva et al., 2019).

Механизмы изменчивости популяций

Источниками изменчивости популяций грибов могут быть мутации, половая и соматическая рекомбинации, миграции, генетический дрейф и естественный отбор (Дьяков, 1998).

Мутации являются основным источником новых аллелей в популяции патогена, что приводит к появлению клонов с новыми генотипами. Причем большие по размеру популяции имеют больше мутантов, чем небольшие локальные, а, следовательно, обладают более высоким эволюционным потенциалом (Burdon, 1993; McDonald, Linde, 2002).

Рекомбинации увеличивают генетическую изменчивость популяции. Помимо мейотической рекомбинации, грибам присущи соматическая гибридизация – гетерокариоз и парасексуальный процесс. Кроме того, контактирующие сети гиф предоставляют возможность для переноса генов от одних клонов к другим, так называемый горизонтальный перенос генов.

Возбудитель бурой ржавчины развивается по неполному или полному циклу. Озимая пшеница является источником возобновления бурой ржавчины при неполном цикле развития. При наличии промежуточного хозяина (виды василистника, лещица дымянквидная) и полном цикле развития рекомбиногенные процессы, происходящие при половом размножении, могут приводить к возникновению более широкого спектра рас и большого числа новых генотипов.

На примере другой ржавчины – возбудителя стеблевой ржавчины пшеницы *P. graminis* показано, что в тех регионах, где распространён промежуточный хозяин барбарис,

возможно, отмечаемое потепление климата, особенно в зимние месяцы, способствует выживанию *F. graminearum* на новых территориях или же происходит адаптация гриба к более холодным условиям обитания (Левитин, 2012, 2015).

Ареал российских популяций *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire изучался на изолятах, выделенных из семян пшеницы, ячменя и некоторых других растений, культивируемых в Ленинградской области, Краснодарском и Приморском краях (Gannibal et al., 2007). Расстояние между Ленинградской областью и Краснодарским краем составляет приблизительно 2500 км, а между этими регионами и Приморским краем более 6500 км. С помощью мультилокусного анализа генома (AFLP) изолятов была установлена степень дифференциации популяций, уровень изоляции, генное и генотипическое разнообразие. Установлены существенные генетические различия между всеми тремя популяциями. Однако между Ленинградской и Краснодарской популяциями был низкий уровень изоляции. По-видимому, существует миграция клонов между этими популяциями. Это может быть обусловлено перемещением конидий гриба с воздушными потоками и при обмене семенным материалом. К тому же широкая специализация гриба позволяет ему легко адаптироваться в новых экологических условиях. Более высоким был уровень изолированности дальневосточной популяции от европейских. Видимо, это связано с географической удалённостью регионов друг от друга.

генетическое разнообразие популяций выше, чем в районах, где он отсутствует (Berlin, 2012).

В жизненном цикле гриба *P. tritici-repentis* имеется половая стадия, которая приводит к сохранению и распространению в популяциях патогена клонов с геном *ToxA* (Мироненко и др., 2019б).

Наличие редких рас у гриба *P. teres* f. *teres*, выявляемых при анализе географических популяций возбудителя (Анисимова и др., 2017), является, по-видимому, результатом постоянного расообразовательного процесса, который в большей степени связан с половой рекомбинацией. Доказательство наличия половой стадии в цикле развития патогена приведены во многих работах (Bogacki et al., 2010; Lehmensiek et al., 2010; McLean et al., 2014; Akhavan et al., 2015). В РФ сумчатая стадия патогена была выявлена в Северо-западном регионе РФ и Краснодарском крае (Афанасенко, 1996). Наличие в популяциях паразита изолятов с различными типами спаривания MAT1 и MAT2 в соотношении 1:1 (популяции из Волосовского района Ленинградской обл. РФ, Хойникского района Гомельской области республики Беларусь) также свидетельствует о регулярной половой рекомбинации (Serenius et al., 2005; Мироненко и др., 2016б). Показано также, что средняя вирулентность популяций *P. teres* коррелирует с процентным содержанием изолятов разного типа спаривания. При увеличении в популяции доли изолятов MAT1-1 типа спаривания возрастает средняя вирулентность популяции, но она падает при возрастании доли изолятов с идиоморфой MAT1-2 (Мироненко и др., 2016б).

При отсутствии полового процесса гриб *P. teres* осуществляет комбинативную изменчивость за счет

гетерокариоза и парасексуального процесса (Левитин, Коновалова 1994). Поскольку у гриба мицелий многоядерный, гетерокариотичный мицелий может возникать не только в результате гифовых слияний, но и при возникновении мутаций в одном из ядер многоядерного мицелия.

Гриб *F. graminearum* является анаморфной стадией гомоталлического аскомицета *Gibberella zeae* (Schwein.) Petch. Наличие половой стадии способствует увеличению генетического разнообразия популяций патогена. Высокое генетическое разнообразие выявлено в популяциях США, что по мнению авторов исследований связано с половым процессом присущим *F. graminearum* (Goswami, Kistler, 2004; Zeller et al., 2004). Половая рекомбинация существенно отразилась на популяции *F. graminearum* в Бразилии (Astolfi et al., 2019). В субтропической зоне Бразилии половая стадия гриба формируется круглый год и высвобождающиеся из перитециев аскоспоры переносятся по воздуху и заражают пшеницу в любое время года.

Существенный ДНК полиморфизм был обнаружен между изолятами из пяти популяций *Alternaria brassicicola* (Schwein.) Wiltshire, паразитирующих на морской горчице вдоль побережья Нового Южного Уэльса в Австралии (Bock et al., 2005). Разнообразие генотипов объясняется существованием половой стадии у этого гриба, хотя до сих пор она не была обнаружена.

Особое влияние на генетическое разнообразие популяций оказывает миграция спор грибов (Левитин и др., 2011; Левитин, Мироненко, 2016; Дьяков, Левитин, 2018). Патогены, пропагулы которых переносятся на большие расстояния, обычно формируют крупные по величине популяции. При распространении пропагул на небольшие расстояния формируются узлокальные популяции, охватывающие зачастую одно поле сельскохозяйственной культуры.

Урединиоспоры гриба *P. triticina* легко переносятся ветром на большие расстояния. В Австралии в 1984 г. впервые были обнаружены расы, вирулентные к генам *Lr16*, *Lr27* и *Lr31*. Высказано предположение об интродукции этих рас с другого континента (Park et al., 1995). Расы, вирулентные к генам *Lr17*, *Lr3bg* и *Lrb*, в регионы Великих Равнин США были занесены воздушными потоками из Мексики и северо-западного побережья Тихого океана (Kolmer, 2001). На территорию Северного Кавказа споры могут попадать с Балканского полуострова и Малой Азии (Санин, 2012). По результатам синоптического анализа (Павлова, Михайлова, 1997) выявлено, что на протяжении 13-летнего периода (1972–1984 гг.) только в течение шести суток воздушные потоки могли проникнуть из Северного Кавказа за Урал и достигнуть посевов пшеницы в Северном Казахстане.

Возбудитель сетчатой пятнистости ячменя гриб *P. teres* распространяется в течение вегетационного периода конидиями. Они довольно крупные, обычно с 4–6 перегородками. Подвижность конидий слабая. Имеются данные, что симптомы болезни появляются на расстоянии 4–7 м от источника инфекции (Piening, 1968). С использованием маркированных по цвету конидий нами было показано, что они распространяются не далее, чем на 15–20 м (Левитин, Афанасенко, 1980; Афанасенко, 2001). Слабая подвижность конидий ограничивает размеры популяции. Отсюда и слабый поток генов между популяциями. Например,

различия между популяциями из Беларуси и Северо-Запада РФ, как по усредненным показателям, таким как средняя вирулентность популяций и индекс генетической дифференциации между популяциями по SSR маркерам, так и по частоте отдельных генов вирулентности и SSR аллелей свидетельствовали об отсутствии, или наличии слабого потока генов между популяциями (Мироненко и др., 2017).

Популяции *P. teres* демонстрируют хорошо выраженную локальную изоляцию (Левитин, Афанасенко, 1980; Афанасенко, et al., 2007). Однако, следует иметь в виду, что международный и межрегиональный обмен посевным материалом делает возможным распространение патогена на довольно большие расстояния. В посевах сортов ярового и озимого ячменя, интродуцированных из Западной Европы и возделываемых в Белоруссии, также была обнаружена форма *P. teres* f. *maculata* (Мироненко и др., 2016б). Она выявлена на посевах, выращиваемых из семян, интродуцированных из Западной Европы, где эта форма считается высоко вредоносной. Высказывается предположение, что она попала в Белоруссию из Польши, поскольку впервые была обнаружена в Брестской области.

В России желтая пятнистость впервые была обнаружена в 1985 г. в Краснодарском крае (Гранин и др., 1989). По данным Михайловой с соавторами (2012) миграционные возможности гриба ограничены. Конидии разносятся ветром на расстояние от 2 до 200 м. Тем не менее, в последние годы желтая пятнистость распространилась по многим регионам России – от Дагестана до Западной Сибири.

При изучении изолятов гриба *P. tritici-repentis*, собранных на 5 континентах произрастания пшеницы, был установлен высокий уровень генного разнообразия в пределах каждой популяции (Gurung et al., 2013). Авторы исследований считают, что основной поток генов происходил между Европой и Америкой, Европой и Австралией. Европейские популяции являются основным источником иммигрантов для Северной и Южной Америки, Австралии и Азии. С исторической точки зрения это вполне реально, поскольку в Европе пшеница стала выращиваться 4000 лет тому назад, 500 лет тому назад она была привезена из Британии в Северную Америку и в течение 18 века она поставлялась Британией в Австралию. Последние 50–100 лет страны Нового Света стали экспортировать пшеницу в Европу.

Популяции грибов р. *Alternaria* характеризуются высоким генетическим разнообразием, что, с одной стороны, связано с миграционными возможностями конидий гриба, с другой – человеческой деятельностью. В атмосферном воздухе практически всегда можно обнаружить конидии *Alternaria*. Конидии *Alternaria* способны к миграции на большие расстояния (Rotem, 1994).

Генетический дрейф может привести к изменению в структуре популяций путем фиксации отдельных генотипов и снижая, тем самым, уровень генетической вариации. Существенное влияние на соотношение генотипов в популяциях оказывают факторы окружающей среды. Поэтому в разных экологических зонах будут формироваться популяции с разными морфолого-культуральными и физиолого-биохимическими признаками. Окружающая среда может влиять на скорость размножения грибов, а следовательно, и на темп мутационного процесса, интенсивность

генетических обменов и т.п. Поэтому, в благоприятных условиях, обеспечивающих высокую численность популяций, генетическое разнообразие выше, чем в неблагоприятных. Большое влияние оказывает общая гетерогенность условий существования. Чем выше гетерогенность среды, тем выше гетерогенность популяций (Дьяков, 2004). Например, большая гетерогенность сортообразцов на госсортоучастках приводит к более высокому внутривидовому разнообразию популяций патогена по сравнению с материалом, собранным на производственных посевах (Мироненко и др., 2017; Гультяева, 2018). При анализе популяций *P. teres* с производственных посевов ячменя отмечен факт элиминации «лишних» генов вирулентности и обеднение аллельного состава SSR локусов по сравнению с популяциями патогена на госсортоучастках (Анисимова и др., 2017; Мироненко и др., 2017).

Особое влияние на изменчивость популяций фитопатогенных грибов оказывают взаимоотношения патогена с растениями. В естественных ценозах коэволюция патогенов и их растений-хозяев отражается на генетической дивергенции возбудителей болезней. С использованием методов ДНК фингерпринтинга изучали генетическое разнообразие популяций *Bipolaris sorokiniana*, выделенных с культурного и дикорастущего ячменя, с мягкой и твердой пшеницы (Булат, Мироненко, 1993; Mironenko, Bulat, 2001). Популяция, выделенная с мягкой пшеницы, достоверно отличалась от «ячменных» популяций. Популяция, выделенная с твердой пшеницы, не отличалась по коэффициенту генетической дивергенции от «ячменных» популяций. Дивергенция популяций наблюдалась также при анализе клонов *P. triticea*, выделенных с тетраплоидных и гексаплоидных видов пшеницы (Гультяева и др., 2017а, 2017б). Большое число «уникальных» рас было выделено

из сирийских образцов *P. teres* (Анисимова и др., 2017), что может быть связано, как с особенностями климатических условий, так и с набором возделываемых сортов и наличием большого числа диких видов ячменя. Известно, что большинство диких видов ячменя поражаются возбудителем сетчатой пятнистости и, следовательно, могут быть резервуарами инфекции и средой для формообразовательных процессов (Shipton, 1966, Abdel-Hak et al., 1968, Khan, 1973, Brown et al., 1993, Афанасенко, 1996).

Коэволюция как таковая не происходит в агросистемах; скорее селекционер выступает как направляющая сила эволюции патогена. При введении селекционером новых сортов с новыми генами устойчивости изменяется и структура популяции патогена.

Практической задачей популяционных исследований в фитопатологии является разработка принципов управления популяциями фитопатогенных микроорганизмов в агроценозах для эффективной защиты растений с наименьшей опасностью для окружающей среды и здоровья человека. Управление популяциями может осуществляться ротацией генов устойчивости. При этом будут задерживаться микроэволюционные процессы, происходящие в популяции патогена и увеличится продолжительность жизни генов устойчивости растения.

В настоящее время наука о патологии растений вступает в новую эру – эру популяционной геномики (Grünwald et al., 2016). Эта область включает подробный генетический анализ природных популяций фитопатогенных организмов, генотипирование и фенотипирование популяций, анализ генетических взаимодействий в системе паразит-хозяин. За этими исследованиями будущее фитопатологии.

Библиографический список (References)

- Анисимова АВ, Новикова ЛЮ, Новакази Ф, Копанке Д и др (2017) Полиморфизм по признаку вирулентности и особенности микроэволюции в популяциях возбудителя сетчатой пятнистости ячменя *Pyrenophora teres* f. *teres*. *Микология и фитопатология* 51(4):229–240
- Афанасенко ОС (1996) Закономерности изменчивости популяций возбудителей гельминтоспориозных пятнистостей ячменя и генетический контроль устойчивости к *Pyrenophora teres* Drechs. *Автореф. дисс. ... д.б.н.* СПб. 44 с.
- Афанасенко ОС, Мироненко НВ, Филатова ОА, Серениус М (2007) Структура популяций *Pyrenophora teres* f. *teres* из Ленинградской области и Финляндии по признаку вирулентности. *Микология и фитопатология* 41(3):261–268
- Булат СА, Мироненко НВ (1993) Генетическая дифференциация фитопатогенного гриба *Cochliobolus sativus* (Ito and Kurib.) Drechsl. ex Dastur (*Bipolaris sorokiniana*) Shoem.), выявляемая методом полимеразной цепной реакции с универсальными праймерами (УП-ПЦР): корреляция с хозяин-специфичностью. *Генетика* 29(8):1295–1301
- Булат СА, Мироненко НВ (1996) Идентификация грибов и анализ их генетической изменчивости методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с геноспецифичными и неспецифичными праймерами. *Генетика* 32(2):165–183
- Булат СА, Мироненко НВ, Жолкевич ЮГ (1995) Генетическая структура почвенной популяции *Fusarium oxysporum* Schlecht.: молекулярная рендентификация вида и генетическая дифференциация изолятов методом полимеразно-цепной реакции с универсальными праймерами (УП-ПЦР). *Генетика* 31:315–323
- Гаврилова ОП, Гагкаева ТЮ, Буркин АА, Кононенко ГП (2009) Фузариоз зерновых культур на Волосовском государственном сортоучастке в Ленинградской области. *Вестник защиты растений* 4:37–43
- Гаврилова ОП, Гагкаева ТЮ (2010) Фузариоз зерна на севере Нечерноземья и в Калининградской области в 2007–2008 годах. *Защита и карантин растений* 2:23–25
- Гагкаева ТЮ, Ули-Маттила Т (2007) Молекулярная идентификация хемотипов *Fusarium graminearum*. *Лаборатория микологии и фитопатологии им. А.А. Ячевского ВИЗР. История и современность. Под ред. А.П.Дмитриева.* СПб. ВИЗР: 60–67
- Гагкаева ТЮ, Гаврилова ОП (2017) Фузариозная инфекция и контаминация микотоксинами зерна сортов ярового ячменя. *Вестник защиты растений* 3:39–43
- Гагкаева ТЮ, Гаврилова ОП, Левитин ММ (2014) Биоразнообразие и ареалы основных токсинопродуцирующих грибов рода *Fusarium*. *Биосфера* 6:36–45
- Гранин ЕФ, Монастырская ЭМ, Краева ГА, Кочубей КЮ (1989) Пиренофороз озимой пшеницы на Северном Кавказе. *Защита растений* 12:21

- Гульязева ЕИ (2018) Генетическая структура популяций *Russinia tritici* в России и ее изменчивость под влиянием растения-хозяина. *Автореф. дисс. ... д.б.н.* СПб. 42 с.
- Гульязева ЕИ, Шайдаюк ЕЛ, Казарцев ИА (2017а) Структура популяций *Russinia tritici* на тетраплоидных видах пшеницы. *Микология и фитопатология* 51(5):299–304
- Гульязева ЕИ, Аристова МК, Шайдаюк ЕЛ, Мироненко НВ и др (2017б) Генетическая дифференциация *Russinia tritici* Erikss. на территории России. *Генетика* 53(9):1053–1060. <http://www.doi.org/10.7868/S0016675817070037>
- Гульязева ЕИ, Шайдаюк ЕЛ, Абдуллаев КМ (2018) Популяционно-генетическое исследование возбудителя бурой ржавчины пшеницы *Russinia tritici* в Дагестане. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции* 179(2):140–150. <http://www.doi.org/10.30901/2227-8834-2018-2-140-150>
- Гульязева ЕИ, Казарцев ИА, Шайдаюк ЕЛ (2019) Молекулярно-генетический полиморфизм *Russinia tritici* в южном Дагестане – центре совместной эволюции возбудителя бурой ржавчины и пшеницы. *Генетика* 55(4):390–397. <http://www.doi.org/10.1134/S0016675819040040>
- Дмитриев АП, Михайлова Л А, Шеломова ЛФ, Деревянкин АИ (1976) Исследование расового и генотипического состава дербентской популяции *Russinia recon dita* Rob.ex Desm.f.sp.tritici в 1972–1973 гг. *Микология и фитопатология* 10(4):305–308
- Дьяков ЮТ (1998) Популяционная биология фитопатогенных грибов. М. «Муравей». 384 с.
- Дьяков ЮТ (2004) Популяционная биология и эволюция грибов *Бюл. Моск. О-ва испытателей природы* 109(6):106–111
- Дьяков ЮТ, Левитин ММ (2018) Инвазии фитопатогенных грибов. М. «URSS». 260 с
- Левитин ММ (2012) Изменение климата и прогноз развития болезней растений. *Микология и фитопатология* 46:14–19
- 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, Афанасенко ОС (1980) Структура популяций возбудителя сетчатой пятнистости ячменя по признаку вирулентности. III. Локальность популяций. *Микология и фитопатология* 14(2):130–132
- Левитин ММ, Коновалова ГС (1994) Соматическая гибридизация и изменчивость грибов *Успехи современной генетики* 19:49–66
- Левитин ММ, Петрова АН, Афанасенко ОС (1985) Сравнительное изучение популяций *Vipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. по признаку вирулентности. *Микология и фитопатология* 19 (2):154–158
- Левитин ММ, Новожилов КВ, Афанасенко ОС, Михайлова ЛА и др (2011) Миграция фитопатогенных грибов и ареалы популяций. *Микология сегодня* 2:261–274
- Левитин ММ, Мироненко НВ (2016) Структура и ареалы популяций фитопатогенных грибов. *Биосфера* 8(2):216–225
- Левонтин Р (1974) Генетические основы эволюции. М.: Мир. 351 с.
- Мироненко НВ (2004) Современные достижения в изучении генетической структуры популяций фитопатогенных грибов. *Успехи современной биологии* 124:234–245
- 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 (2016а) 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, Анисимова АВ, Баранова ОА, Зубкович АА и др (2016б) Внутривидовой состав и структура популяций *Pyrenophora teres* в Северо-Западном регионе России и Беларуси по вирулентности и локусам типа спаривания. *Микология и фитопатология* 50(3):185–194
- Мироненко НВ, Анисимова АВ, Баранова ОА, Зубкович АА и др (2017) Анализ структуры популяций *Pyrenophora teres* f. *teres* по признакам вирулентности и SSR маркерам. *Микология и фитопатология* 51(5):305–313
- Мироненко НВ, Баранова ОА, Коваленко НМ (2019а) Роль полового процесса в сохранении чужеродной транслокации гена *ToxA* в геноме *Pyrenophora tritici-repentis*. *Микология и фитопатология* 53(2):115–123. <http://www.doi.org/10.1134/S0026364819020077>
- Мироненко НВ, Коваленко НМ, Баранова ОА (2019б) Характеристика географически отдаленных популяций *Pyrenophora tritici-repentis* по вирулентности и генам токсинообразования *ToxA* и *ToxB*. *Вестник защиты растений* 1(99):24–29
- Михайлова ЛА (1972) Анализ Дербентской популяции *Russinia tritici* Erikss. по признаку вирулентности к сортам пшеницы Аврора и Кавказ. *Микология и фитопатология* 6(1):61–62
- Михайлова ЛА (1995) Структура популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы на территории СНГ. IV. Оценка степени сходства популяций на территории СНГ в 1988–1990 гг. *Микология и фитопатология* 30(3):84–90.
- Михайлова ЛА (1996) Структура популяций возбудителя бурой ржавчины пшеницы на территории СНГ. V. Ареалы популяций и направления миграции спор. *Микология и фитопатология* 30(3):84–90
- Михайлова ЛА, Васильев СВ (1985) Ареалы популяций возбудителя листовой ржавчины пшеницы. *Микология и фитопатология* 19(2):158–163
- Михайлова ЛА, Гульязева ЕИ, Кокорина НМ (2002) Лабораторные методы культивирования возбудителя желтой пятнистости пшеницы *Pyrenophora tritici-repentis*. *Микология и фитопатология* 36(1):63–67
- Михайлова ЛА, Тернюк ИГ, Мироненко НВ (2007) Структура популяций *Pyrenophora tritici-repentis* из европейской части России по признаку вирулентности. *Микология и фитопатология* 41(3):269–275
- Михайлова ЛА, Тернюк ИГ, Мироненко НВ (2010) Характеристика популяций *Pyrenophora tritici-repentis* по признаку вирулентности. *Микология и фитопатология* 44(3):263–272
- Михайлова ЛА, Мироненко НВ, Коваленко НМ (2012) Желтая пятнистость пшеницы. СПб.: 56 с.

- 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
- Павлова ТВ, Михайлова ЛА (1997) Роль миграции спор *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. tritici в формировании популяций и развития эпифитотий. *Микология и фитопатология* 31(5):60–66
- Портянкин ДЕ, Терехова ВА, Левитин ММ (1988) Изучение популяционной изменчивости возбудителя фузариозного увядания льна в Белоруссии. *Микология и фитопатология* 22(4):362–368
- Санин СС (2012) Эпифитотии болезней зерновых культур: теория и практика. М.: НИПКЦ Восход-А. 451 с.
- Стекман Э, Харрар Дж (1969) Основы патологии растений. М.: Ин. Лит. 540 с.
- Федотова ТИ (1936) Влияние расового состава и специализации паразитов с разработкой методов определения сортоустойчивости растений. В кн.: Итоги н.-и. работ ВИЗР за 1935 г. Л.: 484–485
- Abdel-Hak TE, Gebrial E, Shata HM, Hammouda AM (1968) Sources of resistance to net blotch *H. teres* (Sacc.) in U.A.R. *Tech Bull* 10:1–7
- Afanasenko O (2001) Investigations on populations of *Pyrenophora teres* f. *teres*, the cause of net blotch of barley. *J. Russian Phytopathol. Soc.* 2:9–18
- Afanasenko O, Jalli M, Pinnschmidt H, Filatova O et al (2009) Development of an international standard set of barley differential genotypes for *Pyrenophora teres* f. *teres*. *Plant Pathology* 58:665–676
- Akhavan A, Turkington TK, Kebede B, Tekauz A et al (2015) Prevalence of mating type idiomorphs in *Pyrenophora teres* f. *teres* and *P. teres* f. *maculata* populations from the Canadian prairies. *Can J Plant Pathol* 37:52–60
- Astolfi P, Reynoso MM, Ramirez ML, Chulze SN et al (2019) Genetic population structure and trichothecene genotypes of *Fusarium graminearum* isolated from wheat in southern Brazil. *Plant Pathology* 68 (2):205–408
- Berlin A (2012) Population biology of *Puccinia graminis*. Doctor thesis. Uppsala. 66 p.
- Bock CH, Thrall PH, Burdon JJ (2005) Genetic structure of populations of *Alternaria brassicicola* suggest the occurrence of sexual recombination. *Mycol Res* 109 (2):227–236. <http://www.doi.org/10.1017/S0953756204001674>.
- Bogacki P, Keiper FJ, Oldach KH (2010) Genetic structure of South Australian *Pyrenophora teres* populations as revealed by microsatellite analyses. *Fungal Biology* 114:834–841
- Brown MP, Steffenson BJ, Webster RK (1993) Host range of *Pyrenophora teres* f. *teres* isolates from California. *Plant Dis* 77(9):942–947
- Burdon JJ (1993) The structure of pathogen populations in natural plant communities. *Ann Rev Phytopathol* 31:305–323
- Ciuffetti LM, Manning VF, Pandelova I, Betts MF et al (2010) Host-selective toxins, Ptr ToxA and Ptr ToxB, as necrotrophic effectors in the *Pyrenophora tritici-repentis* – wheat interaction. *New Phytol* 187(9):11-919. <http://www.doi.org/10.1111/j.14698137.2010.03362.x>
- Flor HH (1942) Inheritance of pathogenicity in *Melampsora lini*. *Phytopathology* 32:653–669
- Gagkaeva TYu, Levitin M (1997) Composition of *Fusarium graminearum* Schwabe populations collected from different regions of Russia. *Cereal Res Commun* 24 (3/2):591–593
- Gagkaeva TYu, Yli-Mattila T (2004) Genetic diversity of *Fusarium graminearum* in Europe and Asia. *J Plant Pathology* 110:551–562
- Gagkaeva T, Gavrilova O, Orina A, Lebedin Y et al (2019) Analysis of toxigenic *Fusarium* species associated with wheat grain from three regions of Russia: Volga, Ural, and West Siberia. *Toxins* 11:252. <http://www.doi.org/10.3390/toxins11050252>
- Gale LR, Chen LF, Hernick CA, Takamura K et al (2002) Population analysis of *Fusarium graminearum* from wheat fields in eastern China. *Phytopathology* 92:1315–1322. <http://www.doi.org/10.1094/PHYTO.2002.92.12.1315>
- Gannibal PhB, Klemsdal SS, Levitin MM (2007) AFLP analysis of Russian *Alternaria tenuissima* populations from wheat kernels and other hosts. *Eur J Plant Pathol* 119:175–182
- Goswami RS, Kistler HC (2004) Heading for disaster: *Fusarium graminearum* on cereal crops. *Molecular plant pathology* 5 (6):515–525
- Grünwald NJ, McDonald BA, Milgroom MG (2016) Population genomics of fungal and oomycete pathogens. *Ann Rev of Phytopathology* 54:323–346
- Gurung S, Short DPG, Adhikari TB (2013) Global population structure and migration patterns suggest significant population differentiation among isolates of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Fungal Genetics and Biology* 52:32–41
- Khan TN (1973) Host specialization by Western Australian isolates causing net blotch symptoms on *Hordeum*. *Trans Br Mycol Soc* 61 (1):215–220
- Kolmer JA (2001) Molecular polymorphism and virulence phenotypes of the wheat leaf rust fungus *Puccinia triticina* in Canada. *Can J Bot* 79:917–926
- Láday M, Juhász Á, Mulè G, Moretti A et al (2004) Mitochondria DNA diversity and lineage determination of European isolates of *Fusarium graminearum* (*Gibberella zeae*). *Eur J Plant Pathol* 110:545–550. <http://www.doi.org/10.1023/B:EJPP.0000032394.39130.2c>
- Lehmensiek A, Bester AE, Sutherland MW, Platz G et al (2010) Population structure of South African and Australian *Pyrenophora teres* isolates. *Plant Pathol* 59:504–515
- McDonald BA, Linde C (2002) Pathogen population genetics, evolutionary potential and durable resistance. *Annual Review Phytopathology* 40:349–379
- McDonald BA, Linde C (2002) The population genetics of plant pathogens and breeding strategies for durable resistance. *Euphytica* 124:163–180
- McLean MS, Martin A, Gupta S, Sutherland MW et al (2014). Validation of a new spot form of net blotch differential set and evidence for hybridisation between the spot and net forms of net blotch in Australia. *Australasian Plant Pathology* 43:223–233
- Mironenko NV, Bulat SA (2001) Genetic structure of *Cochliobolus sativus* (*Bipolaris sorokiniana*) populations isolated from different hosts as revealed by UP-PCR (RAPD-like) technique. *J Russian Phytopathol Soc* 2:25–30
- Mironenko NV, Timopheeva EN, Mikhailova LA, Kopahnke D et al (2007) Intraspecific genetic diversity of *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs. (*Drechslera tritici-repentis* [Died.] Shoem.) detected by random amplified polymorphic

- DNA assays. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 40 (6):431–440
- O'Donnell K, Kistler HC, Tacke BK, Casper HH (2000) Gene genealogies reveal global phylogeographic structure and reproductive isolation among lineages of *Fusarium graminearum*, the fungus causing wheat scab. *Proc Nat Acad Sci* 97:7905–7910. <http://www.doi.org/10.1073/pnas.130193297>
- O'Donnell K, Ward TJ, Geiser DM, Kistler HC et al (2004) Genealogical concordance between mating type locus and seven other nuclear genes supports formal recognition of nine phylogenetically distinct species within the *Fusarium graminearum* clade. *Fungal Genet Biol* 41:600–623. <http://www.doi.org/10.1016/j.fgb.2004.03.003>
- Park RF, Burdon JJ, McIntosh RA (1995) Studies of the origin, spread, and evolution of an important group of *Puccinia recondita* f.sp.*tritici* pathotypes in Australia. *Eur Plant Pathol* 101:613–622
- Pasquali M, Beyer M, Logrieco A, Audenaert K et al (2016) European database of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* trichothecene genotypes. *Frontiers in Microbiology* <http://www.doi.org/10.3389/fmicb.2016.00406>
- Piening, L (1968) Development of barley net blotch from infested straw and seed. *Canadian Journal of Plant Science* 48:623–625
- Rotem J (1994) The genus *Alternaria*. St.Paul.: 326 p.
- Shipton WA (1966) Effect of net blotch infection of barley on grain yield and quality. *Austr J Exper Agric and Animal Husbandry* 6 (23):437–440
- Serenius M, Manninen O, Wallwork H, Williams K (2007) Genetic differentiation in *Pyrenophora teres* populations measured with AFLP markers. *Mycological Research* 111:213–223
- Serenius M, Mironenko N, Manninen O (2005) Genetic variation, occurrence of mating types and different forms of *Pyrenophora teres* causing net blotch of barley in Finland. *Mycol Res* 109 (7):809–817 <http://doi:10.1017/S0953756205002856>
- Starkey DE, Ward TJ, Aoki T, Gale LR et al (2007) Global molecular surveillance reveals novel *Fusarium* head blight species and trichothecene toxin diversity. *Fungal Genet Biol* 44:1191–1204. <http://www.doi.org/10.1016/j.fgb.2007.03.001>
- Waalwijk C, Kastelein P, de Vries I, Kerényi Z et al. (2003) Major changes in *Fusarium spp.* in wheat in the Netherlands. *Eur J Plant Pathol* 109:743–754. <http://www.doi.org/10.1023/A:1026086510156>
- Yli-Mattila T, Gagkaeva T, Ward TJ, Aoki T et al (2009) A novel Asian clade within the *Fusarium graminearum* species complex includes a newly discovered cereal head blight pathogen from the Far East of Russia. *Mycologia* 101:841–852. <http://www.doi.org/10.3852/08-217>
- Yli-Mattila T, Gagkaeva T (2010) Molecular chemotyping of *Fusarium graminearum*, *F. culmorum*, and *F. cerealis* isolates from Finland and Russia. In book: *Molecular Identification of Fungi*. Ed. by Y. Gherbawy and K. Voigt. Springer Berlin Heidelberg:159–177
- Zeller KA, Bowden RL, Leslie JF (2004) Population differentiation and recombination in wheat scab populations of *Gibberella zeae* from the United States. *Mol Ecol* 13:563–571. <http://www.doi.org/10.1046/j.1365-294X.2004.02098.x>

Translation of Russian References

- Anisimova AV, Novikova L YU, Novakazi F, Kopanke D et al (2017) [Polymorphism of virulence and specificity of microevolution processes in populations of causal agent of barley net blotch *Pyrenophora teres* f. *teres*]. *Mikologiya i fitopatologiya* 51(4):229–240 (In Russian)
- Afanasenko OS (1996) [Zakonomernosti izmenchivosti populyacij vzbuditelej gel'mintosporioznyh pyatnistostej yachmenya i geneticheskij kontrol' ustojchivosti k *Pyrenophora teres* Drechs]. *Abstr. Dr. Biol. Thesis*. St. Petersburg. 44 p. (In Russian)
- Afanasenko OS, Mironenko NV, Filatova OA, Serenius M (2007) [Structure of *Pyrenophora teres* f. *teres* populations from Leningrad region and Finland by virulence]. *Mikologiya i fitopatologiya* 41(3):261–268 (In Russian)
- Bulat SA, Mironenko NV (1993) [Genetic differentiation of phytopathogenic fungus *Cochliobolus sativus* (Ito and Kurib.) Drechsl. ex Dastur (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.: Sorok.) Shoem.), revealed by a universally primed polymerase chain reaction UP-PCR technique: correlation with host-specificity]. *Genetika* 29(8):1295–1301 (in Russian)
- Bulat SA, Mironenko NV, Zolkevich YuG (1995) [Genetic structure of the soil population of fungus *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr.: molecular reidentification of the species and genetic differentiation of isolates by using polymerase chain reaction technique with universal primers (UP-PCR)]. *Genetika* 31:315–323 (in Russian)
- Bulat SA, Mironenko NV (1996) [Identification of fungi and analysis of their genetic variability by polymerase chain reaction (PCR) with gene-specific and nonspecific primers]. *Genetika* 32(2):165–183 (in Russian)
- Gavrilova OP, Gagkaeva TYu, Burkin AA, Kononenko GP (2009) [Fusarium head blight of small grain cereals harvested in Volosovo state experimental station located in Leningrad region]. *Vestnik zashchity rasteniy* 4:37–43 (in Russian)
- Gavrilova OP, Gagkaeva TYu (2010) [Fusarium wilt disease of grain in the North of the Non-black earth and Kaliningrad region in 2007–2008]. *Zashchita i karantin rasteniy* 2:23–25 (in Russian)
- Gagkaeva TYu, Uli-Mattila T (2007) Molecular identification of chemotypes in *Fusarium graminearum*. *Laboratoriya mikologii i fitopatologii im. A.A. Yachevskogo VIZR. Istoriya i sovremennost'*. Pod red. A.P. Dmitrieva. St. Petersburg. VIZR: 60–67 (in Russian)
- Gagkaeva TYu, Gavrilova OP (2017) [Fusarium infection and mycotoxins contamination in grain of spring barley cultivars]. *Vestnik zashchity rastenij* 3:39–43 (in Russian)
- Gagkaeva TYu, Gavrilova, Levitin MM (2014) [Biodiversity and distribution of main toxigenic *Fusarium* fungi]. *Biosfera* 6:36–45 (in Russian)
- Granin EF, Monastic EM, Kraeva HA, Kochubey KYu (1989) [Pyrenophoros on winter wheat in the North Caucasus]. *Zashchita rasteniy* 12: 21 (in Russian)
- Gulyaeva EI (2018) [Genetic structure of populations of *Puccinia triticina* in Russia and its variability under the influence of host plant]. *Abstr. Dr. Biol. Thesis* St. Petersburg. 42 p. (in Russian)

- Gulyaeva EI, Shaydayuk ATE, Kazartsev IA, Aristova MK (2015) [Structure of Russian populations of *Puccinia triticina*]. *Vestnik zashchity rasteniy* 3:5–10 (in Russian)
- Gulyaeva EI, Shaydayuk EL, Kazartsev IA (2017a) [Structure of *Puccinia triticina* populations on tetraploid wheat species]. *Mikologiya i fitopatologiya* 51(5):299–304 (in Russian)
- Gulyaeva EI, Aristova MK, Shaydayuk EL, Mironenko NV et al (2017b) [Genetic differentiation of *Puccinia triticina* Erikss. in Russia]. *Genetika* 53(9):1053–1060 (in Russian) <http://www.doi.org/10.1134/S1022795417070031>
- Gulyaeva EI, Shaydayuk EL, Abdullayev KM (2018) [Population genetics study of the wheat leaf rust agent *Puccinia triticina* in Dagestan]. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding* 179(2):140–150 (in Russian) <http://www.doi.org/10.30901/2227-8834-2018-2-140-150>
- Gulyaeva EI, Kazartsev IA, Shaydayuk EL (2019) [Molecular-genetic polymorphism of *Puccinia triticina* in Southern Dagestan relating to the center of the common evolution of agent causing leaf rust and wheat]. *Genetika* 55(4):390–397 (in Russian) <https://doi.org/10.1134/S1022795419040045>
- Dmitriev A, Mikhailova LA, Shelomova LF, Dereviankin AI (1976) [Investigations on the race and genotypical composition of the Derbent population of *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. in 1972–1973]. *Mikologiya i fitopatologiya* 10(4):305–308 (in Russian)
- Dyakov YuT (1998) [Population biology of pathogenic fungi]. Moscow: Muravey. 384 p. (in Russian)
- Dyakov YuT (2004) [Population biology and evolution of fungi]. *Byul Mosk. O-va ispytatelej prirody* 109(6):106–111 (in Russian)
- Dyakov YuT, Levitin MM (2018) [Invasions of phytopathogenic fungi]. Moscow: URSS. 260 p. (in Russian)
- Levitin MM (2012) [Climate change and the forecast of plant diseases]. *Mikologiya i fitopatologiya* 46:14–19 (in Russian)
- Levitin MM, Afanasenko OS (1980) [Population structure of the causative agent of barley net blotch on the basis of virulence. III. Locality of populations]. *Mikologiya i fitopatologiya* 14 (2):130–132 (in Russian)
- Levitin MM, Konovalova GS (1994) [Somatic hybridization and variability of fungi]. *Uspekhi sovremennoy genetiki* 19:49–66 (in Russian)
- Levitin MM, Petrova AN, Afanasenko OS (1985) [Comparative study of populations of *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. by virulence]. *Mikologiya i fitopatologiya* 19(2):154–158 (in Russian)
- Levitin MM, Novozhilov KV, Afanasenko OS, Mikhailova LA et al (2011) [Migration of phytopathogenic fungi and population areals]. *Mikologiya segodnya* 2:261–274 (in Russian)
- Levitin MM, Mironenko NV (2016) [The structures and areals of populations of phytopathogenic fungi]. *Biosfera* 8 (2):216–225 (in Russian)
- Levonti R (1974) Genetic background of evolution. Moscow: Mir. 384 p. (in Russian)
- Mikhailova LA (1972) [Testing Derbent population of *Puccinia triticina* Eriks. in relation to its virulence to the wheat varieties Aurora and Caucasus] *Mikologiya i fitopatologiya* 6(1):61–62 (in Russian)
- Mikhailova LA (1995) [Population structure of brown rust agent. IV. Estimation of populations similarity degree on the territory of CES in 1991–1993]. *Mikologiya i fitopatologiya* 29(4):48–52 (in Russian)
- Mikhailova LA (1996) [Population structure of the causative agent of brown rust on wheat in the CES. V. Population areals and spore migration directions]. *Mikologiya i fitopatologiya* 30(3):84–90 (in Russian)
- Mikhailova LA, Vasiliev SV (1985) [Areal of populations of the causative agent of wheat leaf rust]. *Mikologiya i fitopatologiya* 19(2):158–163 (in Russian)
- Mikhailova LA, Gulyaeva EI, Kokorina NM (2002) [Laboratory methods for cultivating the pathogen of wheat yellow spot *Pyrenophora tritici-repentis*]. *Mikologiya i fitopatologiya* 36(1):63–67 (in Russian)
- Mikhailova LA, Ternuk IG, Mironenko NV (2007) [Population structure of *Pyrenophora tritici-repentis* from the European part of Russia based on virulence]. *Mikologiya i fitopatologiya* 41(3):269–275 (in Russian)
- Mikhailova LA, Ternuk IG, Mironenko NV (2010) [Characteristic of *Pyrenophora tritici-repentis* populations by their virulence]. *Mikologiya i fitopatologiya* 44(3):262–272 (in Russian)
- Mikhailova LA, Mironenko NV, Kovalenko NM (2012) [Yellow spot of wheat]. St. Petersburg: VIZR. 56 p. (in Russian)
- Mikhailova LA, Mironenko NV, Kovalenko NM (2014) [Populations of *Pyrenophora tritici-repentis* in the north Caucasus and north-west Russia: the racial composition and dynamics of virulence]. *Mikologiya i fitopatologiya* 48(6):393–400 (in Russian)
- Mironenko NV (2004) [Recent advances in the study of the genetic structure of populations of pathogenic fungi]. *Uspekhi sovremennoy biologii* 124:234–245 (in Russian)
- Mironenko NV, Baranova OA, Kovalenko NM, Mikhailova LA (2015) [Frequency of *ToxA* gene in North Caucasian and North-West 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 (2016a) [Genetic structure of the Russian populations of *Pyrenophora tritici-repentis*, determined by using microsatellite markers]. *Genetika* 52(8):885–894 (in Russian) <http://www.doi.org/10.7868/S0016675816080099>
- Mironenko NV, Anisimova AV, Baranova OA, Zubkovich AA et al (2016b) [Intraspecific composition and structure of *Pyrenophora teres* populations in the North-West region of Russia and Belarus based on mating-type loci and virulence]. *Mikologiya i fitopatologiya* 50(3):185–194 (in Russian)
- Mironenko NV, Anisimova AV, Baranova OA, Zubkovich AA et al (2017) [Analysis of *Pyrenophora teres* f. *teres* population structure by virulence and SSR-markers]. *Mikologiya i fitopatologiya* 51(5):305–313 (in Russian)
- Mironenko NV, Baranova OA, Kovalenko NM (2019a) [The role of the sexual process in preserving the alien translocation of the *ToxA* gene in the genome of *Pyrenophora tritici-repentis*]. *Mikologiya i fitopatologiya* 53(2):115–123 (in Russian) <http://www.doi.org/10.1134/S0026364819020077>
- Mironenko NV, Kovalenko NM, Baranova OA (2019b) [Characteristics of the geographically distant populations of *Pyrenophora tritici-repentis* in terms of virulence and

- ToxA* and *ToxB* toxin-forming genes]. *Vestnik zashchity rastenij* 1(99):24–29 (in Russian) [http://www.doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1\(99\)-24-29](http://www.doi.org/10.31993/2308-6459-2019-1(99)-24-29)
- Pavlova TV, Mikhailova LA (1997) [The role of *Puccinia recondita* Rob. ex Desm. f. sp. *tritici* spore migration in the formation of populations and the development of epiphytotic]. *Mikologiya i fitopatologiya* 31(5):60–66 (in Russian)
- Portyankin DE, Terekhova VA, Levitin MM (1988) [Study of the population variability of the causative agent of *Fusarium* wilting of flax in Belarus]. *Mikologiya i fitopatologiya* 22(4):362–368
- Sanin SS (2012) [Epiphytotic diseases of cereal crops: theory and practice]. Moscow: NIPKC Voskhod-A. 451 p. (in Russian)
- Stekman E, Harrar J (1969) [Fundamentals of plant pathology]. Moscow: In. Lit. 540 p. (in Russian)
- Fedotova TI (1936) [Influence of the racial composition and specialization of parasites with the development of methods for determining the resistance of plants to plants]. *V kn.: Itogi n.-i. rabot VIZR za 1935 g.*. Leningrad. 484–485 p. (in Russian)

Plant Protection News, 2019, 4(102), p. 5–16

OECD+WoS: 1.06+RQ (Mycology)

<http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-4-102-5-16>

Full-text article

POPULATION STUDIES OF FUNGI CAUSING THE DISEASES OF GRAIN CROPS

M.M. Levitin*, O.S. Afanasenko, T.Yu. Gagkaeva, F.B. Gannibal,
E.I. Gulyaeva, N.V. Mironenko

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

* responsible for the correspondence, e-mail: mark_levitin@rambler.ru

**To our colleagues Ludmila Alexandrovna Mikhailova
and Andrei Petrovitch Dmitriev is dedicated**

For more than 40 years, population studies of phytopathogenic fungi have been carried out in the VIZR. Over the years, extensive material has been accumulated, several doctoral dissertations have been successfully accomplished, and a large number of scientific works have been published. This article briefly discusses the main results of these studies and substantiates the importance of population studies in phytopathology. Based on their own research, the authors of the article consider methods of population research, features in the analysis of the structure and studying the fungi populations distribution, taking into account specialization to host plants, life cycles peculiarities, breeding systems, migration and recombination opportunities, as well as the mechanisms of population variability. Knowledge on a pathogen population structure, the area occupied by the population, and patterns of population variability is important for population management in acrocytosis for the creation of disease-resistant varieties, and for a new generation of agrotechnology in general.

Keywords: populations, phytopathogenic fungi, brown rust of wheat, tan spot of wheat, net spot of barley, dark brown spot of cereals, fusariosis, alternariosis

Received: 25.08.2019

Accepted: 02.12.2019

OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy)

<http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-4-102-16-22>

Полнотекстовая статья

ПИРАМИДИРОВАНИЕ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К ПАТОГЕНАМ В КОМБИНАЦИИ СКРЕЩИВАНИЯ МЕКСИКАНСКОГО ВИДА КАРТОФЕЛЯ *SOLANUM NEOANTIPROVICZII* С СЕЯНЦЕМ СОРТА ‘АВРОРА’

Н.М. Зотева^{1*}, Н.С. Клименко¹, А.В. Хютти²

¹ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург,

² Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

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

Изучали растения из гибридной популяции, полученной от скрещивания образца мексиканского вида *Solanum neoantiproviczii*, сочетающего высокую устойчивость к фитофторозу (ген *R2-like*) и вирусу картофеля Y (YBK) (ген *Ry_{sto}*), с сеянцем сорта Аврора с идентифицированными маркерами генов устойчивости к нематоду патогена Ro1 (ген *H1*) и фитофторозу (ген *R1*). На примере данной комбинации скрещивания показана возможность пирамидирования

генов устойчивости к вредным организмам при подборе компонентов скрещиваний, дополняющих друг друга по детектированным маркерам генов устойчивости. В популяции полученного гибрида у половины растений детектированы 4 маркера генов: устойчивости к *Phytophthora infestans*, YBK и нематод; из них два диагностируют устойчивость к фитофторозу. В тестах искусственного заражения двумя изолятами *P. infestans* с использованием разных концентраций инокулюма оценена устойчивость растений из данной популяции. С использованием крайне высокой концентрации инокулюма растения с детектированными маркерами двух генов устойчивости к фитофторозу проявили высокую устойчивость, сопровождаемую реакцией сверхчувствительности. В данной работе на оригинальном гибридном материале продемонстрирована возможность создания генотипов растений картофеля с касетами генов через интрогрессивную гибридизацию с использованием ДНК-маркеров.

Ключевые слова: *Solanum* spp., маркеры генов устойчивости, фитофтороз, вирус картофеля Y, нематода

Поступила в редакцию: 21.07.2019

Принята к печати: 02.12.2019

Введение

Несмотря на согласованность повсеместно проводимых исследований, фитофтороз картофеля, возбудителем которого является *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, по-прежнему остается одной из наиболее экономически значимых болезней этой культуры. При этом общая стоимость усилий по борьбе с патогеном и потери урожая во всем мире оцениваются более чем в 3 миллиарда долларов США в год (Fry, 2008). Большую роль в решении проблемы играет исходный растительный материал, используемый при создании фитофтороустойчивых сортов.

Известно, что дикие виды рода *Solanum* L. являются источниками высокой устойчивости к болезням и вредителям культуры. До середины XX века селекция сортов с устойчивостью к разным патогенам велась классическим способом – отбором родительских клонов в фитопатологических тестах. Начиная с 80-х гг. для отбора растений с желаемыми признаками начали применять маркер-опосредованную селекцию (MAS). В начале 90-х гг. в практической селекции она зарекомендовала себя как эффективный инструмент для выявления растений с желаемыми признаками. В исследованиях по картофелю, где используются классические стратегии клонирования на основе картирования, доминантные гены устойчивости (*R*-гены) были выделены из диких видов *Solanum*, которые имеют расо-специфические гены устойчивости, и прежде всего, из *Solanum demissum* Lindl. Первые гены *Rpi* устойчивости

к фитофторозу *R1* – *R4* были описаны еще в 1953 году (Black et al., 1953). Гены *R1*, *R2*, *R3*, *R4* и *R10* от *S. demissum* были интрогрессированы в культурный картофель (van der Lee et al., 2001; van der Vossen et al., 2005), но были быстро преодолены в полевых условиях (Тохорейс, 1956).

С 2000-х гг. открытие новых генов *Rpi*, явившееся результатом многих исследований, достигло большого прогресса. Идентифицирован целый ряд генов устойчивости к *P. infestans*, в том числе, их спектр из *S. bulbocastanum* Dun. - RB (Ballvora et al., 2002; Huang et al., 2005; Li et al., 2011; Lokossou et al., 2009; Song et al., 2003; van der Vossen et al., 2005, Wang et al., 2008).

Большой ущерб урожаю картофеля наносят также золотистая картофельная нематода (ЗКН), и Y вирус картофеля (YBK). Устойчивость к нематоде является одной из наиболее важных характеристик сортов картофеля. YBK также является очень серьезной проблемой в большинстве стран-производителей семенного картофеля. Инфицирование YBK является проблемой как для семеноводов, так и для коммерческих производителей. Устойчивые сорта часто снижают концентрацию вируса в растениях, ограничивают системное распространение вируса в полевых условиях, развивают некротический ответ (гибель клеток), который убивает инфицированные ткани растения. Штамм PVY^{NTN} вызывает крупные некротические кольца на клубнях картофеля (Le Romancer et al., 1994).

Материал и методы

Материалом для исследований служили сеянцы из гибридной популяции, полученной от скрещивания образца *S. neoantipoviczii* ВИР к-8505 (материнская форма) с сеянцем сорта 'Аврора' (опылитель).

Сеянцы оценивали в фитопатологическом тесте заражения отделенных долей листьев с использованием двух разных изолятов *P. infestans* с генами вирулентности 1.3.4.6.7.10.11. и 1.2.3.4.6.7.10.11., выделенных из местной популяции патогена (экспериментальное поле ВИР, г. Пушкин) в 2016. Применяли две разные концентрации инокулюма – 20000 и 75000 зооспор/мкл. Симптомы болезни учитывали по шкале от 9 до 1, где балл 9 означает отсутствие симптомов, а балл 1 – полностью пораженное растение (Zarzycka, 2001). Устойчивыми считали растения, оцениваемые баллами от 9 до 6. Балл 5 означает

умеренную чувствительность. В качестве устойчивого контроля использовали сорт Алуэт и клон 2018-nz14, неустойчивого – сорт Дезире.

Генотипирование осуществляли методом ПЦР-анализа с использованием маркеров генов устойчивости к фитофторозу (*R1*, *R3a* и *R2-like*), вирусу Y картофеля (*Ry_{sto}*) и к золотистой картофельной нематоды патотипа Ro1(HI) (табл. 1). ПЦР проводили в 20 мкл реакционной смеси, содержащей 10 нг тотальной ДНК, 1½ реакционный буфер («Диалат Лтд», Россия), 2.5 мМ MgCl₂, 0.4 мМ каждого из dNTPs, по 0.2 мкМ прямого и обратного праймеров и 1 ед. Taq ДНК-полимеразы («Диалат Лтд», Россия). Реакцию осуществляли в амплификаторе Mastercycler® Nexus Gradient («Eppendorf», Германия) при температурах отжига, соответствующих указанным в литературе.

Таблица 1. Используемые в работе маркеры генов устойчивости

Ген	Хромосома	Маркер	T° m	Последовательности праймеров	Размер диагностического фрагмента (п.о.)	Литературный источник
Устойчивость к фитофторозу						
<i>R1</i>	V	R1-1205	65	F: CACTCGTGACATATCCTCACTA R: GTAGTACCTATCTTATTTCTGCAAGAAT	1205	Sokolova et al., 2011
<i>R3a</i>	XI	RT-R3a	56	F: ATCGTTGTCATGCTATGAGATTGTT R: CTCAAGGTAGTGGGCAGTATGCTT	982	Huang et al., 2005
<i>R2-like</i>	IV	R2area 1F/2R	60	F: AAGATCAAGTGGTAAAGGCTGATG R: ATCTTTCTAGCTTCCAAAGATCACG	1137	Lenman et al., 2016
Устойчивость к Y-вирусу картофеля						
<i>Ry_{sto}</i>	XII	YES3-3A	55	F: TAACTCAAGCGGAATAACCC R: AATTCACCTGTTTACATGCTTCTTGTC	341	Song, Schwarzfischer, 2008
Устойчивость к <i>Globodera rostochiensis</i>						
<i>H1</i>	V	57 R	60	F: TGCCTGCCTCTCCGATTTCT R: GGTTCAAGCAAAGCAAGGACGTG	450	Finkers-Tomczak et al., 2011; Schultz et al., 2012

Результаты

Задачей данной работы было получение растений картофеля с несколькими маркерами генов (пирамид генов), отвечающих за устойчивость к наиболее вредоносным патогенам картофеля. С этой целью получен гибрид между образцом мексиканского вида *S. neoantipoviczii* и сеянцем сорта 'Аврора'. В проведенных ранее исследованиях у материнского образца найдена высокая устойчивость к фитофторозу и трем штаммам (PVY⁰, PVY^{NWI} и PVY^{NTN}) Y вируса картофеля (YBK) (Zoteyeva et al., 2012), а также обнаружен ген *Ry_{sto}* устойчивости к YBK (Zoteyeva et al., 2014). Популяция сорта 'Аврора' в ПЦР тесте расщеплялась по наличию маркерного компонента гена *R1* устойчивости к фитофторозу в соотношении 13 (с аллелем устойчивости) к 7-ми (без такового) (Зотеева, неопубликованные данные). По литературным данным сорт 'Аврора' обладает устойчивостью к нематоде патотипа Ro1, обусловленной наличием маркера гена *H1* (Бирюкова и др., 2015). При оценке в двух фитопатологических тестах с использованием агрессивного изолята фитофторы с генами вирулентности 1.3.4.6.7.10.11., выделенного из местной популяции *P. infestans* (экспериментальное поле ВИР, г. Пушкин), и концентрации инокулюма 20000 зооспор/μl, гибридная популяция расщеплялась в соотношении 20 устойчивых : 6 умеренно чувствительных растений. Поражение листьев неустойчивого сорта Дезире, использованного в качестве чувствительного контроля, оценивали средним баллом 2.6 (рис.1).

Генотипировали 26 сеянцев из популяции гибрида *S. neoantipoviczii* × сеянец сорта 'Аврора' по наличию маркеров генов *R1* и *R2-like* устойчивости к фитофторозу, гена *Ry_{sto}* – к Y вирусу картофеля и гена *H1* устойчивости к нематоде патотипа Ro1. Результаты ПЦР анализа показали, что у всех из них присутствовали маркерные компоненты генов *R2-like*, *Ry_{sto}* и *H1* и отсутствовали маркеры гена *R3a*. Маркер гена *R1* детектирован у 13-ти сеянцев. Таким образом, у 13-ти растений детектированы четыре маркера генов устойчивости к патогенам, из них два диагностируют устойчивость к фитофторозу (табл. 2).

В изучение устойчивости к фитофторозу гибридных клонов различного происхождения в 2018 г. были включены клоны гибрида *S. neoantipoviczii* × 'Аврора', проявившие высокую устойчивость в предыдущем опыте. Для

Таблица 2. Наличие маркерных компонентов генов устойчивости к патогенам у растений из популяции гибрида *Solanum neoantipoviczii* × сеянец сорта 'Аврора'

Код клона	<i>R1</i>	<i>R3a</i>	<i>R2-like</i>	<i>Ry_{sto}</i>	<i>H1</i>	Устойчивость к <i>P. infestans</i> , балл
NZ-nAU-1	1*	0	1	1	1	7
NZ-nAU-2	1	0	1	1	1	7
NZ-nAU-3	1	0	1	1	1	7
NZ-nAU-4	1	0	1	1	1	7
NZ-nAU-5	0	0	1	1	1	5
NZ-nAU-6	1	0	1	1	1	7
NZ-nAU-7	1	0	1	1	1	9
NZ-nAU-8	1	0	1	1	1	6
NZ-nAU-9	1	0	1	1	1	7
NZ-nAU-10	1	0	1	1	1	6
NZ-nAU-11	1	0	1	1	1	5
NZ-nAU-12	0	0	1	1	1	5
NZ-nAU-13	1	0	1	1	1	5
NZ-nAU-14	1	0	1	1	1	7
NZ-nAU-15	1	0	1	1	1	7
NZ-nAU-16	0	0	1	1	1	6
NZ-nAU-17	1	0	1	1	1	7
NZ-nAU-18	1	0	1	1	1	5
NZ-nAU-19	1	0	1	1	1	5
NZ-nAU-20	0	0	1	1	1	7
NZ-nAU-21	1	0	1	1	1	6
NZ-nAU-22	1	0	1	1	1	9
NZ-nAU-23	0	0	1	1	1	7
NZ-nAU-24	1	0	1	1	1	9
NZ-nAU-26	1	0	1	1	1	6
NZ-nAU-28	0	0	1	1	1	6
Сорт Алузт	н.д.**	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	9
Клон 2018-nz14	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	8
Сорт Дезире	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	2.6

*) 1= наличие маркерных компонентов генов;

**) = нет данных.

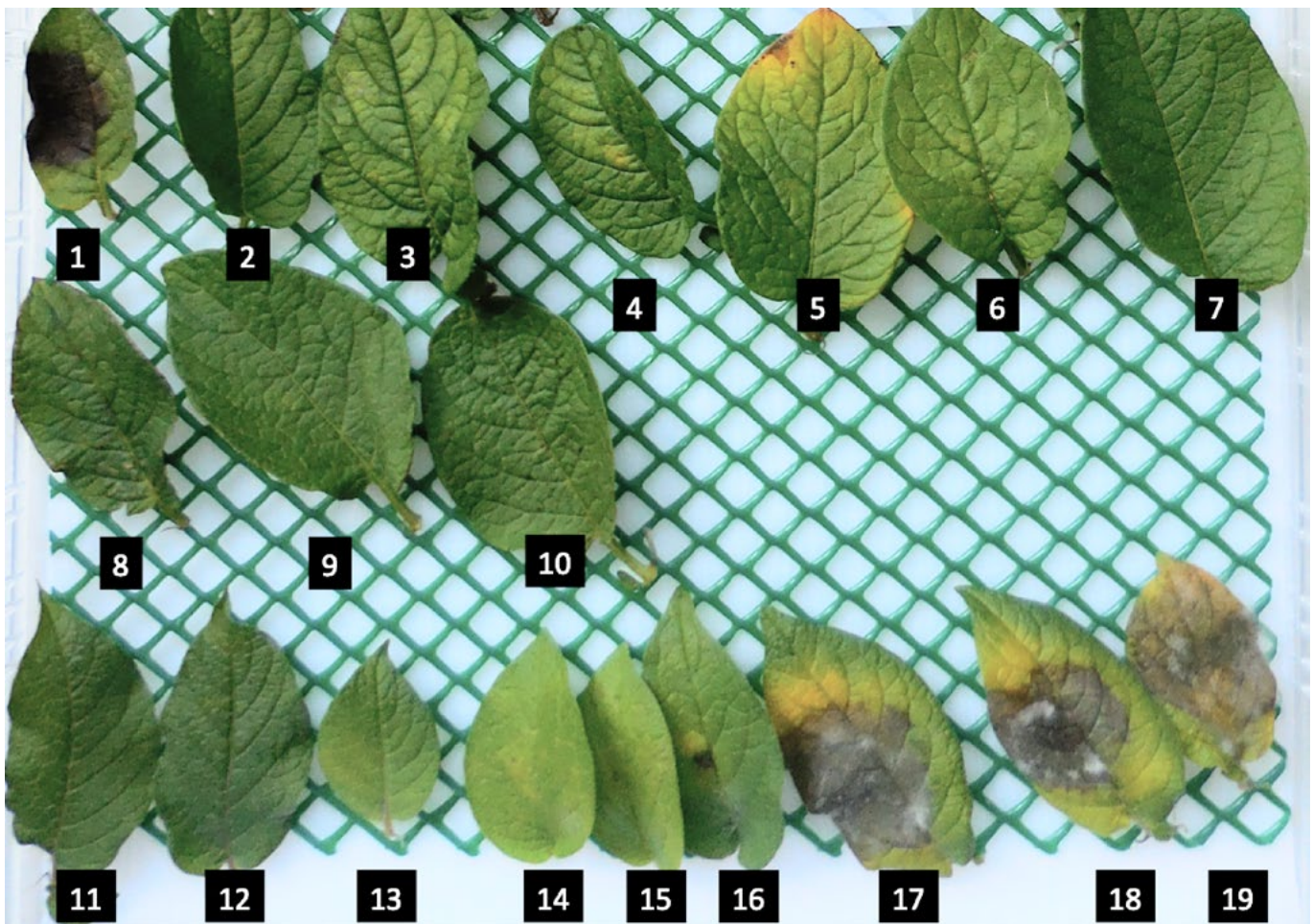


Рисунок 1. Два верхних ряда (слева направо) – одна отделенная доля листа с симптомами болезни сеянца NZ-nAU-5 и по три отделенных доли листьев трех высоко устойчивых сеянцев NZ-nAU-7, 22 и 24 без симптомов болезни. Нижний ряд: по три доли листьев контрольных образцов - сорт Алуэт и клон 2018-nz14 (устойчивые), сорт Дориза (чувствительный)

заражения использовали изолят с генами вирулентности 1.2.3.4.6.7.10.11. Концентрация инокулюма составила 75000 зооспор/мл. На 7-е сутки после заражения на листьях

этих клонов симптомы болезни отсутствовали (балл 9), отмечено наличие реакции сверхчувствительности.

Обсуждение

Виды рода *Solanum*, являющиеся незаменимыми в качестве источников высокой и длительной устойчивости к различным патогенам, уже входят в родословные многих сортов. Различные природные условия мест обитания диких видов картофеля и сопряженная эволюция на их родине – в районах распространения различных патогенов, привели к долговременной селекции высоко устойчивых форм. Многие центрально-американские виды картофеля, в том числе *S. neoantipovicii*, произрастают в Мексике, где популяции *P. infestans* характеризуются наиболее богатым генетическим разнообразием.

Изоляты *P. infestans*, собранные до миграции рас фитогоры из Мексики, генетически очень похожи (Drenth et al., 1993; Fry et al., 1992). В отличие от периода, когда в популяциях регистрировали только тип совместимости A1 и размножение *P. infestans* осуществлялось вегетативным путем, появление типа совместимости A2 привело к полному воспроизводству *P. infestans*. В связи с этим возникла и продолжает существовать сложная расовая структура большинства популяций патогена (Rauscher et al., 2006), что ограничивает эффективность от внедрения одиночных генов расоспецифической устойчивости. Тем не менее,

наличие в генотипах большего числа таких генов способствует более высокой устойчивости растений (Stewart et al., 2003; Montarry et al., 2010). В настоящее время основной стратегией является поиск и интегрирование набора генов, которые обеспечивают устойчивость к широкому спектру рас патогена (Park et al., 2009a, b; Zhu et al., 2012), в частности *Rpi*-генов с аллелями RB (Park et al., 2005; Song et al., 2003; van der Vossen et al., 2005).

Современные требования к сортам картофеля предусматривают комплексную и групповую устойчивость к патогенам. Устойчивость к нематоду в РФ не является обязательной для внесения сорта в Госреестр, однако конкурентоспособность сортов картофеля в современных условиях связана в первую очередь с устойчивостью к ЗКН (Хютти и др., 2017). Крайне желаемым признаком для вновь выводимых сортов является также устойчивость к УБК, особенно к его некротическому штамму, уже много лет представляющему угрозу урожаю картофеля в странах Европы. Гибриды различного происхождения, созданные с участием *S. neoantipovicii*, проявляют повышенную устойчивость к фитофторозу (Zoteyeva, 2012), и обладают фертильной пылью у них отмечено присутствие маркера

гена Ry_{sto} (Zoteyeva et al., 2014, 2017). Такие гибриды могут быть использованы при создании сортов картофеля с комплексной устойчивостью к фитофторозу и УВК.

При заражении подавляющего большинства клонов с двумя генами устойчивости к фитофторозу изолятом *P. infestans* с 8 генами вирулентности и с использованием крайне высокой концентрации инокулюма (75000 зооспор/мл) симптомы болезни отсутствовали.

Однако, несмотря на наличие нескольких генов устойчивости к фитофторозу у сеянцев, отдельные из них проявляли умеренную чувствительность. Механизмы, лежащие в основе защитных реакций растений против *P. infestans*, например, уровень экспрессии генов и др., еще

Благодарности. Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме №0662-2019-0004_2019 «Скрининг генофонда основных сельскохозяйственных культур по устойчивости к болезням и вредителям с использованием современных лабораторных методов, изучение эффективности источников устойчивости к вредным организмам», номер государственной регистрации ЕГИСУ НИОКР АААА–А16–116040710361–8) и при поддержке гранта РФФ № 16-16-04125.

Библиографический список (References)

- Бирюкова ВА, Шмыгля ИВ, Абросимова СБ, Запекина ТИ, Мелешин АА и др (2015) Поиск источников генов устойчивости к патогенам среди образцов селекционно-генетических коллекций ВНИИКХ с использованием молекулярных маркеров. *Защита картофеля* 1:3–7
- Зотеева НМ, Антонова ОЮ, Клименко НС, Апаликова ОВ, Carlson-Nilsson U и др (2017) Использование молекулярных маркеров *R* генов и типов цитоплазмы при интрогрессивной гибридизации диких полиплоидных мексиканских видов картофеля. *Сельскохозяйственная биология* 52:964–975. <http://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.5.964rus>
- Хютти АВ, Антонова ОЮ, Мироненко НВ, Гавриленко ТА, Афанасенко ОС (2017) Устойчивость картофеля к карантинным болезням. *Вавиловский журнал генетики и селекции* 21(1):51–61. <http://doi.org/doi.10.18699/VJ17.223rus>
- Ballvora A, Ercolano MR, Weiß J, Meksem K, Bormann CA et al (2002) The *R1* gene for potato resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) belongs to the leucine zipper/NBS/LRR class of plant resistance genes. *Plant J* 30:361–371
- Black W, Mastenbroek C, Mills WR, Peterson LC (1953) A proposal for an international nomenclature of races of *Phytophthora infestans* and of genes controlling immunity in *Solanum demissum* derivatives. *Euphytica* 2:173–179
- Drenth A, Goodwin SB, Fry WE, Davidse LC (1993) Genotypic diversity of *Phytophthora infestans* in The Netherlands revealed by DNA polymorphisms. *Phytopathol* 83:1087–1092
- Finkers-Tomczak A, Bakker E, de Boer J, van der Vossen E, Achenbach U et al (2011) Comparative sequence analysis of the potato cyst nematode resistance locus *H1* reveals a major lack of co-linearity between three haplotypes in potato (*Solanum tuberosum* ssp.). *Theor Appl Genet* 122(3):595–608. <http://doi.org/10.1007/s00122-010-1472-9>
- Fry W (2008) *Phytophthora infestans*: the plant (and *R* gene) destroyer. *Mol Plant Pathol* 9:385–402. doi: 10.1111/j.1364-3703.2007.00465.x
- Fry WE, Goodwin SB, Matuszak JM, Spielman LJ, Milgroom MG et al (1992) Population genetics and intercontinental migrations of *Phytophthora infestans*. *Annu Rev Phytopathol* 30:107–129
- Huang S, van der Vossen EA, Kuang H, Vleeshouwers VG, Zhang N et al (2005) Comparative genomics enabled the isolation of the *R3a* late blight resistance gene in potato. *Plant J* 42:251–261. <http://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2005.02365.x>
- Le Romancer M, Kerlan M, Nedellec M (1994) Biological characterization of various geographical isolates of potato virus Y including superficial necrosis on potato tubers. *Plant Pathol* 43:138–144
- Lenman M, Ali A, Muhlenbock P, Carlson-Nilsson U, Liljeroth E et al (2016) Effector-driven marker development and cloning of resistance genes against *Phytophthora infestans* in potato breeding clone SW93-1015. *Theoretical and Applied Genetics* 129(1):105–115 <http://doi.org/10.1007/s00122-015-2613-y>
- Li G, Huang S, Guo X, Li Y, Yang Y et al (2011) Cloning and characterization of *R3b*; members of the *R3* superfamily of late blight resistance genes show sequence and functional divergence. *Mol Plant Microbe Interact* 24:1132–1142. <http://doi.org/10.1094/MPMI-11-10-0276>
- Lokossou AA, Park TH, van Arkel G, Arens M, Ruyter-Spira C et al (2009) Exploiting knowledge of *R/Avr* genes to rapidly clone a new LZ-NBS-LRR family of late blight resistance genes from potato linkage group IV. *Mol Plant Microbe Interact* 22:630–641. <http://doi.org/10.1094/MPMI-22-6-0630>
- Montarry J, Hamelin FM, Glais I, Corbière R, Andrivon D (2010) Fitness costs associated with unnecessary virulence factors and life history traits: evolutionary insights from the potato late blight pathogen *Phytophthora infestans*. *BMC Evol Biol* 10:283. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-10-283>
- Park TH, Gros J, Sikkema A, Vleeshouwers VGA, Muskens M et al (2005) The late blight resistance locus *Rpi-blb3* from *Solanum bulbocastanum* belongs to a major late blight *R* gene cluster on chromosome 4 of potato. *Mol Plant-Microbe Interact* 18:722–729. <http://doi.org/10.1094/MPMI-18-0722>

- Park TH, Foster S, Brigneti G, Jones JDG (2009a) Two distinct potato late blight resistance genes from *Solanum berthaultii* are located on chromosome 10. *Euphytica* 165:269–278. <https://doi.org/10.1007/s10681-008-9784-4>
- Park TH, Vleeshouwers VGA, Jacobsen E, van der Vossen E, Visser RGF (2009b) Molecular breeding for resistance to *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary in potato (*Solanum tuberosum* L.): a perspective of cisgenesis. *Plant Breed* 128:109–117. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2008.01619.x>
- Rauscher GM, Smart CD, Simko I, Bonierbale M, Mayton H et al (2006) Characterization and mapping of *RPi-ber*, a novel potato late blight resistance gene from *Solanum berthaultii*. *Theor Appl Genet* 112:674–687. <http://doi.org/10.1007/s00122-005-0171-4>
- Schultz L, Cogan NOI, McLean K, Dale MFB, Bryan GJ et al (2012) Evaluation and implementation of a potential diagnostic molecular marker for H1-conferred potato cyst nematode resistance in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Breeding* 131:315–321. <http://doi.org/10.1111/j.1439-0523.2012.01949.x>
- Sokolova E, Pankin A, Beketova M, Kuznetsova M, Spiglazova S et al (2011) SCAR markers of the R-genes and germplasm of wild Solanum species for breeding late blight-resistant potato cultivars. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization* 9(2):309–312. <http://doi.org/10.1017/S1479262111000347>
- Song YS, Schwarzfischer A (2008) Development of STS markers for selection of extreme resistance (Rysto) to PVY and maternal pedigree analysis of extremely resistant cultivars. *American Journal of Potato Research* 85:159–170. <http://doi.org/10.1007/s12230-008-9012-8>
- Song J, Bradeen JM, Naess SK, Raasch JA, Wielgus SM et al (2003) Gene *RB* cloned from *Solanum bulbocastanum* confers broad spectrum resistance to potato late blight. *Proc Natl Acad Sci USA* 100:9128–9133. <https://doi.org/10.1073/pnas.1533501100>
- Stewart HE, Bradshaw JE, Pande B (2003) The effect of the presence of R-genes for resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) of potato (*Solanum tuberosum*) on the underlying level of field resistance. *Plant Pathol* 52:193–198 <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2003.00811.x>
- Toxopeus H J (1956) Reflections on the origin of new physiologic races in *Phytophthora infestans* and the breeding for resistance in potatoes. *Euphytica* 5:221–237
- van der Lee T, Testa A, van't Klooster J, van den Berg-Velthuis G, Govers F (2001) Chromosomal deletion in isolates of *Phytophthora infestans* correlates with virulence on R3, R10, and R11 potato lines. *Mol Plant–Microbe Interact* 14:1444–1452. <http://doi.org/10.1094/MPMI.2001.14.12.1444>
- van der Vossen EAG, Gros J, Sikkema A, Muskens M, Wouters D et al (2005) The *Rpi-blb2* gene from *Solanum bulbocastanum* is an *Mi-1* gene homolog conferring broad-spectrum late blight resistance in potato. *Plant J* 44:208–222. <http://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2005.02527.x>
- Wang M, Allefs S, van der Berg R, Vleeshouwers VGAA, van der Vossen EAG et al (2008) Allele mining in *Solanum*: conserved homologues of *Rpi-blb1* are identified in *Solanum stoloniferum*. *Theoretical and Applied Genetics* 116:933–943. <http://doi.org/10.1007/s00122-008-0725-3>
- Zhu S, Li Y, Vossen J, Visser RF, Jacobsen E (2012) Functional stacking of three resistance genes against *Phytophthora infestans* in potato. *Transgenic Research* 21:89–99. <http://doi.org/10.1007/s11248-011-9510-1>
- Zarzycka H (2001) Evaluation of resistance to *Phytophthora infestans* in detached leaflet assay. *Monografie i Rozprawy Naukowe* 10b Radzików - IHAR: 75–77
- Zoteyeva N, Mezaka I, Vilcâne D, Carlson - Nilsson U, Skrabule I et al (2014) Assessment of genes *R1* and *R3* conferring resistance to late blight and of gene *Rysto* conferring resistance to potato virus Y in two wild species accessions and their hybrid progenies. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences Section B* 68(3/4):133–141. <http://doi.org/10.2478/prolas-2014-0015>
- Zoteyeva NM (2012) Assessment of foliar and tuber resistance in *Solanum neoantipoviczii* Buk. × *S. phureja* Juz. et Buk. hybrid populations using different isolates of *Phytophthora infestans*. *PPO -Special Report* no15:173–178
- Zoteyeva NM, Chrzanowska M, Flis B, Zimnoch-Guzowska E (2012) Resistance to Pathogens of the Potato Accessions from the Collection of N. I. Vavilov Institute of Plant Industry (VIR). *Am J Pot Res* 89:277–293. <http://doi.org/10.1007/s12230-012-9252-5>

Translation of Russian References

- Khiutti AV, Antonova OYu, Mirinenko NV, Gavrilenko TA, Afanasenko OS (2017) Ustoychivost kartofelya k karantinnyim boleznyam [Resistance of potato to quarantine diseases]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii* 21(1):51–61. <http://doi.org/10.18699/VJ17.223> (in Russian)
- Biryukova VA, Zhuravlev AA, Abrosimova SB, Kostina LI, Hromova LM et al. (2015) Poisk istochnikov genov ustoychivosti k patogenam sredi obraztsov selektsionno-geneticheskikh kollektsey VNIKH s ispolzovaniem molekulyarnykh markerov. [Searching for sources of genes of resistance to pathogens among samples of selection-genetic collections ARRIPF using molecular markers] *Zashchita kartofelya* 1:3–7 (in Russian)
- Zoteyeva HM, Antonova OYu, Klimentenko NS, Apalikova OV, Carlson-Nilsson U et al (2017) Ispolzovanie molekulyarnykh markerov R-genov i tipov tsytoplasmy pri introgressivnoy gibridizatsii dikikh polyploidnykh meksikanskikh vidov kartofelya [Facilitation of introgressive hybridization of wild polyploid Mexican potato species using DNA markers of R genes and of different cytoplasmic types]. *Agricultural Biology* 52:964–975. <http://doi.org/10.15389/agrobiol.2017.5.964rus>

**PYRAMIDING OF PATHOGEN RESISTANCE GENES VIA CROSSING
OF MEXICAN POTATO SPECIES *SOLANUM NEOANTIPOVICZII*
WITH SELECTION FROM 'AURORA' VARIETY**

N.M. Zoteyeva¹ *, N.S. Klimenko¹, A.V. Khyutti²

¹All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

²All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

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

In this paper we have studied the potato plants from a hybrid population obtained by crossing of the Mexican species *Solanum neoantipoviczii* sample, combining high resistance to late blight (gene *R2-like*) and *Potato Virus Y* (PVY) (gene *Rysto*), with the variety Aurora selection. The Aurora selection possesses the identified markers of genes responsible for resistance to nematode (*Globodera rostochiensis*) of Ro1 pathotype (gene *H1*) and to late blight (gene *R1*). Genotyping data of this crossing combination demonstrates the availability of the pathogen resistance gene pyramiding when crossing components complementing each other according to the detected markers. In the obtained hybrid population, 4 gene markers conferring resistance to *Phytophthora infestans*, PVY and nematode were detected in a half of the plants; two of them diagnose late blight resistance. Plant population has been artificially infected by treating them with two isolates of *P. infestans* and different inoculum concentrations. When applying extremely high inoculum concentration, the plants with detected markers of two genes with resistance to late blight have showed high resistance, accompanied by a hypersensitivity reaction. In this research, on original plant material, we have demonstrated the ability to develop the potato plant genotypes with gene cassettes via an introgressive hybridization using DNA-markers.

Keywords: *Solanum* spp., markers of gene for resistance, late blight, *Potato Virus Y*, gold nematode

Received: 21.07.2019

Accepted: 02.12.2019

**ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ РАЗНЫХ СРОКОВ СОЗРЕВАНИЯ
И ПРИЁМЫ ИХ ЗАЩИТЫ ОТ ГРИБНЫХ БОЛЕЗНЕЙ В СЕВЕРНЫХ ОКРУГАХ
ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Т.А. Макарова*, П.Н. Макаров

Сургутский государственный университет, Сургут

* ответственный за переписку, e-mail: tatiana.makarowa2010@yandex.ru

Ханты-Мансийский автономный округ – Югра может сам себя обеспечить продуктами питания местного производства, например, картофелем. Об этом свидетельствуют факты успешного картофелеводства на севере в 70–80-е гг. прошлого столетия. Мониторинг современного состояния вопроса в конкретных административных округах поможет собрать сведения о качестве семенного материала, хозяйственно-ценных признаках культивируемых сортов, технологии выращивания картофеля в условиях севера. Для апробации агротехнических приемов на территории МАУ ДО «Эколого-биологического центра» был заложен мелкоделяночный опыт по испытанию 7 реестровых сортов картофеля, разного срока созревания. В результате инвентаризации сортов семенного картофеля установлено, что из 12 используемых садоводами сортов, – 7 зарегистрированы в Госреестре (Жуковский ранний, Импала, Розара, Удача, Гала, Отрада и Симфония) и только 2 из них (Жуковский ранний и Розара) рекомендованы для выращивания в Западно-Сибирском регионе. Все сорта поражаются ризоктониозом и паршой серебристой, большинство – восприимчивы к ранней сухой пятнистости. Основными агротехническими приемами при выращивании картофеля в Сургуте являются использование раннеспелых и среднеранних сортов картофеля, соблюдение сроков посадки, протравливание клубней от болезней и оптимизация глубины посадки. Положительные результаты получены при обработке клубней бактериальным препаратом Фитоспорин-М. При интенсивности поражении клубней ризоктониозом в 1–2 балла биологическая эффективность препарата составляет от 50 (Розара) до 100% для сортов Гала, Жуковский ранний, Импала, Удача, Симфония и Отрада. При

разных значениях глубины посадки – 25 и 6–8 см, в зависимости от сорта, изменяется число клубней в гнезде, средняя масса клубня, масса клубней с одного растения (урожай). Снижение урожая в опытном варианте отмечено у сортов Розара, Импала и Отрада, остальные сорта оказались в разной степени отзывчивыми на изменение глубины посадки до 6–8 см. Высокими биохимическими показателями, из районированных сортов, обладает Жуковский ранний.

Ключевые слова: агротехнический прием, болезнь, биохимический состав, картофель, ризоктониоз, сорт, урожай

Поступила в редакцию: 17.07.2019

Принята к печати: 02.12.2019

Введение

В северные районы и округа Тюменской области картофель, как правило, завозят из южной земледельческой части Тюменской области, где активно проводятся работы по селекции картофеля, усовершенствованию технологии возделывания культуры на продовольственные и семенные цели. В северных округах подобные работы успешно проводились в 70–80-е гг. прошлого столетия на базе опытных станций Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого национальных округов. Результатом научных исследований ученых того времени стало обеспечение населения картофелем местного производства более чем на 70% (Чумак, 2014). Однако в перестроечный период прекратили функционировать не только опытные станции, но и Государственный сортоучасток, что привело к значительному сокращению площадей посадок, снижению

урожайности культуры и общему спаду картофелеводства на севере (Логинов и др., 2018). До сих пор на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры отсутствуют специализированные картофелеводческие хозяйства, посадки картофеля ведутся лишь в частном секторе, где трудно отследить агротехнику выращивания культуры, оценить фитопатологическое состояние посадок, определить урожайность культивируемых сортов. Возобновление научных исследований в области картофелеводства на севере является приоритетной региональной задачей.

Учитывая актуальность и значимость проблемы, нами была проведена работа по инвентаризации и агротехнике выращивания сортов картофеля разных сроков созревания и оценке фитопатологического состояния посадок на территории города Сургута.

Материалы и методы

Экспериментальные исследования проводили в период 2017–2018 гг. на опытном участке МАУ ДО «Эколого-биологического центра» города Сургута. Для посадки использовали репродукционный семенной картофель. Закладку опыта осуществляли по методике Б.А. Доспехова (2011). Схема опыта: 1. Протравливание клубней картофеля перед посадкой бактериальным препаратом Фитоспорин-М (норма расхода 10 л/т) (контроль – без обработки). 2. Глубина посадки картофеля – 6–8 см (контроль – 25 см). Схема посадки: расстояние между растениями – 30–40 см, между рядами – 60–70 см. Предшественник – картофель. Посадку картофеля проводили вручную однострочным способом с весом клубней 60–70 г, ростками – 1.5–2 см. Повторность вариантов – трехкратная, размещение вариантов – систематическое. Статистическая обработка данных проводилась в соответствии с методикой (Доспехов, 2011). Клубневой анализ клубней проводили по ГОСТ 33996-2016. Степень заражения картофеля болезнями при клубневом анализе оценивали визуально по 5-тибалльной шкале: 0 – клубни без признаков болезни; 1 – склероции

(язвы) занимают до 10% поверхности клубня; 2 – от 11 до 20%; 3 – от 21 до 30%; 4 – 31–50%; 5 – более 50% поверхности клубня занято язвами или склероциями гриба. Учет болезней листьев картофеля, степень их распространения и интенсивность поражения рассчитывали по методике А.Е. Чумакова (1974). Определение возбудителей болезней проводили микроскопическим методом. Биохимические показатели клубней определяли через пять месяцев после уборки урожая: содержание сухого вещества – весовым методом (ГОСТ 31640-2012), крахмала – по удельному весу, нитратов – ионометрическим методом (ГОСТ 29270-95), витамина С – спектрофотометрическим методом; агрохимический анализ почвы проводили в соответствии с действующими ГОСТ: NH₄⁺ – ГОСТ 26489-85, pH – ГОСТ 26423-85 и органическое вещество – ГОСТ 27784-88. Объектами исследования были сорта картофеля, распространенные на территории города Сургута и включенные в Госреестр: Жуковский ранний, Импала, Розара, Удача, Гала, Отрада и Симфония.

Результаты

В технологии выращивания культуры ведущее место отводится сорту. В настоящее время ассортимент предлагаемого потребителям семенного картофеля в Сургуте определяется коммерческим предложением «брендовых» торговых сетей (ОБИ) без учета возможностей реализации сорта в зоне рискованного земледелия. Другими источниками поступления в Сургут посадочного материала являются общественные овощные рынки. Внутри городской среды происходит взаимный обмен клубнями в рамках частных приусадебных хозяйств или садовых участков местных кооперативов.

Инвентаризация культивируемых сортов показала, что дачниками Сургута используется более 12 сортов картофеля, как отечественной, так и зарубежной селекции. Среди посадочного материала встречаются сорта «самозванцы», отсутствующие в реестре. Из зарегистрированных сортов наибольшее распространение имеют Гала, Жуковский ранний, Импала, Розара, Удача, Отрада и Симфония. Сорта отличаются по срокам созревания и регионом допуска (табл. 1).

Таблица 1. Сроки созревания и регионы допуска культивируемых в городе Сургуте сортов семенного картофеля

№ п/п	Сорт, производство	Регионы допуска	Сроки созревания
1	Гала /NORIKA NORDRING-KAR-TOFFELZUCHT- UND VERMERRUNGS-GMBH (Германия)	Центральный, Волго-Вятский	Среднеранний (65–80)
2	Жуковский ранний /ГНУ ВНИИКХ (Москва)	Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский, ЦЧО, Северо-Кавказский, Средне-Волжский, Нижневолжский, Уральский, Западно-Сибирский, Дальневосточный	Раннеспелый (50–65)
3	Импала / «AGRICO B. A.» (Голландия)	Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский, Нижневолжский	Раннеспелый (50–65)
4	Розара / SaKa-Ragis Pflanzenzucht GbR (Германия)	Северо-Западный, Волго-Вятский, ЦЧО, Северо-Кавказский, Средне-Волжский, Уральский, Западно-Сибирский, Восточно-Сибирский, Дальневосточный	Раннеспелый (50–65)
5	Удача / ВНИИКХ (Москва)	Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский, ЦЧО, Северо-Кавказский	Раннеспелый (50–65)
6	Отграда /ФГБНУ УРАЛЬСКИЙ НИИСХ	Волго-Вятский	Среднеспелый (80–95)
7	Симфония / De ZPC, Нидерланды	Центральный	Среднепоздний (95–110)

Среди сортов большинство раннеспелые, способные вызревать в условиях севера за короткий вегетационный период. Однако линейка сортов картофеля, реализуемого на территории города, имеет различные регионы допуска: из всех исследуемых сортов только два (Жуковский ранний и Розара) рекомендованы для выращивания в Западно-Сибирском регионе России (Тюменская область).

В результате оценки фитопатологического состояния посадок картофеля обнаружены инфекционные болезни, причинами которых являются фитопатогенные грибы, поражающие листья и клубни растений. В результате фитоэкспертизы клубней картофеля выявлено, что наибольшее распространение в условиях Сургута имеют парша черная, или ризоктониоз (*Rhizoctonia solani* Kuhn) и парша серебристая (*Helminthosporium solani* Dur. et Mont.) (рис. 1, 2). На листьях в период вегетации растений отмечены признаки ранней сухой пятнистости (*Alternaria solani* Sor.).

Все исследуемые сорта картофеля в разной степени поражаются болезнями. Интенсивность поражения клубней ризоктониозом (по 5-тибалльной шкале) оценивается в 1–2 балла, паршой серебристой и ранней сухой пятнистостью – 1–3 балла (табл. 2).

Отмечено, что развитие ризоктониоза усиливается в холодные и дождливые годы, в жаркие и сухие – увеличивается распространение парши серебристой и ранней сухой пятнистости. Источниками инфекции служат посадочный материал, почва и растительные остатки.

Инфекционные болезни ухудшают товарный вид клубней и качество продукции. Сильное поражение картофеля ризоктониозом при проращивании вызывает гибель столонов, что в дальнейшем приводит к снижению урожая.

Состояние посадок картофеля определяется природно-климатическими условиями региона. Климат района расположения города Сургута характеризуется суровой и продолжительной зимой (190 дней) с длительными морозами и устойчивым снежным покровом, сравнительно коротким летом (87 дней). Для района характерны поздние и ранние осенние заморозки, короткие переходные сезоны. Переход к положительным значениям температуры воздуха продолжается в среднем с 10 апреля до 3 мая, нередко заморозки в середине июня. Средняя температура июля составляет 16–18 °С. Продолжительность вегетационного периода в Сургуте – 85 дней. Сумма положительных (активных) температур на севере округа составляет 1100–1200 °С, на юге – 1100–1450 °С. Климат характеризуется

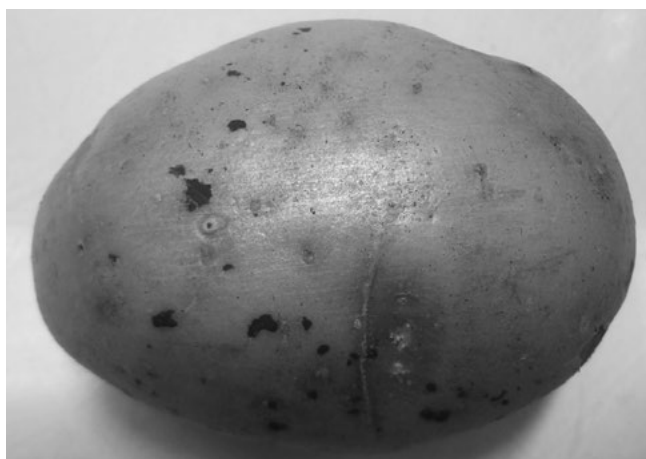


Рисунок 1. Ризоктониоз на клубне картофеля сорта Импала



Рисунок 2. Парша серебристая на клубне картофеля сорта Розара

Таблица 2. Оценка фитопатологического состояния различных сортов картофеля на территории города Сургута в 2017–2018 гг.

№ п/п	Сорт	Название болезни	Интенсивность поражения растений, балл
1	Гала	Парша черная	2
		Парша серебристая	3
2	Жуковский ранний	Ранняя сухая пятнистость	3
		Парша черная	2
3	Импала	Парша серебристая	2
		Ранняя сухая пятнистость	1
4	Розара	Парша черная	2
		Парша серебристая	2
5	Удача	Ранняя сухая пятнистость	3
		Парша черная	1
6	Симфония	Парша серебристая	2
		Ранняя сухая пятнистость	3
7	Отрада	Парша черная	1
		Ранняя сухая пятнистость	–
		Парша серебристая	2

высокой относительной влажностью воздуха (72–78%). Самая низкая величина этого показателя отмечается в весенне-летний период (май – 50–65%, июль 55–60%). Годовая сумма осадков – 500–650 мм, максимум (июль-август) – 60–80 мм. Солнечная радиация за год поступает в количестве 3100–3600 МДж/м. Месячная суммарная радиация – июнь-июль (574.0–615.9 МДж/м) (Атлас ..., 2004; Чумак, 2009).

Погодные условия в период проведения исследований незначительно отличались от среднемноголетних значений. Так, по метеоданным города Сургута, только в 2017 г. среднемесячная температура воздуха в мае была на 3.4 °С выше среднемноголетних и составила 13.7 °С, летние температуры (июль, август) были в пределах нормы. Данные температурные условия в период вегетации являются оптимальными для побегообразования (ботвы) и формирования клубней картофеля. Средняя месячная относительная влажность воздуха в летний период составила 77%, что говорит о достаточном запасе влаги в почве, необходимой для нормального роста и развития растений.

Климатические условия региона определяют сроки посадки возделываемой культуры. Необходимо учитывать, что наибольшая активность прорастания клубней картофеля наблюдается при прогревании почвы до 8–10 °С. Такие условия на территории города Сургута в 2017 г. установились в III декаде мая, в 2018 г. – I –й декаде июня.

Сумма активных температур за вегетационный период в годы исследования составила 1400 °С (в 2017 г.) и 1449 °С (в 2018 г.), что является оптимальным для формирования урожая раннеспелых и среднеранних сортов картофеля (при оптимальных значениях 1000–1400 °С).

Длина светового дня в городе Сургуте в летний период составляет 16–20 часов. Длинный день усиливает рост

ботвы картофеля, что приводит к увеличению количества продуктов фотосинтеза, необходимых для роста клубней и повышению продуктивности растений в условиях севера (Чумак, 2009).

Решающим фактором при выращивании картофеля является состав почвы. Для почв в северном регионе характерна кислая реакция среды, низкий запас подвижных элементов, наличие вечной мерзлоты и сильное промораживание, что снижает почвенную активность (Чумак, 2009). Агрохимический анализ почвы опытного участка показал низкое содержание азота (3.1 ± 0.5), высокую степень обеспеченности органическими веществами (24.5 ± 0.74) и оптимальную для картофеля кислотность почвы (6.77 ± 0.1). Состав почвы опытного участка типичный для большинства садово-огородных участков города Сургута.

Для успешного выращивания картофеля на севере необходим поиск эффективных агротехнических приемов, обеспечивающих высокую урожайность и качество картофелеводческой продукции.

Учитывая состояние посадок картофеля, целесообразными для Сургута являются приемы, направленные на снижение инфекционной нагрузки и повышение устойчивости растений к инфекционным болезням, а также увеличение урожайности в условиях рискованного земледелия.

Для апробации некоторых агротехнических приемов, таких как, протравливание клубней перед посадкой и изменение глубины посадки, на территории МАУ ДО «Эколого-биологического центра» был заложен экспериментальный опыт по испытанию 7 реестровых сортов картофеля, разного срока созревания: Жуковский ранний, Импала, Розара, Удача, Гала, Отрада и Симфония. Обработка бактериальным препаратом Фитоспорин-М была направлена на защиту клубней от парши, варьирование глубины посадки – на стимулирование ростовых процессов, активацию клубнеобразования и повышение урожайности картофеля. В течение лета растения дважды окучивали: при высоте растений 10–15 см, с целью защиты молодых растений от поздних заморозков, уничтожения почвенной корки, обогащения корней кислородом; при высоте растений 20–25 см, для увеличения количества боковых стеблей и формирования более мощной корневой системы. Каждое окучивание сопровождалось предварительной прополкой участка от сорной растительности.

Действие агротехнических приемов оценивали по показателям продуктивности сортов (количество клубней в гнезде, масса одного клубня, масса клубней с одного растения) и эффективности протравливания (по интенсивности поражения клубней болезнями).

Анализ данных показал, что в опытном варианте (глубина посадки 6–8 см) наибольшее число клубней в гнезде, по сравнению с контролем (глубина посадки 25 см), формируется у сортов Жуковский ранний и Гала, однако увеличение числа клубней было незначительным (не выше 10%) (табл. 3).

У других сортов число клубней либо не менялось (Розара, Удача, Симфония), либо уменьшалось в опытном варианте (Импала, Отрада). Как правило, при уменьшении количества клубней в гнезде происходит увеличение средней массы клубня: у сорта Импала с 119 до 155 г, у сорта Отрада – 135 и 143 соответственно. Урожай картофеля на

Таблица 3. Средние показатели продуктивности различных сортов картофеля в 2017–2018 гг.

№ п/п	Сорт	Число клубней в гнезде, шт.		Масса клубней с одного растения, г.		Средняя масса одного клубня, г.		Количество продовольственных клубней в гнезде, шт.	
		Глубина посадки, см		Глубина посадки, см		Глубина посадки, см		Глубина посадки, см	
		25	6–8	25	6–8	25	6–8	25	6–8
1	Жуковский ранний	11±0.41	12±0.35	1435±85.0	1454±75.2	131±4.99	121±11.42	3±0.18	5±0.30
2	Розара	8±0.25	8±0.39	852±66.4	831±54.7	107±7.37	104±7.89	3±0.24	4±0.21
3	Импала	7±0.20	4±0.18	830±56.2	618±46.6	119±3.11	155±11.87	2±0.19	1±0.08
4	Гала	6±0.22	9±0.44	1100±78.8	1310±69.9	183±14.40	146±13.36	1±0.02	-
5	Отрада	10±0.32	9±0.24	1350±96.8	1285±83.0	135±9.29	143±10.52	3±0.14	2±0.25
6	Удача	5±0.14	5±0.20	545±39.0	740±50.2	109±5.01	148±16.50	3±0.08	3±0.19
7	Симфония	8±0.30	8±0.26	810±62.5	960±54.8	101±2.89	120±6.89	5±0.22	4±0.15

опытном участке по сортам, в среднем по годам, составил (г/куст): Жуковский ранний – 1454 (в контроле 1435), Розара – 831 (в контроле 852), Импала – 618 (в контроле 830), Гала – 1310 (в контроле 1100), Отрада – 1285 (в контроле 1350), Удача – 740 (в контроле 545), Симфония – 960 (в контроле 810). Снижение урожая в опытном варианте отмечено у сортов Розара, Импала и Отрада, остальные сорта оказались в разной степени отзывчивыми на изменение глубины посадки до 6–8 см.

Протравливание клубней пестицидом Фитоспорин-М оказалось эффективным против ризиктониоза (табл. 4). При слабом поражении клубней данной болезнью (1–2 балла) действие препарата для большинства сортов составило 100% (Гала, Жуковский ранний, Импала, Удача, Симфония, Отрада), для сорта Розара биологическая эффективность препарата в опытном варианте не превышала 50%.

Таблица 4. Степень поражения различных сортов картофеля инфекционными болезнями до и после обработки биопрепаратом Фитоспорин-М в 2018 г.

№ п/п	Сорт	Название болезни	Интенсивность поражения растений болезнями, балл	
			Обработка пестицидом	Контроль
1	Гала	Парша черная	–	2
		Парша серебристая	2	3
		Ранняя сухая пятнистость	2	3
2	Жуковский ранний	Парша черная	–	2
		Парша серебристая	2	2
		Ранняя сухая пятнистость	2	1
3	Импала	Парша черная	–	2
		Парша серебристая	2	2
		Ранняя сухая пятнистость	3	3
4	Розара	Парша черная	1	2
		Парша серебристая	2	2
		Ранняя сухая пятнистость	2	2
5	Удача	Парша черная	–	1
		Парша серебристая	2	2
		Ранняя сухая пятнистость	2	3
6	Симфония	Парша черная	–	1
		Парша серебристая	1	1
		Ранняя сухая пятнистость	–	–
7	Отрада	Парша черная	–	2
		Ранняя сухая пятнистость	–	–

Для борьбы с паршой серебристой препарат оказался малоэффективным, незначительное снижение степени поражения клубней отмечено у сорта Гала. Протравливание клубней не оказало положительного эффекта на развитие ранней сухой пятнистости. Для борьбы с ранней сухой пятнистостью листьев целесообразно проводить 1–2-кратное опрыскивание растений данным препаратом в период вегетации (первая обработка – начало образования летних спор гриба, вторая – через 14 дней).

Важным для региона является получение качественной продукции. Химический состав клубней картофеля, как правило, зависит от сорта, климатических условий, режима

минерального питания растения, количества органического вещества в почве, технологии выращивания. Контрольными образцами, при биохимическом анализе, на определение содержания основных элементов в клубнях (сухого вещества, аскорбиновой кислоты, крахмала, нитратов), стали рекомендованные для выращивания в Западно-Сибирском регионе сорта Жуковский ранний и Розара. В результате проведенного анализа установлено, что содержание сухого вещества у сорта Жуковский ранний в условиях севера составляет 20.44%, у сорта Розара – 17.04%, аскорбиновой кислоты – 44.5 и 33.4 мг/100 г сырой массы,

соответственно, содержание крахмала не превышает 13 %, что характерно для данных сортов.

В картофеле в процессе произрастания накапливаются нитраты, которые участвуют в образовании белков и аминокислот в клубнях, но могут оказывать вредное воздействие на организм человека. Картофель по способности накапливать нитратный азот относится к группе со средним

содержанием данного вещества (300–600 мг). Предельно допустимая концентрация нитратов для данной культуры составляет 250 мг/кг. Лабораторный анализ показал, что содержание нитратов в клубнях сорта Жуковский ранний находится в пределах ПДК и составляет 193 мг/кг, у сорта Розара (271 мг/кг) отмечено превышение содержания нитратного азота на 21 мг/кг.

Обсуждение

Агроклиматические ресурсы города Сургута позволяют успешно выращивать раннеспелые и среднеранние сорта картофеля. Культивирование среднепоздних сортов является рискованным (из-за неблагоприятных условий года сорта не успеют вызреть, вследствие чего клубни будут сильно повреждаться при уборке и, как правило, плохо храниться). Раннеспелые (Жуковский ранний, Импала, Розара) и среднеранние (Гала) сорта картофеля в условиях севера сильнее поражаются болезнями (паршой и ранней сухой пятнистостью), чем среднеспелые (Отрада) и среднепоздние (Симфония). Для снижения инфекционной нагрузки в почве и защиты растений в период вегетации против ризоктониоза целесообразно проводить протравливание клубней бактериальным препаратом

«Фитоспорин-М». Не использовать для массового производства восприимчивые к болезням сорта (Гала, Импала, Удача).

При выращивании растений соблюдать сроки посадки и оптимизировать режим минерального питания.

Стабильный и качественный урожай картофеля можно получать при выращивании районированных сортов, рекомендованных для Западно-Сибирского региона. Для увеличения продуктивности и урожайности картофеля на севере Тюменской области необходимо продолжать исследование по сортоиспытанию новых районированных сортов, устойчивых к ризоктониозу, парше серебристой и ранней сухой пятнистости с целью введения их в культуру северного огородничества.

Библиографический список (References)

- Атлас Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Т.2. Природа. Экология (2004). Ханты-Мансийск – М.152
 Доспехов БА (2011) Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований). 6-е изд. М.: Альянс. 352
 Логинов ЮП, Казак АА, Якубышина ЛИ (2018) 250 лет картофелеводству Тюменской области. Вестник КрасГАУ 3: 29–34
 Чумак ВА (2014) История создания сортовых ресурсов картофелеводства в условиях Ханты-Мансийского

- автономного округа – Югры. Материалы международной научно-практической конференции: Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве картофеля. Красково. 84–89
 Чумак ВА (2009) Совершенствование элементов технологии возделывания сортов картофеля в условиях Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: Афтореф. дисс. ... д.с.-х.н. Тюмень. 32
 Чумаков АЕ (1974) Основные методы фитопатологических исследований. М.: Колос. 192 с.

Translation of Russian References

- Atlas of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra. V.2. Nature. Ecology (2004). Khanty-Mansiysk – M.152
 Dospikhov BA (2014) Methodology of field experience. M., 351
 Loginov YuP, Kazak AA, Yakubyshina LI (2018) 250 years of potato growing in the Tyumen region. Messenger KrasSAU 3. Krasnoyarsk. 29–34
 Chumak VA (2014) The history of the creation of varietal resources of potato in the conditions of the Khanty-Mansiysk

- Autonomous Okrug – Ugra. Biotechnology methods in potato breeding and seed production. Kraskovo, 84–89
 Chumak, VA (2009) Improvement the technology of potato varieties cultivation in the conditions of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Ugra. Abstracts of dissertation research Dr. of sc. agr. Tyumen. 32
 Chumakov AYe (1974) Basic methods of plant pathology research. M.: Kolos. 192

Plant Protection News, 2019, 4(102), p. 22–28

OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy)

<http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-4-102-22-28>

Full-text article

PROSPECTS OF GROWING OF POTATOES WITH DIFFERENT MATURATION PERIODS AND METHODS OF THEIR PROTECTION FROM FUNGAL DISEASES IN THE NORTHERN DISTRICTS OF TYUMEN REGION

T.A. Makarova*, P.N. Makarov

Surgut State University, Surgut

*corresponding author, e-mail: tatiana.makarowa2010@yandex.ru

The northern region can provide itself with locally produced food, such as potatoes. This is evidenced by the successful potato growing in the north in the 1970-1980s.. Monitoring the current state of the issue in the specific administrative districts will help gathering information on the quality of seed material, economically valuable traits of cultivated varieties,

and the technology of potato growing in the north. To assess the prospects of growing the registered varieties of potatoes in Surgut, we have used generally accepted methods of field and laboratory research. As a result of the inventory of varieties of seed potatoes, it has been found that out of 12 varieties used by gardeners, 7 were registered in the State Register (Zhukovsky ranniy, Impala, Rosara, Udacha, Gala, Otrada and Symphoniya) and only 2 of them (Zhukovsky ranniy and Rosara) are recommended for growing in the West Siberian region. All varieties are affected by rhizoctoniosis and silver scab, most are susceptible to early dry spot. The main agrotechnical methods for growing potatoes in Surgut are as follows: the use of early and middle-early potato varieties, following the planting date recommendations, the treatment of tubers from diseases and the optimization of planting depth. Positive results were obtained when the tuber was treated with the Fitosporin-M bacterial preparation. With an intensity of tuber lesions with rhizoctoniosis of 1-2 points, the biological effectiveness of the preparation is was 50% (Rosara) and 100% for the varieties Gala, Zhukovsky ranniy, Impala, Udacha, Symphoniya and Otrada. Different planting depth, which is 25 or 6-8 cm, depending on the variety, affects the number of tubers in the nest, the average weight of the tuber, the mass of tubers from one plant (crop) change. The decrease in yield in the experimental version has been observed in the varieties Rosara, Impala and Otrada, the other varieties have been responsive to varying degrees to a change in the depth of planting to 6-8 cm. Among the zoned varieties, Zhukovsky ranniy possesses high biochemical indices.

Keywords: agrotechnical method, disease, biochemical composition, potatoes, rhizoctoniosis, variety, harvest

Received: 17.07.2019

Accepted: 02.12.2019

OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy)

<http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-4-102-28-35>

Полнотекстовая статья

ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ В ОЗДОРОВЛЕНИИ ПОСЕВОВ ОЗИМЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

А.Г. Жуковский, Н.А. Крупенько*, С.Ф. Буга

Институт защиты растений, аг. Прилуки, Минский р-н, Беларусь

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

Представлены результаты многолетних исследований (2010–2018 гг.) по изучению влияния протравителей семян в защите озимых пшеницы и тритикале от болезней в Республике Беларусь. Оценивали эффективность препаратов, в состав которых входят системные и контактные действующие вещества, в условиях эпифитотийного и депрессивно-умеренного развития снежной плесени, являющейся наиболее вредоносной болезнью в республике. Развитие корневой гнили в посевах зерновых культур было умеренным. Фитопатологический анализ семян озимых пшеницы и тритикале показал доминирование инфекции грибов рода *Fusarium* и *Alternaria*. Биологическая эффективность протравителей в снижении инфицированности семян грибами рода *Fusarium* варьировала в пределах 78.0–100%, рода *Alternaria* – 73.3–99.9% в зависимости от препарата и культуры. Установлено, что протравители, в состав которых входят флудиоксонил или прохлораз, более эффективно ингибируют развитие грибной инфекции на семенах и снежной плесени в посевах. Максимальная биологическая эффективность протравителей семян в защите озимой пшеницы от корневой гнили составляла 60.2%, озимого тритикале – 66.9%. Протравливание семян в годы эпифитотийного развития снежной плесени позволило сохранить до 38.1 ц/га зерна озимой пшеницы и до 29.5 ц/га озимого тритикале.

Ключевые слова: озимая пшеница, озимое тритикале, протравители семян, снежная плесень, корневая гниль, инфицированность, развитие болезни, биологическая эффективность

Поступила в редакцию: 26.03.2019

Принята к печати: 02.12.2019

Введение

Посевы озимых зерновых культур в Республике Беларусь ежегодно подвергаются поражению снежной плесенью и корневой гнилью, возбудители которых сохраняются на семенах, растительных остатках и в почве.

Снежная плесень относится к числу наиболее вредоносных болезней в посевах озимых зерновых культур,

эпифитотии которой отмечаются с частотой 1–2 раза в пять лет (Жуковский и др., 2017), потери урожая в таких случаях могут составлять 42.4% и более (Жуковский, 2005). К гибели озимых культур приводит комплекс причин физиологического (выпревание) и патологического характера (снежная плесень). Выпревание наблюдается в условиях

длительного (более 8-ми декад) пребывания растений при температуре 0–3 °С, которые создаются на глубине залегания узла кущения под высоким снежным покровом (более 30 см) при неглубоком промерзании почвы (менее 50 см) (Коренев и др., 1983). Такие условия способствуют ослаблению растений и поражению снежной плесенью.

Основным возбудителем болезни является гриб *Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I. Hallett., частота встречаемости которого в целом по республике составляет 99.4%. В то же время доля грибов рода *Fusarium* Link, в частности, *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., в патогенном комплексе снежной плесени составляет 0.6%. Тифулезная снежная плесень, вызываемая грибом *Typhula incarnata* Lasch ex Fr., встречается в посевах озимых зерновых культур единично.

К другому вредоносному заболеванию, встречающемуся ежегодно и повсеместно в посевах озимых пшеницы и тритикале, относится корневая гниль. Например, на озимой пшенице развитие болезни в условиях опытного поля РУП «Институт защиты растений» достигало 48.3% в 2011 г. Основными возбудителями корневой гнили являются грибы рода *Fusarium*. При этом состав доминирующих видов в патогенном комплексе варьирует в зависимости от культуры, вегетационного сезона, стадии развития растений, сорта и других факторов (Склименок, 2015).

Многолетние результаты фитоэкспертизы свидетельствуют об отсутствии партий семян, неинфицированных грибами рр. *Fusarium* и *Alternaria* Nees. В отдельных случаях на семенах встречаются также грибы *M. nivale*, *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker. В условиях республики, несмотря на высокую инфицированность семян озимых зерновых культур грибами рода *Fusarium*, не выявлено порогового уровня, который бы обуславливал необходимость введения ограничений по использованию таких партий на семенные цели, тогда как в Центральном регионе РФ партии зерна, содержащие более 10% семян, зараженных грибами рода *Fusarium*, не рекомендовано использовать на семенные цели (Гагкаева и др., 2011). В условиях Краснодарского края порог превышает 20% (Пикушова, 2017). Для грибов рода *Alternaria* в наших условиях также не установлен допустимый порог для ограничения их использования на семенные цели.

Находящиеся в верхнем слое почвы и на растительных остатках патогены негативно сказываются на культуре в период от прорастания семени до формирования полных всходов (Торопова, Захаров, 2017). Поэтому освобождение семян от сохранившейся на ней инфекции не гарантирует получение здоровых всходов, особенно при значительных отклонениях от оптимальных требований культуры – гидротермических (температуры и влажности почвы) и агротехнических (сроков сева, нормы высева, глубины заделки семян и т.д.) из-за поражения проростков почвенными грибами.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились в 2010–2018 гг. лаборатории фитопатологии и на опытном поле РУП «Институт защиты растений» (Минский р-н, Республика Беларусь) в посевах озимых пшеницы и тритикале, поскольку площади их возделывания в условиях республики составляли

В снижении развития болезней, источником инфекции которых являются семена, обеззараживание имеет большое значение, так как позволяет защитить проростки, всходы и растения на первых этапах их роста. Протравливание позволяет дополнительно сохранить до 8.7% урожая озимой пшеницы и 10.5% – озимого тритикале (Буга, 2013). В Республике Беларусь, в связи с тем, что семена озимых зерновых культур ежегодно инфицированы грибами-возбудителями болезней, а также продолжительным воздействием неблагоприятных погодных условий в осенне-зимний период, протравливание семян озимых культур является обязательным приемом, который во много раз экономнее других способов защиты. Например, в 2007 г. рентабельность протравливания семян в среднем по РФ составляла 104% (Семьнина, 2008). В Беларуси на основании многолетних исследований было установлено, что окупаемость протравливания на озимой пшенице варьирует от 0.2 до 3.1 ц, на тритикале – от 0.5 до 7.0 ц в зависимости от вегетационного сезона и назначения продукции (Буга и др., 2011).

Выявлено, что протравители на 60–100% ограничивают проявление семенной инфекции и на 30–80% – первичной аэрогенной, а также содержащейся в почве и на пожнивных остатках. Во время набухания зерновки до 80% действующего вещества системного или системно-контактного действия может переходить в почву, образуя защитную зону радиусом до 8 см (Абеленцев, 2011).

Современные комплексные препараты обладают широким спектром фунгицидной активности, способствуя пролонгированному действию, и позволяют защитить растения от поражения возбудителями болезней. При этом нередко введение нового компонента в состав препарата нивелирует негативное действие другого, например, ретардантные свойства азолов. В настоящее время в Беларуси согласно «Государственному реестру ...» для обработки семян озимых культур разрешены к применению: на пшенице – 46 препаратов, тритикале – 40, ржи – 30, ячмене – 12, всего 128 препаратов, из них 28.1% – однокомпонентные, 43.0% – двухкомпонентные, 26.6% – трехкомпонентные и 2.3% – четырехкомпонентные. Последние представляют собой сочетание трехкомпонентного препарата фунгицидного действия с инсектицидом, и такая комбинация обеспечивает защиту посевов озимых зерновых культур не только от болезней, но и вредителей, что целесообразно при наличии в почве, например, проволочников или злаковых мух.

Цель исследований заключалась в изучении особенностей действия современных протравителей семян на инфицированность грибами семян озимых пшеницы и тритикале, а также поражение болезнями и урожайность культур в условиях формирования различной фитопатологической ситуации.

соответственно до 26.0 и 23.7% от всего зернового клина (Результаты ..., 2018).

В исследования были включены препараты, в состав которых входят действующие вещества различного механизма действия (таблица 1). Выбор препаратов и продолжительность изучения обусловлены временем

Таблица 1. Протравители семян, включенные в исследования

Препарат (норма расхода, л/т)	Действующие вещества, их количество в препарате, г/л	Годы включения в эксперименты
Однокомпонентные		
Систива, КС (1.0)	флуксапироксад, 333	2011, 2012, 2014–2016
Двухкомпонентные		
Баритон, КС (1.5)	протиокназол, 37.5 + флуоксастробин, 37.5	2011–2016
Иншур Перформ, КС (0.5)	пираклостробин, 40 + тритиконозол, 80	2010–2012, 2015–2018
Кинто Дуо, КС (2.5)	тритиконозол, 20 + прохлораз, 60	2010–2017
Трехкомпонентные		
Кинто Плюс, КС (1.5)	флуксапироксад, 33.3 + тритиконозол, 33.3 + флудиоксонил, 33.3	2016–2018
Максим Форте, КС (2.0)	азоксистробин, 10 + тебуконазол, 15 + флудиоксонил, 25	2011, 2013–2018
Терция, СК (2.5)	тритиконозол, 20 + прохлораз, 90 + азоксистробин, 10	2013–2014, 2017–2018
Четырехкомпонентные		
Вайбранс Интеграл, ТКС (2.0)	тиаметоксам, 175 + седаксан, 25 + флудиоксонил, 25 + тебуконазол, 10	2015–2017

поступления, особенностью их действия в годы эпифитотийного и депрессивно-умеренного развития снежной плесени, фитопатологическим состоянием семян и посевов. В настоящее время все включенные в исследование препараты широко применяются в хозяйствах республики для защиты посевов озимых культур от болезней.

Почвы опытного участка, на котором возделывали зерновые культуры, являются дерново-подзолистыми с pH = 6.5 и содержанием гумуса в среднем 2.26%. Агротехника в опытах – общепринятая для возделывания озимых пшеницы и тритикале в центральной агроклиматической зоне Республики Беларусь. Опыты закладывали в 4-кратной повторности, размер опытных делянок составлял 25 м². Протравливание семян осуществляли из расчета 10 л рабочего раствора на тонну семян (Методические указания ..., 1984) с использованием протравочной машины «Неге-11». Сев озимых культур проводился в оптимальные сроки сеялкой Wintersteiger Plotseed, норма высева – 4.5 млн семян на гектар, способ сева – узкорядный, ширина междурядий – 15 см.

Уборку урожая зерна в полевых опытах осуществляли путем прямого комбайнирования и обмолота делянки комбайном «Неге MDW», после чего определялся бункерный, а затем амбарный вес зерна в пересчете на стандартную 14%-ю влажность и 100%-ю чистоту. Хозяйственную эффективность рассчитывали на основе величины сохраненного урожая, полученной за счет проведения защитных мероприятий в сравнении с контролем (непротравленные семена).

Лабораторную и полевую всхожесть зерновых культур определяли согласно ГОСТу Республики Беларусь (ГОСТ, 2017). Зараженность не менее 200 семян из каждого среднего образца анализировали методом «бумажных рулонов» согласно ГОСТу 12044-93 (ГОСТ, 1995). Через 7 суток инкубации рулонов при комнатной температуре учитывали общую зараженность семян (X), которую выражали в процентах согласно формуле (1):

$$X = \frac{n}{N} \times 100 \quad (1),$$

где n – количество инфицированных грибами семян, шт.;

N – общее количество семян в анализе, шт.

Биологическую эффективность (БЭ) защитных мероприятий, выраженную в процентах, рассчитывали по формуле (2):

$$БЭ = \frac{M_k - M_o}{M_k} \times 100 \quad (2),$$

где M_к – показатель инфицированности семян (развития болезни) в контроле (обработка семян препаратами не проводилась);

M_о – показатель инфицированности семян (развития болезни) в опытном варианте (протравленные семена).

Метод «бумажных рулонов» является наиболее оперативным в получении данных о всхожести семян и их инфицированности патогенными грибами непосредственно перед посевом. Этот метод, на наш взгляд, является информативным при определении общей зараженности семян и выявлении доминирующей группы грибов. Как правило, оценка эффективности препаратов проводится относительно всего патогенного комплекса, роль которого является решающей при обосновании выбора препарата (Лаптиев, Кунгурцева, 2016).

Развитие болезни (R, %) определяли по формуле (3) (Болезни зерновых культур ..., 2007):

$$R = \frac{\sum(n \times b)}{N \times K} \times 100 \quad (3),$$

где $\sum(n \times b)$ – сумма произведений числа больных растений (n) на соответствующий им балл поражения (b),

N – общее количество учетных растений, шт.,

K – наивысший балл поражения шкалы учета для перевода балльной оценки развития болезни в процентную категорию.

Биологическую эффективность протравителей семян в защите от снежной плесени рассчитывали по развитию болезни, а также гибели растений.

Учет развития снежной плесени проводили после возобновления вегетации озимых зерновых культур (ст. 25 – середина кущения) с использованием следующей шкалы (Здрожевская и др., 2007):

0 – признаков поражения нет;

1 – редкие пятна на нижних и верхних листьях (1–3 пятна) при общей пораженности до 10% листовой поверхности;

2 – нижние листья поражены полностью, на верхних – 2–3 пятна при общей пораженности до 30% листовой поверхности;

3 – поражены нижние и верхние листья при общей пораженности до 70% листовой поверхности; отмирают боковые побеги;

4 – все листья и побеги поражены (100%), растения погибли.

В зависимости от интенсивности проявления снежной плесени вегетационные сезоны дифференцировали на эпифитотийные (свыше 50.0% развития болезни), умеренного развития (26.0–49.0%) и депрессивного развития (до 25.0%). Таким образом, в период исследований вегетационные сезоны 2010, 2011, 2013 гг. характеризовались как эпифитотийные, а 2012, 2014–2018 гг. – как годы депрессивно-умеренного развития болезни.

Результаты и обсуждение исследований

Формирование высокого и стабильного урожая озимых зерновых культур в значительной степени зависит от качества семян, фитосанитарного состояния посевов. Ежегодно проводимая нами фитоэкспертиза семян свидетельствует об их высокой инфицированности грибами рр. *Fusarium* и *Alternaria* (Буга, 2013; Жуковский и др., 2018). На семенах озимой пшеницы в зависимости от вегетационного сезона, сорта, партии семян и других факторов в структуре грибов рода *Fusarium* доминируют виды *F. avenaceum* (Fr.) Sacc., *F. poae* (Peck) Wollenw., *F. sporotrichioides* Sherb., *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc. (Крупенько, 2018).

Несмотря на сведения о том, что грибы рода *Alternaria* не являются патогенами для зерновых культур (Гагкаева и др., 2012), проведенные Н.А. Склименок на озимой пшенице в Беларуси исследования позволили установить, что 17.6% из числа изученных изолятов были слабопатогенными, 5.9% – умереннопатогенными, 11.8% – среднепатогенными (Склименок, 2015). Поэтому при определении инфицированности семян зерновых культур мы учитывали и данный род грибов как потенциально вредоносный. Усиление поражения озимой пшеницы и других злаковых культур грибами рода *Alternaria* отмечают также Л.Н. Назарова с коллегами в Центральном регионе РФ (Назарова и др., 2013). Учитывая высокую потенциальную опасность токсигенных факультативно-паразитических видов *Alternaria*, они требуют большого внимания (Ганнибал, 2014; Семьнина, 2012).

Степень поражения растений **корневой гнилью** определяли по шкале (Коршунова и др., 1976):

0 – здоровые растения;

1 – слабое побурение восприимчивых органов, не более 25% от всего растения;

2 – сильное побурение корневой системы, не более 50% от всего растения;

3 – очень сильное побурение корней, 50% и более;

4 – гибель растения.

Поскольку протравители семян эффективны в защите посевов от корневой гнили до периода трубкавания, учеты развития корневой гнили проводили весной в стадии середина кущения (ст. 25) и двух узлов (ст. 32).

Стадии развития растений озимых пшеницы и тритикале приведены в соответствии с десятичным кодом ВВСН (Пригге и др., 2004).

Полученные результаты анализа зараженности семян грибами свидетельствуют, что высокий обеззараживающий эффект в подавлении развития грибов *Fusarium* spp. и *Alternaria* spp. на семенах пшеницы и тритикале обеспечили препараты, содержащие действующие вещества контактного действия – флудиоксонил или прохлораз: Вайбранс Интеграл, ТКС; Кинто Плюс, КС; Терция, СК; Максим Форте, КС (таблица 2).

В зависимости от локализации мицелия грибов *Fusarium* spp. в зерновке может снижаться энергия прорастания или, вследствие интенсивного поражения, такие семена оказываются невсхожими. Снижение инфицированности семян озимых пшеницы и тритикале патогенными грибами в вариантах с протравливанием обусловило повышение значений полевой всхожести озимых пшеницы и тритикале в среднем на 8.4 и 3.2% соответственно.

В настоящее время протравители играют решающую роль в защите озимых от снежной плесени и корневой гнили в республике. В годы эпифитотийного проявления снежной плесени развитие болезни в посевах пшеницы в контроле (непротравленные семена) было на уровне 77.8–88.7%, гибель растений составляла – 50.8–75.6%, в посевах тритикале эти показатели достигали 73.0–87.6 и 42.1–54.4% соответственно. Биологическая эффективность препаратов по снижению развития снежной плесени достигала в среднем 54.4 и 38.8% соответственно культурам – пшенице и тритикале (рисунок 1). Однако

Таблица 2. Влияние протравителей на инфицированность семян озимых зерновых культур грибами *Fusarium* spp. и *Alternaria* spp. (2010–2018 гг.)

Препарат	Озимая пшеница		Озимое тритикале	
	Биологическая эффективность \pm СО* (%) в снижении инфицированности грибами			
	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Alternaria</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Alternaria</i> spp.
Контроль** (непротравленные семена)	11.7 \pm 7.4	58.4 \pm 29.9	18.0 \pm 12.1	65.4 \pm 23.1
Баритон, КС	86.9 \pm 11.0	86.4 \pm 5.2	91.1 \pm 7.7	78.0 \pm 9.1
Вайбранс Интеграл, ТКС	100 \pm 0.0	95.6 \pm 7.2	–	–
Иншур Перформ, КС	90.2 \pm 19.0	79.6 \pm 17.1	78.0 \pm 14.3	73.3 \pm 8.4
Кинто Дуо, КС	92.4 \pm 12.6	95.2 \pm 8.9	96.6 \pm 6.4	95.5 \pm 2.1
Кинто Плюс, КС	100 \pm 0.0	97.5 \pm 2.2	100 \pm 0.0	99.6 \pm 0.6
Максим Форте, КС	93.4 \pm 11.1	98.0 \pm 4.0	94.0 \pm 13.4	99.0 \pm 1.3
Систива, КС	78.8 \pm 20.6	88.4 \pm 12.6	87.1 \pm 18.9	92.1 \pm 5.4
Терция, СК	100 \pm 0.0	94.2 \pm 8.1	100 \pm 0.0	99.5 \pm 0.9

* СО – стандартное отклонение; ** – в контроле представлена инфицированность семян.

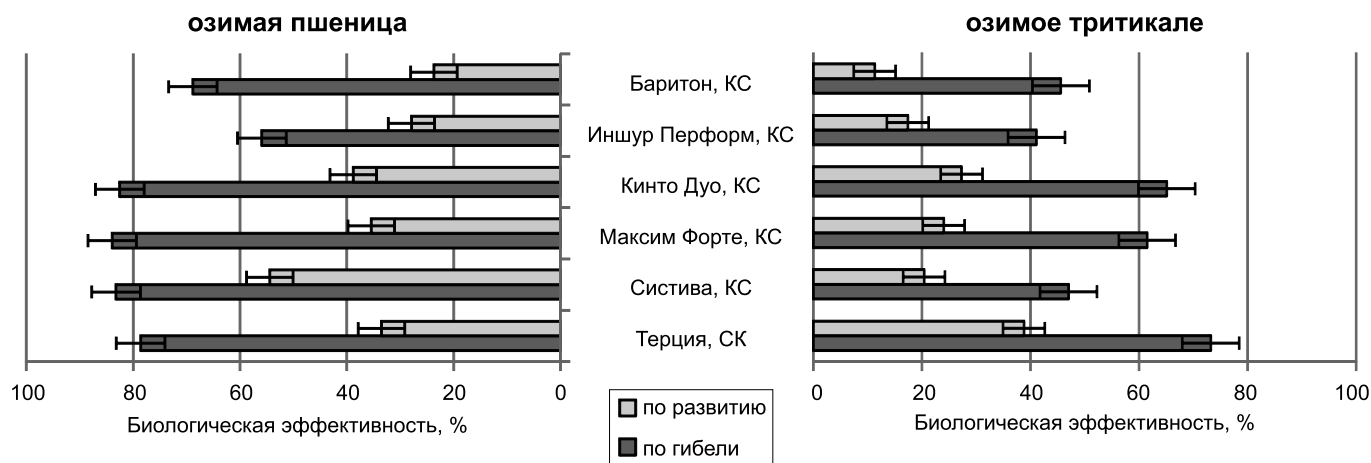


Рисунок 1. Эффективность протравителей (\pm ошибка средней) в защите озимых зерновых культур от снежной плесени в условиях эпифитотии (2010–2011, 2013 гг.)

практика и опыт показали, что основным критерием оценки эффективности протравителей семян, особенно при эпифитотии, является предотвращение гибели растений вследствие интенсивного поражения снежной плесенью. Высокая биологическая эффективность по этому показателю обусловит перезимовку посевов и минимизирует их изреженность. Так, по предотвращению гибели растений максимальная эффективность протравителей семян достигала 83.9 (Максим Форте, КС) в случае озимой пшеницы и 73.2% (Терция, СК) – озимого тритикале.

В годы депрессивного развития снежной плесени в контрольных вариантах развитие болезни в посевах пшеницы достигало 14.5%, тритикале – 23.2%, в то время как в вариантах с протравленными семенами эти показатели составляли 9.2 и 13.9%. Гибель растений пшеницы и тритикале достигала 1.6 и 3.0% в посевах без обработки семян и 0.4 и 0.9% – в вариантах с обработкой семян препаратами.

Более высокая эффективность по снижению гибели растений отмечена в вариантах с использованием препаратов Терция, СК (75.6%) и Кинто Плюс, КС (61.8%) в посевах пшеницы, Кинто Плюс, КС (73.2%) и Максим Форте, КС (69.3%) – тритикале (рисунок 2).

Высокая биологическая эффективность препаратов, содержащих в своем составе флудиоксонил или прохлораз, обусловлена особенностями действия этих д.в., которые обладают широкой неспецифической активностью в отношении грибов из различных систематических групп, при этом малоподвижны в растениях и стабильны в почве (Тютюрев, 2010). Сочетание этих свойств обеспечивает продолжительный фунгицидный эффект после применения таких препаратов. Неслучайно флудиоксонил является стандартом при оценке эффективности фунгицидов для защиты озимых культур от снежной плесени в Швейцарии, Германии и Англии (West et al., 2001).

Не менее экономически важным объектом, оказывающим влияние на формирование урожайности зерновых культур, является корневая гниль. Степень поражения пшеницы болезнью в условиях естественного поражения при посеве непротравленными семенами (контроль) составляла в среднем 15.9 и 19.1% соответственно стадиям середина кушения (ст. 25) и двух узлов (ст. 32). Наиболее высокие значения биологической эффективности в период кушения отмечены при протравливании

препаратами Вайбранс Интеграл, ТКС – 60.2% и Кинто Дуо, КС – 55.5%, к стадии двух узлов эффективность препаратов снижалась до 32.6–47.3%.

В посевах тритикале развитие корневой гнили в контроле достигало 15.9 и 21.9% соответственно стадиям 25 и 32. Наиболее высокая биологическая эффективность отмечена при обработке семян Кинто Плюс, КС – 66.9 и 61.2% соответственно стадиям учета (рисунок 3).

Результаты многолетних полевых исследований показывают, что в годы эпифитотии снежной плесени в посевах озимой пшеницы и тритикале вследствие ослабления растений развитие корневой гнили усиливается. Вредность обоих заболеваний проявляется в снижении продуктивной кустистости, что особенно заметно в годы эпифитотийного развития снежной плесени, когда значение показателя в вариантах с протравливанием было выше по сравнению с контролем на 25.2% и более для озимой пшеницы и 37.7% и более – для озимого тритикале.

Например, в стадии кушения и второго узла развитие корневой гнили на озимой пшенице при посеве непротравленных семян в годы эпифитотии снежной плесени

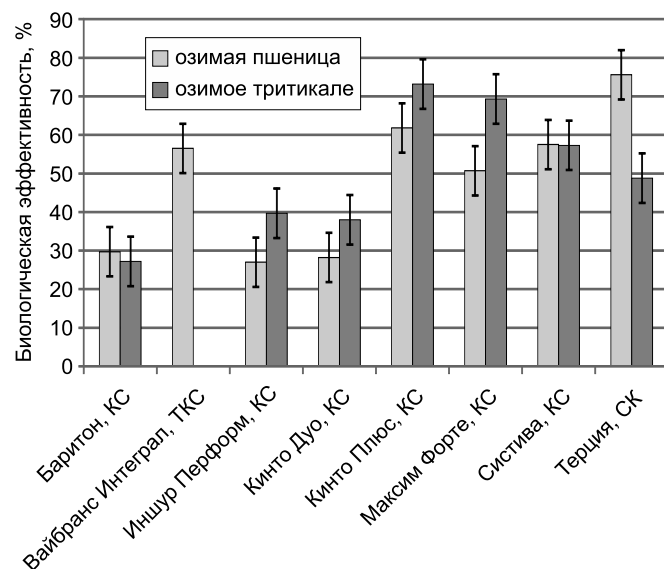


Рисунок 2. Эффективность протравителей (\pm ошибка средней) в защите озимых зерновых культур от снежной плесени при депрессивно-умеренном ее развитии (2012, 2014–2018 гг.)

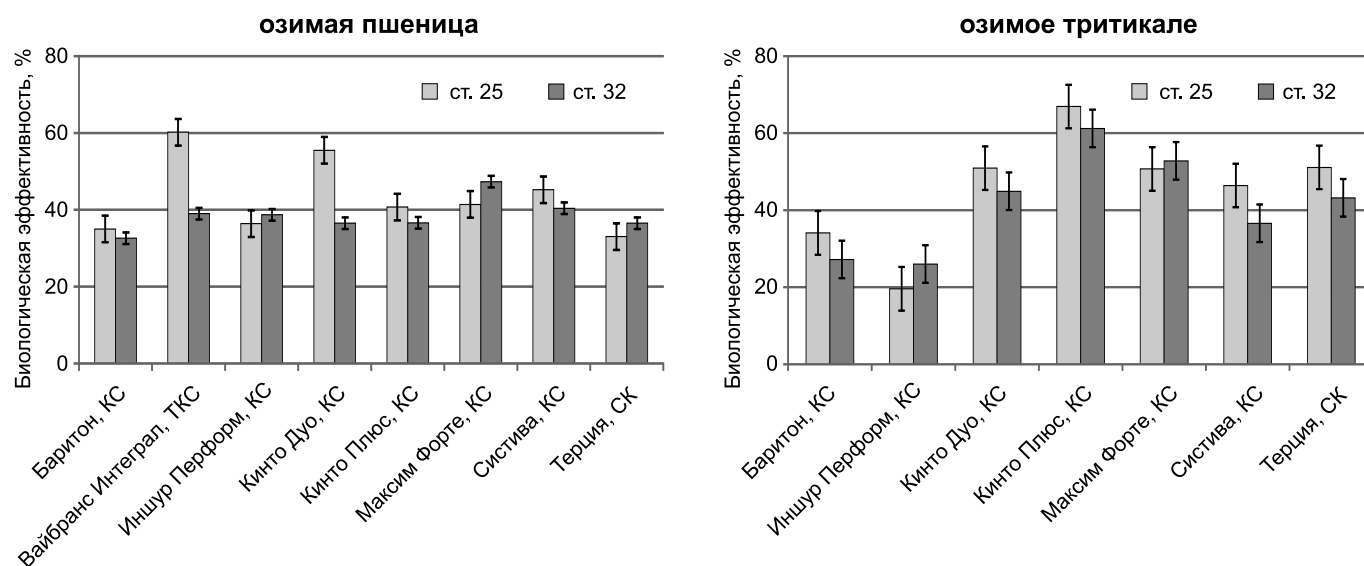


Рисунок 3. Эффективность протравителей (\pm ошибка средней) в защите озимых зерновых культур от корневой гнили (2011–2018 гг.)

достигало 28.0 и 33.7%, в годы депрессивного развития – 10.7 и 16.5% соответственно стадиям развития культуры. Те же закономерности отмечены в посевах озимого тритикале: степень поражения корневой гнилью растений в годы эпифитотии снежной плесени составила 20.3 в ст. 25 и 22.9% в ст. 32, а на фоне ее депрессивного развития эти показатели достигали 13.6 и 18.2% соответственно.

Поражение посевов снежной плесенью и корневой гнилью сказалось на формировании массы 1000 зерен. Применение протравителей позволило сохранить дополнительно до 38.1 ц/га зерна при эпифитотийном развитии снежной плесени озимых зерновых культур и до 14.2 ц/га – при депрессивно-умеренном проявлении болезни (таблица 3).

Таблица 3. Хозяйственная эффективность протравителей в защите озимых зерновых культур от болезней (2010–2018 гг.)

Препарат	Озимая пшеница			Озимое тритикале		
	масса 1000 зерен, г контроль	протравленные семена	сохраненный урожай, ц	масса 1000 зерен, г контроль	протравленные семена	сохраненный урожай, ц
эпифитотия снежной плесени						
Кинто Дуо, ТК	43.0	44.2	18.7	37.1	40.9	11.1
Иншур Перформ, КС	45.7	46.8	16.5	39.4	41.8	9.7
Максим Форте, КС	42.6	44.6	24.3	38.0	38.9	10.7
Баритон, КС	37.8	41.5	13.5	39.3	41.3	29.5
Терция, СК	37.8	41.2	29.1	39.3	40.4	29.5
Систива, КС	49.2	46.5	38.1	39.4	42.9	10.8
депрессивное развитие снежной плесени						
Кинто Дуо, ТК	44.8	46.3	3.3	36.1	36.9	4.9
Иншур Перформ, КС	45.9	47.5	3.7	35.5	35.9	6.4
Максим Форте, КС	48.5	50.1	4.1	36.3	36.6	2.8
Баритон, КС	46.4	47.7	4.1	35.4	36.2	2.4
Терция, СК	43.6	45.0	3.2	37.7	38.9	4.9
Систива, КС	43.4	45.4	4.0	34.4	34.7	5.2
Кинто Плюс, КС	49.1	50.4	4.0	36.7	37.6	3.2
Вайбранс Интеграл, ТКС	49.2	50.6	4.7	–	–	–

Выводы

В результате фитопатологического анализа семян озимых зерновых культур в период 2010–2018 гг. установлено, что инфицированность грибами рода *Fusarium* семян озимой пшеницы составляла в среднем $11.7 \pm 7.4\%$, озимого тритикале – $18.0 \pm 12.1\%$; грибами рода *Alternaria* – $58.4 \pm 29.9\%$ и $65.4 \pm 23.1\%$ соответственно.

Оценка восьми препаратов, содержащих различные действующие вещества, выявила варьирование их биологической эффективности в снижении инфицированности

семян обеих культур грибами рода *Fusarium* от 78.0 до 100%, а рода *Alternaria* – от 73.3 до 99.9%. Эффективность протравливания семян также определяли по развитию болезней и гибели растений в условиях эпифитотии и депрессивно-умеренного развития снежной плесени как наиболее вредоносной болезни озимых зерновых культур. Предпосевная обработка семян способствовала повышению значений полевой всхожести озимых культур на 3.2–8.4%. Выявлено, что препараты, в составе которых

содержатся флудиоксонил или прохлораз, более эффективны как в снижении инфицированности семян грибами, так и в ингибировании болезней. Протравливание семян в

годы эпифитотий снежной плесени позволило сохранить до 38.1 ц/га зерна пшеницы и 29.5 ц /га тритикале.

Библиографический список (References)

- Абеленцев ВИ (2011) Возможности современных протравителей семян зерновых колосовых культур. Защита и карантин растений 2: 19–21.
- Баталова ТС, Андреева ЕИ, Гриценко ГВ и др (1984) Методические указания по протравливанию семян сельскохозяйственных культур. М.: Колос. 48 с.
- Буга СФ (2013) Теоретические и практические основы химической защиты зерновых культур от болезней в Беларуси. Несвиж: «Несвижская укрупненная типография им. С. Будного». 240 с.
- Буга СФ, Жуковский АГ, Ильюк АГ, Радына АА и др (2011) Научные основы эффективного использования протравителей семян для защиты зерновых культур от болезней (рекомендации). – Минск: Белбланквид. – 52 с.
- Гагкаева ТЮ, Ганнибал ФБ, Гаврилова ОП (2012) Зараженность пшеницы грибами *Fusarium* и *Alternaria* на юге России в 2010 году. Защита и карантин растений 1: 37–41.
- Гагкаева ТЮ, Гаврилова ОП, Левитин ММ, Новожилов КВ (2011) Фузариоз зерновых культур. Защита и карантин растений (приложение) 5: 49–51.
- Ганнибал ФБ (2014) Альтернариоз зерна – современный взгляд на проблему. Защита и карантин растений 6: 11–15.
- ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (2017) Минск : Белстандарт.
- ГОСТ 12044-93. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения зараженности болезнями (1995) Минск : Белстандарт.
- Жуковский АГ (2005) Вредоносность снежной плесени в посевах озимого тритикале и эффективность протравителей в ограничении развития болезни. Материалы научной конференции «Проблемы защиты растений в условиях современного сельскохозяйственного производства»: 58–60.
- Жуковский АГ, Крупенько НА, Буга СФ, Поплавская НГ и др (2018) Корневая гниль зерновых культур и роль инфицированности семян в ее развитии. Защита растений: сб. науч. тр. 42: 84–95.
- Жуковский АГ, Буга СФ, Крупенько НА, Жук ЕИ и др (2017) Фитопатологическая ситуация в посевах зерновых культур на территории Республики Беларусь. Земледелие и защита растений 2: 9–12.
- Здрожевская СД, Павлова ВВ, Буга СФ, Котикова ГШ и др (2007) Болезни зерновых культур. В кн.: Буга СФ (ред)
- Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. Несвиж: «Несвижская укрупненная типография им. С. Будного». 61–101.
- Корнев ГВ, Подгорный ПИ, Щербан СН (1983) Растениеводство с основами селекции и семеноводства. М.: Колос. 510 с.
- Коршунова, АФ, Чумаков АЕ, Щекочихина РИ (1976) Защита пшеницы от корневых гнилей. Л.: Колос. 184 с.
- Крупенько НА (2018) Видовой состав грибов-возбудителей фузариоза колоса озимой пшеницы. Материалы Международной научно-практической молодежной конференции «INMAX'18». 2: 12–13.
- Лаптиев АБ, Кунгурцева ОВ (2016) Средства защиты посевов озимых зерновых культур на ранних этапах их развития. Защита и карантин растений 8: 15–19.
- Назарова ЛН, Жохова ТП, Полякова ТМ, Корнева ЛГ (2013) Защита семенных посевов озимой пшеницы от болезней в Центральном регионе РФ. Защита и карантин растений 5: 54–56.
- Пикушова ЭА (2017) Теоретические и практические основы предпосевной подготовки семян озимой пшеницы. Защита и карантин растений 9: 33–36.
- Пригге Г, Герхард М, Хабермайер И (2004) Грибные болезни зерновых культур. Лимбургерхов : Ландвиртшафтсферлаг. 183 с.
- Семьнина ТВ (2008) Высеять только протравленные семена! Защита и карантин растений 8: 43.
- Семьнина ТВ (2012) Особенности инфицирования семян зерновых культур патогенами. Защита и карантин растений 2: 20–23.
- Склименок НА (2015) Комплекс грибов, паразитирующих на озимой пшенице, и меры по ограничению их вредоносности. Дисс. к.б.н. Прилуки. 23 с.
- Торопова ЕЮ, Захаров АФ (2017) Предпосевная подготовка семян яровой пшеницы в условиях ресурсосберегающих технологий. Защита и карантин растений 3: 28–31.
- Тютюрев СЛ (2010) Механизмы действия фунгицидов на фитопатогенные грибы СПб. 172 с.
- West SJE, Doppmann F, Forster B, Zeun R (2001) Control of *Microdochium nivale* with fludioxonil seed treatments. Seed Treatment: Challenges and Opportunities: BCPC Symposium Proceedings 76: 267–272.

Translation of Russian References

- Abelentsev VI (2011) [Capabilities of modern seed dressers of cereal]. *Zaschita i karantin rasteniy* 2: 19–21 (in Russian).
- Batalova TS, Andreeva EI, Gritsenko GV et al (1984) [Methodical instruction for seed treatment of agricultural crops] М.: Kolos. 48 p (in Russian).
- Buga SF (2013) [Theoretical and practical basis of chemical protection of cereals against diseases in Belarus. Nesvizh: «Nesvizh consolidated printing house S. Budny». 240 p (in Russian).
- Buga SF, Zhukovski AG, Ilyuk AG, Radyna AA et al (2011) [Scientific basis of effective using of seed dressers for protection of seeds against diseases (recommendations)]. – Minsk: Belblankvyd. – 52 p (in Russian).
- Gagkaeva TY, Gannibal PB, GavriloVA OP (2012) [Infection of seeds with fungi *Fusarium* and *Alternaria* in the south of Russia in 2010]. *Zaschita i karantin rasteniy* 1: 37–41 (in Russian).
- Gagkaeva TY, GavriloVA OP, Levitin MM, Novozhilov KV (2011) [Fusarium head blight of cereals]. Appendix to the journal «*Zaschita i karantin rasteniy*» 5: 49–51 (in Russian).
- Gannibal PB (2014) [Alternaria on seeds – modern view on problem]. *Zaschita i karantin rasteniy* 6: 11–15 (in Russian).

- GOST 12038-84. [Seeds of agricultural crops. Methods for emergence determine] (2017) Minsk : Belstandard (in Russian).
- GOST 12044-93. [Seeds of agricultural crops. Methods for determine of seeds infection with diseases] (1995) Minsk : Belstandard (in Russian).
- Zhukovski AG (2005) [Harmfulness of snow mold in the crops of winter triticale and efficacy of seed dressers in reduction of disease severity]. Materials of scientific conference «Problems of plant protection in the conditions of modern agricultural production»: 58–60 (in Russian).
- Zhukovski AG, Krupenko NA, Buga SF, Poplavskaya NG et al (2018) [Root rot of cereals and the role of seeds infection for its severity]. *Zaschita vasteniy: sb. nauch. tr.* 42: 84–95 (in Russian).
- Zhukovski AG, Buga SF, Krupenko NA, Zhuk EI (2017) [Phitopathological situation in cereal crops in the territory of Republic of Belarus]. *Zemledelie i zaschita rasteniy* 2: 9–12 (in Russian).
- Zdrozhevskaya SD, Pavlova VV, Buga SF, Kotikova GS et al (2007) [Diseases of cereals]. In: Buga SF (red) *Metodicheskie ukazaniya po registracionnym ispytaniyam fungicidov v selskom hozyaistve*. Buga SF (ed) Methodical instructions for registration trails of fungicides in agriculture. Nesvizh: «Nesvizh consolidated printing house S. Budny». 61–101 (in Russian).
- Korenev GV, Podgorny PI, Scherban SN (1983) *Horticulture with the basis of selection and seed production*. L.: Kolos. 510 p (in Russian).
- Korshunova AF, Chumakov AE, Schekochikhina RI (1976) *Protection of wheat against root rots*. L.: Kolos. 184 p (in Russian).
- Krupenko NA (2018) Species composition of fungi causing Fusarium head blight of winter wheat. Materials of International scientifically-practical conference «INMAX'18». 2: 12–13 (in Russian).
- Laptiev AB, Kungurtseva OV (2016) [Means of protection of winter cereals crops on early phases of their development]. *Zaschita i karantin rasteniy* 8: 15–19 (in Russian).
- Nazarova LN, Zhokhova TP, Polyakova TM, Korneva LG (2013) [Protection of seed production crops of winter wheat against diseases in Central region RF]. *Zaschita i karantin rasteniy* 5: 54–56 (in Russian).
- Pikushova EA (2017) [Theoretical and practical basis of pre-sowing preparing of winter wheat seeds]. *Zaschita i karantin rasteniy* 9: 33–36 (in Russian).
- Prigge G, Gerchard M, Chabermayer I (2004) *Fungal diseases of cereals*. Limburgerhof: Landvirshafstferlag. 183 p (in Russian).
- Semynina TV (2008) [To sow out treated seeds only!]. *Zaschita i karantin rasteniy* 8: 43 (in Russian).
- Semynina TV (2012) [Peculiarities of cereals seed infection with pathogens]. *Zaschita i karantin rasteniy* 2: 20–23 (in Russian).
- Sklimenok NA (2015) [Complex of fungi that parasitize on winter wheat and measures for limitation their harmfulness]. *Abstr. Dr. Biol. Thesis. Priluki*. 23 p (in Russian).
- Toropova EY, Zakharov AF (2017) [Pre-sowing preparing of spring wheat seeds in conditions of resource-efficient technologies]. *Zaschita i karantin rasteniy* 3: 28–31 (in Russian).
- Tyuterev SL (2010) *Modes of action of fungicides to phytopathological fungi*. SPb. 172 p (in Russian).

Plant Protection News, 2019, 4(102), p. 28–35

OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy)

<http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-4-102-28-35>

Full-text article

EFFECTS OF SEED DRESSER APPLICATION TO OBTAIN HEALTHY SEEDS AND CROPS OF WINTER CEREALS UNDER CONDITIONS OF BELARUS

A.G. Zhukovski, N.A. Krupenko*, S.F. Buga

Institute of plant protection, ag. Priluki, Minsk district, Belarus

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

Long-term data (2010–2018) of investigation of the role of fungicides in protection of winter cereals crops against diseases in the Republic of Belarus are given. The efficacy of fungicides including systemic and contact compounds against the snow mold, the most harmful disease in the Republic, was estimated during the periods of outbreaks, low and moderate severity of the disease. Root rot severity was observed at moderate level. Phytopathological analysis of winter wheat and triticale seeds showed high prevalence of genera *Fusarium* and *Alternaria*. Biological efficacy of fungicides against seed contamination varied from 78.8 to 100% against *Fusarium* and from 73.3 to 99.9% against *Alternaria* depending on the fungicide and crop. It was shown that fungicides containing fludioxonil or prochloraz were more effective against seeds contamination and snow mold severity. The maximum biological efficacy of fungicides reached 60.2% and 66.9% for protection of winter wheat and winter triticale, respectively. Fungicide seed treatment in periods of snow mold outbreaks allowed to save up to 38.1 c/ha of winter wheat grain and up to 29.5 c/ha of winter triticale.

Keywords: winter wheat, winter triticale, fungicides, snow mold, root rot, infection, disease severity, biological efficacy

Received: 26.03.2019

Accepted: 02.12.2019

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИДОВ РОДА *EURYGASTER* (HETEROPTERA: SCUTELLERIDAE) НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

В.В. Нейморовец

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

e-mail: neimorovets@mail.ru

В работе приводятся карты распространения 6 видов рода *Eurygaster* на территории Российской Федерации, без выделения зон вредоносности этих видов. Карты составлены по материалам коллекций Зоологического института РАН (С.-Петербург) и Всероссийского института защиты растений (С.-Петербург). Использовались также материалы, предоставленные филиалами Россельхозцентра, сборы автора и литературные данные. В статье обсуждаются отличия предложенных карт распространения видов рода *Eurygaster* от карт, ранее опубликованных в разных источниках. Ошибки в старых картах связаны большей частью с ошибочной идентификацией видов. Работа представляет практический интерес для специалистов по защите растений.

Ключевые слова: Ареал, вредная черепашка, австрийская черепашка, маврский клоп, влаголюбивая черепашка, широкоспинная черепашка, *Eurygaster austriaca*, *Eurygaster integriceps*, *Eurygaster maura*, *Eurygaster laeviuscula*, *Eurygaster testudinaria*, *Eurygaster dilaticollis*

Поступила в редакцию: 13.09.2019

Принята к печати: 02.12.2019

Введение

В России встречается 6 видов клопов рода *Eurygaster* Laporte, 1833 (Göllner-Scheiding, 2006): австрийская черепашка, или австрийский клоп – *Eurygaster austriaca* (Schrank, 1776), широкоспинная черепашка – *Eurygaster dilaticollis* Dohrn, 1860, вредная черепашка – *Eurygaster integriceps* Puton, 1881, маврская черепашка, или маврский клоп *Eurygaster maura* (Linnaeus, 1758), влаголюбивая черепашка (номинативный подвид) – *Eurygaster testudinaria testudinaria* (Geoffroy, 1785) и *Eurygaster laeviuscula* Jakovlev, 1886. Все перечисленные виды приведены на Рис. 1.

et al., 2006; Miller, Morse, 1996; Paulian, Popov, 1980). Этот вид включен в список особо опасных вредителей пшеницы в России (Рабочая группа ВИЗР, 2010).

Австрийская черепашка (*E. austriaca*) как вредитель пшеницы и других зерновых отмечалась для некоторых областей России (в лесостепной зоне и Нечерноземье), а также в Испании, Португалии, Югославии, Марокко (Пучков, 1972; Aja et al. 2004; Benedek, 1971; Stamenković, 1990).

Маврский клоп (*E. maura*) в России (Нейморовец и др., 2008) как вредитель зерновых отмечался в Ярославской и Нижегородской областях (Погорелов, 1965; Пучков, 1972; Тарануха, 1952). Проявление вредоносности *E. maura* наблюдается в последние годы в Алтайском крае (Говоров и др., 2017, 2018, 2019; Капусткина, Нефёдова, 2015). За пределами России *E. maura* существенно вредит в Северном Иране (Radjab, 2000) и Северном Казахстане (Сагитов, Исмухамбетов, 2004).

Влаголюбивая черепашка (*E. testudinaria*), широко распространённый влаголюбивый вид, также иногда единично попадает на поля во время мониторинговых исследований. Фактических указаний о причиняемой вреде на территории РФ и в соседних странах бывшего СССР нет, хотя вид отмечался как потенциальный вредитель риса в Краснодарском крае (Пучков, 1972).

В степной зоне европейской части РФ, на южном Урале и локально в некоторых районах Западной и Восточной Сибири (до Иркутска) встречается широкоспинная черепашка (*E. dilaticollis*). Однако нет никаких сведений о нахождении этого вида на посевах зерновых. Он встречается редко, предпочитает целинные участки степи и экономического значения не имеет. Биология этого вида изучена недостаточно.

В Восточной Сибири и на Дальнем Востоке встречается *E. laeviuscula* (Винокуров и др., 2010; Кужугет, 2010; Кужугет, Винокуров, 2016). О биологии этого вида почти ничего не известно. Он отмечен на дикорастущих злаковых растениях вблизи водоемов. Вероятно, имеет одно

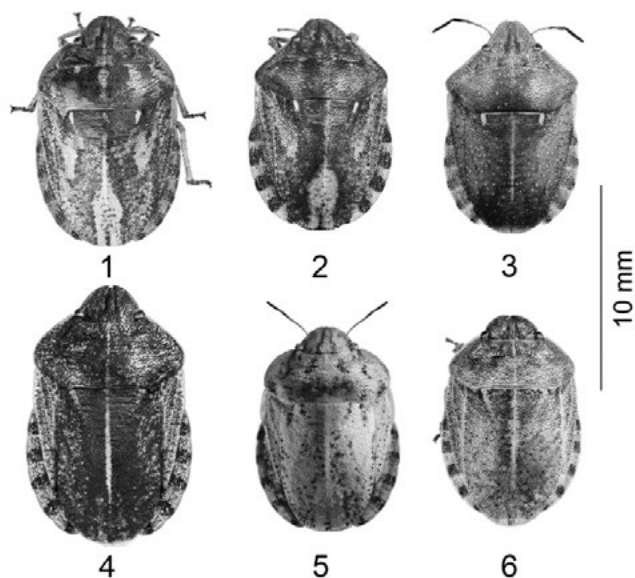


Рис. 1. Виды рода *Eurygaster* России. 1 – *E. integriceps*, 2 – *E. maura*, 3 – *E. testudinaria*, 4 – *E. austriaca*, 5 – *E. dilaticollis*, *E. laeviuscula* (фото В.В. Нейморовец)

Для Восточной Европы, Средней Азии и Ближнего Востока наибольшее экономическое значение имеет вредная черепашка (*E. integriceps*) как один из самых опасных вредителей пшеницы (Алехин, 2002; Павлюшин и др., 2008, 2010, 2015; Пайкин, 1969; Пучков, 1961, 1972; Gul

поколение в году, зимует на стадии имаго. Экономического значения не имеет.

Три вида (*E. integriceps*, *E. maura* и *E. testudinaria*) внешне очень похожи друг на друга (рис. 1.1–1.3), и их часто путают (Нейморовец, 2008).

Необходимость данной работы продиктована следующими соображениями:

1) В ряде публикаций приводятся карты распространения видов рода *Eurygaster*, составленных по литературным источникам, в том числе и по старым. Во многих старых публикациях приводились ошибочные данные по распространению видов рода *Eurygaster*. Это касалось, прежде всего, *E. maura* и *E. testudinaria* (Бианки, Кириченко, 1923; Самко, 1930; Reuter, 1891; Sahlberg, 1878; Wnukowsky, 1927). Очевидно, одна из причин таких ошибок состоит в том, что в начале XX века не было полного понимания, чем *E. maura* и *E. testudinaria* отличаются друг от друга. Ясность в этот вопрос внёс Чайна (China, 1927).

2) В ряде серьёзных современных публикаций содержатся ошибочные указания *E. integriceps* из регионов, где этот вид в действительности не встречается (Говоров и др., 2017, 2018, 2019; Капусткина, Нефёдова, 2015). Многочисленные ошибки в идентификации видов *Eurygaster*

связаны с тем, что многие авторы используют только внешние морфологические диагностические признаки, которые перекрываются у *E. integriceps*, *E. maura* и *E. testudinaria*, надёжно отличающихся лишь признаками строения гениталий самцов.

3) Таким образом, нет чёткого понимания границ распространения видов рода *Eurygaster*. Специалисты на местах не всегда имеют точное представление о том, с какими видами они имеют дело в том или ином регионе.

Данная работа предназначена, прежде всего, для российских специалистов по защите растений. В ней не ставится цель дать исчерпывающий обзор всей имеющейся литературы по вопросу распространения изучаемых видов. Даются ссылки на относительно небольшое число литературных источников, доказывающих наличие того или иного вида на определённой территории в случае, если материал отсутствует в коллекциях, указанных ниже.

Главная цель данной работы – обозначить более точные границы ареалов, чем это было сделано до сих пор, основываясь на имеющемся коллекционном материале и литературных указаниях с учётом экологических особенностей видов.

Материал и методы

При составлении карт распространения видов рода *Eurygaster* на территории РФ использовались следующие материалы: коллекции Зоологического института РАН, С.-Петербург (ЗИН) и Всероссийского института защиты растений РАН, С.-Петербург (ВИЗР), сборы автора, литературные данные (Аглямзянов, Лагунов, 1994; Балахонова, 1998; Балахонова, Качесова, 1998; Бианки, 1906; Бианки, Кириченко, 1923; Бусарова, Комаров, 2018; Васильева, 1967, 1970; Винокуров, 1979; Винокуров и др., 2010; Долганова, 2008; Евсюнин, Дорофеев, 2008; Зиновьева, 2007, 2019; Зиновьева, Целищева, 2014; Золотарёв, 2003; Кириченко, 1915, 1918, 1951; Кужугет, 2010; Кужугет, Винокуров, 2016; Колосов, 1925; Кузьмина, 1937; Лукашук, 2014; Лычковская, 2016; Николаева, 2006; Николаева и др., 2018; Остен-Сакен РР, 1857; Петрова, 1975; Плавильщиков, 1964; Попова, 2004; Пучков, 1961, 1972; Ручин, Николаева, 2008; Седых, 1974; Смирнова, 2015; Яковлев, 1874а, 1874б, 1884; Göllner-Scheiding, 2006; Kanyukova, Vinokurov, 2009; Lindberg, 1921; Lukashuk, 1997; Oshanin, 1910; Reuter, 1891; Sahlberg, 1870, 1878; Syromyatnikov et al., 2017; Wnukowsky, 1927), а также отчеты региональных Станций защиты растений до 2007 года и информация филиалов Россельхозцентра (2009–2016 гг.), предоставленная в рамках Договора о творческом сотрудничестве по проблемам мониторинга фитосанитарной ситуации и прогнозам развития и распространения особо опасных вредителей сельскохозяйственных растений» между ФГУ «Российский сельскохозяйственный центр» Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Россельхозцентр) и ВИЗР.

В качестве основы использовалась контурная карта с административным делением (https://demiart.ru/download/russia_crimea_map.jpg).

Территории, где были собраны или указаны в литературе широко распространённые виды *E. austriaca*, *E. integriceps*, *E. maura* и *E. testudinaria*, залиты на картах

сплошным тёмно-серым цветом. По этим видам имеются обширные коллекционные материалы (ЗИН, ВИЗР) и многочисленные литературные указания. Все эти точки нанести на карту не представляется возможным из-за огромного их количества. Северная и восточная границы ареалов проведены между известными крайними точками. Некоторые из этих точек упоминаются в обсуждении. Вертикальной штриховкой обозначены субъекты РФ, где виды не были отмечены, но вполне могут обитать.

Для более редких видов (*E. dilaticollis* и *E. laeviuscula*) на картах тёмно-серым цветом отмечены все точки сборов или литературных указаний, а косой штриховкой обозначены возможные ареалы. По этим видам имеется сравнительно мало коллекционного материала (ЗИН) и приводится мало литературных указаний.

Для каждого вида приводится перечень сокращённых названий административных единиц РФ, в которых он отмечен. Для таких субъектов в скобках указано, где хранится изученный материал, либо даётся ссылка на литературный источник (приоритет отдан коллекционному материалу, ссылка на литературный источник для каждого случая приводится только одна). Звездочкой (*) обозначены те субъекты, в которых вид не отмечен, но вполне может обитать.

В тексте и на картах использованы следующие сокращения названий административных единиц:

Республики: **Ад** – Адыгея, **Ал** – Алтай, **Ба** – Башкортостан, **Бу** – Бурятия, **Да** – Дагестан, **Ин** – Ингушетия, **КБ** – Кабардино-Балкария, **РК** – Калмыкия, **КЧ** – Карачаево-Черкессия, **Кл** – Карелия, **Ко** – Коми, **Кр** – Крым, **МЭ** – Марий Эл, **Мо** – Мордовия, **Як** – Саха (Якутия), **СО** – Северная Осетия – Алания, **Та** – Татарстан, **Ты** – Тыва, **Уд** – Удмуртия, **Ха** – Хакасия, **Че** – Чечня, **Чу** – Чувашия;

Края: **АК** – Алтайский, **ЗК** – Забайкальский, **Кт** – Камчатский, **КК** – Краснодарский, **Кс** – Красноярский,

Пе – Пермский, **ПК** – Приморский, **Ст** – Ставропольский, **ХК** – Хабаровский;

Области: **Ам** – Амурская, **Ар** – Архангельская, **Ас** – Астраханская, **Бе** – Белгородская, **Бр** – Брянская, **Вл** – Владимирская, **Вг** – Волгоградская, **Во** – Вологодская, **Вр** – Воронежская, **Ив** – Ивановская, **Ир** – Иркутская (юг), **Ка** – Калининградская, **Кж** – Калужская, **Ке** – Кемеровская (Кузбасс), **Ки** – Кировская, **Км** – Костромская, **Кг** – Курганская, **Ку** – Курская, **Ле** – Ленинградская, **Ли** – Липецкая, **Ма** – Магаданская, **Мс** – Московская, **Му** – Мурманская, **Ни** – Нижегородская, **Нг** – Новгородская, **Нв** – Новосибирская, **Ом** – Омская, **Он** – Оренбургская, **Ор** – Орловская, **Пз** – Пензенская, **Пс** – Псковская, **Ро** – Ростовская, **Ря** – Рязанская, **Са** – Саратовская, **Сл** – Смоленская, **См** – Самарская, **Сх** – Сахалинская, **Св** – Свердловская, **Тб** – Тамбовская, **Тв** – Тверская, **То** – Томская, **Ту** – Тульская,

Тю – Тюменская, **Ул** – Ульяновская, **Чл** – Челябинская, **Яр** – Ярославская;

Автономные округа: **НА** – Ненецкий, **ХМ** – Ханты-Мансийский — Югра; **ЧА** – Чукотский, **ЯН** – Ямало-Ненецкий;

Автономная область: **ЕА** – Еврейская;

Федеральные округа: **Д** – Дальневосточный, **П** – Приволжский, **СЗ** – Северо-Западный, **СК** – Северо-Кавказский, **С** – Сибирский, **У** – Уральский, **Ц** – Центральный, **Ю** – Южный.

Другие сокращения: **ЗИН** – коллекция Зоологического института РАН (Санкт-Петербург), **ВИЗР** – коллекция Всероссийского института защиты растений РАН (Санкт-Петербург), **ИнфРосс.** – информация филиалов Россельхозцентра.

Этикеточные данные коллекционного материала в целях экономии места не приводятся.

Результаты и обсуждение

Распространение *E. austriaca* на территории России (Рис. 2)

СЗ: Ка (Lukashuk, 1997), ?Ле (ЗИН); **Ц:** Сл*, Бр*, Кж (Бианки, Кириченко, 1923), Мс (Пучков, 1961), Вл*, Ив*, Ку (ЗИН), Ор*, Ту (ЗИН), Ря (ЗИН), Бе (ЗИН), Вр (ЗИН), Ли (ЗИН), Тб (ЗИН); **П:** Пз (Кириченко, 1951), Мо (Плавильщиков, 1964), Ни (ЗИН), Чу (Васильева, 1967), Ул (ЗИН), МЭ*, Ки (ЗИН), Та*, Уд*, Са (ЗИН), См (ЗИН), Он (ЗИН), Ба (ЗИН); **Ю:** Кр (ЗИН), КК*, Ад*, Ро (ЗИН), Вг (ЗИН), РК*, Ас (ЗИН); **СК:** КЧ*, Ст (ЗИН), КБ*, СО*, Ин*, Че (ЗИН), Да (Кириченко, 1918); **У:** Чл*, Кг (Балахонова, 1998).

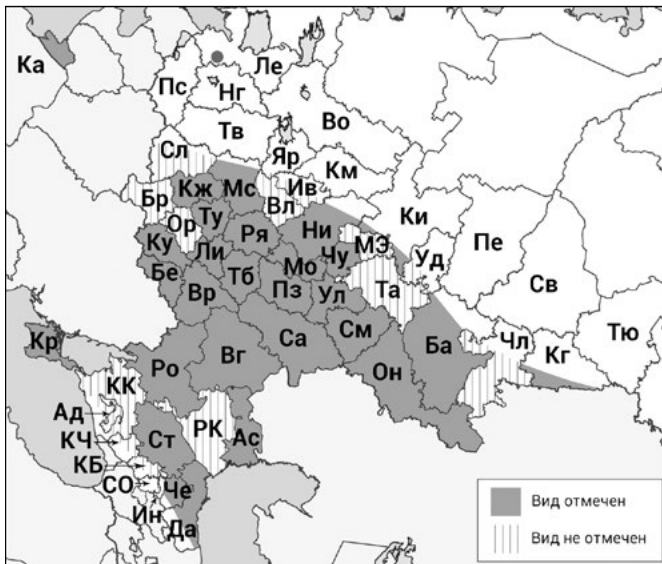


Рис. 2. Карта распространения *Eurygaster austriaca* на территории России

Обсуждение. В России *E. austriaca* широко распространена в европейской части – от республик Северного

Кавказа на юге до Калужской (Бианки, Кириченко, 1923), Московской и Нижегородской областей (Пучков, 1961) на северной границе ареала. В коллекции ЗИН имеются экземпляры из Кировской области (Малмыжский район). Вид указан из Чувашии (Васильева, 1967, 1970). Исходя из вышеперечисленного и того факта, что *E. austriaca* отмечен в Беларуси (Пучков, 1961; Göllner-Scheiding, 2006; Lukashuk, 1997) и Литве (Lukashuk, 1997), вполне вероятно, что австрийская черепашка может встречаться в Смоленской, Владимирской и Ивановской областях, а также в республиках Марий-Эл, Татарстан и Удмуртия. Согласно коллекции ЗИН, самые восточные находки этого вида – Альшеевский, Белебеевский и Стерлитамакский районы Башкирии. Балахоновой (1998) *E. austriaca* указан из Курганской области. Поэтому этот вид может быть встречен также и в Челябинской области.

Таким образом, согласно вышеперечисленным указаниями, северная граница распространения *E. austriaca* проведена здесь гораздо севернее, чем на карте, которая дана в Агроатласе (Берим, Саулич, 2006). Там северная граница ареала проходит намного южнее – через Курскую, Тамбовскую и Пензенскую области.

Кроме этого, отмеченная на карте в Агроатласе зона распространения *E. austriaca* в северо-восточной части Казахстана, в Туркменистане, Узбекистане, Киргизии и Таджикистане пока не подтверждена коллекционным материалом и литературными данными.

В коллекции ЗИН хранится экземпляр (самка) с этикеткой «Лужский район, 1913, С. Соловьёв». Такая находка на территории современного Лужского района Ленинградской области кажется весьма странной. Возможно, это случайный занос или ошибочное этикетирование.

Распространение *E. dilaticollis* на территории России (Рис. 3)

Ц: Ку*, Бе*, Ор*, Ли*, Вр*, Тб*; **П:** Пз*, Са*, Ул*, См*, Та*, Ки (ЗИН), Он*, Ба (ЗИН); **Ю:** Кр (ЗИН), КК (ЗИН), Ад*, Ро*, Вг (ЗИН), РК*, Ас*; **СК:** КЧ*, Ст (ЗИН), КБ*, СО*, Ин*, Че*, Да (ЗИН); **У:** Чл (ЗИН), Кг*, Тю*; **С:** Ом (Канукова, Vinokurov, 2009), То (Петрова, 1975), Нв

(Петрова, 1975), АК (ЗИН), Ке (ЗИН), Ал (Петрова, 1975), Ха (Кулик, 1965), Кс (ЗИН), Ты (ЗИН), Ир (ЗИН), Бу*.

Обсуждение. На карте распространения *E. dilaticollis* (Рис. 3) нанесены точки сборов согласно этикеточным данным материала коллекции ЗИН и литературным указаниями. Заливка косой штриховкой применена с допущением:

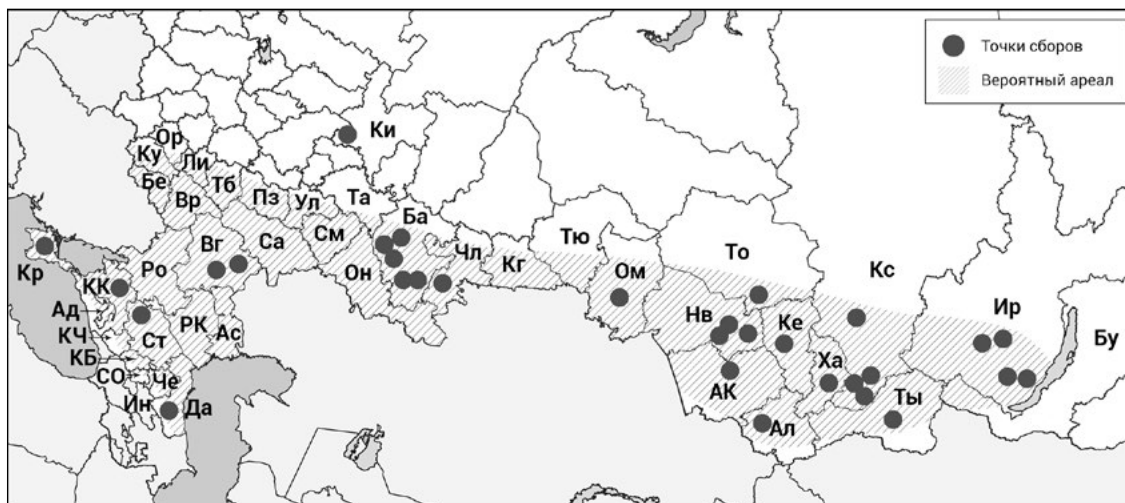


Рис. 3. Карта распространения *Eurygaster dilaticollis* на территории России

поскольку это степной ксерофильный вид, связанный с целинными участками, то он может встречаться в Западной и Центральной Палеарктике по всей степной зоне, а также на сухих предгорных лугах и горных степях. Есть упоминание, что широкоспинная черепашка встречается во влажных местах на луговой растительности (Пучков,

1961). На карте несколько особняком стоит указание из Кировской области (Яранск). Ареал этого вида в Сибири вполне может быть дизъюнктивный, как это изображено на карте в работе Сыромятникова и др. (Syromyatnikov et al., 2017), поскольку в Южной Сибири остепнённые территории встречаются локально.

Распространение *E. integriceps* на территории России (Рис. 4)

Ц: Бр (ИнфРосс.), Ку (Пучков, 1961), Ор*, Ту (Говоров и др., 2017), Ли (Пучков, 1961), Ря (ИнфРосс.), Бе (ВИЗР), Вр (ЗИН), Тб (Пучков, 1961); **П:** Пз (ИнфРосс.), Мо (ИнфРосс.), Ни (ИнфРосс.), Чу (ИнфРосс.), МЭ (Пайкин, 1969), Ки (Говоров и др., 2017), Та (Говоров и др., 2017), Уд (Пайкин, 1969), Са (ЗИН), Ул (ЗИН), См (ЗИН), Он (ЗИН), Ба (ИнфРосс.); **Ю:** Кр (ЗИН), КК (ЗИН), Ад (ИнфРосс.), Ро (ЗИН), Вг (ЗИН), РК (ИнфРосс.), Ас*; **СК:** КЧ (ИнфРосс.), Ст (ЗИН), КБ (ИнфРосс.), СО (ЗИН), Ин (Говоров и др., 2017), Че (ЗИН), Да (ЗИН); **У:** Чл (Говоров и др., 2017), Кг (Балахонова, 1998).

сегодняшний день обширные подтверждённые данные о распространении этого вида.

Северная и восточная границы ареала проходят через Брянскую, Тульскую, Рязанскую (юг), Нижегородскую области, Республику Марий-Эл, северные районы Башкортостана (информация Россельхозцентра), Челябинскую область (Кизильский, Чесменский и Еткульский районы; Говоров и др., 2017) и Курганскую область (Целинный район; Балахонова, 1998; Говоров и др., 2017). Согласно сообщениям Россельхозцентра вредная черепашка встречается на полях с пшеницей в Брянской области. Таким образом, *E. integriceps* вполне можно встретить в Орловской области. Такое предположение ранее сделали Доронина и Макарова (1976), однако материала оттуда пока нет.

Абсолютно чётко северную границу провести невозможно, поскольку ареал может локально менять свои границы в силу разных причин. Так, В.Г. Пучков сделал вывод, что область распространения вредной черепашки может изменяться в зависимости от фазы динамики численности (Пучков, 1961). О том, что в последние десятилетия наблюдается устойчивое расширение ареала на север и восток говорится в работе Павлюшина и др., (2005), что, в числе прочего, связано с современным распределением площадей с посевами пшеницы (Рухович и др., 2003а, 2003б; Терехина, 2003а, 2003б) и потеплением климата. Глобальные изменения климата, без сомнения, один из важнейших факторов изменения ареалов видов, но эти изменения сложно спрогнозировать.

Таким образом, все указания севернее обозначенной границы (например, из Калужской, Московской и Свердловской областей; Говоров и др., 2017, 2019) нуждаются в проверке и мониторинге.

К сообщениям о находках *E. integriceps* восточнее Курганской области следует относиться с большой осторожностью. Указания вредной черепашки из Алтайского края, Кемеровской области и Хакасии (Говоров и др., 2017, 2018,

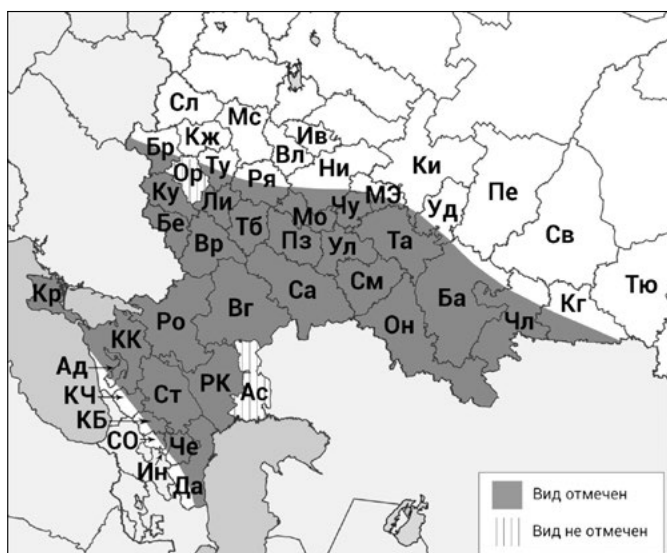


Рис. 4. Карта распространения *Eurygaster integriceps* на территории России

Обсуждение. В данной работе карта распространения вредной черепашки *E. integriceps* на территории РФ дана без выделения зон вредоносности. Эти зоны приведены в работах Нейморовца и др. (2006), а также Павлюшина и др. (2010). На карту нанесены все имеющиеся на

2019), а также из Красноярского края (Говоров и др., 2019), по всей видимости, ошибочны. Скорей всего, в указанных публикациях, речь идет о *E. maura* или *E. testudinaria*. В работе Капусткиной и Нефёдовой (2015) ошибочно указан

E. integriceps из Алтайского края. Я изучил весь материал, использованный при написании указанной работы (более 500 экз.). Подавляющее большинство экземпляров относится к *E. maura* и единично к *E. testudinaria*.

Распространение *E. laeviuscula* на территории России (Рис. 5)

С: Ты (Кужугет, 2010), Ир (ЗИН); Д: Бу*, ЗК*, Ам, ХК (Канюкова, 1988), ЕА*, ПК (ЗИН).

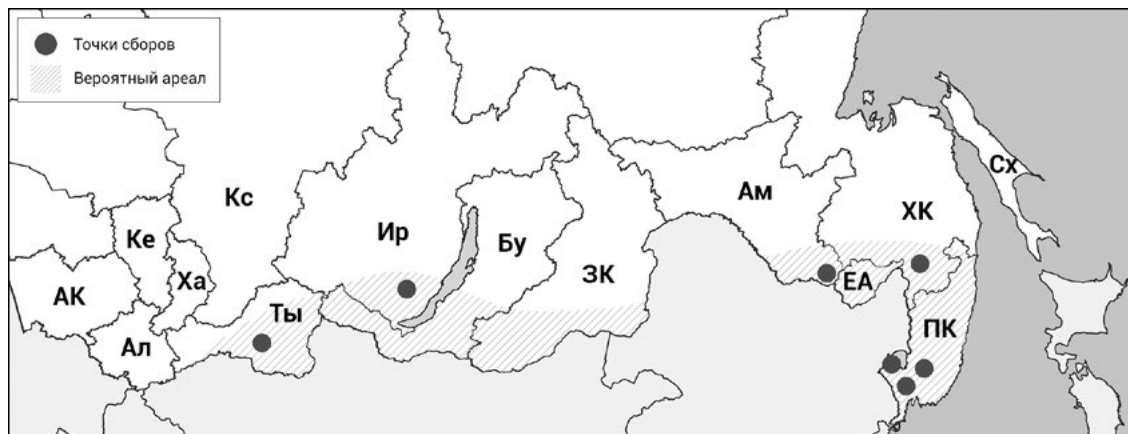


Рис. 5. Карта распространения *Eurygaster laeviuscula* на территории России

Обсуждение. Косяя штриховка лишь приблизительно показывает вероятный ареал вида на территории России. Имеется очень мало фактического материала, чтобы делать более конкретные выводы относительно распространения

этого вида. За пределами России вид встречается в Монголии, северных и северо-восточных районах Китая и КНДР (Винокуров и др., 2010; Göllner-Scheiding 2006).

Распространение *E. maura* на территории России (Рис. 6)

СЗ: Ка (Lukashuk, 1997), Пс*, Нг (Бианки, 1906); Ц: Тв (Бианки, 1906), Сл (Бианки, Кириченко, 1923), Мс (Бианки, Кириченко, 1923), Яр (Бианки, Кириченко, 1923), Вл*, Ив*, Бр (ЗИН), Кж (Бианки, Кириченко, 1923), Ор (ЗИН), Ту (Бианки, Кириченко, 1923), Ря (ЗИН), Ку (ЗИН), Бе (ЗИН), Вр (ЗИН), Ли (Лычковская, 2016), Тб (ЗИН); П: Пз (ЗИН), Мо (Плавильщиков, 1964), Ни (ЗИН), Чу (Васильева, 1967), Ул (ЗИН), МЭ (ЗИН), Ки (ЗИН), Та (Бианки,

Кириченко, 1923), Уд (ЗИН), Са (ЗИН), См (ЗИН), Он (ЗИН), Ба (ЗИН), Пе (Козьминых, 2016); Ю: Кр (ЗИН), КК (ЗИН), Ад (ЗИН), Ро (Кириченко, 1918), Вг (Яковлев, 1874), РК*, Ас (Яковлев, 1874); СК: КЧ (ЗИН), Ст (ЗИН), КБ (Кириченко, 1918), СО (Бусарова, Комаров, 2018) Ин*, Че*, Да (ЗИН); У: Св (Колосов, 1925), Чл (Колосов, 1925), Кг (ЗИН); С: Ом (ВИЗР), Нв (Петрова, 1975), АК (ВИЗР), Ке (Золотарёв, 2003), Ал (Петрова, 1975), Ха*, Кс*, Ты*.

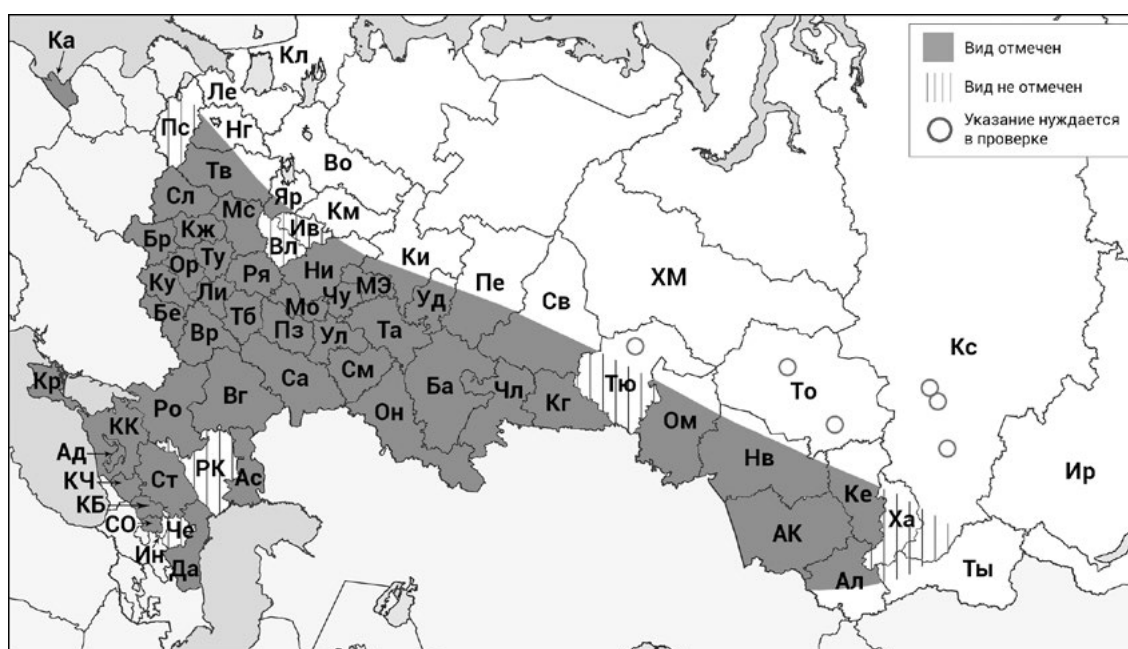


Рис. 6. Карта распространения *Eurygaster maura* на территории России

Обсуждение. Карта распространения *E. maura* на территории РФ (Рис. 6) дана без выделения зон вредности, которые приведены в работе Нейморовца и др. (2008). Вид встречается на юге Швеции (Anonymous, 2019; Coulianos, Ossiannilsson, 1976) и на юге Эстонии (Coulianos, 2005). Он приводится для Финляндии (Göller-Scheiding, 2006), по всей видимости, на основании работ Линнавуори (Linnavuori, 1949, 1967), который определил имеющуюся у него самку с Аландских островов как *E. maura*. Позднее Ламмес (Lammes, 1992) изучил эту самку и определил её как *E. testudinaria*; этим автором был также изучен весь материал юго-западной Финляндии из музеев Турку и Хельсинки, и весь этот материал был определён как *E. testudinaria*. Ринтала и Ринне (Rintala & Rinne, 2011) также не подтверждают факт нахождения *E. maura* в Финляндии. Учитывая всё вышесказанное и принимая во внимание, что вид был указан для Ярославской области (Пучков, 1961) и на границе Новгородской и Тверской областей (Валдайский уезд; Бианки, 1906), можно ожидать его нахождения в Псковской области. В Нижегородской области *E. maura* известен из Арзамасского района (ЗИН), но, по всей видимости, он может встречаться и в более северных районах этой области. В Кировской области вид отмечен в Малмыжском районе (ЗИН). Маврская черепашка встречается в Удмуртии (Алнашский район, ЗИН) и Пермском крае (Козьминых, 2016). Поскольку *E. maura* известен с юга Свердловской области (Алтынай, Колосов, 1925), из Лебяжьевского района Курганской области (ЗИН), а также из Омского района Омской области (ВИЗР), то этот вид вполне может обитать и в Тюменской области. *E. maura* указан Петровой (1975) из Новосибирской области (Новосибирск, Ордынское, Чингисы) и Золотарёвым (2003) из окрестностей Кемерово. К более восточным указаниям этого вида следует относиться осторожно. Можно ожидать находок маврской черепашки в Хакасии, на юге Красноярского края и на северо-западе Тывы. Указания Петровой

(1975) из Томской области (Коломино, Каргасок), на мой взгляд, нуждаются в проверке.

На приведённой здесь карте северная граница распространения вида в Западной Сибири проведена выше, чем на карте, ранее опубликованной Нейморовцем и др. (2008). Там северная граница проходит по югу Алтайского края в районе г. Белокуриха. Однако в последнее время *E. maura* стал массовым на посевах пшеницы в окрестностях Барнаула. Вполне вероятно нахождение маврской черепашки в окрестностях Новосибирска (Петрова, 1975), в чём автор с коллегами раньше сомневался (Нейморовец и др., 2008).

Карта распространения *E. maura*, приведённая в работе Сыромятникова с коллегами (Syromyatnikov et al., 2017), по всей видимости, содержит ошибки. Ни коллекционными материалами, ни литературными указаниями не подтверждён факт нахождения маврской черепашки в Мурманской области.

Указания *E. maura* из окрестностей Санкт-Петербурга (Остен-Сакен, 1857), а также с территориями современных Ленинградской области и Республики Карелия (Oshanin, 1910; Бианки, Кириченко, 1923), по всей видимости, ошибочны и относятся к *E. testudinaria*. В коллекции ЗИН нет ни одного экземпляра *E. maura* с территории современной Ленинградской области. Примечательно, что в последней упомянутой работе *E. testudinaria* отсутствует, указываются только *E. austriaca* и *E. maura*. Это можно объяснить тем, что в начале XX века не было четкого понимания, чем *E. maura* и *E. testudinaria* отличаются друг от друга. Навёл порядок в этом вопросе Чайна (China, 1927), и его номенклатурные уточнения актуальны до сих пор. Указания *E. maura* из окрестностей Тобольска (Самко, 1930), окрестностей Томска (Wnukowsky, 1927) и юга Красноярского края (Енисейск, Анциферово, Минусинск; Lindberg, 1921; Reuter, 1891; Sahlberg, 1878) скорее всего ошибочны, и связано это очевидно с вышеупомянутой причиной. И по этой же причине следует критически относиться к указанию *E. maura* из Валдайского уезда (Бианки, 1906).

Распространение *E. testudinaria* на территории России (Рис. 7)

На территории России этот транспалеарктический вид встречается или может встречаться в подавляющем большинстве субъектов, за исключением Му, НА, ЯН, Ма, ЧА и Кт (Рис. 7):

СЗ: Ка (ЗИН), Пс (ЗИН), Ле (ЗИН), Нг (ЗИН), Кл (Кириченко, 1951), Во (Долганова, 2008), Ар (ЗИН), Ко (Зиновьева, 2007); **Ц:** Сл (Лукашук, 2014), Тв (Кузьмина, 1937), Яр (ЗИН), Бр (ЗИН), Кж (ЗИН), Мс (ЗИН), Вл (Николаева, 2006), Ив*, Км (ЗИН), Ку (ЗИН), Бе (ЗИН), Ор*, Ту (Евсюнин, Дорофеев, 2008), Ли (Лычковская, 2016), Ря (ЗИН), Вр (ЗИН), Тб (ЗИН); **П:** Пз (ЗИН), Мо (Ручин, Николаева, 2008), Ни (ЗИН), Чу (Смирнова, 2015), Ул (ЗИН), МЭ (Матвеев, 2009), Ки (Кириченко, 1951), Та (ЗИН), Уд (Попова, 2004), Пе (Козьминых, 2016), Са (ЗИН), См (ЗИН), Он (ЗИН), Ба (ЗИН); **Ю:** Кр (ЗИН), КК (ЗИН), Ад (ЗИН), Ро (ЗИН), Вг (ЗИН), РК*, Ас (ЗИН); **СК:** КЧ (ЗИН), Ст (ЗИН), КБ (ЗИН), СО (ЗИН), Ин (ЗИН), Че*, Да (ЗИН); **У:** Св (Кириченко, 1951), Чл (Аглямзянов, Лагунов, 1994), Кг (ЗИН), ХМ*, Тю (ЗИН); **С:** Ом*, То (ЗИН), Нв (ЗИН), АК (ЗИН), Ке (ЗИН), Ал (ЗИН), Ха (ЗИН), Кс (ЗИН), Ты (ЗИН), Ир (ЗИН); **Да:** Як (ЗИН), Бу (ЗИН), ЗК (ЗИН), Ам (ЗИН), ХК (ЗИН), ЕА (ЗИН), ПК (ЗИН), Сх (ЗИН).

Обсуждение. Северную границу распространения *E. testudinaria* в европейской части России можно провести следующим образом. На юге Финляндии достоверно встречается только *E. testudinaria* (Rintala & Rinne, 2011). Есть указание *E. maura* с территории современной Карелии (Sahlberg, 1870) к северу от Петрозаводска в окрестностях Сегозера и Маткозера (современные Медвежьегорский и Сегежский районы Республики Карелия). Это указание, без сомнения, относится к *E. testudinaria*. В Архангельской области вид указан из окрестностей Котласа (ЗИН). Влаголюбивая черепашка отмечена на юге Республики Коми (Зиновьева, 2007), самая северная находка в Коми – окрестности Сыктывкара (Седых, 1974). Козьминых (2016) указал *E. testudinaria* для Пермского края (Пермь). К югу от этой линии влаголюбивая черепашка встречается повсеместно. В лесной зоне местами массовый вид (Николаева, 2006).

Самые северные находки в Сибири (ЗИН): Горнослинкино (Уватский район, Тюменская область), Семилужки (Томский район, Томская область), Тюхтет (Тюхтетский район, Красноярский край), Лесосибирск (Красноярский край), Бунбуй (Чунский район, Иркутская область),

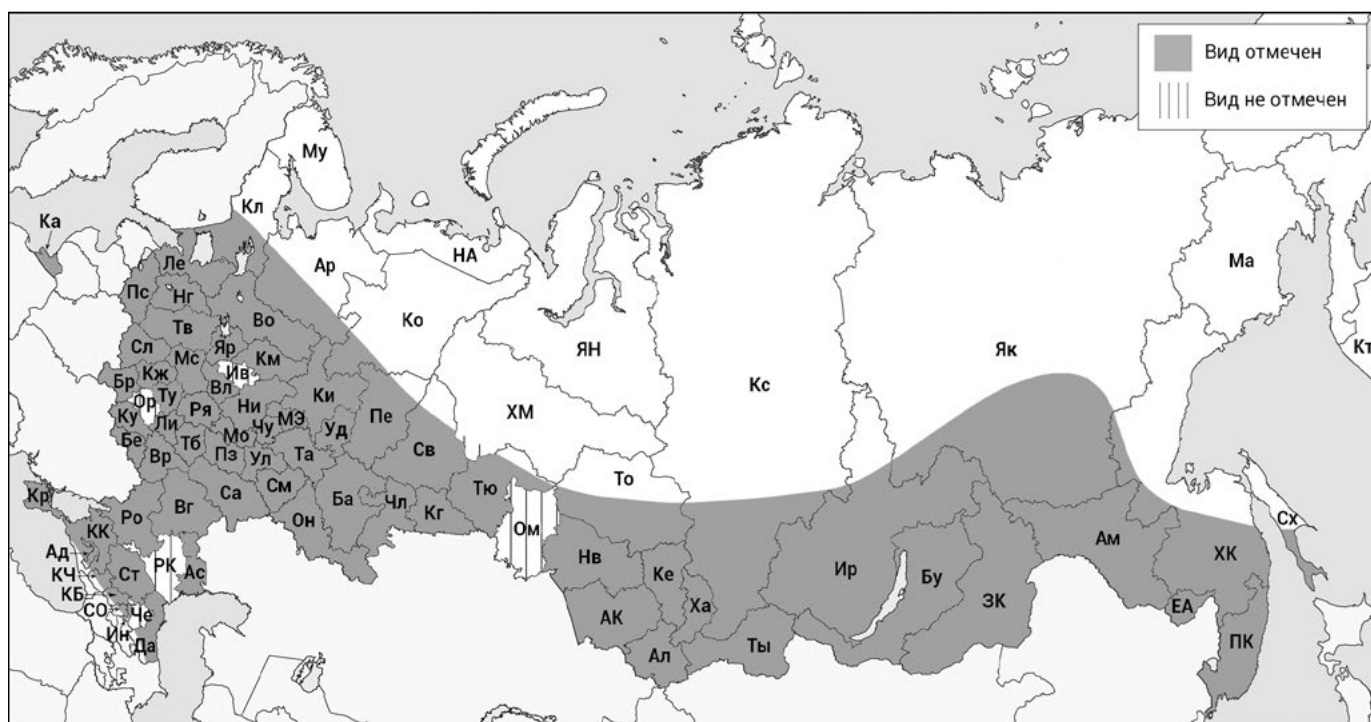


Рис. 7. Карта распространения *Eurygaster testudinaria* на территории России

Киренск (Киренский район, Иркутская область), река Улахан-Ботуобуя (запад Якутии), между Якутском и Амгой, Верхнебуреинский район (Хабаровский край).

В работе Сыромятникова с коллегами (Syromyatnikov et al., 2017) северная граница распространения *E. testudinaria* обозначена гораздо севернее и захватывает Мурманскую и большую часть Архангельской области. Однако нет коллекционных материалов и литературных указаний *E.*

testudinaria севернее Котласа в европейской части России. А также нет более северных указаний для Сибири и Дальнего Востока, чем известные по коллекции ЗИН. Большое сомнение вызывает также и распространение вида на весь Скандинавский полуостров. В Норвегии самая северная находка – побережье губернии Нур-Трёнделаг (Coulianos, 1998), а в Швеции *E. testudinaria* вероятно не встречается севернее Упсалы (Coulianos, Ossiannilsson, 1976).

Выводы

- 1) Обработан обширный коллекционный материал и проанализирован большой объем литературы, в результате составлены более точные карты распространения видов рода *Eurygaster* на территории России.
- 2) Северные и восточные границы отражают лишь имеющийся материал. В ряде случаев его явно недостаточно.
- 3) Большую проблему в установлении границ ареалов создает ошибочная идентификация. Это наиболее характерно для *E. maura* и *E. testudinaria*.
- 4) На примере вредной черепашки область распространения вида может изменяться в зависимости от фазы динамики численности, характера распределения кормовых растений и изменения климата.

Исследование выполнено по Государственному заданию ФГБНУ ВИЗР (проект № 0665-2019-001).

Благодарности. Хочу выразить искреннюю благодарность А.Н. Зиновьевой (Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар) за предоставленные статьи и Д.А. Гапону (Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург) за ценные замечания и помощь в поиске редких публикаций.

Библиографический список (References)

- Аглямзянов РС, Лагунов АВ (1994) Фауна полужесткокрылых Ильменского заповедника (Heteroptera, Insecta). В кн.: Материалы по флоре и фауне Челябинской области. Серия биологическая. Миасс. 3:30–47.
- Алехин ВТ (2002) Вредная черепашка. Приложение к журналу «Защита и карантин растений» 4:26 (65–90)
- Балахонова ВА (1998) Клопы-щитники (Heteroptera: Plataspidae, Cydnidae, Acanthosomatidae, Scutelleridae, Pentatomidae) Южного Зауралья. Автореф. дисс. ... к.б.н. Новосибирск. 22 с.
- Балахонова ВА, Качесова ЮА (1998) Клопы рода *Eurygaster* (Heteroptera, Scutelleridae) фауны Южного Зауралья. Материалы всероссийской конференции «Беспозвоночные животные Южного Зауралья и сопредельных территорий». 14–16 апреля 1998 г. Курган. 47–52
- Берим МН, Саулич МИ (2006) Ареал и зоны вредоносности *Eurygaster austriaca* Schrank. Агроатлас.ru http://www.agroatlas.ru/content/pests/Eurygaster_austriaca/map/index.html (19.08.2019)
- Бянки ЛВ (1906) К фауне Hemiptera–Heteroptera Новгородской губернии. Труды Пресноводной биологической станции Общества естествоиспытателей при С.-Петербургском университете 2:61–64
- Бянки ВЛ, Кириченко АН (1923) Таблицы географического распространения в северной и средней России и прилежащих странах видов настоящих полужесткокрылых, вошедших в определитель. В кн: (ред. Богданов-Катков

- НН) Насекомые полужесткокрылые (Общие черты строения и определительные таблицы). Практическая энтомология. Руководство к практическим занятиям по энтомологии (курс высших учебных заведений). IV. М.-Пг.: Госиздат. 76:243–320
- Бусарова НВ, Комаров ЮЕ (2018) Клопы-щитники (Pentatomoidae: Heteroptera) Республики Северной Осетии-Алании. «Зоологические исследования регионов России и сопредельных территорий» сборник статей по материалам IV Международной научно-практической конференции. Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина. 12–18
- Винокуров НН, Канюкова ЕВ, Голуб ВБ (2010) Каталог полужесткокрылых насекомых (Heteroptera) Азиатской части России. Новосибирск: Наука. 320 с.
- Винокуров НН (1979) Насекомые полужесткокрылые Якутии. Л.: Наука. 232 с.
- Васильева ГП (1967) Материалы по фауне клопов-щитников Чувашской АССР. *Учен. Записки Чувашского гос. пед. ин-та* 23:87–93
- Васильева ГП (1970) Материалы по фауне клопов-щитников Среднего Поволжья. *Учен. Записки Чувашского гос. пед. ин-та* 31:142–147
- Векторная карта России с Крымом (2000–2019) https://demiart.ru/download/russia_crimea_map.jpg (5.11.2019)
- Зиновьева АН (2007) К познанию фауны наземных полужесткокрылых (Heteroptera) подзоны средней тайги Республики Коми. *Тр. Коми научного центра УрО РАН. Беспозвоночные Европейского Северо-Востока России* 183:144–182
- Зиновьева АН (2019) Полужесткокрылые надсемейства Pentatomoidea (Heteroptera: Pentatomomorpha) северо-востока европейской части России. *Полевой журнал биолога* 1(4):164–178
- Зиновьева АН, Целищева ЛГ (2014) К фауне полужесткокрылых (Heteroptera) Заповедника «Нургуш». Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем. Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Т. 1. Киров: Веси. 222–227
- Золотарёв ДА (2003) Фауна полужесткокрылых Кемеровского района Кемеровской области. *Труды Кемеровского отделения РЭО. Энтомологические исследования в Кузнецко-Салаирской горной области* 1: 47–50
- Говоров ДН, Живых АВ, Ипатов НВ, Новосёлов ЕС и др (2017) Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2016 году и прогноз развития вредных объектов в 2017 году. М.: Россельхозцентр. 881 с.
- Говоров ДН, Живых АВ, Новосёлов ЕС, Шабельникова АА и др (2018) Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2017 году и прогноз развития вредных объектов в 2018 году. М.: Россельхозцентр. 978 с.
- Говоров ДН, Живых АВ, Новосёлов ЕС, Шабельникова АА и др (2019) Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2018 году и прогноз развития вредных объектов в 2019 году. М.: Россельхозцентр. 900 с.
- Долганова М. Н. (2008) Отряд клопы (полужесткокрылые) – Hemiptera. В кн.: (ред. Белова ЮН, Шабунов АА) Разнообразие насекомых Вологодской области: 26–47 <https://www.booksite.ru/fulltext/natural/nasekom/text.pdf> (18.11.2019)
- Доронина ГМ, Макарова ЛА (1976) Зональные особенности динамики численности вредной черепашки и их моделирование. *Труды ВИЗР* 50:76–102
- Евсюнин АА, Дорофеев ЮВ (2008) Аннотированный список видов полужесткокрылых (Hemiptera) Тульской области. Исследования природы Тульской области и сопредельных территорий: сборник научных трудов. Тула: Гриф и К. 1:13–35
- Канюкова ЕВ (1988) Сем. Scutelleridae. В кн.: (ред. Лер ПА) Определитель насекомых Дальнего Востока СССР. Т. 2. Равнокрылые и полужесткокрылые. Л.: Наука. 918–919
- Капусткина АВ, Нефёдова ЛИ (2015) Внутривидовая структура локальных популяций вредной черепашки в Алтайском крае. *Вестник защиты растений* 3(85):30–33
- Кириченко АН (1915) Список полужесткокрылых (Hemiptera–Heteroptera), собранных В.А. Кизерицким в Области Войска Донского. *Русское энтомологическое обозрение*. 15 (3):320–326
- Кириченко АН (1918) Полужесткокрылые (Hemiptera–Heteroptera) Кавказского края I. Записки Кавказского Музея. А(6):i–iv, 177 с.
- Кириченко А.Н. (1951) Настоящие полужесткокрылые европейской части СССР (Hemiptera). М.-Л.: Изд-во АН СССР. 423 с.
- Колосов ЮМ (1925) Материалы к познанию энтомофауны Урала. XI. Третье дополнение к списку полужесткокрылых (Hemiptera–Heteroptera). *Известия Уральского политехн. ин-та* 4:185–192
- Козьминых ВО (2016) Полужесткокрылые насекомые (Insecta, Heteroptera) некоторых заповедных и охраняемых территорий Пермского края. Наука вчера, сегодня, завтра. Сборник статей по материалам XLI международной научно-практической конференции. Декабрь 2016 г. Часть I. Новосибирск. 12(34):11–28
- Кузьмина ЕГ (1937) К фауне Hemiptera–Heteroptera Центрального Лесного государственного заповедника. *Труды Центрального Лесного государственного заповедника* 2: 209–221
- Кужугет СВ (2010) Фауна наземных полужесткокрылых (Insecta, Heteroptera) Тувы. Материалы VIII межрегионального совещания энтомологов Сибири и Дальнего Востока с участием зарубежных учёных «Энтомологические исследования в Северной Азии». 4–7 октября 2010 г. Новосибирск. 121–122
- Кужугет СВ, Винокуров НН (2016) Новые данные о фауне полужесткокрылых (Heteroptera) Тувы и юга Красноярского края. *Евразийский энтомологический журнал* 15(2):120–126
- Кулик СА (1965) Клопы-щитники (Heteroptera, Pentatomidae) Восточной Сибири и Дальнего Востока. *Acta faunistica entomologica Musei Nationalis Pragae*. 10(93):139–161
- Лукашук АО (2014) Дополнительные данные по энтомофауне (Odonata, Orthoptera, Heteroptera) Национального парка «Смоленское Поозерье». Творческое наследие Н.М. Пржевальского и современность. Четвертые международные научные чтения памяти Н.М. Пржевальского: материалы конференции (Смоленск–Бакланово. 30 октября – 1 ноября 2014 г.). Смоленск: Маджента. 208–210.

- Лычковская ИЮ (2016) Материалы к фауне полужесткокрылых (Heteroptera) памятников природы Липецкой области. Проблемы сохранения биологического разнообразия Центрально-Черноземного региона. Сборник научных работ. Липецк. 17-22
- Матвеев ВА (2009) Видовой состав полужесткокрылых насекомых (Insecta, Heteroptera) Республики Марий Эл. *Научные труды заповедника «Большая Кокшага»* 4:247–263
- Нейморовец ВВ (2008) Особенности определения клопов-черепашек европейской части России в полевых условиях. *Защита и карантин растений* 10:34–35
- Нейморовец ВВ, Гричанов ИЯ, Овсянникова ЕИ, Саулич МИ (2006) Ареала и зоны вредоносности вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Puton (Heteroptera, Scutelleridae). *Вестник защиты растений* 4:27–31
- Нейморовец ВВ, Берим МН, Саулич МИ (2008) Ареал и зоны вредоносности клопа маврская черепашка *Eurygaster maura* (L.) (Heteroptera, Scutelleridae). *Вестник защиты растений* 2:64–67
- Николаева АМ (2006) Полужесткокрылые Мещёрской низины. *Труды Окского государственного природного биосферного заповедника* 25: 1–231.
- Николаева АМ, Ручин АБ, Семишин ГБ (2018) Дополнительные сведения по фауне полужесткокрылых насекомых республики Мордовия. *Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г. Смидовича* 20:112–127
- Остен-Сакен РР (1857) Очерк современного состояния познания энтомологической фауны окрестностей С. Петербурга. Окончание. *Журнал народного просвещения. Отделение II* 96:243–306
- Павлюшин ВА, Вилкова НА, Фасулати СР, Нефёдова ЛИ и др (2005) Адаптивные процессы у адвентивных видов фитофагов в условиях агроценозов. Второй Всероссийский съезд по защите растений. СПб, 5-10 декабря 2005. Фитосанитарное оздоровление экосистем. Часть 2. 547–550
- Павлюшин ВА, Фасулати СР, Вилкова НА, Сухорученко ГИ и др (2008) Антропогенная трансформация агроэкосистем и ее фитосанитарные последствия. СПб.: ВИЗР, РЭО. 120 с.
- Павлюшин ВА, Вилкова НА, Сухорученко ГИ, Нефёдова ЛИ (2010) Вредная черепашка: распространение, вредоносность, методы контроля. *Приложение к журналу «Защита и карантин растений»* 1:54(2)–84(32)
- Павлюшин ВА, Вилкова НА, Сухорученко ГИ, Нефёдова ЛИ, Капусткина АВ (2015) Вредная черепашка и другие хлебные клопы. СПб.: ВИЗР. 170 с.
- Пайкин ДМ (1969) Вредная черепашка. Л.: Колос. 120 с.
- Петрова ВП (1975) Щитники Западной Сибири (Hemiptera, Pentatomoidea). Новосибирск. 237 с.
- Плавильщиков НН (1964) Список видов насекомых, найденных на территории Мордовского государственного заповедника. *Труды Мордовского государственного заповедника имени П.Г. Смидовича* (2):105–134
- Погорелов МН (1965) Динамика развития и видовой состав хлебных клопов в восточной зоне Харьковской области в 1964 году. *Труды Харьковского СХИ* 6:11
- Попова НЮ (2004) Клопы-щитники в коллекциях национального музея Удмуртской Республики. *Вестник Удмуртского университета* 10: 254–259
- Пучков ВГ (1961) Щитники. Фауна Украины. Т.21(1). Київ: АН УРСР. 338 с.
- Пучков ВГ (1972) Hemiptera (Heteroptera) – полужесткокрылые. В кн.: Крыжановский ОЛ, Данциг ЕМ (ред) Насекомые и клещи вредители сельскохозяйственных культур. Т.1. Л.: Наука: 222-262
- Рабочая группа ВИЗР (2010) Перечень особо опасных для продукции растительного происхождения вредных организмов. *Вестник защиты растений* 4:73–75
- Рухович ДИ, Королева ИЕ, Вильчевская ЕВ (2003а) Зона возделывания пшеницы мягкой яровой. Агроатлас. ру http://www.agroatlas.ru/ru/content/cultural/Triticum_aestivum_spring_K/map/index.html (20.11.2019)
- Рухович ДИ, Королева ИЕ, Вильчевская ЕВ (2003б) Зона возделывания пшеницы мягкой озимой. Агроатлас. ру http://www.agroatlas.ru/ru/content/cultural/Triticum_aestivum_winter_K/map/index.html (20.11.2019)
- Ручин АБ, Николаева АМ (2008) Предварительный список клопов (Insecta, Heteroptera) Республики Мордовия: краткий обзор литературы и современные данные. *Вестник Мордовского университета* 2: 59–64
- Сагитов АО, Исмухамбетов ЖД (2004). Справочник по защите растений. Алматы: РОНД. 320 с.
- Самко КП (1930) К познанию энтомофауны Тобольского округа. *Изв. Зап.-Сиб. Геогр. о-ва* 7:3–17
- Седых КФ (1974) Животный мир Коми АССР. Беспозвоночные. Сыктывкар: Коми книж. изд-во. 192 с.
- Смирнова НВ (2015) Фауна цикадовых и клопов некоторых особо охраняемых природных территорий Чувашской республики. *Научные труды государственного природного заповедника «Присурский»* (30)1:234–238
- Тарануха МД (1952) Хлебные клопы в лесах и лесополосах. *Труды АН Укр. ССР* 4:67–79
- Терехина НВ (2003а) Ареал пшеницы твердой яровой (*Triticum durum* Desf.). Агроатлас.ру http://www.agroatlas.ru/en/content/cultural/Triticum_durum_spring_K/map/index.html (20.11.2019)
- Терехина НВ (2003б) Ареал пшеницы твердой озимой (*Triticum durum* Desf.). Агроатлас.ру http://www.agroatlas.ru/ru/content/cultural/Triticum_durum_winter_K/map/index.html (20.11.2019)
- Яковлев ВЕ (1874) Hemiptera–Heteroptera Астраханского края. *Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou* 48(2):218–277
- Яковлев ВЕ (1874) Материалы для энтомологической фауны европейской России. Заметки о географическом распространении некоторых Hemiptera–Heteroptera, по материалам собранным в 1872 году. *Труды Русского энтомологического общества* 8(1):46–82
- Яковлев ВЕ (1884) Полужесткокрылые Астраханского края. *Труды Русского энтомологического общества* 18:140–243
- Aja S, Pérez G, Rosell CM (2004) Wheat damage by *Aelia* spp. and *Erygaster* spp.: effects on gluten and water-soluble compounds released by gluten hydrolysis. *J Cereal Sci* 39(2):187–193. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2003.10.001>
- Anonymous. *Eurygaster maura*. Artfakta.se. <https://artfakta.se/artbestamning/taxon/100961> (21.11.2019).
- Benedek P (1971) Differences in the seasonal activity of central European cereal bugs concerning their population dynamics and origin. *J Appl Entomol* 1–4:246–255. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1971.tb02119.x>

- China WE (1927) *Eurygaster testudinaria* (Geoffroy), an addition to the list of British Heteroptera with notes on the nomenclature of *E. maura* (L.), *E. borealis* Péneau, and *E. meridionalis* Péneau. *Entomol Mon Mag* 63:251–254
- Coulianos C-C (1998) Annotated Catalogue of the Hemiptera–Heteroptera of Norway. *Fauna Nor Ser B* 45:11–40
- Coulianos C-C (2005) Annotated checklist and distribution of the true bugs (Hemiptera–Heteroptera) of Estonia. *Proc Estonian Acad Sci. Biol ecol* 54(2):136–165
- Coulianos C-C, Ossiannilsson F (1976) Catalogus Insectorum Sueciae. Hemiptera–Heteroptera. 2nd Ed. *Entomol Tidskr* 97:135–173
- Göllner-Scheiding U (2006) Family Scutelleridae Leach, 1815. In: Aukema B, Rieger C (eds) Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region 5. Pentatomomorpha II. Amsterdam: The Netherlands Entomological Society. 190–227
- Gul A, Cuma A, Mithat D (2006) Sunn pest control policies and effect of Sunn pest damage on wheat quality and price in Turkey. *Qual Quant* 40:469–480. <http://dx.doi.org/10.1007/s11135-005-1096-3>
- Kanyukova EV, Vinokurov NN (2009) New data to shield-bugs with notes of its distribution in Siberia (Heteroptera: Pentatomoidea). *Prbolemy izucheniya i okhrany zhyvotnogo mira na Severe. Materialy dokladov Vserossiiskoy konfrentsii s mezhdunarodnym uchastiem* [Problems of animals study and protection in the north]. Syktyvkar, 16–20.11.2009. 59–61
- Lammes T (1992) *Eurygaster maurus* (L.) excluded from the fauna of Finland (Heteroptera, Scutelleridae). *Entomol Fenn* 3: 111
- Lindberg H (1921) Über Heteropteren, gesammelt von J. Wuorentaus im Gouvernement Jenisejsk. *Not Entomol* 1: 46–51
- Linnavuori R (1949) Hemipterologisches aus Finnland. No.2. *Eurygaster maura* L. (Het., Pentatomidae), neu flir Finnland. *Ann Entomol Fenn* 15:145–146
- Linnavuori R (1967) Nivelkärsäiset II. Luteet 2. *Suomen Eläimet (Animalia Fennica)* 11:1–232
- Lukashuk AO (1997) Annotated List of the Heteroptera of Belarus and Baltia. St. Petersburg. 45 p.
- Miller RH, Morse JG (1996) Sunn Pests and their Control in the Near East (FAO Plant Production and Protection Paper – 138). Rome: FAO. <http://www.fao.org/3/V9976E/v9976e00.htm#Contents>
- Oshanin B (1910) Verzeichnis der palaearktischen Hemipteren, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verteilung im Russischen Reiche. St. Petersburg. Buchdr. der K. Akademie der wissenschaften 3:1–217
- Paulian F, Popov C (1980) Sunn Pest or cereal bug. In: Hafliger E (ed) *Wheat*. Ciba-Geigy Ltd. 69–74
- Radjabi GH (2000) Ecology of cereals' sunn pest in Iran. *AREO*: 343
- Sahlberg J (1870) Hemiptera Heteroptera samlade under en resa i ryska Karelen sommaren 1866. *Not Sallsk Fauna Fl Fenn Forh* 11: 277–307
- Sahlberg J (1878) Bidrag till nordvästra Sibiriens insectfauna, Hemiptera–Heteroptera insamlade under expeditionerna till Obi och Jenessej 1876 och 1877. *K Sven vetensk akad hand* 16 (4):1–39
- Stamenkovič S (1990) The Suni bugs on small grains in Yugoslavia. *Scopolia. Supplement* 1:113–116
- Syromyatnikov MY, Golub VB, Kokina AV, Soboleva VA, Popov VN (2017) DNA barcoding and morphological analysis for rapid identification of most economically important crop-infesting Sunn pests belonging to *Eurygaster* Laporte, 1833 (Hemiptera, Scutelleridae). *ZooKeys* 706: 51–71. <https://doi.org/10.3897/zookeys.706.13888>
- Reuter OM (1891) Hemiptera–Heteroptera från tracterna kring Säjanska bergskedjan, insamlade af K. Ehnberg och R. Hammarström. *Öfv Finsk Vet Soc Förh* 33: 166–208
- Rintala T, Rinne V (2011) Suomen Luteet [Finnish Bugs]. Helsinki: Tibiale. 352 p. (In Finnish)
- Wnukowsky W (1927) Über die Hemiptera Fauna des Bezirks Tomsk, Nowo-Sibirsk (Nowo-Nikoaewsk) und Atschinsk in West-Sibirien. *Zool Anz* 72 (3–4):110–114

Translation of Russian References

- Aglyamzyanov RS, Lagunov AV (1994) [Hemiptera fauna of Ilmen Reserve (Heteroptera, Insecta)]. *Materialy po flore i faune Cheljabinskoy oblasti* [Materials on the flora and fauna of the Chelyabinsk region. Biological Series]. Miass. 3:30–47 (in Russian)
- Alekhin, V.T. (2002) [The sunn pest *Eurygaster integriceps*]. *Appendix to the journal «Zashchita i karantin rasteniy»* 4: 65–90 (in Russian)
- Balakhonova VA (1998) *Klopy-shchitniki (Heteroptera: Plataspidae, Cydnidae, Acanthosomatidae, Scutelleridae, Pentatomidae) Yuzhnogo Zauralya* [Shield bugs (Heteroptera: Plataspidae, Cydnidae, Acanthosomatidae, Scutelleridae, Pentatomidae) of the South Trans-Urals]. *Abstr. Dr. Biol. Thesis*. Novosibirsk. 22 p. (in Russian)
- Balakhonova VA, Kachesova YuA (1998) *Klopy roda Eurygaster (Heteroptera, Scutelleridae) fauny Yuzhnogo Zauralya* [The true bugs of the genus *Eurygaster* (Heteroptera, Scutelleridae) of fauna of the South Trans-Urals]. *Materialy vsrossiyskoy konferentsii «Bespozvonochnyye zhivotnyye Yuzhnogo Zauralya i sopedelnykh territoriy»*. 14–16 Aprelya 1998 [Materials of the All-Russian Conference “Invertebrate Animals of the South Trans-Urals and adjacent Territories”. April 14–16, 1998]. Kurgan. 47–52 (in Russian)
- Berim MN, Saulich MI (2006) [Distribution and harmfulness zones of *Eurygaster austriaca* Schrank]. http://www.agroatlas.ru/ru/content/pests/Eurygaster_austriaca/map/index.html (19.08.2019)
- Bianki VL (1906) [To the fauna Hemiptera–Heteroptera of Novgorod Province]. *Trudy Presnovodnoy stantsii Obshchestva estestvoispytateley pri S. Peterburgskom universitete* 2:61–64 (in Russian)
- Bianki VL, Kiritshenko AN (1923) *Tablitsi geograficheskogo rasprostraneniya v severnoy i sredney Rossii i prilozhashchikh stranakh vidov nastoyashchikh poluzhestkokrilikh, voshedshikh v opredelitel* [Tables of geographical distribution in northern and central Russia and adjacent countries of species of the true bugs included in the key]. In: Bogdanov-Katkov NN (ed) *Nasecomiye poluzhestkokriliye (Obshchie cherty stroyeniya i opredelitelniye tablitsy)*. *Prakricheskaya entomologia. Rukovodstvo k prakicheskim zanyatiyam po entomologii (kurs vishykh uchebnykh zavedeniy)* [The true bugs (General structural features and keys). Practical Entomology. Guide to practical exercises in entomology

- (course of higher educational institutions)]. IV. Moscow–Petrograd. 76: 243–320 (in Russian)
- Busarova NV, Komarov YuE (2018) [Shield bugs (Pentatomoidae: Heteroptera) of Republic of North Ossetia–Alania]. *Zoologicheskie issledovaniya regionov Rossii i sopredelnykh territoriy. Sbornik statey po materialam IV Mezhdunarodnoy nauchno-praktocheskoy konferentsii (15 aprelya 2018). Nizhegorodskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet im. Minina* [Zoological researches regions of Russia and adjacent territories. Collection of articles on materials IV international scientific and practical conference (15 April 2018). Nizhny Novgorod State Pedagogical University named after K. Minina]. 12–18 (in Russian)
- Govorov DN, Zhivykh AV, Ipatova NV et al (2017) *Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skokhozyaystvennykh kultur v Rossiyskoy Federatsii v 2017 godu i prognoz razvitiya vrednykh obyektov v 2018 godu* [A review of the phytosanitary condition of agricultural crops in the Russian Federation in 2016 and a forecast of the development of harmful objects in 2017]. M.: Russian Agricultural Center. 978 p. (in Russian)
- Govorov DN, Zhivykh AV, Novoselov ES, Shabelnikova AA et al (2018) *Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skokhozyaystvennykh kultur v Rossiyskoy federatsii v 2017 godu I prognoz razvitiya vrednykh obyektov v 2018 godu* [A review of the phytosanitary condition of agricultural crops in the Russian Federation in 2017 and a forecast of the development of harmful objects in 2018]. M.: Russian Agricultural Center. 978 p. (in Russian)
- Govorov DN, Zhivykh AV, Novoselov ES, Shabelnikova AA et al (2019) *Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skokhozyaystvennykh kultur v Rossiyskoy federatsii v 2018 godu I prognoz razvitiya vrednykh obyektov v 2019 godu* [A review of the phytosanitary condition of agricultural crops in the Russian Federation in 2018 and a forecast of the development of harmful objects in 2019]. M.: Russian Agricultural Center. 900 p. (in Russian)
- Dolganova MN (2008) *Otryad klopoy (poluzhestkokrylye) – Hemiptera* [Order Hemiptera]. In: Belova YuN, Shabunov AA (eds) *Raznoobrazie nasekomikh Vologodskoy oblasti* [Diversity of insects of the Vologda region]. 26–27 <https://www.booksite.ru/fulltext/natural/nasekom/text.pdf> (in Russian) (18.11.2019)
- Doronina GM, Makarova LA (1976) [Zonal features of the dynamics of the number of harmful turtles and their modeling]. *Trudy VIZR* 50:76–102 (in Russian)
- Evsyunin AA, Dorofeev YuV (2008) [Annotated list of species of Hemiptera in the Tula region]. *Issledovaniya prirody Tul'skoy oblasti i sopredelnykh territoriy: sbornik nauchnykh trudov* [Studies of the nature of Tula Province and adjacent territories: collection of scientific papers]. Tula: Grif & K. 1:13–35 (in Russian)
- Jakovlev VE (1874) [Hemiptera–Heteroptera of Astrakhan Territory]. *Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou* 48(2):218–277 (in Russian)
- Jakovlev VE (1874) [Materials for the entomological fauna of European Russia. Notes on the geographical distribution of some Hemiptera–Heteroptera, based on materials collected in 1872]. *Trudy Russkogo entomologicheskogo obshchestva* 8(1):46–82 (in Russian)
- Jakovlev VE (1874) [Hemiptera–Heteroptera of Astrakhan Territory]. *Trudy Russkogo entomologicheskogo obshchestva* 18:140–243 (in Russian)
- Kanyukova EV (1988) *Sem. Scutelleridae* [Scutelleridae family]. In Ler PA (ed) *Opredelitel nasekomykh Dalnego Vostoka SSSR. T. 2. Ravnokrylye i poluzhestkokrylye* [Key of insects of the Far East of the USSR II. Homoptera and Heteroptera]. Leningrad: Nauka. 918–919 (in Russian)
- Kapustkina AV, Nefedova LI (2015) [Intraspecific structure of local populations of *Eurygaster integriceps* in Altai Territory]. *Vestnik zashchity rasteniy* [Plant Protection News] 3(85):30–33 (in Russian)
- Kiritshenko AN (1918) [List of Hemiptera–Heteroptera compiled by V.A. Kizeritsky in Province of the Don Cossack Host]. *Russkoye entomologicheskoye obozrenie* 15(3): 320–326 (in Russian)
- Kiritshenko AN (1918) [The true bugs (Hemiptera–Heteroptera) of Caucasus Region I]. *Zapiski Kavkazskogo muzeya* (A) 6: i–iv, 177 p. (in Russian)
- Kiritshenko AN (1951) *Nastoyashchie poluzhestkokrylye Evropeyskoy chasti SSSR* [The true bugs of European part of the USSR (Hemiptera)]. Moscow–Leningrad: USSR Academy of Sciences Publishing House. 423 p. (in Russian)
- Kolosov YuM (1925) [Materials to knowledge of the entomofauna of Urals. XI. Third addition to the list of Hemiptera–Heteroptera]. *Izvestiya Uralskogo politekhnicheskogo Instituta* 4:185–192 (in Russian)
- Kuzhuget SV (2010) *Fauna nazemnykh poluzhestkokrylykh (Insecta, Heteroptera) Tuvy* [Fauna of terrestrial true bugs (Insecta, Heteroptera) of Tuva]. *Materialy VIII mezhhregionalnogo soveshchaniya entomologov Sibiri i Dalnego Vostoka s uchastiyem zarubezhnykh uchenykh «Entomologicheskiye issledovaniya v Severnoy Azii». 4–7 Oktyabrya 2010* [Materials of the VIII interregional meeting of entomologists of Siberia and the Far East with the participation of foreign scientists “Entomological research in North Asia”. October 4–7, 2010]. Novosibirsk. 121–122 (in Russian)
- Kuzhuget SV, Vinokurov NN (2016) [New data on the fauna of the Heteroptera of Tuva and the south of the Krasnoyarskii Krai, Russia]. *Evroaziatskiy Entomologicheskii Zhurnal* 15(2):120–126 (in Russian)
- Kozminykh VO (2016) *Poluzhestkokrylye nasekomye (Insecta, Heteroptera) nekotorykh zapovednykh i okhranyaemykh territoriy Permskogo kraya* [True bugs (Insecta, Heteroptera) at several nature protected territories of the Perm area]. *Nauka vchera, segodnya, zavtra. Sbornik statey po materialam XLI mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Dekabr 2016 g. Chast I.* [Science yesterday, today, tomorrow. Collection of articles on the materials of the XLI international scientific-practical conference. December 2016. Part I]. Novosibirsk. 12(34):11–28 (in Russian)
- Kulik SA (1965) [Shield bugs of the Eastern Siberia and the Far East]. *Acta faunistica entomologica. Musei Nationalis Pragae* 10(93):139–161 (in Russian)
- Kuzmina EG (1937) [To the fauna of Hemiptera–Heteroptera of Central Forest State Reserve]. *Trudy Tsentralnogo Lecnogo Gosudarstvennogo Zapovednika* 2: 209–221
- Lychkovskaya IYu (2016) *Materialy k faune poluzhestkokrylykh (Heteroptera) pamyatnikov prirody Lipetskoy oblasti* [Materials for the fauna of the Heteroptera of the natural monuments of the Lipetsk Region]. *Problemy sokhraneniya*

- biologicheskogo raznoobraziya Tsentralno-Chernozemnogo regiona. Sbornik nauchnykh rabot* [Problems of conservation of biological diversity of the Central Black Earth region. Collection of scientific papers]. Lipetsk. 17–22 (in Russian)
- Lukashuk AO (2014) *Dopolnitelnye dannye po entomofaune (Odonata, Orthoptera, Heteroptera) Natsionalnogo Parka «Smolenskoye Poozerye»* [Additional data on the entomofauna (Odonata, Orthoptera, Heteroptera) of Smolenskoye Poozerye National Park]. *Tvorcheskoe nasledie N.M. Przhevalskogo i sovremennost. Chetvertoe mezhdunarodnye nauchnye chteniya pamyati N.M. Przhevalskogo: materialy konferentsii (Smolensk–Baklanovo. 30 Oktyabrya – 1 Noyabrya, 2014)* [Creative heritage of N.M. Przhevsky and modernity. IVth International Scientific Readings in Memory of N.M. Przhevsky: proceedings of the conference (Smolensk-Baklanovo 30 October – 1 November 2014)]. Smolensk. Magenta. 208–210 (in Russian)
- Matveev VA (2009) [Species composition of Hemipterans (Insecta, Heteroptera) in the Republic of Mari El]. *Nauchnye trudy zapovednika “Bolshaya Kokshaga”* 4:247–263 (in Russian)
- Neimorovets VV (2008) [The features of the identification of species of the genus *Eurygaster* of the European part of Russia in the field]. *Zashchita i karantin rasteniy* 10:34–35 (in Russian)
- Neimorovets VV, Grichanov IYA, Ovsyannikova EI, Saulich MI (2006) [The distribution and harmfulness zones of the sunn pest *Eurygaster integriceps* Puton (Heteroptera, Scutelleridae)]. *Vestnik zashchity rasteniy* [Plant Protection News] 4:27–31 (in Russian)
- Neimorovets VV, Berim MN, Saulich MI (2008) [The distribution and harmfulness zones of *Eurygaster maura* (L.) (Heteroptera, Scutelleridae)]. *Vestnik zashchity rasteniy* [Plant Protection News] 2:64–67 (in Russian)
- Nikolaeva AM (2006) [Heteroptera of Meshchera lowland]. *Trudy Okskogo gosudarstvennogo prirodnogo biosfernogo zapovednika* 25: 1–231 (in Russian)
- Nikolayeva AM, Ruchin AB (2018.) [Additional data on the fauna of the true bugs (Hemiptera: Heteroptera) of the Republic of Mordovia]. *Trudy Mordovskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika imeni P.G. Smidovicha* 30:112–127 (in Russian)
- Osten-Saken RR (1857) [Essay on the current state of knowledge of the entomological fauna of neighborhood of St. Petersburg. Ending]. *Zhurnal narodnogo prosbeshcheniya. Otdelenie II* 96:243–306
- Pavlyushin VA, Vilkova NA, Fasulati SR, Nefedova LI et al. (2005) *Adaptivnye protsessy u adventivnykh vidov fitofagov v usloviyakh agrosenozov* [Adaptive processes in adventitious phytophage species under agrocenoses]. *Vtoroy Vserossiyskiy syezd po zashchite rasteniy. 5–10 Dekabrya 2005. Fitosanitarnoye ozdorovleniye ekosistem. Chast 2* [The 2nd All-Russ. Congr. Plant Protection. December 5-10, 2005. Phytosanitary rehabilitation of ecosystems. Part 2]. St. Petersburg. 547–550 (in Russian)
- Pavlyushin VA, Fasulati SR, Vilkova NA, Sukhoruchenko GI, Nefedova LI (2008) *Antropogennaya transformatsia agroecosistem i ee fitosanitarnye posledstviya* [Anthropogenic transformation of agroecosystems and its phytosanitary consequences]. St. Petersburg: VIZR. Russian Entomological Society. 120 p. (in Russian)
- Pavlyushin VA, Vilkova NA, Sukhoruchenko GI, Nefedova LI, Kapustkina AV (2015) *Vrednaya cherepashka i drugie khlebnye klopoy* [*Eurygaster integriceps* and other sunn pests]. St. Petersburg. 170 p. (in Russian)
- Paykin DM (1960) *Vrednaya cherepashka* [The Sun Pest *Eurygaster integriceps*]. Leningrad: Kolos. 120 p. (in Russian)
- Petrova VP (1975) *Shchitniki Zapadnoy Sibiri (Hemiptera, Pentatomoidea)* [Shield bugs of the Eastern Siberia (Hemiptera, Pentatomoidea)]. Novosibirsk. 237 p. (in Russian)
- Plavilshchikov NN (1964) [List of insect species found in the territory of Mordovian State Reserve]. *Trudy Mordovskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika imeni P.G. Smidovicha* 2:105–134 (in Russian)
- Pogorelov MN (1965) [Dynamics of development and species composition of sunn pests in the eastern zone of Kharkov region in 1964]. *Trudy Kharkovskogo Selskokhozyaystvennogo Instituta* 6:11–12 (in Russian)
- Popova NYu (2004) [Shield bugs in the collections of National Museum of Udmurt Republic]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta* 10: 254–259 (in Russian)
- Putchkov VG (1961) *Shchitniki* [Shield bugs]. *Fauna Ukraini. T.21(1)* [Fauna of Ukraine. Vol.21(1)]. Kiev. 333 p. (In Ukrainian)
- Putchkov VG (1972) [True bugs Hemiptera (Heteroptera)]. In: Kryzhanovskiy OL, Danzig EM (eds), *Nasekomye i kleshchi – vrediteli selskokhozyaystvennykh kultur, T.1* [Insects and ticks pests of agricultural crops. Vol.1]. Leningrad: Nauka. 222–262 (in Russian)
- Ruchin AB, Nikolayeva AM (2008) [Preliminary list of the true bugs (Insecta, Heteroptera) of the Republic of Mordovia: brief review of the literature and modern data]. *Vestnik Mordovskogo universiteta* 2: 59–64 (in Russian)
- Rukhovich DI, Koroleva IE, Vilchevskaya EV (2003a) [Common spring wheat cultivation area]. http://www.agroatlas.ru/en/content/cultural/Triticum_aestivum_spring_K/map/index.html (20.11.2019)
- Rukhovich DI, Koroleva IE, Vilchevskaya EV (2003b) [Common winter wheat cultivation area]. http://www.agroatlas.ru/en/content/cultural/Triticum_aestivum_winter_K/map/index.html (20.11.2019)
- Sagitov AO, Ismukhambetov ZhD (2004). *Spravochnik po zashite rasteniy* [Plant Protection Handbook]. Almaty: ROND. 320 p. (in Russian)
- Samko KP (1930) *K poznaniyu enomofauny Tobolskogo okruga* [To knowledge of entomofauna of Tobolsk District]. *Izvestiya Zapadno-Sibirskogo Geograficheskogo obshchestva* 7:3–17 (in Russian)
- Sedykh KF (1974) *Zhivotny mir Komi ASSR. Bespozvonochnye* [The animal world of the Komi ASSR. Invertebrates]. Syktyvkar: Komi Publishing House. 192 p. (in Russian)
- Smirnova NV (2015) *Fauna tsicadovykh i klopov nekotorykh osobo okhranyaemykh prirodnikh territoriy Chuvashskoy Respubliki* [The Cicadina and Heteroptera fauna in the some protected areas of the Chuvash Republic]. *Nauchnye trudy gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika “Prisurskiy”* 30(1):234–238 (in Russian)

- Taranukha MD (1952) [Sunn pests in forests and forest belts]. *Trudy Akademii Nauk Ukrainской SSR* 4:67–79 (in Russian)
- Terekhina NV (2003a) [The distribution area of Durum wheat, hard wheat (spring crops) (*Triticum durum* Desf.)]. http://www.agroatlas.ru/en/content/cultural/Triticum_durum_spring_K/map/index.html (20.11.2019)
- Terekhina NV (2003b) [The distribution area of Durum wheat, hard wheat winter crops (*Triticum durum* Desf.)]. http://www.agroatlas.ru/ru/content/cultural/Triticum_durum_winter_K/map/index.html (20.11.2019)
- Vasilyeva GP (1967) [Materials on the fauna of shield bugs of the Chuvash Autonomous Soviet Socialist Republic]. *Uchenye Zapiski Chuvashskogo Gos. Ped. Instituta* 23:87–93 (in Russian)
- Vasilyeva GP (1970) [Materials on the fauna of shield bugs of the Middle Volga]. *Uchenye Zapiski Chuvashskogo Gos. Ped. Instituta* 31:142–147 (in Russian)
- Vectornaya karta Rossii s Krymom (2000–2019) [Vector map of Russia with Crimea (2000–2019)]. https://demiart.ru/download/russia_crimea_map.jpg (5.11.2019)
- Vinokurov NN, Kanyukova EV, Golub VB (2010) *Katalog poluzhestkokrylykh nasekomykh (Heteroptera) Aziatskoi chasti Rossii* [Catalogue of the Heteroptera of Asian part of Russia]. Novosibirsk: Nauka. 320 p. (in Russian)
- VIZR working group (2010) [List of pest organisms being highly dangerous to plant production]. *Vestnik zashchity rasteniy* [Plant Protection News] 4:73 (in Russian)
- Vinokurov NN (1979) *Nasekomye poluzhestkokrylye Yakutii* [True bugs of Yakutia]. Leningrad: Nauka. 232 p. (in Russian)
- Zinovyeva AN (2007) [To knowledge of the fauna of the terrestrial true bugs (Heteroptera) of subzone of the middle taiga of Komi Republic]. *Trudy Komi nauchnogo tsentra UrO RAN. Bespozvonochnye Evropeyskogo Severo-Vostoka Rossii* [Invertebrates of the European North-East of Russia] 183:144–182 (in Russian)
- Zinovyeva AN (2019) [Fauna Pentatomoidea (Heteroptera: Pentatomomorpha) of North-East of the European Part of Russia]. *Polevoy zhurnal biologa* [Field Biologist Journal] 1(4):164–178 (in Russian)
- Zinovyeva AN, Tselishcheva LG (2014) *K faune poluzhestkokrylykh (Heteroptera) Zapovednika «Nurgush»*. [To the fauna of Heteroptera of Nurgush Reserve]. *Biodiagnostika sostoyaniya prirodnikh i prirodno-tekhnogennykh sistem. Materialy XII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem* [Biodiagnostics of the state of natural and natural-technogenic systems. Materials of the XII All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation]. Kirov: Vesi. 1: 222–227 (in Russian)
- Zolotarev DA [The fauna of Heteroptera of Kemerovo District of Kemerovo Province]. *Trudy Kemerovskogo otdeleniya REO. Entomologicheskiye issledovaniya v Kuznetsko-Salairskoy gornoy oblasti* [Entomological studies in the Kuznetsk-Salair mountain region] 1: 47–50 (in Russian)

Plant Protection News, 2019, 4(102), p. 36–48

OECD+WoS: 1.06+IY (Entomology)

<http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-4-102-36-48>

Full-text article

DISTRIBUTION OF THE SUNN PESTS FROM THE GENUS *EURYGASTER* (HETEROPTERA: SCUTELLERIDAE) IN RUSSIA

V.V. Neimorovets

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

e-mail: neimorovets@mail.ru

This article contains distribution maps for six species of the genus *Eurygaster* in the Russian Federation, without highlighting their harmfulness zones. The maps are compiled using material from the collections of the Zoological Institute, RAS (St-Petersburg) and All-Russian Institute of Plant Protection (St-Petersburg), material provided by the Russian Agricultural Center (Moscow), author's collections, and literature data. The differences between these distribution maps of *Eurygaster* species and maps published earlier in different sources are discussed. Some of the previously published maps contain obvious mistakes since the areas of distribution indicated on them are not completely confirmed by the collection material or reliable records in the literature. These mistakes have been mainly resulted from misidentifications. The article is of practical interest for the plant protection specialists.

Keywords: Natural range, *Eurygaster austriaca*, *Eurygaster integriceps*, *Eurygaster maura*, *Eurygaster laeviuscula*, *Eurygaster testudinaria*, *Eurygaster dilaticollis*, sunn pest

Received: 13.09.2019

Accepted: 02.12.2019

СВЕТОДИОДНАЯ ЛОВУШКА ДЛЯ МОНИТОРИНГА КУКУРУЗНОГО МОТЫЛЬКА *OSTRINIA NUBILALIS*: РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ

И.В. Грушевая, А.Г. Конончук, С.М. Малыш, А.А. Мильцын, А.Н. Фролов*

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

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

Приводятся первые результаты полевых испытаний светодиодной клеевой ловушки для мониторинга кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis*, проведенных на посевах кукурузы в трех географических пунктах, расположенных в Гулькевичском (пос. Ботаника), Темрюкском (ст. Курчанская) и Славянском (хут. Слободка) р-нах Краснодарского края. В качестве стандарта использовали феромонные ловушки производства АО «Щелково Агрохим». Отлов бабочек вредителя в расчете на одну светодиодную ловушку в 3.7–12.1 раз превысил таковой на комплект из трех ловушек, снабженных половыми феромонами, специфичными для привлечения особей Z (97% Z11–:3% E11–14:OAc), E (1% Z11–:99% E11–14:OAc) рас и гибридов F₁ (ZE) между ними (35% Z11–:65% E11–14:OAc). В отличие от феромонных ловушек, отлавливающих исключительно самцов, светодиодные ловушки привлекали также особей женского пола, доля которых варьировала от 7 (ст. Курчанская) до 49% (пос. Ботаника) от общего числа пойманных имаго. Испытания в пос. Ботаника показали, что, хотя начало лёта поколения и светодиодными, и феромонными ловушками было зарегистрировано одной и той же датой, пик отлова бабочек светодиодными ловушками оказался сильно смещен к началу лёта поколения, на неделю предшествуя откладке первых яиц самками вредителя, тогда как пик отлова самцов феромонными ловушками отмечался спустя неделю после достижения яйцекладущей активностью самок максимума.

Ключевые слова: кукурузный мотылек, *Ostrinia nubilalis*, мониторинг, светодиоды, половые феромоны, ловушки

Поступила в редакцию: 02.11.2019

Принята к печати: 02.12.2019

Фитосанитарный мониторинг — неотъемлемый элемент интегрированной защиты растений (Павлюшин, 2010; Prasad, Prabhakar, 2012), который при грамотном исполнении более чем на 50% сокращает кратность пестицидных обработок, обеспечивая экологичность истребительных мероприятий, сохраняя полезную энтомофауну и способствуя повышению экономической эффективности защиты растений (Долженко, 2017). Для проведения учетов численности и видового состава вредителей используются разные типы ловушек (феромонные, световые, цветочные, всасывающие и др.) (Фролов, 2011; Muirhead-Thompson, 2012; Евсюков и др., 2013). Поскольку значительная часть вредных видов насекомых ведет ночной образ жизни, в качестве технического средства их учета издавна используются светоловушки (Горностаев, 1984). Так, для слежения за динамикой численности опасного вредителя кукурузы кукурузного мотылька *O. nubilalis* (Hbn.), начиная с 30-х годов прошлого века, применялись световые ловушки (Hervey, Palm, 1935; Ficht, Hienton, 1939, и др.), которые с 80-х годов стали вытесняться ловушками, снабженными синтетическими аналогами половых феромонов (Klun et al., 1975; Anglade et al., 1984; Durant et al., 1986; Reardon et al., 2006; Laurent, Frérot, 2007; Войняк, Ковалев, 2010; Kárpáti et al., 2016). Несмотря на очевидные достоинства феромонных ловушек, в литературе накапливаются

данные, свидетельствующие о тех или иных проблемах, возникающих при их использовании (Stockel, 1984; Cizej, Persolja, 2013; Фролов, Рябчинская, 2018; Фролов, Грушевая, 2018). В последние годы в светотехнике начали широко применяться светодиоды, которые отличаются высокой эффективностью, малыми размерами и длительным сроком службы (Schubert, 2006). Хотя возможности применения светодиодов в защите растений активно обсуждаются уже несколько лет (Возмилов и др., 2010; Суринский, 2014; Исмаилов и др., 2016; Кремнева и др., 2019, и др.), примеры их практического использования в фитосанитарном мониторинге пока единичны. Выбрав в качестве прототипа конструкцию, предложенную ООО «Биосервис Плюс» (Полтава, Украина) (Васильев, 2018), в лаборатории сельскохозяйственной энтомологии ВИЗР была разработана светодиодная ловушка с электронным блоком управления (Мильцын и др., 2019). В настоящей статье, продолжающей серию работ (Фролов, Грушевая 2017, 2018; Фролов, Рябчинская, 2018), направленных на усовершенствование технологических средств мониторинга вредных насекомых в агроценозах, представлены результаты начального этапа испытаний этой ловушки для мониторинга кукурузного мотылька *O. nubilalis* в Краснодарском крае с использованием в качестве стандарта феромонных ловушек производства АО «Щелково Агрохим».

Материал и методы исследований

Мониторинг кукурузного мотылька проводили в окрестностях пос. Ботаника Гулькевичского р-на (45°12'51" с. ш. и 40°47'41" в. д.), ст. Курчанской Темрюкского р-на (45°12'56" с. ш. и 37°33'48" в. д.) и хут. Слободка Славянского р-на (45°40'23" с. ш. и 37°49'07" в. д.) Краснодарского края. Для отлова насекомых использовали

изготовленные из водостойкого материала клеевые ловушки стандартной формы (треугольная призма). Каждая светодиодная ловушка была снабжена съемным блоком, содержащим элементы питания, фотодатчик, светодиодный излучатель ультрафиолетового света, состоящий из двух светодиодов, испускающих свет длиной волны 365–370

нМ в противоположные друг от друга стороны вдоль корпуса ловушки, а также электронный блок, управляющий автоматическим включением светодиодного излучателя в темное время суток. В качестве стандарта был взят набор из трех феромонных ловушек производства АО «Щелково Агрохим», в которых в качестве приманки использовали диспенсеры трех типов, предназначенные для отлова особей Z (97% Z11–:3% E11–14:OAc), E (1% Z11–:99% E11–14:OAc) рас и гибридов F₁ (ZE) между ними (35% Z11–:65% E11–14:OAc) соответственно. Ловушки размещали в трех рендомизированных блоках в окрестностях пос. Ботаника на поле кукурузы площадью 20 га (гибрид Кубанский 390), ст. Курчанской — площадью 56 га (гибрид Краснодарский 291), и в окрестностях хут. Слободка на приусадебном участке 200 м² (гибрид Кубанский 340). Ловушки размещали по единой схеме при расстоянии между ними внутри блока 8–10 м и расстоянии между блоками 50–100 м (Шапиро и др., 1979) в сроки, предшествующие ожидаемому началу лёта имаго первого поколения.

Осмотр ловушек, подсчет и удаление отловленных имаго с клеевых вкладышей проводили каждые 3–4 дня (одновременно производили замену аккумуляторов в светодиодных ловушках), начиная с момента попадания в ловушку первой бабочки (до этого момента ловушки осматривали ежедневно). Смену феромонных диспенсеров осуществляли раз в месяц, а смену клейких вкладышей по мере необходимости. На опытном участке, расположенном в окрестностях пос. Ботаника, в период лёта имаго родительского поколения проводили периодические (через 3–6 дней) учеты плотности отложенных на растения яиц дочернего поколения. Для этого на опытном посеве были выделены 10 постоянных учётных площадок, состоящих из 10 растений каждая (первое и последнее растения на площадке маркировали бумажными этикетками), с рендомизированным размещением. Местоположение каждой найденной при осмотре растения яйцекладки помечали маркером с указанием даты учета и числа яиц в кладке (Фролов, Малыш, 2004).

Результаты и обсуждение

Материалы, характеризующие отлов самцов кукурузного мотылька за учетный период светодиодными и феромонными ловушками в трех пунктах Краснодарского края, приведены в таблице 1. Они свидетельствуют, во-первых, о том, что отлов бабочек вредителя за период лёта поколения в расчете на одну светодиодную ловушку существенно превышал таковой на комплект из трех ловушек, снабженных половыми феромонами, специфичными для привлечения Z, E и ZE генотипов *O. nubilalis*, в том числе в окрестностях ст. Курчанской — в 3.7, в окрестностях пос. Ботаника — в 5.1, и в окрестностях хут. Слободка — в 12.1 раз (табл. 1). При этом в отличие от феромонных ловушек, отлавливающих исключительно самцов, светодиодные ловушки привлекали также особей женского пола, доля которых варьировала от 7 (ст. Курчанская) до 49% (пос. Ботаника) от общего числа пойманных имаго.

Динамика отлова имаго кукурузного мотылька в ловушки и откладки яиц на растения была прослежена в окрестностях пос. Ботаника, где численность вредителя поддерживается на достаточно высоком уровне. Полученные данные свидетельствуют, что, хотя начало лёта поколения и светодиодные, и феромонные ловушки зафиксировали в одну и ту же дату, пик отлова бабочек светодиодными ловушками оказался сильно смещен к началу лёта поколения, на неделю предшествуя откладке первых яиц самками вредителя. Пик же отлова самцов феромонными ловушками отмечался лишь спустя примерно неделю после достижения максимума яйцекладущей активности самок (рис. 1).

В литературе имеется немало публикаций, посвященных сравнению вылова имаго кукурузного мотылька световыми и феромонными ловушками (Fletcher-Howell et al., 1983; Legg, Chiang, 1984; Palaniswamy et al., 1990; Keszthelyi, Lengyel, 2003, и др.). В частности, неоднократно описывалось явление асинхронности отлова имаго вредителя на свет и синтетический половой феромон как в Северной Америке (Oloumi-Sadeghi et al., 1975; Bartels et al., 1999), так и в Европе (Bereś, 2012). При этом оказывалось, что пик отлова насекомых ультрафиолетовыми ловушками не только предшествовал таковому феромонными ловушками (Oloumi-Sadeghi et al., 1975; Bartels et al., 1999), но и началу откладки яиц (Bereś, 2012). Так, согласно данным, приведенным в последней работе, яйцекладки кукурузного мотылька отмечали, как правило, спустя 4–7 дня после начала отлова бабочек на свет, тогда как в феромонных ловушках первые самцы появлялись лишь спустя несколько дней после обнаружения на растениях первых кладок яиц (Bereś, 2012). Эти материалы, наглядно демонстрирующие эффект конкуренции феромонных ловушек с природными самками за привлечение самцов, указывают на важность использования разных методов учета численности для мониторинга вредителя (Oloumi-Sadeghi et al., 1975). При этом полученные нами данные, свидетельствующие о специфике отслеживания численности вредителя светодиодными и феромонными ловушками, полностью согласуются с представленными в литературе материалами, описывающими своеобразие лётной активности насекомого на свет и половой феромон.

Таблица 1. Уловистость имаго кукурузного мотылька светодиодной и феромонными ловушками в трех пунктах Краснодарского края (2019 г.)

Место проведения испытаний	Отловлено имаго за период лёта поколения в расчете на 1 ловушку							Уловистость светодиодной ловушки по отношению к стандарту, %
	светодиодную			с феромоном для рас (стандарт)				
	самки	самцы	сумма	Z	ZE	E	сумма	
Пос. Ботаника	14.3±3.8*)	14.7±1.4	29.0±2.3	5.7±1.7	0	0	5.7±1.7	512
Ст Курчанская	0.3±0.3	4.7±2.2	5.0±2.0	0.7±0.3	0.3±0.3	0.3±0.3	1.3±0.3	375
Хут. Слободка	1.3±0.7	2.7±1.4	4.0±2.1	0	0	0.3±0.3	0.3±0.3	1212

*) $\bar{X} \pm SE$

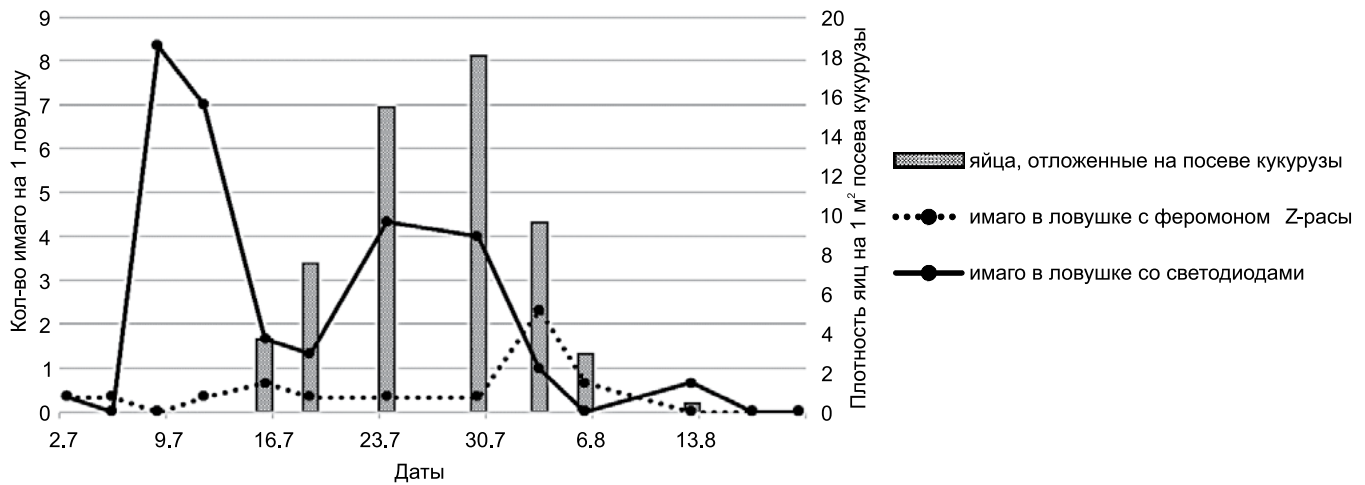


Рис. 1. Динамика отлова имаго кукурузного мотылька светодиодной и феромонной ловушками и откладки яиц на кукурузе (пос. Ботаника Краснодарского края, 02 июля – 19 августа 2019 г.)

Очевидным преимуществом феромонных ловушек до последнего времени оставалась их компактность и мобильность, что обеспечивало простоту и легкость их размещения на посевах сельскохозяйственных культур в отличие от громоздких ультрафиолетовых световых ловушек контейнерного типа, нуждающихся в мощных источниках электричества. Появление мобильных и компактных энергоэффективных светодиодных ловушек, обеспечивающих надежную сигнализацию начала лёта и яйцекладки вредителя, является важным шагом в направлении дальнейшего совершенствования мониторинга этого опасного вредителя кукурузы. Несмотря на то, что производство светодиодных ловушек обходится на порядок дороже феромонных (закупка комплектующих и материалов в расчете на

1 светодиодную ловушку составила в ценах весны — лета 2019 г. ~1000 руб.), следует иметь в виду, что их конструкция в отличие от феромонных ловушек предполагает многолетнее использование. Что же касается возможного негативного влияния световых ловушек на численность энтомофагов, то наши наблюдения свидетельствуют о том, что при размещении светодиодных ловушек на производственных посевах кукурузы на клеевых вкладышах доминирует целевой вид вредителя (рис. 2). Вполне вероятно мнение о том, что светодиодные ловушки уничтожают немалое число особей полезных видов (Кремнева и др., 2019) сложилось в силу того, что ловушки размещали на открытых пространствах (луг, посев люцерны, и т.п.).



Рис. 2. Клеевой вкладыш из светодиодной ловушки, установленной на посевах кукурузы в окрестностях пос. Ботаника, с отловленными 9 самцами и 4 самками кукурузного мотылька

Авторы благодарят начальника лаборатории С.В. Стулова и ведущего научного сотрудника Ю.Б. Пятнову, АО «Щелково Агрохим», за предоставленный материал, руководство и сотрудников Кубанской опытной станции ВИР,

НПО «КОС-МАИС» и Компании «Куртаков» (ст. Курчанская Темрюкского р-на) за предоставленную возможность проведения учетов численности кукурузного мотылька на производственных посевах кукурузы.

Работа поддержана РФФИ (грант № 19-016-00128).

Библиографический список (References)

- Васильев ОО (2018) Світлова пастка для відлову та обліку комах. Патент на корисну модель UA №125678
- Возмилов АГ, Суринский ДО, Дюрягин АЮ (2010) Светоловушка для проведения мониторинга численности насекомых на основе фотоэлектрических преобразователей и светодиодов. *Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии* 57:27–30
- Войняк ВИ, Ковалев БГ (2010) Эффективность половых феромонов вредителей кукурузы. *Защита и карантин растений* 7:25–26
- Горностаев ГН (1984) Введение в этологию насекомых-фотоксенов (лёт насекомых на искусственные источники света). В кн.: Этология насекомых (Труды ВЭО, т. 66). Л.: Наука. 101–167
- Долженко ТВ (2017) Биологизация и экологическая оптимизация ассортимента средств защиты сельскохозяйственных культур от вредителей. Дисс. ... д.б.н. СПб. 301 с.
- Евсюков НА, Садковский ВТ, Соколов ЮГ (2013) Технические средства оснащения технологий фитосанитарного мониторинга. *Защита и карантин растений* 2:43–45
- Исмаилов ВЯ, Садковский ВТ, Соколов ЮГ, Шумилов ЮВ и др (2016) Опыт разработки ловушек насекомых с использованием сверхъярких светодиодов. В кн.: Материалы 9-й Международной научно-практической конференции «Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем» с молодежной стратегической сессией «Кадры, ресурсы, возможности, инновации». Краснодар. 45–49
- Кремнева ОЮ, Садковский ВТ, Соколов ЮГ, Исмаилов ВЯ, Данилов РЮ (2019) Оценка эффективности ловушек насекомых различных конструкций для фитосанитарного мониторинга. *Зерновое хозяйство России* 1(61):52–55. <http://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-61-1-52-55>
- Мильцын АА, Грушевая ИВ, Конончук ИВ, Малыш ЮМ, Токарев ЮС, Фролов АН (2019) Световая ловушка для мониторинга насекомых. Заявка на полезную модель № 2019131861
- Павлюшин ВА (2010) Научное обеспечение защиты растений и продовольственная безопасность России. *Защита и карантин растений* 2:11–15
- Суринский ДО (2014) Результаты экспериментальных исследований устройства для мониторинга насекомых-вредителей. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета* 12:208–214
- Фролов АН (2011) Современные направления совершенствования прогнозов и мониторинга. *Защита и карантин растений* 4:15–20
- Фролов АН, Грушевая ИВ (2017) Феромониторинг кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lepidoptera: Crambidae) в Краснодарском крае: динамика численности самцов и гусениц на посевах кукурузы. *Вестник защиты растений* 1:55–58
- Фролов АН, Грушевая ИВ (2018) Сезонная вариация отлова самцов кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis* Hbn. феромонными ловушками и ее связь с динамикой численности вредителя. *Вестник защиты растений* 4:18–21. [http://doi.org/10.31993/2308-6459-2018-4\(98\)-18-21](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2018-4(98)-18-21)
- Фролов АН, Малыш ЮМ (2004) Плотность размещения и смертность яиц и гусениц младших возрастов кукурузного мотылька на растениях кукурузы. *Вестник защиты растений* 1:42–55
- Фролов АН, Рябчинская ТА (2018) К вопросу о причинах низкой аттрактивности синтетических феромонов кукурузного мотылька в новых северных очагах вредоносности насекомого на кукурузе. *Вестник защиты растений* 1:1–7. [http://doi.org/10.31993/2308-6459-2018-1\(95\)-5-11](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2018-1(95)-5-11)
- Шапиро ИД, Вилкова НА, Фролов АН (1979) Методические указания по использованию синтетических половых феромонов стеблевого мотылька. Ленинград: ВНИИЗР. 14 с.
- Anglade P, Stockel J, Cooperators IWGO (1984) Intraspecific sex-pheromone variability in the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lepidoptera, Pyralidae). *Agronomie* 4 (2):183–187
- Bartels DW, Hutchison WD, Bach DJ, Rabaey TL (1999). Evaluation of commercial pheromone lures and comparative blacklight trap catches for monitoring Z-strain European corn borer (Lepidoptera: Crambidae). *J Agric Urban Entomol* 1(16):85–94.
- Berés P. (2012) Flight dynamics of *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lep., Crambidae) based on the light and pheromone trap catches in Nienadówka (South-Eastern Poland) in 2006–2008. *J Plant Protection Res* 52(1):130–138
- Cizej RM, Persolja J (2013) The methods of monitoring and management the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) in Slovenian hop garden. In: International Hop Growers' Convention. Proceedings of the Scientific Commission, Kiev, Ukraine, 04–09 June 2013. 69–72
- Durant JA, Manley DG, Cardé RT (1986) Monitoring of the European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) in South Carolina using pheromone traps. *J Econ Entomol* 79(6):1539–1543 <http://doi.org/10.1093/jee/79.6.1539>
- Fletcher-Howell G, Ferro DN, Butkewich S (1983) Pheromone and blacklight trap monitoring of adult European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) in western Massachusetts. *Environ Entomol* 12(2):531–534
- Ficht GA, Hienton TE (1939) Studies of the flight of the European corn borer moths to light traps: a progress report. *J Econ Entomol* 32(4):520–526 <https://doi.org/10.1093/jee/32.4.520>
- Hervey GER, Palm CE (1935) A preliminary report on the responses of European corn borer to light. *J Econ Entomol* 28(4):670–675 <http://doi.org/10.1093/jee/28.4.670>
- Kárpáti Z, Fejes-Tóth A, Csengele B, Szőke C et al (2016) Pheromone-based monitoring of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) in Hungary. *Maydica* 61(2):1–7

- Keszthelyi S, Lengyel Z (2003) Flight of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) as followed by light- and pheromone traps in Várda and Balatonmagyaród 2002. *J Central European Agric* 4(1):55–64
- Klun JA, Cooperators (1975) Insect sex pheromones: intraspecific pheromonal variability of *Ostrinia nubilalis* in North America and Europe. *Environ Entomol* 4(6):891–894. <http://doi.org/10.1093/ee/4.6.891>
- Laurent P, Frérot B (2007) Monitoring of European corn borer with pheromone-baited traps: review of trapping system basics and remaining problems. *J Econ Entomol* 100(6):1797–1807. <http://doi.org/10.1093/jee/100.6.1797>
- Legg DE, Chiang HC (1984) European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) infestations: relating captures in pheromone and black-light traps in southern Minnesota cornfields. *J Econ Entomol* 77(6):1445–1448
- Muirhead-Thompson RC (2012) Trap responses of flying insects: the influence of trap design on capture efficiency. Academic Press. 304 p.
- Oloumi-Sadeghi H, Showers WB, Reed GL (1975). European corn borer: lack of synchrony of attraction to sex pheromone and capture in light traps. *J Econ Entomol* 68(5):663–667
- Palaniswamy P, Galka B, Timlick B (1990) Phenology and infestation level of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hübner)(Lepidoptera: Pyralidae), in southern Manitoba. *Can Entomol* 122(6):1211–1220
- Prasad Y, Prabhakar M (2012) Pest monitoring and forecasting. In: Abrol DP, Shankar U (eds.) Integrated pest management: principles and practice. Oxfordshire, UK: Cabi. 41–57
- Reardon BJ, Sumerford DV, Sappington TW (2006) Impact of trap design, windbreaks, and weather on captures of European corn borer (Lepidoptera: Crambidae) in pheromone-baited traps. *J Econ Entomol* 99(6):2002–2009 <http://doi.org/10.1093/jee/99.6.2002>
- Schubert EF (2006) Light-emitting diodes. 2nd edition. Cambridge Univ. Press. 422 p.
- Stockel J (1984) Limitations of pheromone traps for monitoring populations of the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hb. (Lepidoptera, Pyralidae): correlation between the number of males trapped and the level of the larval population. *Agronomie* 7:597–602

Translation of Russian References

- Dolzhenko TV (2017) *Biologizatsiya i ekologicheskaya optimizatsiya assortimenta sredstv zashchity sel'skokhozyajstvennykh kul'tur ot vreditel'ej* [Biologization and ecological optimization of the assortment for crop protection products of pests]. *Dr. Biol. Thesis*. Saint Petersburg. 301 p. (In Russian)
- Evsyukov NA, Sadkovskij VT, Sokolov YuG (2013) [Technical means for equipment of phytosanitary monitoring technologies]. *Zashchita i karantin rastenij* 2:43–45 (In Russian)
- Frolov AN (2011) [Modern trends in progress of forecasts and monitoring]. *Zashchita i karantin rastenij* 4:15–20 (In Russian)
- Frolov AN, Grushevaya IV (2017) [Pheromone traps for monitoring the European corn borer *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) in the Krasnodar Territory: dynamics of male number and larval density on maize fields]. *Plant Protection News* 1: 55–58 (In Russian)
- Frolov AN, Grushevaya IV (2018) [Seasonal variation in the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* Hbn. number of males captured with pheromone traps and its connection with population of the pest]. *Plant Protection News* 4:18–21. DOI: 10.31993/2308-6459-2018-4(98)-18-21 (In Russian)
- Frolov AN, Malyshev YuM (2004) [Distributional densities and mortality of eggs and immature larvae of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, on maize]. *Plant Protection News* 1:42–55 (In Russian)
- Frolov AN, Ryabchinskaya TA (2018) [To the question of reason why synthetic pheromones for European corn borer are not effective in new northern focal points of maize damage]. *Plant Protection News* 1:1–7 DOI: 10.31993/2308-6459-2018-1(95)-5-11 (In Russian)
- Gornostaev GN (1984) [Introduction to the ethology of insect photoxenes (flight of insects on artificial light sources)]. In: Ethology of insects. *Trudy Vsesoyuznogo entomologicheskogo obshchestva* 66:101–167 (In Russian)
- Ismailov VYa, Sadkovskij VT, Sokolov YuG, Shumilov YuV et al (2016) [Experience in the development of insect traps using ultra-bright LEDs]. In: Materialy 9-j mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferentsii “Biologicheskaya zashchita rastenij - osnova stabilizatsii agroekosistem” s molodezhnoj strategicheskoy sessiej “Kadry, resursy, vozmozhnosti, innovatsii”. Krasnodar. 45–49 (In Russian)
- Kremneva OYu, Sadkovskij VT, Sokolov YuG, Ismailov VYa, Danilov RYu (2019) [Evaluation of the effectiveness of insect traps of various designs for phytosanitary monitoring]. *Zernovoe khozyajstvo Rossii* 1(61):52–55 DOI 10.31367/2079-8725-2019-61-1-52-55 (In Russian)
- Miltsyn AA, Grushevaya IV, Kononchuk IV, Malyshev YuM, Ttokarev YuS, Frolov AN (2019) [Light trap for insect monitoring]. Application for utility model № 2019131861, 09.10.2019 (In Russian)
- Pavlyushin VA (2010) [Scientific support of plant protection and food security in Russia]. *Zashchita i karantin rastenij* 2:11–15 (In Russian)
- Shapiro ID, Vil'kova NA, Frolov AN (1979) *Metodicheskie ukazaniya po ispol'zovaniyu sinteticheskikh polovykh feromonov steblevogo motyl'ka* [Methodical instructions on use of synthetic sex pheromones of European corn borer]. Leningrad: VNI Zashchity Rastenij. 14 p. (In Russian)
- Surinskij DO (2014) [Results of experimental studies of insect pest monitoring device]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* 12:208–214 (In Russian)
- Vasiliev OO (2018) [Light trap for capture and count of insects]. Patent for utility model UA № 125678, 25.05.2018 (In Ukrainian)
- Vojnyak VI, Kovalev BG (2010) [The effectiveness of sex pheromones of pests of maize]. *Zashchita i karantin rastenij* 7:25–26 (In Russian)
- Vozmilov AG, Surinskij DO, Dyuryagin AYU (2010) [Light trap for insect population monitoring based on photovoltaic converters and LEDs]. *Vestnik Chelyabinskoy gosudarstvennoy agroinzhenernoj akademii* 57:27–30 (In Russian)

LED TRAP FOR MONITORING OF THE EUROPEAN CORN BORER, *OSTRINIA NUBILALIS*: THE RESULTS OF TRIALS IN KRASNODAR TERRITORY

I.V. Grushevaya, A.G. Kononchuk, S.M. Malysh, A.A. Miltsyn, A.N. Frolov*

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

**corresponding author; e-mail: cornborer@gmail.com*

Here we present the first results of the field trials of a LED glue trap used for monitoring of the European corn borer (ECB), *Ostrinia nubilalis* carried out on maize crop in three geographical points located in Gulkevichi (vil. Botanika), Temryuk (vil. Kurchanskaya) and Slaviansk (huthor Slobodka) Regions in the Krasnodar Territory. Pheromone traps manufactured by JSC “Shchelkovo Agrokhim” were used as standard. The number of the moths caught per one LED trap exceeded 3.7 to 12.1 times the number caught by set of three pheromone traps supplied with Z (97% of Z11–:3% of E11–14:OAc), E (1% of Z11–:99% of E11–14:OAc) and ZE (35% of Z11–: 65% of E11–14:OAc) pheromones of *O. nubilalis* races. Unlike pheromone traps catching only males, LED traps attracted also females whose share varied from 7% (vil. Kurchanskaya) to 49% (vil. Botanika) of caught moth number. Trials in the vil. Botanika showed that though LED and pheromone traps registered the beginning of the ECB flight in the same date, the peak of moth catching by LED traps was strongly displaced towards the beginning of flying period, and this peak was observed over a week preceding the beginning of oviposition by females. The peak of number of males caught by pheromone traps was recorded a week later after achieving the maximum of egg-laying activity of females.

Keywords: European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, monitoring, light-emitting diodes, sexual pheromones, traps

Received: 02.11.2019

Accepted: 02.12.2019

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НОВОГО ГЕРБИЦИДА БЕНИТО НА ПОСЕВАХ СОИ

А.С. Голубев

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

** ответственный за переписку, e-mail: golubev100@mail.ru*

Полевые деляночные опыты с гербицидом Бенито, содержащим 300 г/л бентазона в форме концентрата коллоидного раствора (ККР), проводили на посевах сои в трех климатических регионах России в течение летнего периода 2018 г. Оценивалось, насколько возможно путем совершенствования препаративной формы гербицида снизить норму внесения бентазона. Для этой цели эффективность гербицида Бенито, ККР сравнивали с эффективностью эталона Базагран в форме водного раствора (ВР), содержащего 480 г/л бентазона. Опыты были заложены в соответствии с требованиями “Методических указаний по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве” (2013). Учеты сорных растений проводили количественно-весовым методом; эффективность действия гербицидов на сорняки определялась по формуле Эббота. В Алтайском крае биологическая эффективность как изучаемого препарата, так и эталона, достигала 100%, вне существенной зависимости от нормы их применения. В Астраханской области, наоборот, прослеживалась четкая зависимость биологической эффективности обоих гербицидов от нормы расхода, при этом внесение 2.0 л/га Бенито, ККР по действию на сорные растения было аналогичным использованию 1.5 л/га Базагран, ВР, а внесение 3.0 л/га изучаемого гербицида – использованию 3.0 л/га эталона. В условиях Краснодарского края значения эффективности изучаемого препарата при его

использовании в минимальной и максимальной нормах применения приближались к таковым у эталона. Таким образом, результаты полевых деляночных опытов, проведённых в трёх агроклиматических зонах РФ, доказывают, что применение концентрата коллоидного раствора бентазона более эффективно, чем его использование в форме водного раствора и позволяет сократить норму расхода действующего вещества на 17.0–37.5% без ущерба для биологической активности гербицида.

Ключевые слова: соя, сорные растения, гербициды, бентазон, концентрат коллоидного раствора, водный раствор

Поступила в редакцию: 12.09.2019

Принята к печати: 02.12.2019

Введение

Соя – культура, интерес к которой со стороны сельхозтоваропроизводителей в нашей стране растёт год от года. Этот интерес выражается, прежде всего, в увеличении количества посевных площадей сои и расширении регионов ее возделывания (Лысенко, Кузмичева, 2017; Созонова, Иваненко, 2018; Решетников, Хорешко, 2018).

Согласно данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (2019), к 19 июня этого года сева сои проведен на площади около 2.9 млн га или 93.8% к прогнозной площади (в 2018 г. – 2.7 млн га).

Получение высоких урожаев сои сопряжено с проведением защитных мероприятий от сорных растений. Последние наиболее вредоносны на ранних этапах развития сои, что обуславливает проведение ранних химических обработок (Стецов и др., 2018). В ассортименте гербицидов, используемых на посевах сои после всходов культуры, одно из ведущих мест принадлежит бентазону и комбинированным препаратам на основе этого действующего вещества (Байрамбеков и др., 2019). Важное значение бентазон имеет и как компонент для составления баковых смесей (Абаев, 2011; Салманова, 2016).

По сведениям, приведенным в «Списке пестицидов и агрохимикатов ...» (2019)», ассортимент однокомпонентных гербицидов на основе бентазона до последнего времени включал в себя 13 наименований, из которых 11 выпускались в форме водного раствора, а два – в форме

водорастворимого концентрата. При этом у всех препаратов норма применения в пересчете на количество вносимого на гектар действующего вещества составляла от 720 до 1440 г.

Одним из основных направлений совершенствования ассортимента пестицидов в последние годы является снижение норм их применения (Маханькова и др., 2011). Практическая реализация этого замысла сопряжена с необходимостью сохранения биологической эффективности обработок на высоком уровне, что практически невозможно без внедрения инновационных препаративных форм. Развитием этого направления в нашей стране уже несколько лет занимается АО «Щелково Агрохим», которое выпустило на рынок такие препараты как Бетарен 22, МКЭ; Илион, МД; АРГО, МЭ; Гейзер, ККР (Каракотов и др., 2015; Голубев, Желтова, 2016а; 2016б; Голубев и др., 2018). Одной из последних разработок фирмы стал гербицид Бенито, содержащий 300 г/л бентазона в форме концентрата коллоидного раствора.

Основной целью исследования была оценка биологической эффективности гербицида Бенито, ККР в полевых условиях. Рабочая гипотеза предполагала возможность снижения норм применения препарата (в пересчете на количество вносимого действующего вещества) по сравнению с нормами применения давно присутствующих в ассортименте гербицидов.

Материалы и методы

Полевые деляночные опыты с гербицидом Бенито, ККР провели в 2018 году в трех различающихся между собой климатических зонах Российской Федерации (в Алтайском и Краснодарском краях и в Астраханской области) в соответствии с требованиями «Методических указаний по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве» (Долженко, 2013).

Мероприятия по уходу за опытными делянками включали стандартные для каждой зоны технологические операции. В Астраханской области ввиду засушливых условий проводили поливы с интервалом 7–10 дней (орошительная норма 3500 м³/га).

Размер делянок составлял от 25 до 40 м²; расположение – рендомизированное (в Алтайском крае – систематическое). Каждый вариант был заложен в четырехкратной повторности.

Гербициды вносили, когда растения сои сформировали от 1 до 3 настоящих листьев, с помощью ручных ранцевых опрыскивателей (Solo 425, PULVEREX, Hardi). Норма расхода рабочей жидкости рассчитывалась исходя из гектарной нормы в 200–300 л/га.

В качестве эталона был выбран широко применяемый гербицид Базагран в форме водного раствора (ВР) с содержанием бентазона 480 г/л. Максимальная рекомендуемая норма применения этого препарата на посевах сои составляет 3.0 л/га, что в пересчете на количество вносимого действующего вещества составляет 1440 г/га. В изучаемом препарате Бенито, ККР содержание бентазона составляет 300 г/л, поэтому для выяснения возможности его использования в максимальной норме применения, сниженной на 1/3 по отношению к рекомендованной норме использования эталона (в пересчете на количество действующего вещества), мы должны были испытать его в норме применения 3.36 л/га. С точки зрения удобства использования в производстве предпочтительнее выглядят целые числа, поэтому в схему опыта мы включили вариант с внесением 3.0 л/га изучаемого гербицида. Минимальной нормой применения изучаемого препарата, которую мы запланировали для изучения, стала 2.0 л/га. В этом случае количество вносимого действующего вещества по сравнению с минимальной нормой применения эталона (1.5 л/га препарата или 720 г/га в пересчете на количество действующего вещества) было меньше на 17% (или 120 г/га), но это было

оправдано опасением невысокого “порогового” действия бентазона.

Кроме двух норм применения гербицида Бенито, ККР (2.0 и 3.0 л/га) и эталона Базагран, ВР (1.5 и 3.0 л/га) схема опыта включала контроль, который представлял собой необработанные гербицидами делянки.

Учеты сорных растений проводили количественно-весовым методом на 4 учетных площадках размером 0.25 м² на каждой делянке опыта. На этих площадках подсчитывали количество сорных растений каждого из видов и определяли общую сырую массу сорняков. Полученные во всех проворностях значения усредняли по каждому из вариантов (приводя к размерностям экз./м² или г/м², соответственно), после чего подсчитывали биологическую эффективность препаратов в изучаемых нормах применения путем соотношения этих показателей в опытных вариантах с показателями в контроле. Для расчетов использовали

формулу Эббота:

$$\Theta = (K-B)/K \cdot 100,$$

где: Θ – биологическая эффективность действия гербицида, %;

K – количество или масса сорных растений в контроле, экз./м² или г/м²;

B – количество или масса сорных растений в варианте с гербицидом, экз./м² или г/м².

Учеты засоренности проводили перед внесением гербицидов (исходная засоренность), через 30 и 45 дней после обработки и перед уборкой урожая. Массу сорных растений определяли через 30 и 45 дней после проведения обработки.

Уборку урожая осуществляли с помощью малогабаритных комбайнов (Sampro 130, Hege 125), а в Астраханской области – вручную. Учет урожая проводили с каждой опытной делянки. Статистическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение

В Алтайском крае опыт по изучению биологической эффективности гербицида Бенито, ККР был заложен на посевах сои сорта Алтом. Злаковые сорные растения на опытном участке были уничтожены фоновой обработкой гербицидом Селект, КЭ (0.6 л/га). Перед внесением гербицидов в посевах сои встречались: щирица назадзапрокинутая – *Amaranthus retroflexus* L. – AMARE (33 экз./м²; в фазе 2–4 настоящих листьев), марь белая – *Chenopodium album* L. – CHEAL (6 экз./м²; в фазе 4–6 листьев), фаллопия вьюнковая – *Fallopia convolvulus* (L.) A. Love – POLYGONUM CONVULVULUS L. – POLCO (5 экз./м²; в фазе 4–6 листьев) и всходы паслена черного – *Solanum nigrum* L. – SOLNI (3 экз./м²).

Использование 2.0–3.0 л/га гербицида Бенито, ККР и 1.5–3.0 л/га эталона Базагран, ВР проводило к очищению посевов сои от всех однолетних двудольных сорных растений (табл. 1). Перед уборкой культуры в обработанных гербицидами вариантах были отмечены всходы щирицы назадзапрокинутой и паслена черного. Они были очень слабо развиты, находились в нижнем ярусе, не сформировали семян и не оказали влияния на урожайность сои.

В Краснодарском крае опыт проводили на посевах сои сорта Бара. Для уничтожения злаковых сорных растений внесли гербицид Зеллек-супер, КЭ (0.5 л/га). Из группы двудольных сорных растений в посевах сои перед внесением гербицидов встречались: щирица назадзапрокинутая (12 экз./м²; в фазе 2–3 настоящих листьев), амброзия полынолистная – *Ambrosia artemisiifolia* L. – AMBEL (17 экз./м²; в фазе 4–6 листьев), марь белая (8 экз./м²; в фазе 2–3 настоящих листьев) и дурнишник калифорнийский *Xanthium californicum* Greene – XANSI (5 экз./м²; в фазе 3–4 листьев).

В варианте с внесением 2.0 л/га гербицида Бенито, ККР снижение общего количества сорных растений составляло 71.1–74.2%, снижение массы – 76.0–77.6%, что приближалось к показателям эффективности 1.5 л/га эталона Базагран, ВР (табл. 1). Увеличение нормы применения изучаемого гербицида до 3.0 л/га способствовало повышению его эффективности в среднем на 16%, что превышало эффективность 1.5 л/га эталона. В варианте

с использованием 3.0 л/га эталона все сорные растения были уничтожены.

В Астраханской области изучение эффективности гербицида Бенито, ККР осуществляли на посевах сои сорта Вилана. Исходная численность двудольных сорняков в посевах сои составляла в среднем 39.6 экз./м². Из них наиболее распространенным видом сорных растений являлась марь белая (18 экз./м²; в фазе 2–4 настоящих листьев); в меньших количествах (5–9 экз./м²; в фазах до 2–4 настоящих листьев) были отмечены канатник Теофраста – *Abutilon theophrastii* Medik – ABUTH, горец почечуйный – *Persicaria maculosa* S.F. Gray – POLYGONUM PERSICARIA L. – POLPE и паслен черный. Растения щирицы назадзапрокинутой и спорыша птичьего – *Polygonum aviculare* L. – POLAV – встречались на опытном участке крайне редко (не более 1 экз./м²).

В варианте с внесением 2.0 л/га гербицида Бенито, ККР снижение общего количества двудольных сорняков достигало 84.6%, снижение их массы – 83.8% (табл. 1). Аналогичное действие на сорные растения оказывало применение 1.5 л/га эталона Базагран, ВР.

Увеличение нормы применения изучаемого гербицида до 3.0 л/га способствовало повышению его эффективности в среднем на 12% (до уровня эффективности 3.0 л/га эталона).

Подавляющее большинство видов двудольных сорных растений, встречавшихся в посевах сои в период проведения опытов, проявило высокую чувствительность к изучаемому гербициду (табл. 2). Эффективность действия гербицида Бенито, ККР, достигающая 100%, была отмечена против таких видов, как щирица назадзапрокинутая, марь белая, фаллопия вьюнковая и канатник Теофраста. Эффективность обработки до 90% при использовании максимальной нормы применения гербицида Бенито, ККР наблюдалась в отношении амброзии полынолистной и дурнишника калифорнийского. Противоречивые данные о чувствительности таких видов сорных растений, как горец почечуйный и паслен черный, по-видимому, обусловлены неравномерным распространением этих растений по территории опытных участков.

Таблица 1. Влияние гербицида Бенито, ККР и эталона Базагран, ВР на общую засоренность посевов сои однолетними двудольными сорняками в трех климатических зонах Российской Федерации (2018 г.)

Варианты опыта	Снижение общего количества сорных растений, % к контролю			Снижение общей массы сорных растений, % к контролю		
	Алтайский край	Краснодарский край	Астраханская область	Алтайский край	Краснодарский край	Астраханская область
1. Бенито, ККР – 2.0 л/га	76.0–100	71.1–74.2	66.7–84.6	100	76.0–77.6	83.0–83.8
2. Бенито, ККР – 3.0 л/га	82.0–100	87.1–89.6	73.3–100	100	91.9–93.6	93.1–100
3. Базагран, ВР – 1.5 л/га	85.0–100	78.2–81.0	80.0–82.1	100	82.7–84.3	80.2–85.4
4. Базагран, ВР – 3.0 л/га	82.0–100	100	66.7–96.0	100	100	91.7–96.8
5. Контроль*	33–45	38.1–39.5	15.0–39.0	360–470	612–908	1269–1997

*В контроле представлены данные о количестве и массе сорных растений (экз./м²; г/м²).

Таблица 2. Чувствительность двудольных сорных растений к гербициду Бенито, ККР (2018 г.)

Нормы применения	Снижение количества сорных растений, % к контролю							
	AMARE	CHEAL	POLCO	SOLNI	AMBEL	XANSI	ABUTH	POLPE
2.0 л/га	76–100	66–100	100	25–100	71–73	71–76	75–100	0–100
3.0 л/га	82–100	82–100	100	50–100	88–89	86–90	75–100	0–100

Использование гербицидов не оказывало визуально определяемого отрицательного влияния на растения культуры в течение периода проведения опытов. Снижение засоренности вследствие применения препаратов позволило получить достоверные прибавки урожая сои во всех трех климатических регионах.

В Алтайском крае урожайность сои сорта Алтом в контроле составляла 10.9 ц/га (рис. 1). При НСР₀₅, составляющей 1.7 ц/га, в вариантах с внесением гербицидов урожайность сои составляла 14.9–16.0 ц/га. То есть статистически достоверная величина сохраненного урожая составляла 37–47%, без существенных различий между вариантами с использованием препаратов.

В Краснодарском крае в контроле урожайность сои сорта Бара составила 16.8 ц/га. При НСР₀₅, составляющей 0.9 ц/га, в вариантах с внесением 2.0 и 3.0 л/га гербицида Бенито, ККР статистически достоверные величины сохраненного урожая составляли 44.7 и 55.4%; при применении 1.5 и 3.0 л/га эталона Базагран, ВР – 50.0 и 60.7%.

В Астраханской области урожайность сои сорта Вилана в контроле составляла 17.2 ц/га. При НСР₀₅, составляющей 2.3 ц/га, в вариантах с внесением гербицидов статистически достоверная величина сохраненного урожая составляла 18.6–30.8%, без существенных различий между этими вариантами.

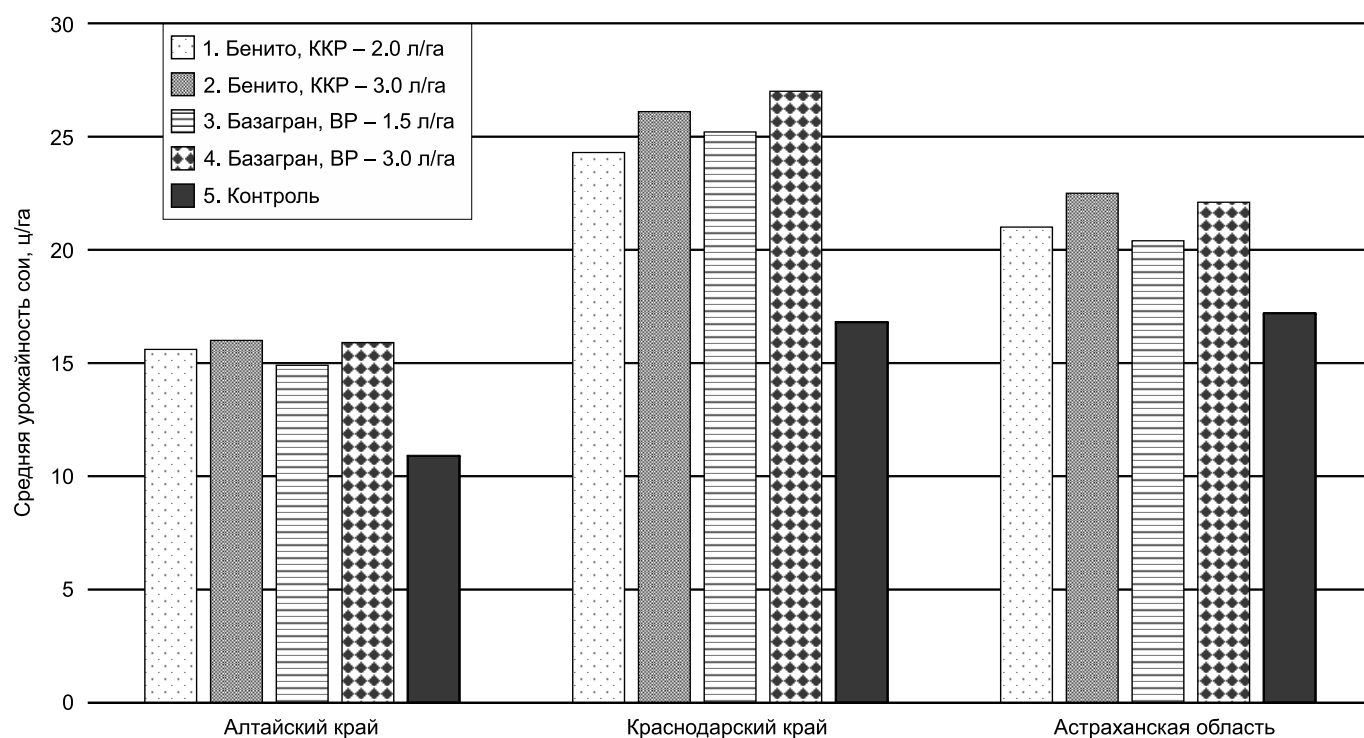


Рис. 1. Урожайность сои в вариантах с применением гербицида Бенито, ККР в трех климатических зонах Российской Федерации (2018 г.)

Заключение

Данные полевых исследований показывают, что в условиях Алтайского края и Астраханской области биологическая и хозяйственная эффективность гербицида Бенито, ККР в изучаемых нормах применения была на уровне эффективности эталона Базагран, ВР в разрешенных нормах применения. При этом, в Алтайском крае биологическая эффективность обработки как изучаемым препаратом, так и эталоном, достигала 100%, вне существенной зависимости от норм их применения. В Астраханской области, наоборот, прослеживалась четкая зависимость эффективности использования обоих гербицидов от норм их применения, при этом эффективность внесения 2.0 л/га изучаемого гербицида была аналогичной эффективности использования 1.5 л/га эталона, а эффективность внесения 3.0 л/га изучаемого гербицида – эффективности использования 3.0 л/га эталона. В условиях Краснодарского края зависимость между нормами применения препаратов и их эффективностью проявлялась еще более ярко, при этом значения эффективности изучаемого препарата при его использовании в минимальной и максимальной нормах применения приближались к таковым у эталона.

В целом полученные в опытах данные подтверждают первоначальную рабочую гипотезу о том, что препаративная форма концентрат коллоидного раствора позволяет снизить нормы применения препарата Бенито, ККР (в пересчете на количество вносимого бентазона) по сравнению с регламентами давно присутствующих в ассортименте гербицидов на 17.0–37.5%, без ущерба для эффективности обработки.

Результаты проведенных исследований позволили рекомендовать гербицид Бенито, ККР к использованию на посевах сои в нормах применения 2.0–3.0 л/га для борьбы с однолетними двудольными сорными растениями путем опрыскивания посевов, начиная с фазы первого настоящего листа культуры, в ранние фазы роста и развития сорных растений (2–6 листьев). Расход рабочей жидкости при этом составляет 200–300 л/га. Препарат получил временную регистрацию (018-03-2177-0), поэтому исследование его эффективности будет продолжено.

Автор выражает благодарность Г.Я. Стецову, А.П. Савве и Ш.Б. Байрамбекову и другим сотрудникам, принимавшим участие в проведении полевых исследований.

Библиографический список (References)

- Абаев АА (2011) Видовой состав, вредоносность сорняков и совершенствование химических мер борьбы с ними в посевах сои в предгорьях Северного Кавказа. Известия Горского государственного аграрного университета. 2: 7–12.
- Байрамбеков ШБ, Гарьянова ЕД, Корнева ОГ, Даулетов БС (2019) Защита посевов сои от сорных растений в орошаемых условиях дельты Волги. Астрахань: ВНИИОФБ – филиал «ПАФНЦ РАН». 84 с.
- Голубев АС, Желтова КВ (2016а) Новый комбинированный гербицид Илион для защиты рапса. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 4: 44–45.
- Голубев АС, Желтова КВ (2016б) Эффективность применения нового комбинированного граминицида АРГО в посевах яровой и озимой пшеницы. *Земледелие*. 4: 43–45.
- Голубев АС, Маханькова ТА, Борушко ПИ, Свирина НВ (2018) Новый гербицид для комплексной защиты сои от сорных растений. Сборник научных трудов «Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения». 99–102.
- Долженко ВИ, ред (2013) Методические указания по регистрационным испытаниям гербицидов в сельском хозяйстве. СПб: ВИЗР. 280 с.
- Каракотов СД, Желтова ЕВ, Голубев АС, Маханькова ТА (2015) Новая препаративная форма гербицидов для защиты сахарной свеклы. Proceedings of the 7th Congress on Plant Protection. 95–100.
- Лысенко НН, Кузмичева ЮВ (2017) Защита сои в Орловской области. *Защита и карантин растений*. 7: 23–26.
- Маханькова ТА, Кириленко ЕИ, Голубев АС (2011) Ассортимент гербицидов для зерновых культур. *Защита и карантин растений*. 3: 16–18.
- О ходе проведения весенних полевых работ в Российской Федерации (по состоянию на 19 июня 2019 года). Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. URL: <http://mcx.ru/upload/iblock/67f/67fccc43b6522256f422f2bbe0368daf.doc> (10.09.2019)
- Решетников АА, Хорешко ЛА (2018) Возделывание сои в богарных условиях Саратовской области. *Аграрный вестник Юго-Востока*. 2: 11–13.
- Салманова ИА (2016) Гербициды на сое. *Защита и карантин растений*. 3: 25–26.
- Созонова АН, Иваненко АС (2018) Производство сои в России, Зауралье и Тюменской области. В сборнике: Второй Международный форум «Зернобобовые культуры, развивающееся направление в России». 155–160.
- Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2019) Приложение к журналу «Защита и карантин растений» 4: 368–374.
- Стецов ГЯ, Долматова ЛС, Садовников ГГ (2018) Применение Хармони Классик, ВДГ на сое в Алтайском Приобье. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 7: 5–12.

Translation of Russian References

- Abayev AA (2011) [Species composition, harmfulness of weeds and improvement of their chemical control in soybean in the foothills of North Caucasus]. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2: 7–12. (in Russian)
- Bayrambekov ShB, Garianova ED, Korneva OG, Dauletov BS (2019) Zashchita posevov soi ot sornyx rasteniy v oroshayemykh usloviyakh delty Volgi [Protecting soybean from weeds in irrigated conditions of Volga delta]. Astrakhan: VNIIOFB – filial «PAFNTs RAN». 84 p. (in Russian)
- Golubev AS, Zheltova KV (2016a) [New combined herbicides Ilion to protect rape]. *Mezhdunarodnyy selskokhozyaystvennyy zhurnal*. 4: 44–45 (in Russian)

- Golubev AS, Zheltova KV (2016b) [Efficacy of application of new combined graminicide ARGO for crops of spring and winter wheat]. *Zemledeliye*. 4: 43–45 (in Russian)
- Golubev AS, Makhankova TA, Borushko PI, Svirina NV (2018) Novyy gerbitsid dlya kompleksnoy zashchity soi ot sornykh rasteniy [New herbicide for comprehensive protection of soybeans from weeds]. *Sbornik nauchnykh trudov «Nauchnoye obespecheniye razvitiya APK v usloviyakh importozameshcheniya»*. 99–102.
- Dolzhenko VI, ed (2013) Metodicheskie ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam gerbitsidov v selskom khozyajstve [Guidelines for registration trials of herbicides in agriculture]. SPb: VIZR. 280 p. (in Russian)
- Karakotov SD, Zheltova EV, Golubev AS, Makhankova TA (2015) The new formulation of herbicides for the protection of sugar beet. *Proceedings of the 7th Congress on Plant Protection*. 95–100 (in Russian)
- Lysenko NN, Kuzmicheva YuV (2017) [Soybean protection in Orel]. *Zashchita i karantin rasteniy*. 7: 23–26 (in Russian)
- Makhankova TA, Kirilenko EI, Golubev AS (2011) [Grain herbicides assortment]. *Zashchita i karantin rasteniy*. 3: 16–18 (in Russian)
- O khode provedeniya vesennikh polevykh rabot v Rossiyskoy Federatsii (po sostoyaniyu na 19 iyunya 2019 goda) [The progress of field work in the Russian Federation (as of June 19, 2019)]. *Ministerstvo selskogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii*. URL: <http://mcx.ru/upload/iblock/67f/67fccc43b6522256f422f2bbe0368daf.doc> (10.09.2019) (in Russian)
- Reshetnikov AA, Khoreshko LA (2018) [Soybean cultivation in rainfed conditions of the Saratov region]. *Agrarnyy vestnik Yugo–Vostoka*. 2: 11–13 (in Russian)
- Salmanova IA (2016) [Soybean herbicides]. *Zashchita i karantin rasteniy*. 3: 25–26 (in Russian)
- Sozonova AN, Ivanenko AS (2018) Proizvodstvo soi v Rossii. Zauralye i Tyumenskoy oblasti [Soybean production in Russia, the Trans–Urals and the Tyumen region]. In: *Second International Forum «Zernobovovyye kultury. razvivayushcheyesya napravleniye v Rossii»*. 155–160 (in Russian)
- List of pesticides and agrochemicals approved for usage on the territory of Russian Federation (2019) Appendix to the journal «Zashchita i karantin rasteniy» 4: 368–374 (in Russian)
- Stetsov GYa., Dolmatova LS, Sadovnikov GG (2018) [Application of Harmony Classic, WDG on soybeans in Altai]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 7: 5–12 (in Russian)

Plant Protection News, 2019, 4(102), p. 54–59

OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy)

<http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-4-102-54-59>

Full-text article

STUDY OF THE EFFICIENCY OF A NEW HERBICIDE BENITO ON SOYBEANS

A.S. Golubev

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

**corresponding author, e-mail: golubev100@mail.ru*

Field trials with the herbicide Benito (bentazone, 300 g/l, colloidal solution concentrate) were conducted on soybeans in three climatic regions of Russia during 2018. We tested the opportunity to reduce the application rates of the bentazone (600–900 g a.i. / ha) as compared to the standard Basagran (bentazone, 4800 g/l, SL; 720–1440 g a.i. / ha). The experiments followed the «Guidelines for registration trials of herbicides in agriculture» (2013). Weeds were counted and weighted on each plot. Efficiency of herbicide was determined by the Abbott formula. In Altay region biological efficiency both, herbicide Benito and standard Basagran, reached 100%, regardless of application rates. In Astrakhan region, on the contrary, there was a clear correlation of biological efficiency of both herbicides and application rates. Efficiency of 2.0 l / ha of herbicide Benito was similar to the use of 1.5 l / ha of the standard Basagran; efficiency of 3.0 l / ha of studied herbicide was similar to the use of 3.0 l / ha of standard Basagran. In Krasnodar region efficiency of 2.0 and 3.0 l / ha of herbicide Benito approached the efficiencies of 1.5 and 3.0 l / ha of standard Basagran, respectively. aqueous solution and allows reducing the application rates of bentazone by 17.0–37.5% without reducing processing efficiency.

Keywords: soybeans, weeds, herbicides, bentazone, colloidal solution concentrate

Received: 12.09.2019

Accepted: 02.12.2019

ПОВЕРХНОСТЬ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА РАЗВИТИЕ ПАУТИННОГО КЛЕЩА НА ОГУРЦЕ

В.А. Раздобурдин*, О.С. Кириллова

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

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

В лабораторных условиях проводили сравнительную оценку развития яиц паутинного клеща на верхней и нижней сторонах семядольных листьев огурца Гинга F1 и Вязниковский 37. Исследования выполняли на семядольных листьях, срезанных с растений и помещенных на влажную вату в чашки Петри. Для работы использовали яйца вредителя, отложенные самками в течение пяти часов. Показано, что на неповрежденных вредителем листьях на их нижней стороне яйца клеща развиваются медленнее, чем на верхней. Это может быть вызвано особенностями газообмена абаксиальной и адаксиальной сторон листа в норме. Наличие повреждений на нижней стороне листовых пластинок, нанесенных клещом в течение 1 суток, также увеличивает продолжительность эмбриогенеза. По-видимому, это обусловлено защитными реакциями тканей растения в ответ на повреждение вредителем, которые на нижней стороне семядольных листьев проявляются в большей степени и связаны с выделением летучих соединений, негативно влияющих на развитие яиц фитофага. Предполагается, что указанные реакции в большей степени характерны для клеток губчатой паренхимы мезофилла, чем для палисадной.

Ключевые слова: *Tetranychus urticae*, семядольные листья, абаксиальная сторона, адаксиальная сторона, развитие яиц клеща

Поступила в редакцию: 15.05.2019

Принята к печати: 02.12.2019

В процессе совместной эволюции фитофагов и их кормовых растений действие отбора было направлено на сохранение и совершенствование организмов, поддержание устойчивости взаимосвязей продуцентов и консументов в экологических системах. Главнейшим направлением приспособительной эволюции у растений являлось развитие системы иммунологических барьеров от консументов, а у фитофагов – адаптации к наиболее оптимальному использованию пищевых ресурсов, развитие механизмов защиты от отрицательных воздействий растений. Иммуногенетические свойства как растений-продуцентов, так и консументов являются важнейшими условиями стабильности сосуществования организмов в цепях питания, обеспечивая устойчивость функционирования экологических сообществ (Павлюшин и др., 2016). Система иммунологических конституциональных и индуцированных барьеров растений в определенной мере обеспечивает их самозащиту от фитофагов на всех этапах онтогенеза. Функции иммунитета растения как детерминанта экосистемы определяют специфику взаимодействий консументов различных уровней, закономерности формирования и жизнедеятельности консорциев разных типов. Знания о механизмах иммуногенетических барьеров, характера их действия на биофагов необходимы для понимания особенностей функционирования систем триотрофа «растения – консументы первого порядка – консументы второго порядка (энтомофаги)» – основных трофических цепей, определяющих потоки вещества и энергии в экосистеме. В функционировании экосистем одну из важных ролей играют информационно-химические взаимодействия между продуцентами и консументами (Буров, Новожилов, 2001; Pickett, Khan, 2016).

Паутинный клещ *Tetranychus urticae* (Koch) – широко распространенный вредитель овощных и декоративных культур в защищенном грунте, среди которых огурец – наиболее благоприятное для него кормовое растение. Этот

фитофаг обитает преимущественно на нижней стороне листьев, что является характерной чертой его пищевой специализации, в частности – топической специфичности. Заселение огурца паутинным клещом может происходить на любой стадии развития растений, начиная с фазы семядольных листьев. На двух различающихся по устойчивости к паутинному клещу сортаобразцах огурца нами изучались особенности поведения и развития вредителя на растениях в начальный период их вегетации (Раздобурдин, Кириллова, 2018). Было показано, что на вегетирующих растениях в фазе семядольных листьев самки вредителя в условиях свободного выбора предпочитали откладывать яйца на нижнюю сторону листовых пластинок. Однако, в условиях принудительного содержания клещей на адаксиальной и абаксиальной сторонах листа самки на нижней поверхности откладывали в 1.5–2 раза меньше яиц, чем на верхней. При этом установлено, что скорость развития яиц клеща была ниже на абаксиальной стороне, в сравнении с верхней стороной листовой пластинки.

Полученные данные позволяют предполагать, что особенности эмбриогенеза паутинного клеща при развитии фитофага на верхней и нижней сторонах семядольных листьев могут быть связаны с летучими соединениями, выделяемыми растением. Эмиссия летучих веществ может являться одним из ответов растения на откладку яиц фитофагами (Hilker, Meiners, 2006). Предположительно, в наших опытах такая реакция огурца вызвана секреторными выделениями клеща, попадающими на листовую поверхность при откладке яиц самками, или повреждениями тканей листа в результате питания самок. Известно, что при повреждении фитофагами в растительных тканях индуцируются ответные защитные реакции, сопровождающиеся эмиссией летучих соединений, таких как этилен, метилжасмонат или метилсалицилат. Они в свою очередь обладают свойствами элиситоров и могут индуцировать защитные реакции и экспрессию генов защиты не только

в непосредственно повреждаемых, но и в находящихся в прямом соседстве с ними растениях (Shulaev et al., 1997; Бузов и др., 2012). Знания о механизмах ответных реакций автотрофа на повреждения фитофагами необходимы при создании методов выявления устойчивых к вредителям форм растений в целях селекции новых сортов и

гибридов и разработке систем управления фитосанитарным состоянием агробиоценозов. В связи с этим исследования особенностей взаимоотношений паутинного клеща и огурца на начальных этапах онтогенеза растений были продолжены.

Материалы и методы

Исследования проводили в лабораторных условиях на растениях двух сортообразцов огурца – Гинга F1 и Вязниковский 37. Сортообразцы различаются по конституциональному гормональному статусу: Гинга – партенокарпический гибрид с женским типом цветения, Вязниковский 37 – пчелоопыляемый сорт. Кроме того, в отличие от сорта Вязниковский 37, Гинга F1 не способен к синтезу кукурбитацинов (веществ вторичного обмена из класса тетрациклических тритерпеноидов), что детерминировано генетически. Работа выполнена на семядольных листовых пластинках, срезанных с незаселенных паутинным клещом растений в фазу развернутых семядольных листьев. Паутинного клеща разводили на растениях бобов, в опытах использовали самок вредителя с типичной серо-зеленой окраской и выраженными темными пятнами по бокам тела. Для изучения развития фитофага на семядольных листьях проводили следующие эксперименты.

Влияние стороны семядольного листа, не поврежденного паутинным клещом, на развитие яиц вредителя изучали на обоих сортообразцах огурца. Срезанные листья помещали в чашки Петри на влажную вату, по 6 штук только верхней или только нижней стороной вверх. Предварительно в отдельные чашки Петри на срезанные с бобов листья на 5 часов помещали самок клеща, при этом убирала яйца, случайно перенесенные кисточкой вместе с имаго. Затем имаго клещей удаляли, а отложенные яйца кисточкой переносили на семядольные листья огурца: на каждый лист – по 10 яиц. На листьях, расположенных нижней стороной вверх, яйца размещали вдоль краев по периметру листовых пластинок – в местах, наиболее предпочитаемых клещом при питании. На верхней стороне листьев, где клещи не проявляют какого-либо предпочтения к месту питания, яйца фитофага размещали случайным образом. Суммарное количество яиц в каждом варианте – 60. Эксперимент проводили при температуре +21–23 °С. Наблюдения за развитием яиц проводили в течение 8 суток. Долю вышедших личинок на дату учета определяли от их суммарного количества на листе на 8-е сутки эксперимента (ретроспективно). По окончании опыта определяли выживаемость яиц.

Оценку возможности выделения растением в ответ на откладку клещом яиц летучих соединений, способных влиять на эмбриогенез фитофага, изучали на сорте Вязниковский 37. С этой целью с растений срезали семядольные листья и размещали их нижней стороной вверх на влажную вату в чашки Петри. На каждый лист кисточкой помещали по 5 самок вредителя. При этом яйца, случайно перемещенные вместе с имаго клеща, удаляли. Через 5 часов самок с семядольных листьев убирала и подсчитывали

количество отложенных ими яиц. Затем в одном варианте (опыт) все яйца на листьях кисточкой переносили с места их откладки, выбранного самками, на другое место – в 5–10 мм от исходного. В другом варианте (контроль) яйца фитофага оставались на листовых пластинках в местах, где они были отложены самками. Количество повторностей в каждом варианте – 10; суммарное количество яиц в опытном варианте – 76, в контрольном – 68. Наблюдения за развитием яиц проводили в течение 8 суток. Долю вышедших личинок на дату учета определяли от их суммарного количества на 8-е сутки эксперимента. По окончании эксперимента, который проводили при температуре +21–23 °С, учитывали также выживаемость яиц.

Влияние повреждений фитофагом на выделение семядольными листьями летучих веществ, воздействующих на яйца клеща, оценивали на обоих изучаемых сортообразцах, но отдельно по времени. Сначала эксперимент был проведен на сорте Вязниковский 37, затем – на гибриде Гинга. С растений срезали листья и размещали их нижней стороной вверх на влажную вату в чашки Петри. На каждом сортообразце в опытном варианте на листовые пластинки кисточкой помещали по 5 самок клеща; листья в контрольном варианте самками вредителя не заселяли. Через 1 сутки клещей и отложенные ими яйца с листьев удаляли. Предварительно в отдельные чашки Петри на срезанные с бобов листья помещали самок клеща, убирала случайно перенесенные кисточкой яйца. Через 5 часов имаго клещей удаляли, а отложенные яйца кисточкой переносили на семядольные листья огурца: на каждый в опытном и контрольном варианте – по 10 яиц. На листьях яйца размещали вдоль краев по периметру листовых пластинок – в местах, наиболее предпочитаемых клещом при питании на их нижней стороне. На обоих сортообразцах количество повторностей в каждом варианте – 18; суммарное количество яиц как в опытном, так и в контрольном вариантах – 180. Эксперименты проводили при температурах +22–23 °С – на сорте Вязниковский 37 и +20–21 °С – на гибриде Гинга. Наблюдения за развитием яиц проводили в течение 8 (Вязниковский 37) и 9 суток (Гинга F1). Соответственно, долю вышедших личинок на дату учета определяли от их суммарного количества на сорте Вязниковский 37 – на 8-е сутки, а на гибриде Гинга – на 9 суток эксперимента. По окончании опытов определяли выживаемость яиц.

Во всех экспериментах чашки Петри были защищены от прямого солнечного света. Статистическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием компьютерной программы Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение

Ранее было показано, что на нижней стороне семядольных листьев яйца паутинного клеща развиваются медленнее, чем на верхней (Раздобурдин, Кириллова, 2018). При этом в опыте исходное количество яиц было получено от самок на модельных семядольных листовых пластинках за 4 часа, в течение этого времени клещи питались, повреждая ткани листьев. После удаления имаго фитофага проводили наблюдения за выходом из яиц личинок. Таким образом, динамика выхода личинок оценивалась на семядольных листьях, поврежденных фитофагом. В связи с этим, на двух сортообразцах огурца нами был проведен аналогичный эксперимент, но с неповрежденными фитофагом семядольными листьями: на нижнюю и верхнюю сторону листовых пластинок помещали яйца, отложенные самками вредителя на листьях бобов за 5 часов. Выход личинок из яиц происходил на 6 день и продолжался в течение 2 суток. Результаты опыта показали, что на верхней стороне листовых пластинок огурца личинки из яиц начали выходить более активно, чем на нижней, однако выживаемость яиц на адаксиальной и абаксиальной

поверхности листьев оказалась практически одинаковой (табл. 1). На динамику отрождения личинок влияли сортовые свойства растений, это особенно заметно на нижней стороне листовых пластинок. Так, на дату второго учета на верхней стороне листьев доля вышедших из яиц личинок на сорте Вязниковский 37 и на гибриде Гинга была фактически одинаковой (соответственно 46.1 и 44.9%), а на нижней различалась примерно в два раза (19.2 и 53.6%). Зависимость выживаемости яиц от сортовых особенностей огурца не выявлена.

Отличия в действии летучих веществ на эмбриогенез вредителя на абаксиальной и адаксиальной поверхности семядольных листьев могут быть связаны с различиями в количестве и (или) составе этих соединений. Возможно, это вызвано особенностями газообмена верхней и нижней поверхностей листа в норме. Необходимо отметить, что интенсивность выделения газообразных веществ может быть связана с плотностью устьиц, которая на нижней стороне семядольных листьев огурца выше в сравнении с верхней (Savvides et al., 2012).

Таблица 1. Развитие яиц паутинного клеща на адаксиальной и абаксиальной стороне семядольных листьев огурца, не поврежденных вредителем

Сортообразец	Сторона листа	Выход личинок из яиц по датам учета, %			Выживаемость яиц, %
		1	2	3	
Вязниковский 37	Верхняя	28.3 ± 8	46.1 ± 8.9	21.1 ± 11	94 ± 4
	Нижняя	8.6 ± 5.4	19.2 ± 7.4	67.6 ± 6.7	93 ± 3.1
Гинга, F1	Верхняя	19.4 ± 6.2	44.9 ± 4.7	32.7 ± 7.1	89.6 ± 4.4
	Нижняя	9.6 ± 6	53.6 ± 9.3	36.9 ± 7.9	89.4 ± 4.1
Безотносительно к стороне листа					
Вязниковский 37		18.5 ± 5.6	32.7 ± 7.1	44.4 ± 9.8	93.5 ± 2.4
Гинга, F1		14.5 ± 4.3	49.2 ± 5.2	34.8 ± 5.1	89.5 ± 2.9
Безотносительно к сортовым особенностям огурца					
Верхняя сторона		23.1 ± 4.8	45.4 ± 4.4	27.9 ± 6.1	91.5 ± 3
Нижняя сторона		9.2 ± 4	39.3 ± 7.9	49.7 ± 6.9	90.9 ± 2.6
Результат двухфакторного дисперсионного анализа влияния факторов, критерий Фишера (F):					
1. Сортовые свойства огурца		0.37	4.38**	1.33	0.94
2. Сторона семядоли		5.14**	1.32	9.27***	0.02
Взаимодействие факторов (1 x 2)		0.57	5.06**	6.48**	0.01

Примечание: показатели развития яиц приведены, как средние значения ± ст. ошибка; ** - $p \leq 0.05$, *** - $p \leq 0.01$.

Известно, что растения могут реагировать на повреждающие воздействия членистоногих защитными химическими реакциями, в частности, выделением летучих соединений с различной биологической активностью в отношении консументов первого и второго порядков, а также синтезом веществ вторичного обмена, снижающих качество пищевого субстрата для фитофага. В научной литературе имеется большое количество примеров, демонстрирующих, что растение способно реагировать уже на самые первые атаки фитофагов, а именно – на откладку яиц (Hilker, Meiners, 2002). Яйца, отложенные самками членистоногих на поверхность неповрежденных листьев, не являются инертными объектами для растительных тканей. Секреторные выделения, попавшие на листовую поверхность вместе с яйцом, могут содержать ферментативные компоненты, которые способствуют проникновению выделений через восковой налет и кутикулу листа. Реакции растительного организма, вызванные откладкой яиц членистоногими, направлены на предотвращение его

повреждения личинками и могут зависеть от физико-химических особенностей поверхности листьев. Секреторные выделения самок, воздействуя на мембраны клеточных оболочек эпидермы, способны индуцировать каскад ответных биохимических реакций, сходных с таковыми при повреждении растения биотрофом в процессе питания. Результаты таких реакций (развитие новообразований, некрозы при сверхчувствительности тканей листа, производство овицидных веществ) зависят как от вида растения, так и от вида фитофага (Hilker, Meiners, 2006).

В процессе яйцекладки прикрепление самкой паутинного клеща шарообразных яиц (диаметр 0.14 мм) к поверхности листа происходит в два приема. Сначала отложенное яйцо, покрытое секреторными выделениями, приклеивается к листовой поверхности. Затем самка прикрепляет яйцо к поверхности паутиной. Паутина выделяется паутиной железой, находящейся в сросшемся основании педипальп – пары конечностей, входящих в состав ротового аппарата клеща (Митрофанов и др., 1987).

Нами предполагалось, что секреторные выделения с яиц паутиного клеща могут вызывать защитные реакции в тканях листа, в частности – эмиссию летучих соединений, негативно влияющих на развитие фитофага. Однако, результаты эксперимента с искусственным перемещением яиц с мест их откладки самками на семядольных листьях это не подтвердили. Через 6 суток после начала эксперимента происходил выход личинок из яиц, который продолжался в течение 2 суток. В опытном варианте, где яйца на листьях были перенесены с мест их откладки на 5–10 мм, и в контроле, где они оставались в выбранных самками местах, скорость выхода личинок из яиц была

практически одинаковой (табл. 2). По-видимому, откладка самками яиц не вызывает ответных реакций тканей листа или они незначительны. Как в опытном, так и в контрольном варианте семядольные листья были повреждены паутиным клещом, что могло вызывать эмиссию летучих соединений. Возможно, их действие на эмбриональное развитие вредителя маскировало влияние летучих соединений, выделяющихся в ответ на воздействие секреторных веществ с поверхности яиц клеща. Смертность яиц в варианте с их перемещением оказалась примерно на 10% выше в сравнении с контролем, причина этого не ясна.

Таблица 2. Выход личинок паутиного клеща из яиц, искусственно перемещенных с мест их исходного расположения, выбранного самками вредителя на семядольных листьях огурца Вязниковский 37

Вариант	Выход личинок из яиц по датам учета, %			Выживаемость яиц, %
	1	2	3	
Опыт	14.4 ± 4.6	31 ± 5.9	54.6 ± 8.6	86 ± 4.6
Контроль	13.6 ± 4.6	32.1 ± 6.9	54.3 ± 6	97.2 ± 2.8
Влияние изменения расположения яиц, критерий Фишера (F):				
	0.01	0.01	0.00	4.1*, p = 0.059

Примечание: показатели развития яиц приведены, как средние значения ± ст. ошибка

Оценка влияния на эмбриогенез фитофага повреждений, нанесенных паутиным клещом при питании на нижней поверхности семядольных листьев (в течение 1 суток), показала, что как на сорте Вязниковский 37, так и на гибриде Гинга начало выхода личинок из яиц было менее дружным на поврежденных листовых пластинках в сравнении с неповрежденными (табл. 3). Можно предположить, что это связано с особенностями выделения поврежденными вредителем тканями летучих соединений,

определенным образом влияющих на яйца фитофага. При этом существенных различий в выживаемости яиц на поврежденных и неповрежденных вредителем листьях не выявлено. В связи с тем, что эксперименты на указанных сортах проводились при разных температурах, на сорте Вязниковский 37 выход личинок из яиц наблюдался на 6 сутки, а на гибриде Гинга – на 8 сутки после начала опыта. На обоих сортах отрождение личинок из яиц продолжалось в течение 2 суток.

Таблица 3. Влияние повреждения абаксиальной стороны семядольных листьев огурца паутиным клещом на развитие яиц вредителя

Сортообразец	Вариант	Выход личинок из яиц по датам учета, %			Выживаемость яиц, %
		1	2	3	
Вязниковский 37	Опыт	15.8 ± 3.8	49.7 ± 2.9	26.3 ± 4.7	86.1 ± 2.7
	Контроль	25.9 ± 3.9	49.8 ± 3.9	14 ± 2.8	88.9 ± 2.5
Гинга F1	Опыт	17.6 ± 2.8	59.6 ± 5	21.7 ± 4.2	87.2 ± 2.3
	Контроль	28.9 ± 3.8	59.8 ± 4.3	8.9 ± 3	90 ± 2.7
Влияние фактора повреждения семядолей вредителем, критерий Фишера (F):					
Вязниковский 37		3.46*	0.00	5.02**	0.56
Гинга F1		5.61**	0.00	6.19**	0.63

Примечание: показатели развития яиц приведены, как средние значения ± ст. ошибка;

* - $p \leq 0.1$, ** - $p \leq 0.05$.

Паутиный клещ имеет колюще-сосущий ротовой аппарат, который позволяет прокалывать лист и потреблять содержимое растительных клеток. Известно, что пищей паутиного клеща является содержимое клеток мезофилла листьев. На хлопчатнике показано, что на настоящих листьях паутиный клещ при питании предпочитает зоны листовой пластинки, где суммарная толщина нижнего эпидермиса и губчатой паренхимы минимальна, в результате чего клетки палисадной паренхимы, основной фотосинтезирующей ткани листа, наиболее доступны для проникновения стилетов вредителя (Талипов, 1976). Это дает основание предполагать, что полноценную пищу фитофаг получает из палисадных клеток мезофилла. Автором установлено также, что на устойчивых к клещу сортах, в

сравнении с неустойчивыми, суммарная толщина нижней эпидермы и губчатой паренхимы выше. Наши исследования по изучению поведения и пространственного размещения самок паутиного клеща на семядольных листьях огурца показали, что на их нижней стороне фитофаги предпочитают питаться по периметру листа в краевой его зоне. Возможно, одной из причин такого поведения клеща является строение семядольного листа. По нашим предварительным гистологическим исследованиям, толщина семядольного листа огурца существенно зависит от зоны листовой пластинки: в центре толщина составляет около 400 мкм, в краевой зоне – до 70–150 мкм, что сопоставимо с длиной стилета фитофага. Известно, что длина колющих стилетов взрослой самки *T. urticae* составляет около 150

мкм (Sances et al., 1979). Очевидно, что при обитании паутиного клеща на нижней стороне семядольных листьев в краевой их зоне палисадная паренхима более доступна для питания. Повреждения, нанесенные клещом при питании, хорошо заметны с верхней стороны листовой пластинки. Важно отметить, что толщина палисадной паренхимы семядольного листа мало зависит от зоны листовой пластинки. Было выявлено, что, обитая на вегетирующих проростках, самки вредителя могут выходить для питания на верхнюю поверхность листьев, где размещаются более равномерно, чем на нижней. Имея возможность питания на адаксиальной и абаксиальной поверхности семядольных листьев, самки предпочитают откладывать яйца на нижнюю их сторону.

Гистологическими исследованиями на фасоли и арабидопсисе показано, что при питании паутиный клещ не проявляет избирательности в отношении клеток губчатой или столбчатой паренхимы мезофилла. Вредитель использует содержимое клетки, которая первой встречается на пути внедряющихся в лист стилетов. Как правило, это клетки, расположенные непосредственно под эпидермисом той стороны листа, на которой находится клещ (Bensoussan et al., 2016). Кроме того, как показано этими авторами, данный фитофаг способен использовать для питания и клетки, расположенные в более глубоких слоях мезофилла. Установлено, что клещ не разрушает клеток эпидермиса, стилеты внедряются между клеток эпидермы

или через устьица. Авторы полагают, что в процессе прокола из стилетов в клетку попадают ферменты слюнных желез клеща, инициирующие разжижение и внекишечное переваривание ее содержимого. Этому также могут действовать гидролитические ферменты клетки, которые освобождаются из разрушенной вакуоли. Предварительное пероральное расщепление содержимого клеток облегчает потребление клеточных органелл, размер которых превышает диаметр всасывающего канала, образованного стилетами. Так, хлоропласты имеют диаметр в несколько микрон, в то время как диаметр канала стилетов составляет около 2 мкм (Bensoussan et al., 2016). По мнению этих исследователей, локальные и системные реакции на воздействие фитофага инициируются в интактных клетках, окружающих поврежденную. В качестве элиситоров ответных реакций могут быть: стенки и мембранные фрагменты разрушенной стилетом клеща клетки; секреты слюнных желез фитофага; утечка содержимого клетки, подвергнувшегося воздействию ферментов слюнных желез вредителя и пр. Сопоставление сведений из литературы по данной проблематике и результатов наших исследований позволяет предполагать, что ответные реакции на повреждающее воздействие паутиного клеща в семядольных листьях огурца (в частности, связанные с выделением летучих соединений) в большей степени характерны для клеток губчатой паренхимы мезофилла, чем для палисадной.

Заключение

Адаптация к рациональному и экономичному использованию пластических и энергетических ресурсов растения – основное направление приспособительной изменчивости фитофагов в их коэволюции с растениями. Особенностью пищевой специализации паутиного клеща, в частности – топической специфичности, является его преимущественное обитание на нижней стороне листьев. Такое размещение вредителя характерно и для огурца в фазе семядольных листьев. Однако, наши исследования по изучению жизнедеятельности паутиного клеща выявили различия в динамике выхода личинок из яиц на верхней и нижней сторонах семядольных листовых пластинок. В частности, на абаксиальной поверхности листьев личинки выходили из яиц менее дружно, чем на адаксиальной, что

предполагает снижение скорости эмбриогенеза. Это было характерно для семядольных листьев как поврежденных, так и неповрежденных вредителем. Поскольку это наблюдалось на листьях, неповрежденных клещом, можно предположить влияние на эмбриогенез конституционального фактора, связанного с выделением летучих веществ. При повреждении листьев фитофагом действие этого фактора, по-видимому, усиливается. Так, на нижней стороне листовых пластинок, поврежденных клещом, в сравнении с неповрежденными, начало выхода личинок из яиц было менее активным. Возможно, это обусловлено ответными защитными реакциями на повреждение, в частности эмиссией летучих соединений, влияние которых увеличивает продолжительность эмбриогенеза вредителя.

Публикация подготовлена по результатам исследований в рамках проекта № 0665-2019-0016 Государственного задания ФГБНУ ВИЗР на 2019 год по Программе фундаментальных научных исследований государственных академий.

Библиографический список (References)

- Буров ВН, Новожилов КВ (2001) Семиохемики в защите растений от сельскохозяйственных вредителей. *Труды РЭО* 72:3–16.
- Буров ВН, Петрова МО, Селицкая ОГ, Степаныхева ЕА и др. (2012) Индуцированная устойчивость растений к фитофагам. М.: Товарищество науч. изд. КМК. 181с.
- Митрофанов ВИ, Стрункова ЗИ, Лившиц ИЗ (1987) Определитель тетраниховых клещей фауны СССР и сопредельных стран (Tetranychidae, Bryobiidae) Душанбе. Издательство «Дониш». 224 с.
- Павлюшин ВА, Вилкова НА, Сухорученко ГИ, Нефедова ЛИ (2016) Формирование агроэкосистем и становление сообществ вредных видов биотрофов. *Вестник защиты растений* 2(88):5–15.
- Раздобурдин ВА, Кириллова ОС (2018) Особенности поведения и развития паутиного клеща на огурце в ювенильный период онтогенеза растения. *Вестник защиты растений* 3(98): 62–66.
- Талипов ФС (1975) Паразитарная специфичность и патогенность паутиного клеща – вредителя хлопчатника *Автореф. дисс. ...к.б.н.* Л. 25 с.
- Bensoussan N, Santamaria ME, Zhurov V, DiazI et al. Plant-Herbivore Interaction: Dissection of the cellular pattern of *Tetranychus urticae* feeding on the host plant. *Front Plant Sci* 7:1105.

- Hilker M, Meiners T (2002) Induction of plant responses to oviposition and feeding by herbivorous arthropods: a comparison. *Ent Exp App* 104:181–192.
- Hilker M, Meiners T (2006) Early Herbivore Alert: Insect eggs induce plant defense. *J Chem Ecol* 32:1379–1397.
- Pickett JA, Khan ZR (2016) Plant volatile-mediated signalling and its application in agriculture: successes and challenges. *New Phytol* 212:856–870.
- Sances FV, Wyman JA, Ting IP (1979) Morphological responses of strawberry leaves to infestations of twospotted spider mite. *J Econ Entomol* 72:710–713.
- Savvides A, Fanourakis D, Ieperen W (2012) Co-ordination of hydraulic and stomatal conductances across light qualities in cucumber leaves. *J Exp Botany* 63(3):1135–1143.
- Shulaev V, Silverman P, Raskin I (1997) Airborne signalling by methyl salicylate in plant pathogen resistance. *Nature* 385:718–721.

Translation of Russian References

- Burov VN, Novozhilov KV (2009) *Semiokhemiki v zashchite rasteniy ot sel'skokhozyaystvennykh vreditel'ey* [Semiochemicals in plant protection against agricultural pests]. *Trudy REO* 72:3–16. (in Russian)
- Burov VN, Petrova MG, Selitskaya OG, Stepanycheva Ye.A (2012) *Indutsirovannaya ustoychivost' rasteniy k fitofagam* [Induced plant resistance to phytophages]. M.: Tovarishestvo nauch. izd. KMK. 181s.
- Mitrofanov VI, Ctrunkova ZI, Livshits IZ (1987) The identification key of spider mites of the USSR fauna and adjacent countries (Tetranychidae, Bryobiidae) Dushanbe. Izdatelstvo "Donish". 224 p. (in Russian).
- Pavlyushin VA, Vilkova NA, Sukhoruchenko GI, Nefedova LI (2016) [Formation of agroecosystems and the formation of communities of harmful species of biotrophs]. *Vestnik zashchity rasteniy* 2 (88):5–15. (in Russian)
- Razdoburdin VA, Kirillova OS (2018) [Peculiarities of behavior and development of spider mites on a cucumber in the juvenile period of plant ontogenesis]. *Vestnik zashchity rasteniy* 3 (97): 62–66. (in Russian). DOI: 10.31993/2308-6459-2018-3(97)-62-66
- Talipov FS (1976) *Parazitarnaya spetsifichnosti patogennost pautinnogo kleshcha – vreditelya khlopchatnika* [Parasitic specificity and pathogenicity of spider mite – pest of cotton]. *Abstract. PhD Thesis*. L. 25 p. (in Russian).

Plant Protection News, 2019, 4(102), p. 60–65

OECD+WoS: 1.06+IY (Entomology)

<http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-4-102-60-65>

Full-text article

THE SURFACE OF THE LEAF BLADE AS A FACTOR INFLUENCING THE SPIDER MITES DEVELOPMENT ON CUCUMBER

V.A. Razdoburdin*, O.S. Kirillova

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

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

A comparative assessment of spider mite eggs development on the upper and under side of cucumber cotyledons has been made under laboratory experiments on the varieties Ginga F1 and Vyaznikovsky 37. Studies have been conducted on the cotyledons cut off from growing plants and placed on a wet cotton wool in the Petri dish. Mite eggs laid by females for five hours have been used for work. It has been shown that mites develop more slowly on the underside of cotyledons in comparison to the upper side when cotyledons are not exposed to spider mite. This may be due to the peculiarities of gas exchange on the abaxial and adaxial sides of leaves. It has been also found, that the mite embryonic development duration is increased, if occurs on the underside of the cotyledon, damaged by the spider mite within 1 day. Apparently, this is caused by the plant defense reactions to herbivory occurring increasingly on the lower side of cotyledons and associated with volatiles that has adverse effect on the mite eggs development. It is assumed that responses to the spider mites damage in the cucumber cotyledon leaves (in particular, those associated with the releasing of volatile compounds) are more characteristic for the spongy parenchyma cells than for the palisade cells in the leaf mesophyll.

Keywords: *Tetranychus urticae*, cotyledons, abaxial sides, adaxial side, mite eggs development

Received: 15.05.2019

Accepted: 02.12.2019

ИСПЫТАНИЕ ЛИЧИНОК ТРЕХ ВИДОВ ДВУКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ В КАЧЕСТВЕ КОРМА ПРИ РАЗВЕДЕНИИ ХИЩНОГО КЛОПА ПОДИЗУСА – *PODISUS MACULIVENTRIS*

А.И. Анисимов^{1*}, А.Э.С. Касем¹, Е.Г. Козлова²

¹Санкт-Петербургский аграрный университет, Санкт-Петербург

²Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

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

С целью выявления менее дорогого корма для массового разведения хищного клопа подизуса в качестве жертв испытали личинок трех видов двукрылых насекомых: черной львинки - *Hermetia illucens* L., зеленой падальной мухи – *Lucilia sericata* Meigen и звонца обыкновенного - *Chironomus plumosus* L., в сравнении с традиционным кормом – гусеницами большой вошинной огневки *Galleria mellonella* L. Эксперименты проводили в двух вариантах: выкармливание на протяжении всего цикла развития и только на личиночной стадии, т.е. для выкармливания нимф, тогда как имаго хищника кормили гусеницами *G. mellonella*. Сравнение показателей развития и репродуктивного потенциала показали, что личинки звонца обыкновенного и черной львинки мало приемлемы для массового разведения подизуса, т.к. большинство показателей развития и репродуктивного потенциала хищного клопа сильно ухудшаются. Наиболее приемлемым вариантом замены гусениц *G. mellonella* альтернативным кормом являются личинки зеленой падальной мухи, хотя и в этом случае снижается выживаемость нимф и продолжительность жизни имаго, а продолжительность развития нимф увеличивается, но не сильно.

Ключевые слова: биологическая защита растений, *Podisus maculiventris*, массовое разведение, личинки двукрылых

Поступила в редакцию: 26.11.2019

Принята к печати: 02.12.2019

Использование конкретного энтомофага для биологической защиты растений от вредителей во многом зависит от экономичности и технологичности его массового разведения. Для хищных видов это, в основном, определяется стоимостью необходимого количества жертвы или искусственной питательной среды и трудозатратами на проведение операций по разведению.

Целью данного исследования является выявление менее дорогого корма, пригодного для массового разведения хищного клопа подизуса (*Podisus maculiventris* Say) – эффективного энтомофага колорадского жука (Warren, Wallis, 1971; Гусев и др., 1982; De Clercq et al., 1998; 2013; Агаева, Исмаилов, 2012; 2016; Нефедова, 2018), пригодного

и для борьбы с вредными чешуекрылыми в теплицах (Белякова, 2013). Задачей данной работы является сравнительная оценка целесообразности использования личинок трех видов двукрылых насекомых для выкармливания подизуса: черной львинки - *Hermetia illucens* L., зеленой падальной мухи – *Lucilia sericata* Meigen и звонца обыкновенного - *Chironomus plumosus* L., широко представленных на рынке товаров для рыбалки, кормления аквариумных рыбок, птиц, некоторых экзотических животных, стоимость которых, при примерно равном весовом использовании, в 15–20 раз ниже, чем стоимость используемых для этой цели гусениц *Galleria mellonella* L. (табл. 1).

Таблица 1. Стоимость насекомых, использованных в экспериментах для выкармливания *Podisus maculiventris*, на рынке России (на ноябрь 2019 г.)

Вид корма	Стоимость	Ссылка на сайт
Опарыш живой свежий	50 г/50 руб.	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/ohota_i_rybalka/oparysh_1542466598 (25.11.2019)
Личинки черной львинки	100 г/100 руб.	https://www.avito.ru/sankt-peterburg/tovary_dlya_zhivotnyh/lichinki_muhi_chernaya_lvinka_824374941 (25.11.2019)
Мотыль крупный	100 г/80 руб.	https://sankt-peterburg.doski.ru/prodam-motyl-oparysh-cherv-dostavka-po-s-peterburgu-besplatnaya-msg589416.htm (25.11.2019)
Гусеницы <i>G. mellonella</i>	500 шт (~100 г)/1500 руб.	https://planetexotic.ru/kaltsiy-preparaty-uborka/kormovye-naseko/459/ (25.11.2019)

Материал и методы исследования

Эксперименты были проведены в лаборатории Биологической защиты растений ВИЗР.

Основным объектом исследований служил хищный клоп подизус, лабораторная культура которого поддерживается в ВИЗР на протяжении многих лет, при использовании в качестве корма гусениц *G. mellonella*, по методике, описанной Г.В. Гусевым с соавторами (1982). В качестве корма использовали личинок черной львинки, зеленой падальной мухи

или звонца обыкновенного (мотыля), которых покупали в розничной сети магазинов Санкт-Петербурга, торгующих товарами для рыбалки.

Эксперименты по оценке целесообразности использования личинок двукрылых при кормлении подизуса исследовали в двух вариантах: выкармливание подизуса на протяжении всего цикла развития и только на личиночной стадии, т.е. для выкармливания нимф, тогда как имаго

хищника кормили гусеницами *G. mellonella*. В контрольных вариантах все стадии развития подизуса выкармливали только гусеницами *G. mellonella*.

В экспериментах нимф хищного клопа первого возраста по 10–12 особей (групповое содержание) сразу после синхронного отрождения из яиц помещали в пластмассовые садки объема 0.7 л. Фиксировали дату закладки опыта и число нимф в садке. Нимфам первого возраста предоставляли только воду, нимфам остальных возрастов - личинок одного из видов двукрылых или (в контроле) гусениц *G. mellonella*.

Насекомых содержали в термостатированном помещении при температуре +23 - +25 °С. Замену корма, воды и необходимые учеты проводили один раз в два дня.

Оценивали следующие показатели развития и репродуктивного потенциала хищных клопов: выживаемость нимф (по доле перелинявших на имаго особей от числа взятых для данного варианта личинок первого возраста) в процентах; продолжительность развития самок и самцов (от выхода из яйца до окрыления на имаго), с точностью до одного - двух дней; вес только что перелинявших на имаго самок и самцов, с точностью до 0.1 мг; преовипозиционный период (интервал времени от линьки на имаго до

первой яйцекладки), с точностью до одного - двух дней; объем первой яйцекладки (по среднему числу яиц в них); средний объем всех яйцекладок (по среднему числу яиц в яйцекладках всех пар клопов в данном варианте); среднее число яйцекладок, полученных от каждой пары клопов, в данном варианте; плодовитость имаго по числу яиц, отложенных отдельными самками за всю жизнь; жизнеспособность отложенных яиц (по доле отродившихся из яиц нимф первого возраста следующего поколения), в процентах; продолжительность жизни самок и самцов, с точностью до двух дней.

Результаты учетов усредняли по вариантам опытов. Рассчитывали ошибки средних и процентов. Значимость наблюдаемых различий отдельных показателей оценивали по t-критерию Стьюдента.

Для количественного сравнения влияния вида жертвы и режима питания на отдельные показатели развития и репродуктивного потенциала подизуса рассчитывали их изменения по отношению к контролю по формуле: $I=(O-K)/K \times 100\%$ (где: I – изменение показателя, %; O – значение показателя в опытном варианте; K – значение показателя в контрольном варианте).

Результаты и обсуждение

Полученные результаты показали (табл. 2), что выживаемость нимф хищного клопа при использовании всех исследованных видов двукрылых достоверно снижается по отношению к их выкармливанию на гусеницах *G. mellonella*. В меньшей степени это относится к личинкам комара звонца (на 19.8%; $p < 0.05$) и зеленой падальной мухи (на 28.4%; $p < 0.01$). В большей степени к личинкам черной львинки (на 49.4%; $p < 0.001$), когда выживаемость нимф подизуса достоверно снижается даже по отношению к вариантам, где их кормили личинками зеленой падальной мухи ($p < 0.05$) или звонца обыкновенного ($p < 0.01$).

Использование в качестве корма личинок исследованных видов двукрылых приводит к высоко достоверному ($p < 0.001$ для всех опытных вариантов) увеличению продолжительности развития нимф подизуса. В меньшей степени продолжительность развития нимф затрагивается при питании личинками зеленой падальной мухи (увеличение на 14.0% для самок и 22.5% для самцов), в несколько

большей степени при питании личинками черной львинки (на 26.2% для самок и 37.9% для самцов), и больше всего при использовании мотыля (на 42.1% для самок и 48.0% для самцов). Использование в качестве корма личинок зеленой падальной мухи привело к достоверному (на 11.2%; $p < 0.01$) увеличению веса молодых самцов подизуса. У самок вес тоже оказался выше, чем в контроле (но не достоверно). Использование личинок черной львинки и звонца обыкновенного привело к высоко достоверному снижению веса молодых имаго хищного клопа: в первом случае на 18.3% у самок и 16.7% у самцов ($p < 0.001$ для обоих полов), а во втором случае на 16.5% ($p < 0.001$) и 12.0% ($p < 0.01$), соответственно (табл. 2, рис. 1).

После постановки на скрещивание пары клопов делили на две части. Одних продолжали кормить тем же кормом, что и нимф, а других переводили на питание гусеницами *G. mellonella* (табл. 3 и 4).

Таблица 2. Выживаемость и продолжительность развития нимф подизуса, вес только окрылившихся имаго при кормлении нимф личинками трех видов двукрылых

Показатель	Испытываемый корм (личинки)			Только <i>G. mellonella</i> (контроль)	
	черной львинки	зеленой падальной мухи	звонца обыкновенного		
Выживаемость нимф, % ± SE	45.5 ± 5.31 c n=88	64.4 ± 7.20 b n=45	72.2 ± 7.62 b n=36	90.0 ± 4.56 a n=50	
Продолжительность развития нимф, суток ± SE	самки	36.0 ± 0.98 g n=20	32.5 ± 0.54 f n=13	40.5 ± 0.98 h n=16	28.5 ± 0.60 e n=26
	самцы	36.3 ± 0.94 g n=20	32.3 ± 0.34 f n=16	39.0 ± 1.12 gh n=10	26.3 ± 0.41 d n=19
Вес имаго, мг ± SE	самки	61.7 ± 1.82 j n=20	78.8 ± 1.65 i n=13	63.0 ± 1.20 j n=16	75.5 ± 2.42 i n=26
	самцы	45.3 ± 0.99 l n=20	60.4 ± 1.00 j n=16	47.8 ± 1.43 l n=10	54.3 ± 1.74 k n=19

Примечания: одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения отдельного показателя ($p > 0.05$ по t-критерию Стьюдента); n – объем выборки.

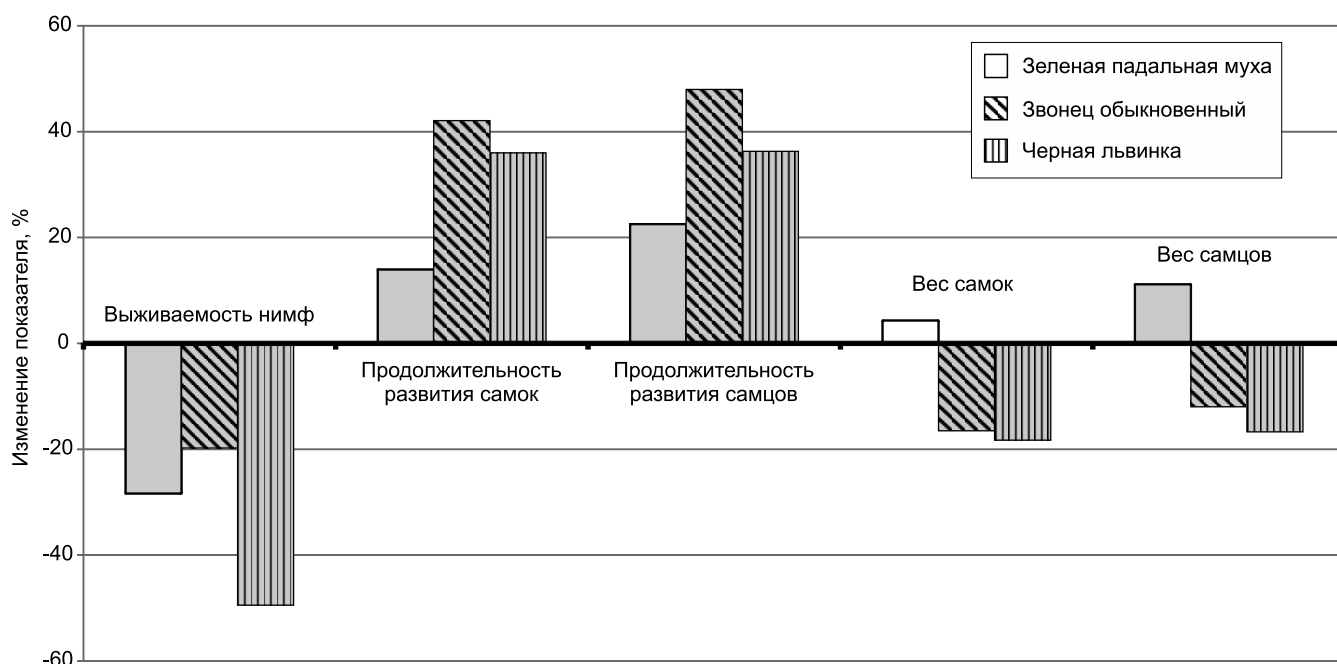


Рисунок 1. Изменение выживаемости нимф, продолжительности их развития и веса молодых имаго подизуса при кормлении личинками трех видов двукрылых насекомых (заливкой обозначено достоверное отличие от контроля, $p < 0.05$ по t-критерию Стьюдента)

Таблица 3. Показатели репродуктивного потенциала подизуса при кормлении нимф личинками трех видов двукрылых и переводе имаго на кормление гусеницами *G. mellonella*

Показатель	Испытываемый корм (личинки)			Только <i>G. mellonella</i> (контроль)
	черной львинки	зеленой падальной мухи	звонца обыкновенного	
Дней до 1-ой яйцекладки \pm SE	5.5 \pm 0.87 a n=4	8.3 \pm 0.49 b n=6	10.5 \pm 1.44 b n=4	9.5 \pm 0.33 b n=8
Плодовитость, яиц \pm SE	344 \pm 131.2 c n=4	404 \pm 87.1 n=6	349 \pm 91.3 c n=4	483 \pm 77.8 c n=8
Объем 1-ой яйцекладки, яиц \pm SE	14.3 \pm 3.57 d n=4	19.0 \pm 2.03 d n=6	23.8 \pm 5.81 d n=4	16.0 \pm 2.10 d n=8
Число яйцекладок \pm SE	9.8 \pm 3.45 e n=4	10.8 \pm 1.93 e n=6	9.3 \pm 1.65 e n=4	14.1 \pm 2.33 e n=8
Объем средней кладки, яиц \pm SE	35.3 \pm 2.62 f n=39	37.9 \pm 2.40 f n=64	37.7 \pm 3.36 f n=37	34.2 \pm 1.33 f n=113
Жизнеспособность яиц, % \pm SE	78.2 \pm 3.79 h n=119	87.0 \pm 4.97 gh n=46	74.0 \pm 6.20 h n=50	96.1 \pm 1.43 g n=181
Продолжительность жизни имаго, суток \pm SE	самки 37.5 \pm 11.02 j n=4	50.2 \pm 2.18 j n=7	46.8 \pm 3.20 j n=4	68.3 \pm 9.97 i n=8
	самцы 45.5 \pm 7.98 ij n=4	47.3 \pm 2.26 j n=7	47.5 \pm 7.64 ij n=4	68.0 \pm 7.77 ij n=7

Примечания: одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения отдельного показателя ($p > 0.05$ по t-критерию Стьюдента); n – объем выборки.

Как видно из представленных материалов, быстрее всего начали размножаться хищные клопы, питавшиеся на стадии нимфы личинками черной львинки, а на взрослой стадии гусеницами *G. mellonella*, и несколько позже – питавшиеся личинками зеленой падальной мухи. В последнем, из упомянутых выше вариантов, преовипозиционный период был высоко достоверно ($p < 0.001$) короче, чем в контроле, и даже чем у клопов, питавшихся тем же кормом на нимфальной стадии, но переведенных на привычный корм – гусениц *G. mellonella* на стадии имаго ($p < 0.05$). Большинство остальных вариантов по продолжительности преовипозиционного периода от контроля не

отличались. Исключение составил вариант, где в качестве корма для клопов всех стадий развития использовали личинок звонца обыкновенного. При этом наблюдалась почти двукратная достоверная задержка начала размножения ($p < 0.05$), по сравнению с контролем.

Как видно из материалов, представленных в таблицах 3 и 4, по показателю плодовитости явно выпадают два варианта: кормление подизуса личинками черной львинки и звонца обыкновенного на протяжении всей жизни. В этих вариантах мы впервые обнаружили по одной паре хищных клопов, которые вообще не дали яйцекладок, а у остальных их количество было небольшим.

Таблица 4. Показатели репродуктивного потенциала подизуса при кормлении личинками трех видов двукрылых на всех стадиях развития

Показатель	Вид корма (личинки)			Только <i>G. mellonella</i> (контроль)
	черной львинки	зеленой падальной мухи	звонца обыкновенного	
Дней до 1-ой яйцекладки ± SE	14.0 ± 3.21 <i>bc</i> n=4	7.0 ± 0.22 <i>a</i> n=7	17.0 ± 2.52 <i>c</i> n=3	9.5 ± 0.33 <i>b</i> n=8
Плодовитость, яиц ± SE	46.5 ± 27.37 <i>e</i> n=4	322 ± 72.3 <i>d</i> n=7	47.8 ± 18.68 <i>e</i> n=4	483 ± 77.8 <i>d</i> n=8
Объем 1-ой яйцекладки, яиц ± SE	15.0 ± 4.58 <i>f</i> n=4	18.6 ± 2.52 <i>f</i> n=7	15.0 ± 2.08 <i>f</i> n=4	16.0 ± 2.10 <i>f</i> n=8
Число яйцекладок ± SE	3.3 ± 1.80 <i>hi</i> n=4	8.3 ± 1.48 <i>gh</i> n=7	2.3 ± 0.85 <i>i</i> n=4	14.1 ± 2.33 <i>g</i> n=8
Объем средней кладки, яиц ± SE	14.3 ± 1.54 <i>k</i> n=13	38.9 ± 2.43 <i>j</i> n=58	21.2 ± 4.76 <i>k</i> n=9	34.2 ± 1.33 <i>j</i> n=113
Жизнеспособность яиц, %±SE	89.5 ± 7.04 <i>lm</i> n=19	83.0 ± 2.07 <i>m</i> n=101	88.1 ± 3.53 <i>m</i> n=86	96.1 ± 1.43 <i>l</i> n=181
Продолжительность жизни имаго, суток ± SE	самки 36.8 ± 1.75 <i>o</i> n=4	36.0 ± 4.48 <i>o</i> n=7	36.0 ± 7.67 <i>o</i> n=4	68.3 ± 9.97 <i>n</i> n=8
	самцы 31.0 ± 5.58 <i>o</i> n=4	42.1 ± 3.05 <i>o</i> n=7	37.5 ± 5.78 <i>o</i> n=4	68.0 ± 7.77 <i>n</i> n=7

Примечания: одинаковыми буквами обозначены достоверно не различающиеся значения отдельного показателя ($p > 0.05$ по t-критерию Стьюдента); n – объем выборки.

Все остальные варианты достоверно между собой не отличались. Однако просматривается тенденция положительного влияния перевода имаго на выкармливание гусеницами *G. mellonella*, вместо личинок двукрылых.

Чтобы выяснить причины наблюдаемых резких отличий между вариантами опытов по плодовитости мы оценили ряд дополнительных показателей репродуктивного потенциала хищных клопов, а именно размер (объем) первой яйцекладки, среднее число яйцекладок и их объем, как это принято в большинстве зарубежных исследований, направленных на изучение вопроса о подборе корма для массового разведения энтомофагов.

Как видно из представленных материалов, при кормлении подизуса личинками всех исследованных видов двукрылых насекомых, снижение плодовитости происходит за счет снижения числа откладываемых самками яйцекладок, что во многом определяется продолжительностью их жизни. Число яйцекладок повышается при переводе имаго подизуса на питание гусеницами *G. mellonella* (для варианта с выкармливанием нимф личинками звонца обыкновенного – высоко достоверно; $p < 0.01$).

Перевод имаго подизуса на питание гусеницами *G. mellonella* достоверно увеличивает средний объем яйцекладок, получаемых от одной пары подизуса, при кормлении нимф личинками черной львинки и звонца обыкновенного ($p < 0.001$ и $p < 0.01$ соответственно), который повышается до контрольного уровня. При использовании в качестве корма для подизуса личинок зеленой падальной мухи этот показатель репродуктивного потенциала даже выше, чем в контроле, но различия не достоверны.

Из представленных материалов видно, что имаго подизуса при лабораторных условиях содержания в среднем живут довольно долго. Хотя изменчивость по этому показателю весьма велика. В опытных вариантах продолжительность жизни самок варьировала от 6 до 59 дней, а самцов от 19 до 64 дней, в контрольных вариантах у самок от 29 до 102 дней, а у самцов от 48, до 104. В среднем продолжительность жизни как самок, так и самцов

подизуса при кормлении личинками исследованных видов двукрылых на протяжении всего жизненного цикла достоверно снижается, по сравнению с контрольными вариантами ($p < 0.05$). При переводе имаго насекомых на кормление гусеницами *G. mellonella* она повышается и различия с контролем становятся не достоверными. Однако, этот прием усложнит технологию и существенно повысит затраты на массовое разведение хищного клопа.

Кроме описанных выше показателей развития и репродуктивного потенциала хищного клопа подизуса при кормлении его нимф личинками двукрылых насекомых оценивали процент отрождения нимф из отложенных яиц (табл. 3 и 4), и обнаружили, что жизнеспособность яиц подизуса весьма высокая. Использование непривычного для хищного клопа корма – личинок исследованных видов двукрылых насекомых, снижает уровень отрождения нимф подизуса. Возможно, это связано с откладкой большего количества неоплодотворенных яиц самками при неблагоприятных условиях питания. Следует отметить, что снижение доли нежизнеспособных яиц в опытных вариантах не велико, и не будет иметь практического значения.

Из рисунков 1 и 2 видно, что больше всего (примерно на 80%) снижается число яйцекладок и общая плодовитость имаго подизуса при его кормлении личинками черной львинки и звонца обыкновенного на протяжении всей жизни, а в последнем случае удлиняется период до начала откладки яиц. На величину порядка 60% снижается средний объем яйцекладок и выживаемость нимф при питании личинками черной львинки. Примерно на 50%, по сравнению с контролем, увеличивается продолжительность развития самцов при питании личинками звонца обыкновенного, и снижается их продолжительность жизни при питании личинками черной львинки и т.д.

Положительным фактом является достоверное сокращение преовипозиционного периода (больше чем на 40%) при питании нимф подизуса личинками черной львинки, а имаго – личинками *G. mellonella*. Это может послужить

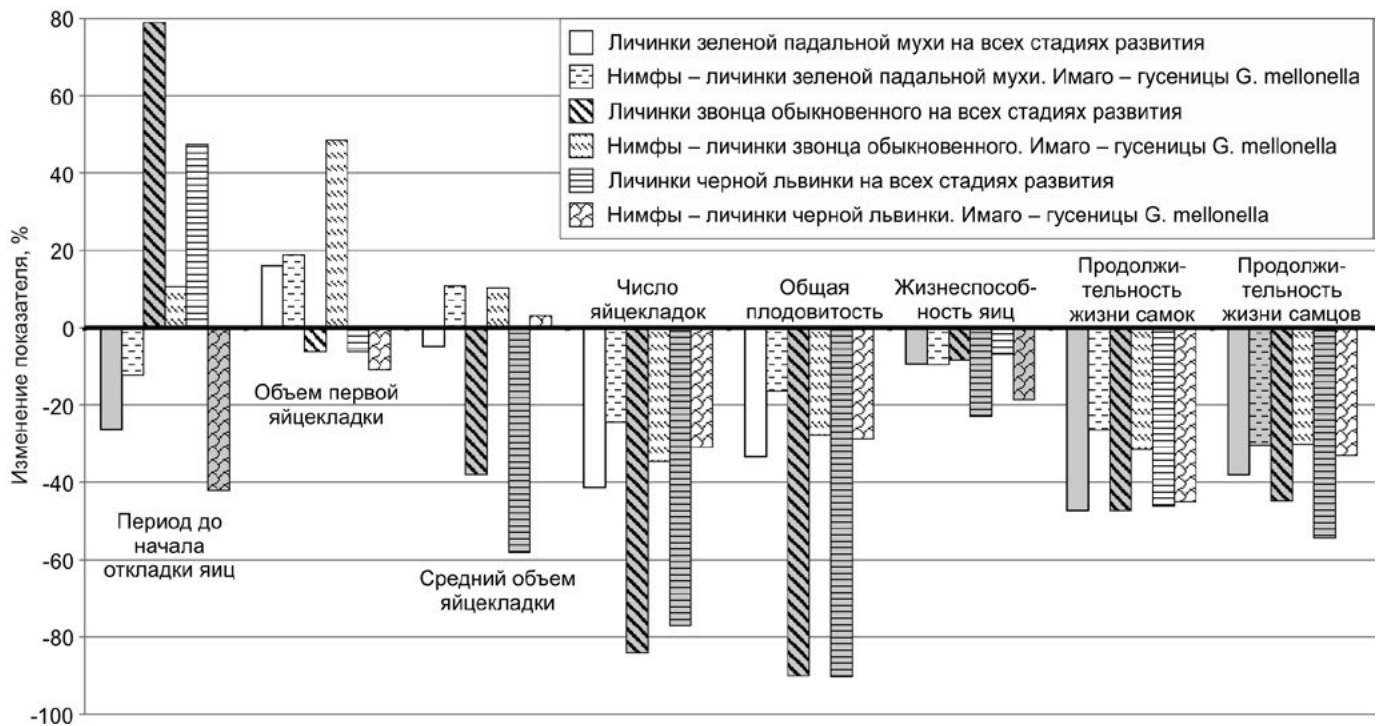


Рисунок 2. Изменение показателей репродуктивного потенциала имаго подизуса при его кормлении личинками трех видов двукрылых насекомых или *G. mellonella* (заливкой обозначено достоверное отличие от контроля, $p < 0.05$ по t-критерию Стьюдента)

в качестве приема, регулирующего скорость размножения хищных клопов при их массовом разведении.

В целом, можно заключить, что из трех испытанных видов двукрылых насекомых для выкармливания хищного

клопа подизуса лучше всего подходят личинки зеленой падальной мухи и в гораздо меньшей степени личинки звонца обыкновенного и черной львинки, использование которых представляется мало целесообразным.

Библиографический список (References)

- Агасьева ИС, Исмаилов ВЯ (2012) Хищные насекомые и их роль в биологической защите растений. Материалы Международной научно-практической конференции «Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем». Краснодар: ВНИИБЗР. 68–71
- Агасьева ИС, Исмаилов ВЯ (2016) Роль биотехнологии в биологической защите растений *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 58: 67–74
- Анисимов АИ, Касем АЭС, Козлова ЕГ (2016) Международной научно-практической конференции «Биологическая защита растений - основа стабилизации агроэкосистем». Краснодар: ВНИИБЗР. 204–207
- Белякова НА (2013) Производство энтомофагов для тепличного растениеводства *Защита и карантин растений* 5: 9–12
- Гусев ГВ, Заяц ЮВ, Перепелица ЛВ, Шметцер НВ (1982) Методические указания по разведению и хранению хищного клопа подизуса. Л.: ВИЗР. 18 с.
- Нефёдова МВ (2018) Разработка методов разведения и применения хищных клопов *Perillus bioculatus* Fabr. и *Podisus maculiventris* Say для биологического контроля колорадского жука с учетом эффективности природных популяций энтомофагов *Автореф. дисс. к.б.н.* М. 24 с.
- De Clercq P, Merlevede F, Tirry L. 1998. Unnatural prey and artificial diets for rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biol Control*, 12(2):137–142
- De Clercq P, Coudron TA, Riddick EW. 2013. Heteropteran predator production: status and contributions to mass production of insects. Conference Paper. 1:57–100
- Warren LO, Wallis G. 1971. Biology of the spined soldier bug, *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). *J Ga Entomol Soc* 6: 109–116
- Avito. Опарыш. URL: https://www.avito.ru/sankt-peterburg/ohota_i_rybalka/oparysh_1542466598 (25.11.2019)
- Avito. Личинки мухи черная львинка. URL: https://www.avito.ru/sankt-peterburg/tovary_dlya_zhivotnyh/lichinki_muhi_chernaya_lvinka_824374941 (25.11.2019)
- Доски.ru. Крупный, живой мотыль, опарыш, червь для рыбалки. URL: <https://sankt-peterburg.doski.ru/prodam-motyl-oparysh-cher-v-dostavka-po-s-peterburgu-besplatnaya-msg589416.htm> (25.11.2019)
- Планета экзотики. Огнёвка пчелиная, или большая восковая моль (*Galleria mellonella*). URL: <https://planetexotic.ru/kaltsiy-preparaty-uborka/kormovye-naseko/459/> (25.11.2019)

Translation of Russian References

- Agasyeva IS, Ismailov VYa (2012) The carnivorous insects and their role in the biological plant protection. *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Biologicheskaya zashchita rasteniy - osnova stabilizatsii agroekosistem»*. Krasnodar, VNIIBZR, 25–27.09.2017. 68–71(in Russian)
- Agasyeva IS, Ismailov VYa (2016) [The role of the biotechnology in the plant protection]. *Trudy Kubanskogo*

gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 58:67–74 (in Russian)
 Anisimov AI, Kasem AES, Kozlova EG (2016). Using three species of aphids for feeding the podizus bug up to the third nymph stage. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konfe-rentsii «Biologicheskaya zashchita rasteniy - osnova stabilizatsii agroekosistem»*. Krasnodar: VNIIBZR, 20–22.09.2016. 204–207 (in Russian)
 Belyakova NA (2013) [The production of the entomophages for the greenhouse plant growing]. *Zashchita i karantin rasteniy*, 5:9–12 (in Russian)
 Gusev GV, Zayats YuV, Perepelitsa LV, Shmettser NV (1982) Metodicheskiye ukazaniya po razvede-niyu i khraneniuyu

khishchnogo klopa podizusa [The methodological notes for the breeding and keeping for the carnivorous bug *Podisus*]. Leningrad: VIZR. 18 p. (in Russian)
 Nefedova MV (2018) Razrabotka metodov razvedeniya i primeneniya khishchnykh klopov *Perillus bioculatus* Fabr. i *Podisus maculiventris* Say dlya biologicheskogo kontrolya koloradskogo zhuka s uchetom effektivnosti prirodnykh populyatsiy entomofagov [Development of the methods for the breeding and using the carnivorous bugs *Perillus bioculatus* Fabr. and *Podisus maculiventris* Say for the biological control of the Colorado potato beetle considering the efficacy of the entomophage natural populations]. *Abstr. PhD Thesis*. Moscow. 24 p. (in Russian)

Plant Protection News, 2019, 4(102), p. 66–71

OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy)

<http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-4-102-66-71>

Short communication

TESTING LARVAE OF THREE DIPTERAN SPECIES AS FEED FOR PREDATORY BUG *PODISUS MACULIVENTRIS* BREEDING

A.I. Anisimov^{1*}, A.E.S. Kassem¹, E.G. Kozlova²

¹St. Petersburg Agrarian University, St. Petersburg, Russia

²All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia

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

In order to identify less expensive food source for the mass breeding of spined soldier bug, the larvae of three species of Dipteran insects were tested: the black soldier fly - *Hermetia illucens* L., the common green bottle fly - *Lucilia sericata* Meigen and the midge - *Chironomus plumosus* L.. We also undertook the comparison with the traditional food - caterpillars of the greater wax moth *Galleria mellonella* L. The experiments were carried out in two ways: feeding during the entire development cycle and only at the larval stage, i.e. to feed the nymphs, while the imago of the predator was fed with the caterpillars of *G. mellonella*. Comparison of a number of the development indicators and reproductive potential showed that the larvae of the midge and the black soldier fly are not suitable for the mass breeding of the spined soldier bug, because most indicators of the development and reproductive potential of the predatory bug are greatly decreased. The most acceptable option for replacing the *G. mellonella* caterpillars as alternative food is the larvae of the common green bottle fly. In this case the survival of nymphs and the lifespan of adults also decreases, but the duration of nymphs development slightly increases.

Keywords: Plant protection, *Podisus maculiventris*, mass rearing, *Hermetia illucens*, *Lucilia sericata*, *Chironomus plumosus*

Received: 26.11.2019

Accepted: 02.12.2019

IV ВСЕРОССИЙСКИЙ СЪЕЗД ПО ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ**IV ALL-RUSSIAN PLANT PROTECTION CONGRESS**

С 9 по 11 сентября 2019 г. в Санкт-Петербурге на базе Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений (ФГБНУ ВИЗР) Министерства науки и высшего образования РФ прошел IV Всероссийский съезд по защите растений. В работе съезда приняли участие более 400 человек, среди которых были представители научно-исследовательских институтов Министерства науки и высшего образования РФ, Минсельхоза РФ, Россельхозцентра, Россельхознадзора, вузов, фирм-поставщиков средств защиты растений, а также специалисты агрофирм и фермеры. На пленарных и секционных заседаниях было заслушано 210 докладов и постерных сообщений. Среди участников были также ученые и специалисты из Белоруссии, Венгрии, Казахстана, Узбекистана, Украины, Польши, Японии, Азербайджана, Финляндии, Норвегии, Германии, Болгарии, Ирана, США и Мексики.

РЕЗОЛЮЦИЯ**IV ВСЕРОССИЙСКОГО СЪЕЗДА ПО ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ****IV ALL-RUSSIAN PLANT PROTECTION CONGRESS RESOLUTION**

11 сентября 2019 г.

Санкт-Петербург

Благодаря новым системам землепользования, формированию ассортимента СЗР, характеризующегося наличием группы экологически малоопасных препаратов, в т.ч. и новых защитных биопрепаратов, а также разнообразием препаративных форм, появлению новых сортов с генетической устойчивостью в регионах товарного производства зерна наблюдается фитосанитарное оздоровление агроэкосистем (Краснодарский край, Ставрополье, Ростовская обл., Белгородская обл. и др.). По отдельным особо опасным фитосанитарным объектам (бурая ржавчина пшеницы, головневые болезни зерновых, кукурузный мотылек...) отчетливо проявляется депрессивное размножение, чему способствует биоценотическая регуляция и окультуривание заброшенных сельскохозяйственных угодий.

В значительной части регионов продолжается проявление фитосанитарной дестабилизации применительно к группе особо опасных сорных растений (бодяк, осот, пырей и пр.), вредных видов саранчовых, фузариозов, отдельных видов карантинных объектов (мраморный клоп, бактериальный ожог плодовых и др.).

Участники съезда отмечают следующие наиболее значимые фундаментальные и технологические разработки:

- адаптация методов молекулярной диагностики для идентификации фитопатогенов;
- разработка больших баз данных (БД) для защиты растений;
- выявление закономерностей биоценотических связей в агроэкосистемах;
- определение зон фитосанитарных рисков для возделывания зерновых, подсолнечника, плодовых, картофеля и овощных культур;
- создание генетических коллекций доноров устойчивости зерновых культур; молекулярное картирование генетических детерминант устойчивости к фитопатогенным грибам; впервые в мире созданы коммерческие сорта пшеницы с устойчивостью к фузариозу колоса и септориозу;
- системы биологической защиты овощных культур в закрытом грунте;

- новые зональные системы интегрированной защиты сельскохозяйственных культур (зерновые, овощные, картофель);

- формирование экологически малоопасного ассортимента СЗР.

Вышеобозначенное подтверждает состоятельность действующей концепции фитосанитарной оптимизации агроэкосистем, принятой III Съездом по защите растений (Санкт-Петербург, 2013 г.).

Настоящий съезд, учитывая глобальные климатические и социальные вызовы, значительно осложняющие фитосанитарную обстановку в стране, обращает внимание на необходимость усиления целого ряда направлений в научном обеспечении и производственной службе защиты растений в РФ. При этом участники съезда подчеркивают целесообразность дальнейшего развития работ в рамках концепции фитосанитарной оптимизации агроэкосистем, в т.ч. решение узловых технологических задач в части создания новых зональных систем интегрированной защиты растений.

В связи с обострением экологической обстановки в стране и острой необходимостью повышения качества урожая и продуктов питания крайне важно осуществить переход в научном обеспечении фитосанитарии на новую парадигму защиты растений, суть которой в управлении численностью фитосанитарных видов на базе совокупности приемов и средств, ограничивающих размножение вредоносных объектов, базирующейся на трофических связях, иммунитете сельскохозяйственных культур, селективных и полифункциональных СЗР, фитосанитарном проектировании агроэкосистем, функционировании паразитоценозов и растительно-микробных сообществ.

Учитывая нарастание фитосанитарных рисков и возросшие требования к фитосанитарному блоку, особенно в части гарантированной защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков и сохранения качества урожая и продуктов питания, а также достижение достаточного уровня экологической безопасности на сельскохозяйственных угодьях, с учетом трансформации

агроэкосистем, различных типов землепользования, в т.ч. органического земледелия и закрытого грунта, а также необходимости создания новых автоматизированных

информационных и производственных фитосанитарных систем, участники съезда обращают внимание на срочную разработку и принятие ФЗ по защите растений.

Съезд постановляет:

1. Учитывая значимость оперативного мониторинга и построения крупномасштабных карт, необходимо усиление работ по созданию мультимедийных баз данных (БД) для интеллектуальных систем фитосанитарного мониторинга в целях принятия решений в режиме реального времени на основе обнаружения и распознавания вредоносных объектов и следов их развития и жизнедеятельности. Они должны быть систематизированы и структурированы по культурам, фазам их развития, регионам, геокоординатам, группам вредных организмов и фазам их развития. На основе нового программного и аппаратного обеспечения интенсифицировать исследования для разработки принципиально новых методов фитосанитарного картирования, мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций с использованием БПЛА, беспроводных средств передачи информации и автоматической обработки цифровых изображений.

2. Принимая во внимание определяющее значение химического метода защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков и необходимость достижения достаточного уровня экологической безопасности в агроэкосистемах, участники съезда акцентируют внимание на дальнейшем развитии и совершенствовании обозначенного направления по пути поиска новых д.в., в том числе и природоподобных, создании селективных препаратов и разработке комбинированных инсектицидно-фунгицидных средств, снижении пестицидной нагрузки и внедрении цифровых технологий в системах научно-обоснованного применения химических СЗР.

3. Учитывая главнейшую средообразующую роль устойчивых сортов в агробиоценозах, требуется усиление исследований в области генетической защиты растений от болезней и вредителей. Необходимо использовать современные геномные технологии (ассоциативное картирование коллекций, идентификация и клонирование новых генов устойчивости, разработка молекулярных маркеров, геномное редактирование) для оценки генетических ресурсов устойчивости сельскохозяйственных культур к болезням и вредителям и селекции сортов зерновых, картофеля, овощных и др. культур с групповой и комплексной устойчивостью к доминантным фитопатогенам и фитофагам.

4. В целях реализации ФЗ об органическом земледелии, решению проблем по достижению экологической безопасности в агроэкосистемах, участники съезда предлагают в рамках ГЗ, КПНИ, национальных проектов (гранты РФФИ, РНФ) развернуть исследования по биоценологической регуляции в агробиоценозах, а также фундаментальные исследования для управления динамикой численности вредных и полезных видов. Обращается внимание на необходимость формирования инновационных проектов с привлечением инвесторов в целях создания новых защитных биопрепаратов, микробиологических удобрений и технологий для массового разведения энтомофагов.

В целях постановки масштабных научно-производственных испытаний зональных систем интегрированной

защиты сельскохозяйственных культур с повышенным удельным весом средств биологической защиты организовать соответствующие испытательные полигоны с привлечением базовых хозяйств.

Выйти с предложением в Минсельхоз РФ об упрощении государственной регистрации защитных биопрепаратов, феромонов с учетом мирового опыта и удешевления процедуры регистрационных испытаний.

Участники съезда предлагают рассмотреть вопрос о субсидировании хозяйств, перешедших на производство органической продукции.

5. Считаю необходимым обратиться в Министерство сельского хозяйства РФ с просьбой утвердить специальным приказом перечень опасных и особо опасных (не карантинных) вредных организмов и обеспечить проведение анализа их фитосанитарного риска на основе международных стандартов, а также рассмотреть список химических средств, биопрепаратов и генетически устойчивых сортов сельскохозяйственных культур для использования в органическом земледелии.

6. В связи с нарастанием случаев проникновения адвентивных особо опасных фитосанитарных видов на территорию РФ целесообразно принять меры по срочной ликвидации первичных карантинных очагов и последующего надлежащего их контроля, обратив внимание на разработку соответствующей нормативно-правовой базы. Требуется оформление целевых программ по особо опасным инвазионным видам, особенно применительно к национальным паркам, заповедникам и ботаническим садам, в целях выявления их биологических особенностей и уровня вредоносности.

7. В целях усовершенствования нормативной и законодательной базы в сфере разработки и безопасного использования технологий и средств механизации для применения пестицидов просить Минсельхоз РФ выйти с законодательной инициативой в Государственную Думу по разработке следующих нормативных документов:

- технический регламент на разработку и производство средств механизации для защиты растений;

- технический регламент по проверке на право эксплуатации новой и старой опрыскивающей техники в сельскохозяйственном производстве для безопасного внесения средств защиты растений;

- Федеральный закон «О защите растений».

8. Просить Министерство науки и высшего образования РФ в рамках реализации «Национальной Технологической Инициативы» подпрограммы «Цифровое сельское хозяйство» об организации на базе институтов по защите растений новых лабораторий программирования и информационного обеспечения фитосанитарных технологий с выделением дополнительного бюджетного целевого финансирования, что позволит разрабатывать и создавать образцы интеллектуальных систем управления роботизированными средствами для дискретного внесения биологических и химических СЗР.

9. Просить Управление Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору рассмотреть вопрос и изыскать возможность для включения в фитосанитарную экспертизу подкарантинной продукции, проводимую карантинной службой, пункта о тестировании популяций вредных видов, завозимых в нашу страну, на резистентность к интенсивно применяемым в странах-экспортерах пестицидам в борьбе с этими объектами.

10. В целях улучшения координации научно-исследовательских работ в области фитосанитарии просить Отделение сельскохозяйственных наук РАН восстановить деятельность комиссий по проблемам резистентности вредных видов к пестицидам; биологической защите растений; иммунитету растений к болезням и вредителям. Переиздать сборник методик «Мониторинг резистентности к пестицидам в популяциях вредных видов» (2013 г.), дополнив его методиками выявления резистентности в сообществах сорных растений и в популяциях фитопатогенов к применяемым средствам борьбы.

11. В связи с необходимостью выполнения Указа президента РФ № 642 «О научно-технологическом развитии страны» усилить подготовку кадров высшей квалификации по научной специальности – «защита растений»

- 06.01.07 для чего увеличить подготовку магистров в Университетах и расширить прием в аспирантуру. Требуется также расширить состав диссертационных советов и перечень изданий по защите растений.

12. Считать важным и перспективным решение вопросов подготовки специалистов в области реализации современных цифровых агротехнологий с применением беспилотных авиационных систем. Обратит внимание профильных министерств и ведомств на необходимость совершенствования нормативно-правовой базы по вопросам применения пилотируемой и беспилотной авиационной техники для защиты растений, включая выполнение авиационно-химических работ и воздушных съемок.

13. Съезд подчеркивает необходимость усиления сотрудничества в рамках международных программ по фитосанитарии по линии ФАО, МОББ, ЕКОЗР и двухсторонним контактам в целях создания и функционирования устойчивых интегрированных систем защиты растений, а также устойчивых систем управления популяциями вредных видов.

14. Следующий съезд по защите растений провести в ноябре 2023 года.

СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА "ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ" ЗА 2019 ГОД. ВЫПУСКИ 1(99) – 4(102)

PLANT PROTECTION NEWS, CONTENTS OF 2019, ISSUES 1(99) – 4(102)

Стр.

Выпуск 1(99)

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 пирикуляриозу <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. Лелявская	36
Видовой состав фитопатогенных микромицетов плодовых древесных культур семейства <i>Rosaceae</i> в Калининградской области Н.И. Варвашеня, Т.А. Васильева.	40
Краткие сообщения	
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

Хроника

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

Выпуск 2(100)

Предисловие к 100-му номеру журнала.	5
Трансформация энтомопатогенных грибов: методический обзор	
С.А. Тимофеев, В.С. Журавлев, В.В. Долгих	7
Фитосанитарное районирование сорных растений на макроуровне на примере Северо-Западного региона России	
Н.Н. Лунева, Ю.А. Федорова	15
Поражаемость пятнистостями сортов ячменя, включенных в государственный реестр селекционных достижений и находящихся на сортоиспытаниях в условиях Северо-Запада Российской Федерации	
Н.М. Лашина, О.С. Афанасенко	23
Мониторинг вирулентности и фенотипического состава популяции <i>Puccinia triticina</i> на Южном Урале в 2018 году	
Е.И. Гулятьева, Е.Р. Шрейдер, Е.Л. Шайдаюк, Н.П. Бондаренко	28
Сравнительная повреждаемость сортов картофеля личинками жуков-щелкунов в различных агроэкологических условиях	
С.Р. Фасулати, О.В. Иванова	33
Сравнительное изучение эффективности гербицидов в посевах кукурузы в Ставропольском крае	
С.В. Кузнецова, В.Н. Багринцева, Е.И. Губа	40
Detection of microsporidia infecting beet webworm <i>Loxostege sticticalis</i> (Pyraloidea: Crambidae) in European part of Russia in 2006–2008	
J.M. Malysh, A.G. Kononchuk, A.N. Frolov	45

Хроника

Разработка и реализация инновационного проекта по созданию опытного производства биологических препаратов на основе энтомопатогенных нематод	
Л.Г. Данилов, В.А. Павлюшин	52
К 80-летию выхода первого номера «Вестника защиты растений».	55
IV All-Russian Congress on Plant Protection with international participation “Phytoprotective technologies in providing the independence and competitiveness of the agroindustrial complex of Russia” to be held in Saint Petersburg on September 9-11, 2019	57
All-Russian Institute of Plant Protection Today	57
Политика журнала «Вестник защиты растений».	58
«Plant Protection News»: The Journal Policy	58
Порядок рецензирования и принятия статей к печати	59
Reviewing process and accepting articles	61
Этические принципы.	63
Code of Ethics	64
Guides for Authors.	65

Выпуск 3(101)

Закономерности динамики численности вредителей и фитосанитарный прогноз	
А.Н. Фролов	4
Влияние предпосевного внесения полного минерального удобрения на фитосанитарное состояние посевов озимой ржи на Северо-Западе России	
А.М. Шпанев, М.А. Фесенко.	34
Идентификация генов устойчивости к бурой ржавчине у образцов яровой мягкой пшеницы российской и казахстанской селекции	
Е.И. Гулятьева, Е.Л. Шайдаюк, А.С. Рсалиев.	41

Использование трех видов тлей при разведении хищного клопа подизуса Е.Г. Козлова, А.Э.С. Касем, А.И. Анисимов	50
Rearing of trilobed male uncus <i>Ostrinia</i> species in laboratory for experimental purposes A.N. Frolov, M.N. Berim, I.V. Grushevaya	58

Хроника

Исследования ВИЗР по защите растений от грызунов А.А. Яковлев, Н.В. Бабич	63
ВИЗР в период блокады Ленинграда (воспоминания К.В. Каменковой)	65
О научном руководителе – настоящем наставнике и учёном Татьяне Григорьевне Григорьевой Н.Ж. Ашикбаев	66
IV Всероссийский Съезд по защите растений прошел в Санкт-Петербурге	68

Выпуск 4(102)

Популяционные исследования грибов – возбудителей болезней зерновых культур М.М. Левитин, О.С. Афанасенко, Т.Ю. Гагкаева, Ф.Б. Ганнибал, Е.И. Гульятеева, Н.В. Мироненко	5
Пирамидирование генов устойчивости к патогенам в комбинации скрещивания мексиканского вида картофеля <i>Solanum neoantipoviczii</i> с сеянцем сорта 'Аврора' Н.М. Зотеева, Н.С. Клименко, А.В. Хютти	16
Перспективы выращивания реестровых сортов картофеля в северной части Тюменской области Т.А. Макарова, П.Н. Макаров	22
Особенности действия протравителей в оздоровлении посевов озимых зерновых культур в условиях Беларуси А.Г. Жуковский, Н.А. Крупенько, С.Ф. Буга	28
Распространение видов рода <i>Eurygaster</i> (Heteroptera: Scutelleridae) на территории России В.В. Нейморовец	36
Светодиодная ловушка для мониторинга кукурузного мотылька <i>Ostrinia nubilalis</i> : результаты испытания в Краснодарском крае И.В. Грушевая, А.Г. Конончук, С.М. Малыш, А.А. Мильцын, А.Н. Фролов	49
Изучение эффективности применения нового гербицида Бенито на посевах сои А.С. Голубев	54
Поверхность листовой пластинки как фактор, влияющий на развитие паутинного клеща на огурце В.А. Раздобурдин, О.С. Кириллова	60

Краткие сообщения

Испытание личинок трех видов двукрылых насекомых в качестве корма при разведении хищного клопа подизуса – <i>Podisus maculiventris</i> А.И. Анисимов, А.Э.С. Касем, Е.Г. Козлова	66
--	----

Хроника

IV Всероссийский съезд по защите растений	72
Резолюция IV Всероссийского съезда по защите растений	72
Содержание журнала "Вестник защиты растений" за 2019 год. Выпуски 1(99) – 4(102)	74

Научное издание

Индекс 36189

Подписано к печати 17 декабря 2019 г.

Формат 60x84/8. Объем 9 1/2 п.л. Тираж 250 экз. Заказ