

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

3(101) – 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. – Агрехимия (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)

Включен в базу данных РИНЦ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

Белоусов И.А., кбн, ВИЗР

Белякова Н.А., кбн, ВИЗР

Вилкова Н.А., дбн, ВИЗР

Власенко Н.Г., дсxn, академик РАН,

СибНИИЗиХ СФНЦА РАН

Власов Д.Ю., дбн, СПбГУ

Ганнибал Ф.Б., кбн, ВИЗР

Гончаров Н.Р., ксxn, ВИЗР

Гричанов И.Я., дбн, ВИЗР

Дзянь Синьфу, профессор, КНР

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

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

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

Иващенко В.Г., дбн, ВИЗР

Караколов 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

Лунева Н.Н., кбн, ВИЗР

Лысов А.К., ктн, ВИЗР

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

Новикова И.И., дбн, ВИЗР

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

Радченко Е.Е., дбн, ВИР

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

Санин С.С., дбн, академик РАН, ВНИИФ

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

ВИЛАР

Синев С.Ю., дбн, ЗИН

Скрябин К.Г., дбн, академик РАН,

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

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. Гульятеева, 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
Разведение видов рода <i>Ostrinia</i> с трехлопастным укусом самцов в лаборатории для экспериментальных целей А.Н.Фролов, М.Н.Берим, И.В.Грушева.	58
<u>Хроника</u>	
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

CONTENT

Patterns of pest population dynamics and phytosanitary forecast A.N. Frolov	4
The influence of complete mineral fertilizer before sowing on phytosanitary condition of winter rye crops in the north-west of Russia A.M. Shpanev, M.A. Fesenko	34
Identification of leaf rust resistance genes in spring soft wheat samples developed in Russia and Kazakhstan E.I. Gulytaeva, E.L. Shaydayuk, A.S. Rsaliyev	41
The use of three aphid species for the predatory bug podisus breeding E.G. Kozlova, A.E.S. Kassem, A. I. Anisimov.	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
<u>Chronicle</u>	
Research in plant protection from rodents in All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR) A.A. Yakovlev, N.V. Babich	63
All-Russian Institute of Plant Protection during the Leningrad blockade (memoirs of K.V. Kamenkova).	65
About the scientific supervisor – the true mentor and scientist Tatyana Grigoryevna Grigoryeva N.Zh. Ashikbayev	66
IV All-Russian Plant Protection Congress was held in St. Petersburg	68

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ВРЕДИТЕЛЕЙ И ФИТОСАНИТАРНЫЙ ПРОГНОЗ

А.Н. Фролов

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

e-mail: entomology@vizr.spb.ru

Прогноз фитосанитарного состояния в защите растений рассматривается как вероятностное научно-обоснованное суждение о динамике популяций вредных объектов в будущем, базирующееся на выявленных закономерностях в прошлом. При этом достоверность и точность прогнозов зависят от степени изученности факторов динамики численности объекта прогнозирования. Анализ полученных в ВИЗР результатов многолетних работ, посвященных изучению динамики популяций особо опасных вредителей в том числе с использованием таблиц выживаемости, а также мировой и отечественной литературы по проблеме, свидетельствует о ведущей роли биоценотической регуляции в динамике численности вредных членистоногих. Хотя в отличие от природных биогеоценозов, агробиоценозы возникли в результате хозяйственной деятельности человека, они также представляют собой сложные эволюционирующие системы. Очевидно, одним из основных направлений их эволюции является формирование и укрепление механизмов, обеспечивающих способность к саморегуляции, то есть к стабилизации динамического равновесия элементов, относящихся к разным трофическим группам. Соответственно, относительный вклад в динамику численности вредных объектов погодно-климатических факторов начинает постепенно ослабляться. Очевидно, прогресс в области фитосанитарных прогнозов, отвечающих требованиям сходимости, достоверности, качества и точности, должен в полной мере учитывать эффекты регулирующих механизмов, причем не столько в качестве уточняющего или корректирующего фактора, сколько в роли ключевого прогностического критерия.

Ключевые слова: динамика численности, факторы, механизмы, регуляция, вредная черепашка, кукурузный мотылек, хлопковая совка, колорадский жук, фитосанитарный прогноз

Поступила в редакцию: 07.06.2019

Исторический экскурс

Фитосанитарный мониторинг и прогноз нацелены на сбор, анализ и передачу информации в целях своевременного принятия решений в сфере управления фитосанитарной ситуацией (Фролов, 2011). В период становления теории и практики фитосанитарного прогноза этот термин рассматривали в расширительном плане, т.е. сюда включали не только собственно анализ и выработку прогностического решения, но и сбор необходимой для этого информации (Поляков, 1964). И хотя с 80-х годов прошлого века термин «мониторинг» получает право на самостоятельную жизнь (Поляков и др., 1984), оба эти понятия — «фитосанитарный мониторинг» и «прогноз» — логично рассматриваются как части единого механизма обеспечения защиты растений информацией, необходимой для принятия наиболее эффективных решений. Действительно, без информации о состоянии объекта и условиях, в которых он обитает и которые, как ожидается, будут складываться в будущем, невозможно составлять научно-обоснованный прогноз. Однако какую именно информацию требуется учитывать при прогнозе определяется представлениями о динамике численности объекта, заложенными в модель прогноза.

В разработке фундаментальных основ отечественной системы фитосанитарного прогноза сельскохозяйственных вредителей лидирующая роль исторически принадлежит ВИЗР (Фролов, 2017), где исследования в данном направлении ведутся практически с момента основания института. В 1930 г. здесь были созданы Лаборатория зоологии и Сектор службы учёта и прогноза вредителей (рук. проф. Б. Ю. Фалькенштейн), который в 1935 г. был

переименован в Сектор учёта и районирования в связи с поставленной перед институтом задачей энтомо-фитопатологического районирования территории СССР по комплексу вредителей и болезней. В послевоенный период на территории страны в связи с нарастанием распространенности и вредоносности многих видов насекомых, в ВИЗР была создана лаборатория прогнозов размножения массовых вредителей сельскохозяйственных культур (1946 г.), на длительное время ставшая головным научно-методическим центром в области прогнозирования в стране. Ее бессменным руководителем в течение 40 лет являлся заслуженный деятель науки РСФСР, проф. И.Я. Поляков. Основываясь на результатах изучения динамики численности мышевидных грызунов, им была предложена в качестве концептуальной теория жизненности популяций, суть которой заключалась в том, что текущая экологическая и морфофизиологическая структура популяции вредного объекта определяется условиями среды, в которых она развивалась раньше (Поляков, 1964, 1976).

Таким образом, о динамике численности вредного объекта в будущем проф. И.Я. Поляков предложил судить по агрометеорологическим предикторам, текущему состоянию кормовой базы и изменениям морфо-физиологической структуры популяции, выделив в динамике численности последней пять фаз: (1) депрессию, наступающую вследствие длительного экстремального состояния энергетических ресурсов и климатических факторов; (2) расселение (подъем численности), возникающее в результате формирования оптимальной кормовой базы и благоприятного сочетания климатических факторов в местах резервации и за их пределами; (3) массовое размножение,

наступающее при последующем сохранении благоприятной кормовой базы и оптимального состояния погодноклиматических факторов; (4) пик численности, как краткосрочный результат достижения последней максимального значения в условиях ухудшения кормовой базы и состояния климатических факторов, особенно во временно заселенных биотопах, когда размножение начинает затухать и не обеспечивает прироста численности, тогда как смертность растет; (5) спад численности, как следствие продолжающегося ухудшения экологической обстановки, благодаря чему популяция объекта сохраняется только в резервациях (Поляков и др., 1984).

Идеи, выдвинутые И.Я. Поляковым (1968), в полной мере соответствовали господствовавшему в то время аутэкологическому направлению в экологической науке, которое успешно реализовалось в виде имеющих фундаментальное значение законов минимума Либиха и толерантности Шелфорда (Одум, 1986), предписывающих исследователю искать самые слабые звенья в окружающей организм среде (Гиляров, 2014). Суть этого направления, метко названного А.М.Гиляровым (2014) аутэкологическим редукционизмом, заключалась в способе анализа экологических данных, при котором свойства прогнозируемого объекта рассматриваются в качестве зависимой переменной от внешних экологических факторов, главным образом абиотических, ибо их, во-первых, легче оценить и использовать в практической деятельности, а, во-вторых, только они и могут выступать по отношению к объекту в качестве независимых переменных. Биотические факторы, если и оказывают существенное воздействие на численность прогнозируемого объекта, то их эффект также детерминируется внешним воздействием абиотических факторов, в связи с чем они не могут рассматриваться как независимые переменные. Более того, как внутривидовые, так и межвидовые зависящие от плотности популяции биотические факторы априорно не способны контролировать численность, ибо их проявление является лишь простым следствием колебаний численности объекта. В отличие от аутэкологического синэкологического подхода подразумевает такой анализ экологических данных, при котором основное внимание уделяется взаимодействию организмов, относящихся к разным видам, а две или большее число вступающих в контакт популяций рассматриваются как зависимые друг от друга переменные (Гиляров, 2014). На современном этапе теория динамики численности и ее прогнозирования развивается на основе идей синергетики и положений теории хаоса, представлений о нестационарности, нелинейности и полициклическости (Малинецкий, Курдюмов, 2001; Ризниченко, 2010; Фролов, 2017; Белецкий, Станкевич, 2018, и др.)

Закономерности динамики численности насекомых, природа факторов и механизмов, ее определяющих, представляли, начиная с середины прошлого века, одну из наиболее животрепещущих и дискуссионных тем в экологии, когда сторонники аутэкологического подхода доказывали, что в изменениях численности основными являются внешние, действующие главным образом независимо от плотности факторы (Andrewartha, Birch, 1954; Thompson, 1956; Bodenheimer, 1958), а сторонники синэкологического направления обосновывали ведущую роль зависимых от плотности факторов (Nicholson, 1954; Utida,

1957; Solomon, 1957). Исследования, сосредоточенные на поисках доказательств тезиса о том, что изменения (подъемы или спады) численности насекомых детерминируются главным образом случайным сочетанием независимых от уровня плотности популяции (т. н. модифицирующих) факторов получили вслед за Г.А. Викторовым (1967) наименование стохастизма в отличие от регуляционизма, нацеленного на обоснование ведущей роли в динамике численности т.н. регулирующих, т.е. действующих независимо от плотности популяции факторов среды.

Предложенная И.Я. Поляковым (1968) концепция динамики численности и построенная на ее основе технология фитосанитарного прогноза вызвали оживленные дискуссии среди отечественных экологов, которые, несомненно, принесли пользу науке защиты растений. Благодаря им, в частности, более четко обозначилась объективная предпосылка разногласий сторонников идей стохастизма и регуляционизма в динамике численности. Действительно, при использовании в качестве объекта исследований обитающего в природных ценозах насекомого, эффекты регулирующих факторов обнаруживаются чаще, чем в отношении обитателя агроценозов, где механизмы регуляции нарушены в результате хозяйственной деятельности человека (Викторов, 1975). Так или иначе, очевидно, что предмет дискуссий сторонников идей регуляционизма и стохастизма не являлся схоластическим, поскольку непосредственно был завязан на практическую деятельность — разработку прогностических моделей.

Современность

К настоящему времени в мире достигнут впечатляющий прогресс в области разработки проблем динамики численности насекомых (Berryman, Turchin, 2001; Speight et al., 2008, и др.). Весомый вклад в решение проблемы внесли работы сотрудников ВИЗР. Так, благодаря изучению экологии широкого спектра вредных членистоногих, в т.ч. саранчовых, вредной черепашки, лугового и кукурузного мотыльков, озимой и хлопковой совки, колорадского жука, хлебной жужелицы, пшеничного трипса и многих других видов из категорий вредителей зерновых, бобовых, масличных, технических, овощных, плодовых и других культур, а также многоядных (А.В. Знаменский, В.Н. Щёголев, С.А. Предтеченский, В.Н. Старк, Е.М. Шумаков, Д.М. Пайкин, Н.М. Виноградова, К.И. Ларченко, Т.Г. Григорьева, К.В. Каменкова, В.Г. Щепетильникова, Е.П. Цыплёнков, В.Н. Буров, В.И. Танский, И.Д. Шапиро, А.Ф. Зубков, Г.И. Сухорученко, Н.А. Вилкова, Г.В. Гусев, К.Е. Воронин, Т.С. Дружелюбова, Л.А. Макарова, Г.М. Доронина, Л.П. Кряжева, В.О. Хомякова, Ю.Н. Чихачева и мн. др.) удалось собрать огромный материал по динамике численности вредных членистоногих, послуживший фундаментом для дальнейшего развития и совершенствования прогностических моделей. С начала 90-х годов прошлого века в ВИЗР на постоянной основе стали проводиться специальным образом организованные исследования динамики численности природных популяций ряда опасных вредителей, таких как луговой мотылек, хлопковая совка, кукурузный мотылек и колорадский жук (Фролов, 2011), с использованием таблиц выживаемости с разбиением на интервалы по стадиям развития (Royama, 1996), что, несмотря на трудоемкость, обеспечивало получение информации, позволяющей количественно сопоставлять

эффекты самых разных экологических факторов, влияющих на смертность вредителей на различных этапах их развития (Викторов, 1967). Результаты этих работ оказались крайне полезными для понимания закономерностей функционирования агроэкосистем.

Живые организмы, слагающие природные биоценозы, прошли долгий путь сопряженной эволюции, в результате которой сформировались структурно-функциональные ячейки биосферы, обеспечивающие накопление, трансформацию и перераспределение поступающей от Солнца энергии, а также круговорот химических веществ на планете (Шварц, 1973). В соответствии с правилом усиления интеграции биологических систем И.И. Шмальгаузена «биологические системы в процессе эволюции становятся все более интегрированными, со все более развитыми регуляторными механизмами» (Реймерс, 1994). Хотя в отличие от природных биогеоценозов, агробиоценозы возникли в результате хозяйственной деятельности человека, они также представляют собой весьма сложные эволюционирующие системы (Тишлер, 1971). Согласно Г.Я. Бей-Биенко (1971), «агробиоценозы существенно отличаются от первичных ценозов не только высоким доминированием отдельных немногих видов, но и другими признаками, а именно: а) растительный покров агробиоценозов составляется человеком и слагается из одного или немногих видов возделываемых культурных растений; б) устойчивость растительного покрова, а отсюда и всего комплекса организмов в агробиоценозе определяется деятельностью человека, без которого агробиоценозы самостоятельно существовать не могут; в) регулярное изъятие биологической продукции в виде урожая восполняется применением соответствующей агротехники; г) смена агробиоценозов в результате замены одного вида культурного растения другим». Если справедливость первых трех пунктов не вызывает сомнений, то в отношении последнего ситуация видится не столь однозначной. Поскольку население агробиоценоза формируется в результате регулярных перемещений организмов по территории «севооборота с пограничными и внутренними участками естественной растительности соответствующей сельскохозяйственной культуры», то под агробиоценозом логично понимать не только «ценоз отдельного поля или культуры, начальное развитие которого обычно ежегодно кончается катастрофой, а биоценоз всего севооборота с пограничными и внутренними участками естественной растительности» (Зубков, 2005, 2016). Накопленный энтомологами ВИЗР материал позволил прийти к выводу об определенном постоянстве состава формирующихся энтомокомплексов в агробиоценозах во времени и пространстве, и это обстоятельство существенно приближает их к природным ценозам (Григорьева, 1960, Григорьева, Жаворонкова, 1973), хотя устойчивость видовых комплексов в географическом плане носит, конечно, относительный характер ввиду очевидной зональной специфики (Сергеев 1987, 2014). Кроме того, состав энтомокомплексов меняется во времени, эволюционируя в связи с изменениями климата, совершенствованиями в агротехнологиях, а также, по всей видимости, в связи с имманентными свойствами формирующих агроценоз сообществ организмов. Иными словами, энтомокомплексы в агроценозах в структурном и функциональном отношении меняются во времени и

пространстве, однако характер этих изменений нуждается в осмыслении, что требует соответствующего анализа фактического материала.

Очевидно, что при интродукции культурных растений из первичных или вторичных очагов формообразования в регионы сельскохозяйственного производства, прежде населенные теми или иными комплексами живых организмов, слагаемыми замещаемые агроценозами природные экосистемы, лишь небольшое число растительноядных членистоногих смогло адаптироваться к новым условиям и стать вредителями, используя обилие нового пищевого ресурса в свободном от естественных врагов пространстве. Такие условия, которые затем усугублялись монокультурой, сокращенными севооборотами и генетической однородностью возделываемых сортов, большими размерами полей, высокими дозами минеральных удобрений, особенно азотных, ирригацией и неумеренным применением химических средств защиты растений, стимулировали массовые размножения вредных организмов (Павлюшин и др., 2008). В этой связи кажется очевидным, что агроценозы, как искусственно созданные и периодически (в агроценозах открытого грунта, как правило, ежегодно) воссоздаваемые человеком экосистемы, должны рассматриваться как образования, где биоценотическая регуляция какого-либо существенного влияния на поддержание равновесия между слагающими их элементами не оказывает (Бей-Биенко, 1961). С другой стороны, начавшаяся в конце 50-х — начале 60-х годов прошлого столетия трансформация в технологиях защиты растений, сначала нацеленная на достижение шадящего воздействия пестицидов на полезную биоту, потом — на разработку комплексных, а затем интегрированных систем защиты растений, в настоящее время имеет целью реализацию биоценотического регулирования функционированием агроэкосистем (Новожилов и др., 1995). Решение обозначенной задачи воплощается в жизнь благодаря экосистемному подходу, основанному на использовании эффективных средств мониторинга, расширении ассортимента малоопасных средств защиты растений, в первую очередь биологических и микробиологических препаратов, возделывании устойчивых к вредным организмам сортов сельскохозяйственных культур, использовании новых эффективных агротехнических мероприятий (Павлюшин, 2009). Современный этап исследований по проблеме осуществляется в рамках концепции фитосанитарной оптимизации агроэкосистем, направленной на повышение эффективности природных механизмов регуляции во взаимоотношениях продуцентов и консументов при использовании в качестве основной мишени управления системы триотрофа (Павлюшин и др., 2013). Предложенная концепция в полной мере согласуется с многочисленными результатами многолетних наблюдений за динамикой фитосанитарной ситуации в агроценозах во времени и пространстве, благодаря которым уже сформировалось устойчивое мнение, что агроценозам в определенной степени свойственна способность к саморегуляции, то есть к стабилизации динамического равновесия элементов, относящихся к разным трофическим группам (Танский, 2006), причем анализ экологических последствий резкого сокращения объемов химических обработок, произошедшего со второй половины 1990-х годов в СССР, подтвердил вывод о весомости

вклада регулирующих биоценологических факторов в поддержание структуры энтомокомплексов в агроценозах (Сумароков, 2009).

Вредная черепашка

Наиболее ярко проблему достоверности и точности фитосанитарного прогноза в связи с представлениями о роли тех или иных факторов в динамике численности вредителей демонстрирует вредная черепашка *Eurygaster integriceps* Put. Этот объект — особо опасный вредитель зерновых колосовых культур, в первую очередь пшеницы, и поэтому динамике его численности уделялось самое пристальное внимание (Передельский, 1947; Гриванов, 1954; Шумаков, 1958; Шумаков, Виноградова, 1958; Пайкин, 1969; Вилкова и др., 1969; Арешников, Старостин, 1982; Алехин, 2002; Павлюшин и др., 2010; Davari, Parker, 2018). Так, одних только выполненных на территории б. СССР кандидатских диссертаций насчитывается более сотни, а докторских — не менее двух десятков (Федченко, 1952; Каменкова, 1955; Новожилов, 1956; Пайкин, 1958; Сазонова, 1960; Шехурина, 1963; Заева, 1965; Викторов, 1966; Смирнова, 1969; Понуровский, 1971; Антоненко, 1972; Крайнов, 1972; Доронина, 1973; Бартошко, 1974; Кострикова, 1974; Арешников, 1975; Деров, 1975; Куперштейн, 1975; Косенков, 1978; Филипас, 1978; Федько, 1982; Беляева, 1984; Емельянов, 1992; Хасан, 2000; Дробязко, 2003; Марус, 2003; Каменченко, 2006; Кухарук, 2009; Скребцова, 2009; Щербаква, 2009; Аль Жухайши Хади Абдулджалил Наас, 2017; Глазунова, 2019, и мн. др.). Современный ареал вредной черепашки, примерно в 4–5 раз превышающий по площади исходный (горные, нагорные и предгорные территории Закавказья, Ирака, Ирана, Афганистана и Таджикистана), продолжает расширяться (Шапиро, 1985; Павлюшин и др., 2013). На территории б. СССР выделяют по меньшей мере три зоны вредоносности — сильной (численность постоянно превышает экономический порог вредоносности), умеренной (численность периодически достигает пороговых значений) и слабой, где даже в годы массовых размножений численность вредителя невысока (Викторов, 1967; Пучков, 1972; Поляков, 1975; Доронина, Макарова, 1976а, б, 1978; Макарова Доронина, 1983; Алехин, 2002; Нейморовец и др., 2006; Афонин и др., 2008; Павлюшин и др., 2010). Разнообразии экологических условий в зоне распространения вредной черепашки объясняет наличие у вредителя широкой географической изменчивости (Доронина, 1973; Доронина, Макарова, 1972, 1976а). Несмотря на строгую моновольтинность, наблюдаемую на всем пространстве ареала, вредитель демонстрирует широкое разнообразие поведенческих тактик: одни популяции совершают дальние миграции из мест питания и размножения в места зимовки и обратно, тогда как другие характеризуются оседлым образом жизни; хотя большая часть популяций вредной черепашки выкармливается на культурных злаках, небольшая их часть, преимущественно обитающих в горных и предгорных территориях, обитает оседло на дикорастущих злаках (Арнольди, 1947, 1955; Арнольди, Бочарова, 1952; Тильменбаев, 1976).

Хронологии массовых размножений вредной черепашки как в региональном, так и в глобальном аспектах посвящено немало публикаций (Передельский, 1947; Гриванов, 1957; Заговора, 1960; Виноградова, 1969; Деров, 1975; Белецкий, Хасан, 1993; Белецкая, 2002; Скребцова, 2009;

Каменченко и др., 2013; Нейморовец, Проценко, 2013; Иванцова, 2014; Емельянов и др., 2018, и др.). Любопытно, что в литературе можно найти самые разные точки зрения относительно характера колебаний численности вредной черепашки во времени (Белецкая, 2002): одни авторы доказывают, что динамика популяций вредной черепашки характеризуется периодичностью (Белецкий, Хасан, 1993; Трибель, 1998; Алехин, 2002; Емельянов и др., 2018; Лаптиев и др., 2000, и др.), тогда как другие полагают, что она аperiodична (Передельский, 1947; Викторов, 1967; Пайкин, 1969, и др.), в том числе по той причине, что в основном детерминируется изменениями, происходящими в сельском хозяйстве (Вилкова и др., 1969; Арешников, 1975; Деров, 1975; Арешников, Старостин, 1982; Шапиро, 1985; Павлюшин и др., 2013).

Обсуждению закономерностей динамики численности вредной черепашки и роли, которую играют те или иные факторы, посвящена огромная литература, причем высказанные точки зрения различаются кардинально. Так, в качестве детерминантов в динамике численности черепашки указывались метеорологические факторы, включая их прямые, косвенные воздействия или комбинации (Zwölfer, 1930; Виноградова, 1963, 1965а; Смольяников, 1939; Доронина, Макарова, 1972, 1976б, 1978; Арешников, 1975; Виноградова, Косенков, 1976; Макарова, Доронина 1983, 1985; Каменченко, Петрова, 2000; Алехин, 2002; Каменченко и др., 2013), степень совпадения фенологии развития вредителя и кормового растения (Бабаян, 1949; Ларченко, 1947, 1958; Тулашвили, 1956), сортовая устойчивость пшеницы (Тарануха, 1967; Деров, 1975; Вилкова, 1968; Шапиро, Вилкова, 1976; Шапиро, 1985), способы уборки урожая и условия наживочного питания молодых клопов (Ушатинская, 1955; Пайкин, 1958; Шумаков, 1958; Гриванов, 1965), изменения морфофункционального состояния вредителя (Федотов, 1947а, 1949, 1954; Федотов, Бочарова, 1955), деятельность энтомофагов и энтомопатогенов, в первую очередь яйцеедов, а также грибных заболеваний (Мокржецкий, 1895, 1898; Соколов, 1901; Добровольский, 1913; Евлахова, 1958; Каменкова, 1968, 1974; Щепетильникова, 1958; Каменченко, 2006, и др.). И, наконец, в целом ряде публикаций сообщается о статистически достоверной связи динамики численности вредной черепашки с цикличностью солнечной активности (Белецкий и др., 1980, 1981; Белецкий, Хасан, 1993; Махоткин, 2005; Белецкая, 2002). Широко распространена точка зрения, что динамика популяций вредителя в основном детерминируется хозяйственной деятельностью человека, причем в результате грандиозных преобразований в сельскохозяйственном производстве, произошедших в XIX – XX столетиях, в динамике популяций насекомого произошли необратимые изменения (Викторов, 1967; Вилкова, и др., 1969; Пайкин, 1958, 1969; Шапиро, 1985; Павлюшин и др., 2013; Иванцова, 2014; Емельянов и др., 2018). Однако, сравнительный анализ многолетней динамики численности вредителя за период с конца XIX века (Мокржецкий, 1895, 1898; Соколов, 1901; Васильев, 1913) до второй половины XX – начала XXI веков (Арешников, 1975; Арешников, Старостин, 1982; Белецкий, Хасан, 1993; Белецкая, 2002) не обнаружил каких-либо существенных изменений в интенсивности массовых размножений черепашки. Безусловно, хозяйственная деятельность человека имела

решающее значение в иницировании процесса адаптации вредной черепашки к обитанию в агроценозах пшеницы, и в том числе способствовала расширению ареала насекомого (Вилкова и др., 1969; Шапиро, 1985; Скребцова, 2009; Павлюшин и др., 2013), однако на вопрос об относительном вкладе в динамику численности вредителя антропогенных и природных воздействий ответить однозначно непросто (Алехин, 2002; Скребцова, 2009).

Абсолютно все точки зрения относительно роли того или иного фактора в динамике численности вредной черепашки, включая мнение об определяющем вкладе погодно-климатических факторов, подвергались критике, подчас жесткой и нередко подкрепленной фактическим материалом (Пайкин, 1958; Виктор, 1967; Арешников, Старостин, 1982, и др.). В итоге подавляющее большинство исследователей начали склоняться к признанию существенности вклада в динамику численности вредной черепашки совокупности многих факторов (Гриванов, 1954; Жуковский, Остапец, 1944; Жуковский, 1946; Пайкин, 1958; Заговора, 1960; Виноградова, 1966; Тарануха, Теленга, 1967; Арешников, 1975; Емельянов и др., 2018), полагая, что подъемы и спады численности вредителя определяются преобладанием позитивного или негативного эффектов экологических факторов (Передельский, 1947; Трель, 1950; Заговора, 1960; Арешников, 1975). Однако, очевидно, что при таком подходе вопрос о значимости отдельных факторов не снимается, а лишь переносится в область их взаимодействий. И, тем более, признание многофакторности динамики численности вредной черепашки не решает вопроса о природе периодичности массовых размножений вредителя. Очевидно, что динамика численности популяций вредной черепашки характеризуется нелинейностью связей и анализировать ее следует с позиций теории хаоса (Фролов, 2017). Первые шаги в этом направлении уже сделаны (Белецкий, Станкевич, 2018), осталось дождаться важных с точки зрения прогнозирования насекомого результатов. Действительно, хотя экология вредной черепашки изучена до мельчайших деталей, а работ, посвященных методическим принципам и подходам к прогнозированию размножений вредителя, издано множество, включая официальные руководства (Федотов, 1947а, б, 1949, 1954; Ларченко, 1946, 1947, 1958; Арнольди, 1947, 1955; Тарануха, 1962; Виноградова, 1966, 1970; Арешников, 1975; Методические указания, 1979; Белецкий и др., 1979; Поляков и др., 1980; Макарова, Доронина, 1985, 1987; Белецкий, Хасан, 1993; Белецкая, 2002, и др.), наиболее слабым звеном в защите растений от вредной черепашки, как и много лет назад, остается прогнозирование, где до сих пор доминирует интуитивный подход (Нефедов, 1956; Вильямсон, 1971; Алехин, 2002).

Очевидно, создание моделей, обеспечивающих достоверные и точные прогнозы, лимитируется изученностью факторов динамики численности объекта прогнозирования. Что касается исследований в области популяционной экологии вредной черепашки, то существенным их недостатком является то обстоятельство, что эффекты отдельных факторов изучали по отдельности, без учета совместного их эффекта на вредителя, часто даже без оценки количественного воздействия на коэффициент размножения насекомого в реальных условиях (характерный пример — статья А.В. Жуковского (1959), посвященная

описанию развития двух вспышек массового размножения вредной черепашки в ЦЧР, в которой даже не упоминается о смертности насекомого). Особняком стоят работы Г.А.Викторова (1966, 1967), где анализ динамики численности осуществляли с помощью серий последовательных учетов, нацеленных на вычленение смертностей по отдельным периодам жизненного цикла насекомого (Варли и др., 1978). Благодаря такому подходу удается количественно оценить влияние многих экологических факторов (энтомофагов, погодных условий, агротехники) на коэффициент размножения вредителя. При этом особый интерес представляют результаты количественного анализа смертности популяций насекомого, обитающих в регионах ведения интенсивного сельскохозяйственного производства и в условиях диких или полудиких стадий (Виктор, 1967).

Наблюдения за популяциями вредной черепашки, обитающими на дикорастущих злаках проводились многими исследователями (Арнольди, 1942; Арнольди, Бочарова, 1952; Федотов, 1947а; Виноградова, 1965б, и др.), которые характеризовали физиологическое состояние насекомых в той или иной степени как пониженное. При этом, анализ физиологического состояния насекомых, обитающих в горных и предгорных условиях на культурных злаках, нередко не обнаруживал признаков угнетения морфофункционального состояния, но, как и в диких стадиях, высоких значений достигала смертность от яйцеедов, другие виды энтомофагов (фазий, жуужелиц, муравьев, пауков, птиц), а также патогенных микроорганизмов (Луппова, 1952; Каменкова, 1955, 1957, 1958; Виктор, 1967; Тильменбаев, Бексултанов, 1973; Перепелица, 1971; Кайтазов, 1974, и др.). Более того, в литературе можно также найти немало материалов, полученных в самых разных зонах ведения интенсивного сельскохозяйственного производства, которые описывают ситуации, когда энтомофаги обеспечивали столь высокий уровень смертности вредной черепашки, что необходимость в проведении истребительных мероприятий против вредителя либо значительно снижалась, либо вообще становилась излишней (Чуева, 1950; Шарпов, 1950; Трель, Баткина, 1951; Романова, 1953; Демченко, 1956; Шапиро, 1959; Политов, 1963; Каменкова, 1968; Заева, 1969; Гриванов, Антоненко, 1970; Ряховский, 1971; Картавцев, 1974; Тильменбаев и др., 1981; Беляева, 1984; Арешников и др., 1987; Марус, 2003; Каменченко, 2006; Скребцова, 2009; Аль Жухайши Хади Абдулджалил Наас, 2017). Кроме того, описано немало случаев вызываемого патогенными микроорганизмами существенного снижения численности вредной черепашки в местах зимовки (Мокрежский, 1895; Соколов, 1901; Добровольский, 1913; Смольянинов, 1939; Евлахова, 1958; Суздальская, 1958; Шехурина, 1963, и др.).

Важная роль биоценогической регуляции в динамике численности вредной черепашки была не раз подтверждена данными, полученными в разных экологических условиях, которые демонстрировали строгую обратную зависимость между значениями коэффициента размножения популяции и плотностью перезимовавших клопов, тогда как вариация воздействия на численность вредителя прочих учтенных факторов (погоды, состояния кормовой базы, морфофункционального состояния) оказывалось гораздо менее существенной (Виктор, 1967). Поскольку

смертность от биотических факторов варьирует сильнее прочих, именно их действие оказывает решающее влияние на то направление, в котором будет меняться численность, т.е. будет ли она расти или падать (Morris, 1959). Имеется также немало других данных, косвенно подтверждающих этот вывод. Например, известно, что химические обработки против перезимовавших клопов нередко имели следствием неожиданный результат, когда численность личинок на обработанных инсектицидами участках оказывалась выше, чем на необработанных (Викторов, 1967; Каменкова, 1971; Картавцев, 1972), что являлось следствием более сильного токсического эффекта инсектицидов на энтомофагов вредной черепашки, особенно яйцеедов, чем на сам целевой объект (Щепетильникова, 1958; Ряховский, 1959; Заева, 1969; Новожилов и др., 1973; Алехин, 2002 и др.). По мере расширения ассортимента химических средств защиты растений, снижения их токсичности, уменьшения норм их расхода, внедрения новых препаративных форм, улучшения способов внесения и в целом сокращения пестицидной нагрузки (Шорохов, 2015), а также углубления знаний об особенностях экологии энтомофагов и их взаимоотношений с хозяином предлагаются все более совершенные системы проведения защитных мероприятий против вредной черепашки, направленные на достижение эффективности и охраны полезной фауны агроценоза пшеницы (Федотова, 1956; Пайкин, 1969; Ряховский, 1971; Каменкова, 1971; Антоненко; 1972; Гусев,

1974; Воронин, 1974; Дубина, 1975; Возов, 1979; Арешников, Старостин, 1992, Марус, 2003; Емельянов и др., 2018, и др.). В настоящее время в Ставропольском крае активно внедряется система защиты пшеницы от черепашки и других опасных вредителей пшеницы, реализацию которой корректирует специальная компьютерная программа, учитывающая эффекты регуляторной деятельности энтомофагов (Глазунова, 2019). В Краснодарском крае активно разрабатываются технологии, направленные на обеспечение долгосрочной стабилизации биоценотической регуляции численности вредной черепашки, которые найдут свое применение в системе органического земледелия (Ширинян, Исмаилов, 2015; Исмаилов и др., 2017; Ширинян и др., 2018).

В условиях крупного зернового хозяйства энтомофагам безусловно непросто осуществлять свою регуляторную деятельность (Викторов, 1967), так что несомненно колебания численности вредной черепашки в зоне хронических массовых размножений в значительной степени определяются эффектами погодно-климатических факторов (Макарова, Доронина, 1983; Алехин, 2002, Шпанев, Байбакова, 2013, и др.). При этом Л.А.Макаровой и Г.М.Дорониной (1983) был выявлен крайне интересный феномен существенного ослабления зависимости динамики численности вредной черепашки от погодно-климатических факторов во времени (табл. 1).

Таблица 1. Изменение значимости климатических факторов в динамике численности вредной черепашки (Ростовская область) (по Л.А.Макаровой и Г.М.Дорониной, 1983)

Характеристика	Коэффициенты корреляции за период	
	1886–1915 гг.	1947–1976 гг.
Температура периода лёта перезимовавших клопов	0.71±0.09	0.32±0.16
ГТК периода откладки яиц	-0.63±0.11	-0.49±0.14
Температура периода развития личинок	0.59±0.12	0.36±0.16
Температура периода питания имаго	0.42±0.15	0.14±0.18
Количество критических декад за зиму	-0.29±0.17	-0.24±0.17

Снижение зависимости динамики численности черепашки от погодно-климатических факторов авторы увязывали с глубокими изменениями в структуре землепользования на территории б. СССР — расширением посевов зерновых культур, возделыванием высокопродуктивных сортов пшеницы, увеличением площадей под лесными массивами, пригодными для зимовки черепашки, широким применением истребительных мероприятий, приводящих к серьезным нарушениям в работе природных механизмов регуляции численности вредной черепашки (Макарова, Доронина, 1983). Однако, если предположить, что благодаря преобразованиям в структуре землепользования и практике сельскохозяйственного производства действительно снижаются лимитирующие развитие вредителя эффекты пищевого фактора, пригодных для зимовки местообитаний, паразитов и хищников, то наоборот, роль климатических факторов в динамике численности вредителя должна вырасти. Однако, наблюдается обратная картина — значения коэффициентов корреляции существенно падают, что означает, что на протяжении 90-летнего периода изменения численности вредной черепашки постепенно теряли связь с колебаниями погодно-климатических факторов. Возникает законный вопрос: какой или

какие факторы оказались способными в той или иной степени потеснить климатические условия в отношении их воздействия на динамику численности черепашки? Ответ на этот вопрос весьма важен для защиты растений, и в первую очередь для теории и практики прогнозирования. Однозначно ответить на него непросто, т.к. несмотря на огромный объем информации, накопленной за более чем столетний период изучения вредной черепашки, имеется не так уж много данных, количественно описывающих связи тех или иных факторов с коэффициентом размножения вредителя в разные исторические эпохи сельскохозяйственного производства, главным образом из-за того, что этот объект весьма неудобен для оценки смертности насекомых за период развития генерации (Арнольди, 1947; Викторов, 1967; Пайкин, 1969; Годунова, 1971).

Интерпретируя изменения, происходящие в многолетней динамике численности вредной черепашки, Л.А.Макарова и Г.М.Доронина (1983) рассматривали в качестве единственной независимой переменной хозяйственную деятельность человека. Однако, учитывая многочисленные факты быстрых микроэволюционных преобразований, происходящих в популяциях насекомых (возникновение резистентности к пестицидам, появление биотипов,

преодолевающих барьеры устойчивости растений-хозяев) (напр., Новожилов и др., 1988), логично предположить, что и в популяциях энтомофагов, как и энтомопатогенов вредной черепашки, происходят адаптивные микроэволюционные изменения, направленные на укрепление пищевых цепей, т.е. на усиление регуляторных механизмов в соответствии с уже ранее упомянутым правилом усиления интеграции биологических систем И.И. Шмальгаузена (Реймерс, 1994). Кроме того, логично предположить, что постепенному восстановлению регуляторной деятельности энтомофагов в немалой степени могли способствовать глубокие преобразования в химической защите растений от вредных организмов, которые особенно активизировались в 60-х годах прошлого века и которые к настоящему времени привели к многократному снижению пестицидной нагрузки на окружающую среду (Захаренко, 2007; Долженко, Силаев, 2010). Поэтому высказанное Г.А. Викторовым (1966, 1967) мнение о необратимости разрушительного действия хозяйственной деятельности человека на реализацию энтомофагами их полезной деятельности по всей видимости слишком пессимистично, что, впрочем, не удивительно, ибо он описывал именно те процессы, которые наблюдал в 50–60-х годах прошлого века. Впрочем, к материалам, свидетельствующим о происходящих в агроценозах процессах, которые направлены на усиление биоценотической регуляции, мы вернемся в следующем разделе статьи, посвященном особенностям динамики численности кукурузного мотылька. Действительно, в отличие от вредной черепашки, кукурузный мотылек представляет собой гораздо более удобный объект для изучения динамики численности — жизненный цикл у этого оседлого вида реализуется в пределах севооборота, численность и смертность на всех стадиях развития генерации легко учитывать, и, хотя объект развивается поливольтинно, поколения в условиях умеренного климата не перекрываются. Благодаря финансовой поддержке РФФИ сотрудниками лаборатории сельскохозяйственной энтомологии, начиная с 1994 года, ежегодно проводятся периодические учеты плотности и смертности насекомого на всех этапах его развития вредителя (яйца, гусеницы младших и старших возрастов, куколки, имаго и яйцекладущих самок) на посевах кукурузы в пределах модельной территории в окр. пос. Ботаника Краснодарского края (Фролов, 2004; Фролов, Грушева, 2019).

Справедливости ради следует отметить, что неудобство вредной черепашки как объекта исследования нельзя рассматривать как непреодолимое препятствие для составления таблиц выживаемости, охватывающих развитие полного цикла генерации, включая как период активной жизнедеятельности, так и покоя. Пример успешной работы в этом направлении продемонстрировали исследователи из Ирана (Iranipour et al., 2011), которым удалось обнаружить важные для понимания закономерностей динамики численности вредителя эффекты, в т.ч. сверхкомпенсаторную смертность имаго во время периода покоя. Последняя, по мнению авторов, определяется физиологическим состоянием насекомого, которое ухудшается зависимо от плотности конкурирующих за пищу молодых клопов перед их миграцией с полей. Хотя гибель за генерацию оказалась максимальной на стадии имаго, другими важными факторами смертности

оказались зараженность яиц яйцеедами и паразитизм фазий (Iranipour et al., 2011). Здесь, кстати, уместно отметить, что сейчас отечественному читателю стали вполне доступны публикации, характеризующие популяционную экологию вредной черепашки в странах Ближнего и Среднего Востока, в первую очередь Турции и Ирана (Critchley, 1998; Parker et al., 2007; Davari, Parker, 2018). В этом регионе проводится немало интересных исследований, в т.ч. с использованием ГИС технологий (Karimzadeh et al., 2011, 2014), таблиц выживаемости (Kivan, Kilic, 2006; Iranipour et al., 2011), моделирования (Aljaryian et al., 2016), молекулярных методов (De Muro et al., 2005; Kouvelis et al., 2008, и др.). Опубликованные материалы содержат немало полезной информации, в т.ч. о периодичности вспышек массового размножения вредной черепашки (Radjab, 1994), особенностях экологии вредителя и методах защиты пшеницы и ячменя от него в регионе (Parker et al., 2011; Davari, Parker, 2018). В частности, во многих работах продемонстрирована важная роль биотических факторов в динамике численности черепашки, особенно яйцеедов-теленмин (в первую очередь *Trissolcus grandis* Thom., а также *T. semistriatus* Nees, *T. rufiventris* Mayr, *T. vassiliewi* Mayr и *T. festivaе* Viktorov), зараженность яиц вредителя которыми достигает 100% в областях с умеренным и прохладным климатом (Parker et al., 2003, 2011; İslamoğlu, Kornoşor, 2003, 2004; Kivan, Kilic, 2006; Trissi et al., 2006; Tarla, Kornoşor, 2009; Iranipour et al., 2010, 2011; Davari, Parker, 2018, и др.). В этой связи весьма интересна разработанная для Турции модель прогноза численности молодых клопов, в основу которой положены регрессионные зависимости от плотности перезимовавших клопов и зараженности яиц яйцеедами, а имаго — фазиями (Kutuk et al., 2010).

Кукурузный мотылек

Кукурузный мотылек *Ostrinia nubilalis* Hbn. — один из наиболее опасных вредителей кукурузы в мире (Chiang, 1978), потери урожая зерна от которого в восточной Европе до сих пор весьма значительны (Фролов, 1993; Szöke et al., 2002; Быковская, 2015). В регионах, где выращиваются Vt-гибриды кукурузы, радикально и на долгосрочном уровне решены проблемы, связанные с прямыми и косвенными потерями, вызванными повреждением растений насекомым (Hutchison et al., 2010; Bohnenblust et al., 2014; Milne, et al., 2015; Ostrý et al., 2015; Castañera et al., 2016; Dively et al., 2018), хотя, как это обычно случается, появляются новые (Carzoli et al., 2018). Изучению экологии кукурузного мотылька и разработке методов защиты растений от него посвящена обширная литература (Щеголев, 1934; Кожанчиков, 1938; Хомякова, 1962; Brindley, Dicke, 1963; Brindley et al., 1975; Beck, 1987; Hudon et al., 1989; Lassance, 2010). Вредитель является членом комплекса близкородственных и морфологически весьма сходных видов рода *Ostrinia*, характеризующихся парапатрическими ареалами и в той или иной степени перекрывающимися спектрами предпочитаемых видов кормовых растений (Фролов, 1984; Frolov et al., 2007). Эволюция кукурузного мотылька, этого исходно многоядного вида, и становление его в качестве основного вредителя кукурузы обусловлены формированием механизмов репродуктивной изоляции от близкородственных форм и адаптацией к новому виду растения-хозяина (Calcagno et al., 2010; Bourguet et al., 2014; Coates et al., 2018): завезенная из Америки в

Европу около 500 лет назад кукуруза, после ее введения в культуру, обеспечила вредителю благоприятные условия для развития, предоставляя в том числе свободное от естественных врагов пространство (Pélissié et al., 2009). На территории б. СССР в 70–80-х годах прошлого века кукуруза не повреждалась вредителем севернее условной линии, проходящей через Житомир — Белгород — Саратов (Фролов, 1993), однако в связи с продвижением посевов кукурузы на север благодаря потеплению климата и успехам селекции на раннеспелость, ареал питающегося на этой культуре насекомого существенно расширился и с 2010 г. кукурузный мотылек превратился в опасного вредителя кукурузы Беларуси (Трепашко и др., 2010), а с 2011 г. он начал вредить посевам этой культуры на севере Воронежской обл. (Грушевая и др., 2015). В начале XX века популяциям вредителя, освоившим кукурузу в качестве кормового растения, удалось проникнуть в Северную Америку (Caffrey, Worthley, 1927), что вызвало всплеск интереса к изучению популяционной биологии насекомого, в т.ч. динамики его численности.

Благодаря многолетним наблюдениям, проводившимся в XX–XXI веках в ряде регионов Евразии и Северной Америки, удалось обнаружить закономерные изменения в динамике популяций насекомого, свидетельствующие о формировании и постепенном совершенствовании механизмов регуляции его численности в агроценозах кукурузы. Так, на ранних этапах освоения кукурузным мотыльком новых территорий в штате Миннесота, США (Chiang, Hodson, 1959, 1972) и в провинции Онтарио, Канада (Hudon, LeRoux, 1986), выяснилось, что плотность популяций вредителя на посевах кукурузы варьирует случайным образом в зависимости от эффектов метеорологических факторов и хозяйственной деятельности человека. С другой стороны, в Краснодарском крае, где вредитель обитает в посевах кукурузы уже на протяжении не менее, чем 100 лет (Фролов, 1982), динамика численности насекомого, согласно данным, полученным в 1994–2018 гг., носит неслучайный характер, характеризуясь циклическими колебаниями, что кардинальным образом отличается от ситуаций, отмеченных ранее в Северной Америке (Фролов, Грушевая, 2019). Значимость эффективной биоценотической регуляции численности кукурузного мотылька в Краснодарском крае подтверждена таблицами выживаемости (Фролов, 2004; Грушевая, 2018), свидетельствующими о зависящем от плотности насекомого воздействии биотических факторов на численность насекомого на всех стадиях жизненного цикла (за исключением куколки), т.е. яйца, гусеницы и имаго (Frolov et al., 1999; Фролов, 2004; Грушевая, 2018). Наиболее сильный регулирующий эффект выявлен для природной популяции яйцеда *Trichogramma evanescens* Westw. и эктопаразита гусениц браконида *Habrobracon hebetor* Say (Серрапионов, Фролов, 2008; Грушевая, 2018). Определенное регулирующее воздействие на численность вредителя оказывает также комплекс неспециализированных многоядных энтомофагов, начиная от насекомоядных видов птиц (Tremblay, et al., 2001) и заканчивая жуками-блестянками рода *Glischrochilus* (Schell, Wedberg, 1995), а также разнообразные энтомопатогенные микроорганизмы (Грушевая, 2018). Следует отметить, что на территориях, где вредоносная деятельность кукурузного мотылька на кукурузе на момент проведения учетов не

имела длительной истории, насчитывая лишь около двух десятилетий, т.е. в Канаде (Hudon, LeRoux, 1986) и в Белгородской области России (Frolov et al., 1999), обнаруживаются определенные зависимые от плотности эффекты, которые проявляются в виде негативной зависимости реализованной плодовитости самками вредителя от их плотности. Эффективность такой регуляции, вероятнее всего обусловленной внутривидовыми механизмами, невысока и, в отличие от межвидовых механизмов регуляции, обусловленных пищевыми связями, не приводит к депрессии численности вредителя, которая периодически наблюдается в Краснодарском крае в результате регулирующей деятельности энтомофагов (Frolov et al., 1999; Фролов, 2004). При оценке перспектив реализации природными энтомофагами своей регуляторной функции следует учитывать разнообразные эффекты хозяйственной деятельности человека, которые самым неожиданным образом могут реализоваться благодаря разнообразным связям и взаимоотношениям элементов ценоза. Так, по итогам сравнительного анализа данных, собранных во Франции в 1921–1928 и 2001–2005 гг. (Folcher et al., 2011) и в Италии за периоды 1920–30-х и 2000–2010-х гг. (Camerini et al., 2018), делается вывод о снижении биоразнообразия паразитоидов гусениц, ассоциированных с кукурузным мотыльком, как результата усиливающейся антропогенной нагрузки на среду. Однако, полноценная интерпретация обнаруженного феномена требует анализа динамики численности хозяина на протяжении всего жизненного цикла поколения, ибо совершенно не исключен вариант, при котором в результате устойчивого снижения численности гусениц (в т.ч., за счет активизации яйцеедов и/или использования в производстве более устойчивых к первому поколению вредителя гибридов кукурузы) численность паразитоидов гусениц вполне закономерно снизилась, так что в целом эффективность регуляции численности хозяина за период с 1920-х до 2000-х могла не только не снизиться, а наоборот вырасти.

Помимо, долгосрочного, образно выражаясь, «филогенетического» аспекта развития биоценотической регуляции численности вредных насекомых в агроценозах, следует отметить и явление краткосрочного, проявляющегося в виде сезонной ритмики в деятельности энтомофагов, начиная от посева и заканчивая уборкой урожая. Так, многолетними наблюдениями установлено, что динамика численности кукурузного мотылька в Краснодарском крае в первых и вторых поколениях вредителя в сезоне существенно различается (Фролов, 2004). Установлено, что смертность вредителя в первом поколении (развитие насекомых происходит в конце мая – первой половине июля) практически не зависит от исходной численности, т.е. плотности яиц на растениях, тогда как во втором поколении такая связь уже весьма существенна. Показано, что в период развития особей второго поколения на растениях (июль — сентябрь) в агроценозе кукурузы уже сформировался комплекс энтомофагов, который обеспечен более обильной пищей: как правило численность кукурузного мотылька во вторых поколениях в сезоне гораздо выше, чем в первых, что создает для деятельности естественных врагов более благоприятные условия. Определенную роль в долгосрочном снижении среднего уровня численности вредителя оказывает также постепенный рост устойчивости растений как

результат прямых или косвенных усилий селекционеров и иммунологов (Гаркушка и др., 2018).

Метеорологические факторы оказывают существенное как негативное, так и позитивное воздействие на развитие кукурузного мотылька, которое обнаруживается главным образом в периоды развития первых поколений насекомого в сезоне (Грушевая, 2018). При этом их стимулирующий или тормозящий динамику численности эффект, как показывает практика, носит весьма кратковременный характер, не распространяющийся далее текущего поколения, в отличие от эффектов, вызванных биотическими регулируемыми факторами. Иными словами, еще недавно доминирующее в литературе мнение о том, что энтомофаги не играют сколько-нибудь заметной роли в динамике численности кукурузного мотылька (Фролов, 1997) не отвечает реалиям современности, по крайней мере в зонах традиционного возделывания кукурузы. При этом, к сожалению, приходится констатировать, что разработанные на текущий момент времени прогностические модели пока еще в недостаточной мере используют информацию о регулирующей деятельности естественных врагов (Фролов, Букзеева, 1997), хотя уже давно отмечаются факты, что модели, основанные лишь на метеорологической информации, не обеспечивают получение прогноза приемлемого уровня точности (Букзеева, Поляков, 1993).

Хлопковая совка и колорадский жук

Хлопковая совка *Helicoverpa armigera* Hbn. — одно из наиболее вредоносных насекомых в мире (Reed, Pawar, 1982; Gowda, 2005), которое характеризуется широкой многоядностью и огромным ареалом, занимающим значительные территории в Европе, Азии, Африке, Австралии и Океании (Кожанчиков, 1948; Горышин, 1958). До недавнего времени *H. armigera* отсутствовала на Американском континенте, где обитают близкородственные виды рода *Helicoverpa*, в т.ч. опасный сельскохозяйственный вредитель — американская хлопковая совка *H. zea* Boddie (Hardwick, 1965), однако в настоящее время *H. armigera* уже проникла в Южную Америку (Tay et al., 2013; Czapak et al., 2013; Murúa et al., 2014; Krinski, Godoy, 2015; Perini et al., 2016), а угроза ее распространения на территории Северной Америки весьма реальна (Kriticos et al., 2015). В России область распространения хлопковой совки включает лесостепную и степную зоны, простираясь вплоть до южной границы тайги (Афонин и др., 2008). Вплоть до 80-х гг. прошлого века полагали (Fargow, 1984), что северная граница распространения хлопковой совки в Европе проходит примерно по 40° с.ш., однако ныне она сместилась к северу более, чем на 500 км, перейдя через 45° с.ш. (Lammers, MacLeod, 2007). В сравнении с началом XX века (Алфераки, 1907; Горышин, 1958) область распространения и вредоносности хлопковой совки в России расширились более чем на 700 км к северу — от предгорий Северного Кавказа до севера лесостепи Центральной России (Говоров и др., 2013). Хотя высокая миграционная активность (Pedgley et al., 1987; Feng et al., 2009; Zhou et al., 2019) и широкая многоядность (Zalucki et al., 1986; Fitt, 1989; Rajapakse, Walter, 2007) затрудняют изучение динамики численности вредителя, за последние годы было получено немало ценной информации, проливающей свет на многие закономерности динамики популяций насекомого в Европейской части России. В частности, было показано,

что колебания численности хлопковой совки коррелируют с гидротермическими условиями вегетационного периода — позитивно с температурой воздуха и отрицательно с суммой осадков (Казанок, 2009; Ченикалова, Вдовенко, 2011, и др.). Так, в Краснодарском крае обеспеченность теплом имеет весьма важное значение для способности гусениц последнего третьего поколения завершить развитие и если сумма накопленных эффективных температур за вторую декаду августа – сентябрь будет ниже 300 °С, то вряд ли стоит ожидать подъема численности насекомого весной следующего года (Фефелова, Фролов, 2007). Кроме того, выживаемость вредителя во время перезимовки снижается с глубиной промерзания почвы (Хромова, 2011). В динамике численности вредителя важное значение имеет пищевой фактор, опосредованно связанный с хозяйственной деятельностью человека. Поскольку основной кормовой базой для особей последнего (зимующего) поколения служат сорные растения, такие как канатник Теофраста и амброзия полыннолистная, обнаруживается достоверная связь вероятности достижения численностью гусениц хлопковой совки высоких значений с площадями брошенных земель (Фефелова, Фролов, 2007). Однако, наиболее важное значение в динамике численности хлопковой совки играют все же биотические факторы — энтомофаги и энтомопатогены, смертность от которых варьирует в очень широких пределах (Фефелова, Фролов, 2007). Среди энтомофагов весомый регулирующий эффект на численность вредителя оказывают паразитоиды гусениц, в первую очередь *Hyposoter didymator* Thunb. (Фефелова, Фролов, 2007), а также куколок (Tripathi, Singh, 1991), в том числе *Netelia vinulae* Scop. (Полтавский и др., 2013). Кроме того, известны примеры сдерживающего воздействия хищников, таких как клоп *Campylomma vorbasci* Meyer, на численность насекомого (Полтавский и др., 2013). Патогенные микроорганизмы также играют важную роль в динамике численности хлопковой совки; их значение растет с увеличением плотности вредителя (Фефелова, 2007).

Впрочем, несмотря на определенные успехи в познании особенностей экологии хлопковой совки в новых для вредителя условиях северных территорий, на многие важные для прогнозирования, организации и планирования защитных мероприятий вопросы пока еще нет ответов, что обусловлено особенностями экологии вредителя — растянутым вылетом бабочек из зимующих куколок, высокой миграционной активностью имаго, отсутствием четких границ между поколениями и широкой многоядностью насекомого. Так, несмотря на продолжительное обсуждение особенностей развития хлопковой совки (Лозина-Лозинский, 1949; Родд, 1955; Никольский, 1947), до сих пор наблюдается разноречие во мнениях относительно фенологии вредителя, например, отсутствует согласованная позиция по поводу вольтиности популяций вредителя на Северном Кавказе. Н.И. Горышин (1958), наблюдая за фенологией хлопковой совки в Ставропольском крае, полагал, что в зависимости от условий здесь может развиваться от одного до двух поколений и такой же точки зрения придерживалась М.С. Кузнецова (1971). О двух полных поколениях вредителя в этом регионе сообщают Е.В. Ченикалова и Т.В. Вдовенко (2011). Любопытно, однако, что в работе 2009 г. Т. В. Вдовенко приводит фактический

материал, свидетельствующий о том, что по крайней мере в 2007–2008 гг. в Ставрополье развивалось три генерации вредителя. В Краснодарском крае, по мнению С.П. Сингха (1973), формируется два полных поколения насекомого и такую же позицию заняли С.А. Бергун (2002) и Т.С. Казанок (2009); последний автор, правда, соглашается с тем, что в отдельные теплые годы возможно появление третьего поколения. С другой стороны, немало авторов (Кобзарь и др., 2002; Ширинян и др., 2004; Фефелова, Фролов, 2007) считают, что на Кубани обычны три поколения в сезоне, а О.А. Пилюгина (1953) даже утверждает о появлении четвертого. Для степной зоны Северной Осетии Р.В. Пухаев (1979) указывает на развитие трех поколений, а для лесостепной – двух за сезон, для б. Чечено-Ингушской АССР сообщается о трех полных поколениях (Боярский, 1982), тогда как в равнинной зоне Дагестана хлопковая совка, согласно Л.Ф. Красовой (1973), дает три полных и частичное четвертое поколение, а в предгорной — два полных и частичное третье поколение. Еще более дискуссионным выглядит вопрос о вольгинности вредителя на севере степной и в лесостепной зонах. Так, по результатам проведенного в Воронежской области феромониторинга, зафиксировавшего три пика вылова имаго хлопковой совки, высказано предположение о развитии в регионе трех генераций вредителя (Саранцева и др., 2014). Однако, детальный анализ ситуации, складывающейся с фенологией хлопковой совки в 350 километрах южнее в Луганской области, включая оценку тепловых ресурсов, показал, что вредитель здесь развивается большей частью в одном поколении с образованием частичного второго поколения, которое, как правило, не завершается окукливанием. Лишь в отдельные жаркие годы хлопковая совка способна давать два полных и частичное третье поколения (Кузьминский, Федоренко, 2014). Учитывая высокий миграционный потенциал вредителя, нельзя исключить возможности привлечения в ловушки не только (а может быть и не столько) особей местного происхождения, сколько залётных с юга. Очевидно, что для разработки валидных региональных моделей сезонного прогноза хлопковой совки феромониторинг следует дополнять наблюдениями за фактическим развитием преимагинальных стадий вредителя в природе и вычислением сумм эффективных температур, фактически накопленных за вегетационный период.

Другой характерный пример, подтверждающий важную роль биоценотической регуляции в динамике численности — особо опасный вредитель пасленовых культур колорадский жук *Leptinotarsa decemlineata* Say, который развернул свою экспансию лишь около 130 лет назад (Casagrande, 2014). Этому вредителю присущ целый ряд уникальных адаптивных свойств, таких как многообразие состояний физиологического покоя, экологическая пластичность, апосематическая окраска тела, предупреждающая хищника о токсинах, содержащихся в гемолимфе (Ушатинская, 1981; Вилкова и др., 2001). Если в местах исконного проживания вредителя (Центральная Америка) комплекс энтомофагов способен эффективно регулировать численность насекомого (O'Neil et al., 2005), то там, куда он относительно недавно проник (Кавказ, конец 1970-х – начало 1980-х годов), гибель вредителя от местных энтомофагов пока невысока, что, в том числе, обусловлено интенсивными химическими обработками посадок

картофеля (Новохацкая и др., 2007). И хотя пока численность колорадского жука в регионе, по данным Россельхозцентра (Говоров, Живых, 2019), поддерживается на высоком уровне из года в год, во-первых, накапливаются сведения о постепенной адаптации местных энтомофагов к питанию насекомым (Коваль, 2005), а во-вторых, недавно здесь была обнаружена акклиматизировавшаяся популяция североамериканского клопа *Perillus bioculatus* F., способного в недалекой перспективе осуществлять эффективный контроль численности вредителя на юге России (Агасьева и др., 2016).

Общие соображения (вместо заключения)

Колебания численности у насекомых весьма разнообразны, например, выделяют динамику многолетнюю и сезонную; стабильную, флуктуирующую или взрывную (эруптивную), с периодическими колебаниями и случайную, показывающую определенный тренд во времени и не обнаруживающую такового. Считается, что характер колебаний численности — специфическая черта каждого вида (Завадский, 1968). При этом у большинства видов насекомых плотность популяций варьирует, как правило, в диапазоне двух-трех порядков (Schowalter, 2016), однако в случае характеризующихся эруптивным типом динамики численности таких особо опасных видов, как саранчовые или луговой мотылек пределы колебаний численности могут характеризоваться десятками порядков (Barbosa, Schultz, 1987). Нередко полагают, что факторы динамики численности у эруптивных видов существенно отличаются от таковых, действующих в отношении видов, не дающих вспышек массового размножения, а именно, у первых численность контролируется одним или немногими факторами, а у вторых — таких факторов много, хотя имеется немало фактов, которые не подтверждают такую точку зрения (Wallner, 1987). Поскольку регуляция численности, обеспечиваемая эффектами зависящих от плотности обратных связей, несовершенна и эффекты регуляции действуют с запаздыванием, численность у объекта регуляции обнаруживает циклические колебания во времени (Викторов, 1967). В этой связи вопрос об эффективности механизмов биоценотической регуляции вредных объектов имеет первостепенное значение и становится понятным, почему анализу цикличности динамики численности популяций уделяется особенно пристальное внимание. При этом выяснение обстоятельств, при которых те или иные биологические факторы становятся регулируемыми, очевидно намного важнее вопроса о природе обеспечивающего регуляцию численности популяции фактора, тем более, что даже у популяций одного вида в качестве регулирующих могут выступать разные факторы (Frolov et al., 1999).

Популяционным системам живых организмов свойственны циклические (периодические) колебания численности (Максимов, 1984), история которых порой прослеживается на протяжении сотен или даже тысяч лет (Tian et al., 2011). Для объяснения природы циклических колебаний численности выдвигались самые разные гипотезы (Одум, 1986), однако в настоящее время теория биоценотической регуляции представляется большинству исследователей наиболее близкой к истине (Beggs, 2002), хотя среди экологов продолжаются дебаты относительно вклада в регуляцию механизмов, контролирующих

численность «снизу» (“bottom-up” регуляция, т.е. доступность и качество пищевого ресурса) или «сверху» (“top-down” регуляция, т.е. деятельность паразитов, хищников и болезней) (Hunter, 2001). Очевидно, что роль как первых, так и вторых для управления численностью вредных насекомых в агроценозах весьма существенна (напр., Nan, et al., 2014), хотя в разных ситуациях преобладают эффекты то одних, то других факторов (Harrison, Cappuccino, 1995). При этом следует отметить, что отмечается немало случаев цикличности колебаний численности, которые вряд ли могут быть объяснены в рамках концепции биоценотической регуляции (Максимов, 1984; Liebhold et al., 2004). Среди множества альтернативных взглядов на природу цикличности наибольший интерес с точки зрения фитосанитарных прогнозов размножений вредителей представляет «теория солнечных пятен» (Фролов, 2017), которая в постсоветские годы приобрела невиданную популярность среди энтомологов Украины (Белецкий, 2015). Действительно, тесная связь вспышек размножения ряда видов саранчовых с циклами солнечной активности прослеживается исследователями издавна (Щербиновский, 1952). Из других особо опасных видов вредителей связь вспышек массового размножения с солнечными циклами прослежена для лугового мотылька *Loxostege sticticalis* L. (Фролов и др., 2010). Очевидно, что весьма тесная связь массовых размножений вредителей с циклами солнечной активности обнаруживается в первую очередь и главным образом у видов, регуляция численности которых обеспечивается зависимыми от плотности внутривидовыми механизмами (Dempster, 1963; Knorr et al., 2000), а вспышки массового размножения возникают в очагах, расположенных на территориях с аридным климатом, где изменения гидротермического режима обусловлены гелиогеофизическими связями (Столяров, 2004). Хотя к настоящему времени связь размножений насекомых-фитофагов с периодичностью солнечной активности статистически доказана для весьма широкого круга объектов, что безусловно подтверждает справедливость идей А.Л.Чижевского (1976), гелиогеофизические связи сложно рассматривать в качестве надежного предиктора динамики численности растительноядных насекомых (Столяров, 2007). Препятствует полноценному использованию сведений о гелиоциклической активности в прогнозе размножений вредных насекомых отсутствие разумной биологической интерпретации феномена. Такой вывод обусловлен тем обстоятельством,

Автор сердечно благодарит Российский фонд фундаментальных исследований за многолетнюю поддержку и выражает искреннюю признательность двум анонимным рецензентам за ценные замечания и советы.

Библиографический список (References)

- Агасьева ИС, Исмаилов ВЯ, Нефедова МВ, Федоренко ЕВ (2016) Видовой состав и биорегуляторная активность энтомофагов в системе управления численностью вредителей картофеля (*Solanum tuberosum* L.). *Сельскохозяйственная биология* 51(3):401–410
- Алехин ВА (2002) Вредная черепашка. *Защита и карантин растений* S4: 65–90
- Алфераки СН (1908) К фауне чешуекрылых Северного Кавказа (исправления и добавления). *Русское энтомологическое обозрение* 7(4):203–205
- Аль Жухаиши Хади Абдулджалил Наас (2017) Клопы (Hemiptera: Heteroptera) в биоценозах озимой пшеницы, в районах ее первичного и вторичного ареалов на примере Среднего Ирака и Белгородской области: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* М. 22 с.
- Антоненко ОП (1972) Биологическое обоснование интегрированной борьбы с вредной черепашкой (*Eurygaster integriceps* Put.) в Саратовской области: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* Саратов. 25 с.
- Арешников БА (1975) Теоретические основы прогноза численности клопа — вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.), разработка и обоснование системы мероприятий по борьбе с ней на Украине: *Автореф. дисс. ... д.б.н.* Киев. 50 с.

- Арешников БА, Мельникова ГЛ, Секун НП (1987) Наездники-яйцееды (Hymenoptera, Scelionidae) в условиях орошения юга степной зоны Украины и их роль в динамике численности вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Scutelleridae). *Энтомологическое обозрение* 68(1):47–51
- Арешников БА, Старостин СП (1982) Вредная черепашка и меры борьбы с ней. М.: Колос. 288 с.
- Арнольди КВ (1942) К экологии и биоценологии вредной черепашки (*Eurygaster integriceps*) на зимовках в бассейне Кашка-Дарьи. *Доклады Академии наук СССР* 35(6):211–215
- Арнольди КВ (1947) Вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Rut.) в дикой природе Средней Азии в связи с экологическими и биологическими моментами ее биологии. В кн.: Федотов ДМ (ред) Вредная черепашка *Eurygaster integriceps* Put. Т. 1. М.: Изд. АН СССР. 136–269
- Арнольди КВ (1955) Зимовки вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) в горах Кубани по исследованиям 1949–1953 гг. В кн.: Федотов ДМ (ред) Вредная черепашка *Eurygaster integriceps* Put. Т. 3. М.: Изд. АН СССР. 171–237
- Арнольди КВ, Бочарова ОМ (1952) О вредной черепашке (*Eurygaster integriceps* Put.) в горах северо-западного Кавказа. *Доклады Академии наук СССР* 84(3):633–635
- Афонин АН, Грин СЛ, Дзюбенко НИ, Фролов АН (ред) (2008) Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономически значимые растения, их вредители, болезни и сорные растения. <http://www.agroatlas.ru> (01.07.2019)
- Бабаян АС (1949) Влияние питания и погодных условий на сроки развития вредной черепашки. *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 2:52–60
- Бартошко РИ (1974) Особенности взаимоотношений вредной черепашки с растениями озимой пшеницы: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* Л. 23 с.
- Бей-Биенко ГЯ (1961) О некоторых закономерностях изменения фауны беспозвоночных при освоении целинной степи. *Энтомологическое обозрение* 40(4):763–775
- Бей-Биенко ГЯ (1971) Общая энтомология. М.: Высшая школа. 479 с.
- Белецкая НЕ (2002) История, закономерности и прогноз массовых размножений хлебных клопов (Heteroptera: Scutelleridae, Pentatomidae). *Известия Харьковского энтомологического общества* 9(1–2):269–276
- Белецкий ЕН (2011) Массовые размножения насекомых. История, теория, прогнозирование. Харьков: Майдан. 172 с.
- Белецкий ЕН (2015) Фитосанитарное прогнозирование на Украине: история, методология, пути совершенствования. *Защита и карантин растений* 12:14–19
- Белецкий ЕН, Заговора АВ, Литун ПП (1980). Моделирование динамики численности вредной черепашки для целей прогноза. В кн.: Исследования по энтомологии и акарологии на Украине. Киев. 83–84
- Белецкий ЕН, Заговора АВ, Литун ПП, Кириленко ВА (1981) Методы прогнозирования численности вредной черепашки. В кн.: Новейшие достижения сельскохозяйственной энтомологии. Вильнюс. 20–23
- Белецкий ЕН, Станкевич СВ (2018) Полицикличность, синхронность и нелинейность популяционной динамики насекомых и проблемы прогнозирования: монография. Вена.: Premier Publishing s.r.o. Vienna, 2018. 138 с.
- Белецкий ЕН, Хасан ММ (1993). Массовые размножения хлебных клопов в Палеарктике. *Известия Харьковского энтомологического общества* 1(2):162–165
- Беляева АА (1984) Биоэкологические особенности хлебных клопов-черепашек и обоснование методов борьбы с ними на посевах в системе полезащитных лесополос: *Автореф. дисс. ... к.с.-х.н.* М. 18 с.
- Бергун СА (2002) Хлопковая совка *Helicoverpa armigera* Hbn. (Lepidoptera, Noctuidae) — активный фитофаг агроценозов. XXII Съезд Русского энтомологического общества. Санкт-Петербург, 19–24 августа 2002 г. Тезисы докладов. СПб. 38–39
- Боярский АИ (1982) Обоснование биологической защиты томатов от хлопковой совки: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* Л. 20 с.
- Букзеева ОН, Поляков ИЯ (1993) Фазы динамики популяций стеблевого мотылька и модели их прогноза. В кн.: Теория, методы и технология автоматизации фитосанитарной диагностики. СПб: 115–124
- Быковская АВ (2015) Биологическое обоснование и разработка мероприятий по защите кукурузы от стеблевого кукурузного мотылька (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) в Беларуси. *Автореф. дисс. ... к.с.-х.н.* Прилуки. 24 с.
- Варли ДжК, Градуэлл ДжР, Хасселл МП (1978) Экология популяций насекомых (аналитический подход). М.: Колос. 222 с.
- Васильев ИВ (1913) Вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* (Osch.) Put.) и новые методы борьбы с ней при помощи паразитов из мира насекомых. *Труды Бюро по энтомологии Ученого комитета Главного управления землеустройства и земледелия. СПб.* 4(11):1–81
- Вдовенко ТВ (2009) Фенология и вредоносность хлопковой совки на посевах кукурузы в условиях Предкавказья. Труды Ставропольского отделения Русского энтомологического общества. Материалы II Международной научно-практической интернет-конференции «Актуальные вопросы энтомологии» (г. Ставрополь, 1 марта 2009 г.). Вып. 5. Ставропольский государственный аграрный университет. 190–197
- Викторов ГА (1966) Общие вопросы динамики численности насекомых на примере вредной черепашки: *Автореф. дисс. ... д.б.н.* М. 30 с.
- Викторов ГА (1967) Проблемы динамики численности насекомых на примере вредной черепашки. М.: Наука. 271 с.
- Викторов ГА (1968) Теория динамики численности насекомых и практика защиты растений. *Защита растений* 7:9
- Викторов ГА (1975) Динамика численности животных и управление ею. *Зоологический журнал* 54(6):804–821
- Вилкова НА (1968) К физиологии питания вредной черепашки. *Энтомологическое обозрение* 47(4):701–710
- Вилкова НА, Виноградова НМ, Поляков ИЯ, Шапиро ИД (1969) Состояние и перспективы разработки проблемы защиты посевов пшеницы от вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Scutelleridae). *Энтомологическое обозрение* 48(1):25–43

- Вилкова НА, Фасулати СР, Коваль АГ (2001) Биоэкологические факторы экспансии колорадского жука. *Защита и карантин растений* 1:19–23
- Вильямсон ВИ (1971). Основы прогнозирования динамики численности популяций вредной черепашки и рентабельность химических обработок на Северном Кавказе. В кн: Организация и экономика защиты растений в РСФСР. Воронеж. С. 41–75
- Виноградова НМ (1963) Влияние температурных условий весны на плодовитость вредной черепашки. *Зоологический журнал* 42(12):1804–1809
- Виноградова НМ (1965а) Вредная черепашка. *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 25:78–87
- Виноградова НМ (1965б) Резервации вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Scutelleridae) на дикой злаковой растительности. *Энтомологическое обозрение* 44(4):728–737
- Виноградова НМ (1966). Теоретические и практические принципы прогнозирования появления вредной черепашки. В кн: Тезисы лекций на Международном семинаре по вопросам борьбы с вредной черепашкой и другими вредителями зерновых злаков для специалистов стран Среднего и Ближнего Востока. Л.: ВИЗР. 65–81
- Виноградова НМ (1969) Динамика численности вредной черепашки в СССР за последние десятилетие и ориентировочный прогноз ее распространения в 1970 г. В кн.: Проблемы борьбы с черепашкой. М.: Сельхозгиз, 1969. 16–20
- Виноградова НМ (1970). Методические указания по выявлению, прогнозу распространения вредной черепашки и сигнализации о сроках борьбы с нею. М.: Колос. 32 с.
- Виноградова НМ, Косенков ИИ (1976) Статистическая оценка влияния агроклиматических факторов на динамику численности и заселенности посевов зерновых культур вредной черепашкой в Краснодарском крае. *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 45:122–132
- Возов НА (1979) Защита зерновых культур от вредной черепашки. М.: Россельхозиздат. 55 с.
- Воронин КЕ (1974) Практическое значение поведения тленомин. В кн: Биологические средства защиты растений. М. Колос. 114–128
- Гаркушка ВГ, Грушевая ИВ, Фролов АН (2018) Динамика многолетних оценок устойчивости гибридов кукурузы к кукурузному мотыльку *Ostrinia nubilalis* Hbn. в экологических испытаниях НПО «КОС-МАИС». *Вестник защиты растений* 3(85):15–17
- Гиляров АМ (2014) Методологические проблемы современной экологии. Смена ведущих концепций. *Русский орнитологический журнал* 23(1036):2523–2535
- Глазунова НН (2019) Совершенствование прогноза численности вредителей и оптимизация зональной системы защиты озимой пшеницы в Центральном Предкавказье: *Автореф. дисс. ... д.с.-х.н.* СПб. 38 с.
- Говоров ДН, Живых АВ (ред) (2019) Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2018 году и прогноз развития вредных объектов в 2019 году. 900 с. https://rosselhocenter.com/files/users/42/Moskva/2019/%D0%9E%D0%91%D0%97%D0%9E%D0%A0_2018_%D0%B3_compressed-%D1%81%D0%B6%D0%B0%D1%82%D1%8B%D0%B9_1_ec0eb.pdf (01.06.2019)
- Говоров ДН, Живых АВ, Проскурякова МЮ (2013) Хлопковая совка — периодическая угроза сельскохозяйственным посевам. *Защита и карантин растений* 5:18–20
- Годунова НЮ (1971) Вредная черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.) в Волгоградской области и меры борьбы с ней в местах зимовки: *Автореф. дисс. ... к.с.-х.н.* Волгоград. 20 с.
- Горышин НИ (1958) Экологический анализ сезонного цикла развития хлопковой совки (*Chloridea obsoleta* F.) в северных районах ее распространения. *Ученые записки Ленинградского Государственного Университета* 240:3–20
- Гриванов КП (1954) Клопы-черепашки и меры борьбы с ними. Саратов. 68 с.
- Гриванов КП (1957) Защита зерновых культур от клопа черепашки на Юго-Востоке. *Защита растений от вредителей и болезней* 2:23–26
- Гриванов КП (1965) Вредная черепашка в Поволжье. *Научные труды научно-исследовательского института сельского хозяйства Юго-Востока* 22:108–114
- Гриванов КП, Антоненко ОП (1970) Изучение хищников вредной черепашки (*Eurygaster integriceps*) в активный период ее жизни с помощью радиоизотопа C¹⁴. *Зоологический журнал* 49(10):1563–1569
- Григорьева ТГ (1960) О некоторых общих закономерностях формирования агробиоценозов и о принципах защиты растений на целинных землях. *Журнал общей биологии* 21(6):411–418
- Григорьева ТГ, Жаворонкова ТН (1973) Роль антропогенных и природных факторов в формировании трофической структуры пшеничного агробиоценоза. *Энтомологическое обозрение* 52(3):489–507
- Грушевая ИВ (2018) Факторы многолетней динамики численности кукурузного мотылька в Краснодарском крае в связи с разработкой мониторинга и прогноза размножения вредителя: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* СПб. 23 с.
- Грушевая ИВ, Фролов АН, Рябчинская ТА, Трепашко ЛИ и др (2015). Новые очаги массовых размножений кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis* в Беларуси и России: тревожный вызов устоявшимся знаниям о вредителе. В кн.: Современные проблемы энтомологии Восточной Европы. Материалы I Международной научно-практической конференции. Минск. 93–97
- Гусев ГВ (1974) Использование энтомофагов в борьбе с вредной черепашкой. В кн: Биологические средства защиты растений. М.: Колос. 104–113
- Демченко АФ (1956) Вредная черепашка – *Eurygaster integriceps* Put. – в УССР и система мероприятий по борьбе с ней: *Автореф. дисс. ... к.с.-х.н.* М. 16 с.
- Деров АН (1975) Влияние кормовых растений на биотический потенциал вредной черепашки: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* Л. 25 с.
- Добровольский НА (1913) Некоторые данные о паразитах яиц вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Osch.) в Харьковской губернии. Харьков. 8 с.
- Долженко ВИ, Силаев АИ (2010) Защита растений: состояние, проблемы и перспективы их решения в зерновом производстве. *Агро XXI* 7-9:3–5
- Доронина ГМ (1973) Эколого-физиологические особенности уральской популяции вредной черепашки и прогноз уровня ее численности: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* Л. 21 с.

- Доронина ГМ, Макарова ЛА (1972) Агроклиматическое обоснование распространения вредной черепашки в северо-восточных районах ее ареала. *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 38:118–123
- Доронина ГМ, Макарова ЛА (1976а) Зональные особенности динамики численности вредной черепашки и их моделирование. *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 50:76–102
- Доронина ГМ, Макарова ЛА (1976б) Агроклиматические критерии прогноза фенологии вредной черепашки. *Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 36:19–26
- Доронина ГМ, Макарова ЛА (1978) Причины снижения численности вредной черепашки. *Защита растений* 2:25–26
- Дробязко РВ (2003) Биоценотический подход в регуляции численности сосущих фитофагов озимой пшеницы в центральной зоне Краснодарского края: *Автореф. дисс. к.б.н.* Краснодар. 22 с.
- Дубина ГП (1975) Экологическое обоснование использования золотистой фазии (*Clytiomyia helleo* F.) в Кабардино-Балкарской АССР: *Автореф. дисс. к.б.н.* Л. 23 с.
- Евлахова АА (1958) Вопросы разработки микробиологического метода борьбы с вредной черепашкой в местах зимовки. *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 9:323–340
- Емельянов НА (1992) Экологические основы регуляции численности и вредоносности вредной черепашки в Юго-Восточном регионе Европейской части страны: *Автореф. дисс. ... д.с.-х.н.* СПб. 45 с.
- Емельянов НА, Критская ЕЕ, Еськов ИД, Дубровин ВВ (2018) Динамика численности вредной черепашки в агроэкосистемах Поволжья. *Аграрный научный журнал* 07: 6–10
- Жуковский АВ (1946) Факторы, обусловившие снижение численности черепашки в 1941 г. в Воронежской области. *Труды Воронежской станции защиты растений* 8:3–28
- Жуковский АВ (1959) Особенности вспышек массового размножения черепашки *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Pentatomidae) в Центрально-Черноземной полосе. *Энтомологическое обозрение* 38(4):717–723
- Жуковский А, Остапец А (1944) Причины массового размножения и депрессии черепашки. *Доклады ВАСХНИЛ* 4:21–24
- Завадский КМ (1968) Вид и видообразование. Л.: Наука. 404 с.
- Заговора АВ (1960) Вредная черепашка в Харьковской области. *Труды Украинского института растениеводства, селекции и генетики.* 2:197–223
- Заева ИП (1965) Влияние химических обработок на биоценоз пшеничного поля: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* Л. 20 с.
- Заева ИП (1969) Сравнительная роль весенних химических обработок и комплекса хищников и паразитов в динамике численности вредной черепашки. *Зоологический журнал* 48(11):1652–1660
- Захаренко ВА (2007). Химическая защита растений в России в конце XX-начале XXI века. *Защита и карантин растений* 12:6–10
- Зубков АФ (2005) Становление и развитие агробиоценологии (I). *Вестник защиты растений* 1:3–17
- Зубков АФ (2016) Развитие агробиоценологических исследований в России. *American Scientific Journal* 2(2):20–27
- Иванцова ЕА (2014). Многолетняя динамика численности вредных насекомых в зерновых агроценозах Нижнего Поволжья. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование* 2 (34):27–32
- Исмаилов ВЯ, Ширинян ЖА, Пушня МВ, Умарова АО (2017) Приемы беспестицидной защиты озимой пшеницы от вредителей. *Защита и карантин растений* 7:8–11
- Казанок ТС (2009) Биоэкологические особенности хлопковой совки в агроценозе сахарной кукурузы и меры борьбы с ней в условиях западного Предкавказья: *Автореф. дисс. ... к.с.-х.н.* Воронеж. 25 с.
- Кайтазов ФВ (1974) Теленомины как регуляторы численности вредной черепашки. В кн: Биологические средства защиты растений. М.: Колос. 129–137
- Каменкова КВ (1955) Паразиты вредной черепашки и их дополнительные хозяева в предгорных районах Краснодарского края: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* Л. 19 с.
- Каменкова КВ (1957) Некоторые особенности биологии вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) в предгорной зоне Краснодарского края. *Зоологический журнал* 36(10):1467–1474
- Каменкова КВ (1958) Причины высокой эффективности яйцеедов черепашки в предгорных районах Краснодарского края. *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 9:285–311
- Каменкова КВ (1968) Оценка значения паразитов в снижении численности вредной черепашки в агробиоценозе пшеницы. *Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 2(14):8–12
- Каменкова КВ (1971) Оценка устойчивости яйцеедов вредной черепашки к инсектицидам. *Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 21:7–10
- Каменкова КВ (1974) Влияние естественных врагов на динамику вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.). *Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 30:8–12
- Каменченко СЕ (2006) Агроэкологическое обоснование адаптивно-интегрированной защиты зерновых культур от комплекса вредителей в орошаемых и богарных агроценозах Нижнего Поволжья: *Автореф. дисс. ... д.с.-х.н.* Саратов. 48 с.
- Каменченко СЕ, Петрова НМ (2000) Причины увеличения численности вредной черепашки в Саратовской области. *Агро XXI* 5:8–9
- Каменченко СЕ, Стрижков НИ, Наумова ТВ (2013). Особенности размножения хлебных клопов в агроценозах нижнего Поволжья. *Защита и карантин растений* (7):41–43
- Картавец НИ (1972) Роль энтомофагов в снижении численности вредной черепашки на Кубани. *Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 24:13–16
- Картавец НИ (1974) Учитывать роль природных теленомин. *Защита растений* 4: 31
- Кобзарь ВФ, Геворкян АГ, Ярошенко ВФ, Титаренко ЛН (2002) Хлопковая совка *Heliothis armigera* Hb. (Lepidoptera, Noctuidae) на посевах кукурузы и меры

- борьбы с ней. XXII Съезд Русского энтомологического общества. Санкт-Петербург, 19–24 августа 2002 г. Тезисы докладов. SPb. 161
- Коваленко ВА, Жеребцов ГА (2014) Влияние солнечной активности на изменение климата. *Оптика атмосферы и океана* 27(2):134–138
- Коваль АГ (2005) Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) полей овощных пасленовых культур (видовой состав, экология, биология, энтомофаги колорадского жука): *Автореф. дисс. ... к.б.н.* СПб. 22 с.
- Кожанчиков ИВ (1938) Географическое распространение и физиологические признаки *Pyrausta nubilalis* Hbn. *Зоологический журнал* 17(2):246–259
- Кожанчиков ИВ (1948) Эксперименты и наблюдения по влиянию тепла на развитие хлопковой совки. *Защита растений* 16:27–34
- Константиновская ЛВ Прогнозирование (элементарный справочник). Константиновская ЛВ Публикации автора. <http://www.astronom2000.info/прогнозирование> (30.05.2019)
- Косенков ИИ (1978) Объективное районирование территории Краснодарского края в отношении вредной черепашки – *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Scutelleridae) и статистическая оценка информативности характеристик, определяющих состояние ее численности: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* Л. 22 с.
- Кострикова ВС (1974) Экологическая характеристика географических популяций *Trissolcus grandis* Thomson — яйцееда вредной черепашки и клопов-щитников: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* Л. 23 с.
- Крайнов ЮП (1972) Особенности питания и пищеварения хлебных клопов в связи с их взаимоотношениями с кормовыми растениями: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* Л. 24 с.
- Красова ЛФ (1973) Хлопковая совка (*Heliothis armigera* Hbn.) в Дагестане и обоснование мероприятий по борьбе с ней: *Автореф. дисс. ... к.с.-х.н.* Л. 19 с.
- Кузнецова МС (1971) Цикл развития хлопковой совки на кукурузе в Ставропольском крае. *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 32(1):79–86
- Кузьминский АВ, Федоренко ВП (2014) Особенности развития хлопковой совки в северной Степи Украины. *Защита и карантин растений* 11:36–37
- Куперштейн МЛ (1975) Оценка трофической связи жужелиц (Coleoptera, Carabidae) с вредной черепашкой (*Eurygaster integriceps* Put., Heteroptera, Scutelleridae) на основе серологического анализа их природных популяций: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* Л. 24 с.
- Кухарук ЕВ (2009) Экология клопов-щитников (Heteroptera: Pentatomidae) Центрального Предкавказья: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* М. 23 с.
- Лаптиев АБ, Сыромятников ЮД, Мирошник АП, Хаустов НН (2000) Вредная черепашка в экстремальных условиях. *Защита и карантин растений* 4:12
- Ларченко КИ (1946) Инструкция по прогнозу численности клопов вредной черепашки. Луга. 12 с.
- Ларченко КИ (1947) Закономерности развития вредной черепашки. *Агробиология* 5:41–55
- Ларченко КИ (1958) Построение долгосрочных прогнозов численности вредной черепашки. *Защита растений от вредителей и болезней* 4:38–40
- Лозина-Лозинский ЛК (1949) Экология хлопковой совки. В кн.: ВАСХНИЛ, пленум 18, ч. 1. Тезисы докладов. 18–24
- Луппова ЕП (1952) Экология вредной черепашки в Таджикистане. *Труды института зоологии и паразитологии Академии наук Таджикской ССР* 5:23–41
- Макарова ЛА, Доронина ГМ (1983) Агрометеорологическое обоснование оптимизации защиты зерновых культур от вредной черепашки. Л.: Гидрометеиздат. 144 с.
- Макарова ЛА, Доронина ГМ (1985). Методика прогноза фаз динамики популяций вредной черепашки, планирования объемов защитных обработок, сигнализация сроков их проведения. Л. 35 с.
- Макарова ЛА, Доронина ГМ (1987). Прогноз фаз динамики популяций вредной черепашки, планирования объемов защитных обработок, сигнализации сроков их проведения (методические указания). Л.: ВИЗР. 34 с.
- Максимов АА (1984) Многолетние колебания численности животных, их причины и прогноз. Новосибирск: Наука, 1984. 249 с.
- Малинецкий ГГ, Курдюмов СП (2001) Нелинейная динамика и проблемы прогноза. *Вестник Российской академии наук* 71(3):210–232
- Марус ИЮ (2003) Изучение энтомоценоза озимой пшеницы и обоснование биологического метода регулирования численности доминирующих вредителей: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* Краснодар. 25 с.
- Махоткин АГ (2005). К многолетней динамике численности вредной черепашки в Ростовской области. В кн.: Фитосанитарное оздоровление экосистем. Материалы 2-го Всероссийского съезда по защите растений. СПб: ВИЗР. 1:58–59
- Методические указания по прогнозу распространения, развития вредной черепашки и сигнализации сроков борьбы. М. 1979. 60 с.
- Мокржецкий СА (1895) Черепашка, или готтентотский клоп, его распространение, паразиты и искусственное заражение грибной болезнью. *Кавказское сельское хозяйство (Тифлис)* 76:1–12
- Мокржецкий СА (1898) Вредные животные и растения в Таврической губ. по наблюдениям 1898 г. с указанием мер борьбы. Симферополь. 60 с.
- Нейморовец ВВ, Гричанов ИЯ, Овсянникова ЕИ, Саулич МИ. (2006). Ареал и зоны вредоносности вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Puton (Heteroptera, Scutelleridae). *Вестник защиты растений* 4: 27–33
- Нейморовец ВВ, Проценко ЛИ (2013). Многолетняя динамика численности клопа вредная черепашка в Краснодарском крае. *Вестник защиты растений* 2:42–47
- Нефедов НИ (1956) К вопросу вспышки черепашки в условиях юго-востока Европейской части СССР. *Ученые записки Ульяновского государственного педагогического института* 9:17–36
- Никольский ВВ (1947) К вопросу о хлопковой совке в Азербайджанской ССР. *Труды Азербайджанского НИИ земледелия* 41–53
- Новожилов КВ (1956) Изучение форм и методов применения ДДТ в целях повышения его эффективности в борьбе с вредной черепашкой *Eurygaster integriceps* Put.: *Автореф. дисс. ... к.с.-х.н.* Л. 18 с.
- Новожилов КВ, Вилкова НА, Шапиро ИД, Фролов АН (1988) Проблемы микроэволюции насекомых в агроценозах в связи с научно-техническим прогрессом в сельском

- хозяйстве. В кн.: Изменчивость насекомых-вредителей в условиях научно-технического прогресса в сельском хозяйстве. Л.: ВИЗР. 13–23
- Новожилов КВ, Захаренко ВА, Вилкова НА, Воронин КЕ (1995) Эколого-биоценотическая концепция защиты растений в адаптивном земледелии. *Сельскохозяйственная биология* 5:54–62
- Новожилов КВ, Каменкова КВ, Смирнова ИМ (1973) Развитие *Trissolcus grandis* Thoms. (Hemiptera, Scutelleridae) в условиях применения фосфорорганических инсектицидов против *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera, Scutelleridae). *Энтомологическое обозрение* 52(1):20–28
- Новохацкая ЛЛ, Калинин ВМ, Фролов АН (2007) Факторы динамики численности колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say в Краснодарском крае. В кн.: Тезисы докладов XIII съезда Русского энтомологического общества. «Достижения энтомологии на службе агропромышленного комплекса, лесного хозяйства и медицины», Краснодар. 149.
- Одум ЮП (1986) Экология. М.: Мир. В 2-х т. Т.1. 328 с., Т. 2. 376 с.
- Павлюшин ВА (2009) Агроэкосистемный подход в решении фундаментальных проблем по защите растений. *Вестник защиты растений* 4:3–8
- Павлюшин ВА, Вилкова НА, Сухорученко ГИ, Нефедова ЛИ (2010). Вредная черепашка: распространение, вредность, методы контроля. *Защита и карантин растений* 51: 53–84
- Павлюшин ВА, Вилкова НА, Сухорученко ГИ, Нефедова ЛИ (2016) Формирование агроэкосистем и становление сообществ вредных видов биотрофов. *Вестник защиты растений* 88(2):5–15
- Павлюшин ВА, Вилкова НА, Сухорученко ГИ, Нефедова ЛИ и др (2013) Фитосанитарная дестабилизация агроэкосистем. СПб.: Родные просторы. 183 с.
- Павлюшин ВА, Вилкова НА, Сухорученко ГИ, Фасулати СР и др (2008) Фитосанитарные последствия антропогенной трансформации агроэкосистем. *Вестник защиты растений* 3:3–26
- Пайкин ДМ (1958) Теоретические основы борьбы с вредной черепашкой: *Автореф. дисс. ... д.с.-х.н.* Л. 31 с.
- Пайкин ДМ (1969) Вредная черепашка. М.: Колос. 120 с.
- Передельский АА (1947) Биологические основы теории и практики борьбы с вредной черепашкой. В кн.: Федотов ДМ (ред) Вредная черепашка *Eurygaster integriceps* Put. Т. 2. М.: Изд. АН СССР. 89–270
- Перепелица ЛВ (1971) Сравнение полезной роли фазий в предгорной и степной зонах Краснодарского края. В кн.: Тезисы докладов к совещанию по приемам биологической борьбы с вредной черепашкой в интегрированных системах защиты зерновых культур. Л. 100–102
- Пилогина ОА (1953) Изучение хлопковой совки на сое в Краснодарском крае. В кн.: Вопросы селекции и агротехники сои. М.: Сельхозгиз. 157–163
- Полиотов АК (1963) О паразитах вредной черепашки. *Защита растений от вредителей и болезней* 11: 57
- Полтавский АЛ, Артохин КС, Зверев АА (2013) Колебания численности вредных чешуекрылых в Ростовской области и их связь с погодными условиями. *Вестник защиты растений* 4:30–36
- Поляков ИЯ (1964) Прогноз распространения вредителей сельскохозяйственных культур. М.: Колос. 326 с.
- Поляков ИЯ (1968) Развитие и современное состояние теории динамики популяций животных. В кн.: Методы прогноза появления вредителей и болезней сельскохозяйственных растений и сигнализация сроков проведения защитных обработок. Материалы научно-методического совещания. Л.: ВИЗР. 5–23
- Поляков ИЯ (ред) (1975) Распространение главнейших вредителей сельскохозяйственных культур в СССР и эффективность борьбы с ними (Методические указания). М.-Л.: ВИЗР. 66 с.
- Поляков ИЯ (1976) Логика этапов разработки проблемы прогнозов в защите растений. *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 50:5–23
- Поляков ИЯ, Доронина ГМ, Макарова ЛА, Володичев МА (1980). Методические указания по прогнозу распространения и развития вредной черепашки, проведения защитных мероприятий. Л.: ВИЗР. 50 с.
- Поляков ИЯ, Персов МП, Смирнов ВА (1984) Прогноз развития вредителей и болезней сельскохозяйственных культур (с практикумом). Л.: Колос. 318 с.
- Понуровский АЯ (1971) Влияние ползащитных лесных полос на численность основных вредных и полезных видов насекомых в посевах пшеницы: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* Киев. 18 с.
- Пушаев РВ (1979) Хлопковая совка в условиях степной зоны Северо-Осетинской АССР и меры борьбы с ней. *Научные труды Ленинградского сельскохозяйственного института* 374:30–33
- Пучков ВГ (1972) Сем. Scutelleridae — щитники-черепашки, или skutellerиды. / В кн.: Крыжановский ОЛ, Данциг ЕМ (ред) Насекомые и клещи — вредители сельскохозяйственных культур. Т. 1. Насекомые с неполным превращением. Л.: Наука. 222–262
- Реймерс НФ (1994) Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: Россия Молодая. 367 с.
- Ризниченко ГЮ (2010) Лекции по математическим моделям в биологии. М.: Ижевск: Институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика». 560 с.
- Родд АЕ (1955) Методика определения сроков развития хлопковой совки по температурным данным. *Социалистическое сельское хозяйство Азербайджана* 8:60–63
- Романова ВП (1953) Яйцееды вредной черепашки по наблюдениям в Ростовской области. *Зоологический журнал* 32(2):238–248
- Ряховский ВВ (1959) Факторы, обуславливающие эффективность теленомусов в ограничении размножения клопа – вредной черепашки. В кн.: Биологический метод борьбы с вредителями растений. Киев. 120–125
- Ряховский ВВ (1971) Яйцееды клопов черепашек и их основные и дополнительные хозяева в ЦЧП. *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений*, Воронеж. 1:45–53
- Сазонова ГВ (1960) Биологическая специфика вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) в условиях Нижнего Поволжья: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* М. 20 с.
- Саранцева НА, Рябчинская ТА, Харченко ГЛ, Бобрешова ИЮ (2014) Оптимизация феромониторинга хлопковой совки на посевах кукурузы в ЦЧР. *Защита и карантин растений* 3:27–29

- Серационов ДА, Фролов АН (2008) Эффективность природной популяции трихограммы против кукурузного мотылька. *Защита и карантин растений* 2:63–64
- Сергеев МГ (1987) Закономерности формирования сообществ прямокрылых насекомых в урбоценозах. *Журнал общей биологии* 48(2):230–237
- Сергеев МГ (2014) Перестройки населения прямокрылых насекомых (Orthoptera) в урбо- и агроландшафтах внутропической Евразии. *Евразийский энтомологический журнал* 13(1):6–10
- Сингх СП (1973) Изучение хлопковой совки в центральной зоне Краснодарского края. В кн.: Вопросы защиты растений в Краснодарском крае. Краснодар. 80
- Скребцова ТИ (2009). Биоэкологические особенности вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) и совершенствование мер борьбы с ней в Центральном Предкавказье: Автореф. дисс. ... к.с.-х.н. М. 20 с.
- Смирнова ГВ (1969) Обоснование малообъемного авиационного опрыскивания хлорофосом для защиты посевов пшеницы от вредной черепашки: Автореф. дисс. ... к.с.-х.н. Л. 17 с.
- Смольяников ВВ (1939) Вредная черепашка и борьба с ней. Ростов на Дону. 56 с.
- Соколов НН (1901) Насекомые и другие животные, наносящие вред в сельском хозяйстве. III. Маврский (готтентотский) клоп (*Eurygaster maura* F.) или черепашка. СПб. 85 с.
- Столяров МВ (2004) Особенности последней вспышки массового размножения стадных саранчовых на юге России. *Наука Кубани* 3(2):47–51
- Столяров МВ (2007) Динамика численности стадных саранчовых на юге России в 2005–2006 годы. *Наука Кубани* 4:33–37
- Судальская МВ (1958) Белая мюскардина вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.). *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 9:341–359
- Сумароков АМ (2009) Восстановление биотического потенциала биогеоценозов при уменьшении пестицидных нагрузок. Донецк: УААН. 193 с.
- Танский ВИ (2006) Влияние саморегуляции агроэкосистем полевых культур на эффективность агротехнических мер защиты растений. *Вестник защиты растений* 1:21–32
- Тарануха МД (1962) Основные принципы построения прогноза численности вредной черепашки. В кн.: Вторая зоологическая конференция Белорусской ССР. Тезисы докладов. Минск. 186–187
- Тарануха МД (1967) Влияние видов и сортов злаковых культур на плодовитость и выживаемость вредной черепашки. *Зоологический журнал* 46(5):701–609
- Тарануха МД, Теленга НА (1967) Динамика численности вредной черепашки на Украине и причины, обусловившие ее депрессию. *Зоологический журнал* 46(2):213–220
- Тильменбаев АТ (1976) Некоторые особенности экологии вредной черепашки в Южном Казахстане. *Научные труды Казахского сельскохозяйственного института* 19(1):10–19
- Тильменбаев АТ, Бексултанов СЗ (1973) К изучению вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put) и ее энтомофагов в Казахстане. *Научные труды Казахского сельскохозяйственного института* 16(1,2):106–112
- Тильменбаев АТ, Бексултанов СЗ, Сарбаев АТ (1981) Основные элементы интегрированной борьбы с вредной черепашкой в Казахстане. В кн.: Новейшие достижения сельскохозяйственной энтомологии. Вильнюс. с. 184–186
- Тишлер В (1971) Сельскохозяйственная экология. М.: Колос. 1971. 455 с.
- Тремль АГ (1950) К проблеме массового размножения вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Put. II Экологическая конференция. Тезисы докладов, часть 1. Киев – Харьков. 209–227
- Тремль АГ, Баткина ЕИ (1951) К вопросу о хищниках и паразитах вредной черепашки. *Зоологический журнал* 30(2):190–192
- Трепашко ЛИ, Надточаева СВ, Майсеенко АВ (2010) Стеблевой мотылек (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) — новый вредитель кукурузы в Беларуси. *Белорусское сельское хозяйство* 11:24–28
- Трибель СА (1998) Методы прогноза и пути их совершенствования. *Защита и карантин растений* 10:34–35
- Тулашвили НД (1956) Результаты изучения клопов, вредящих колосовым культурам в Грузии, и выработка комплекса мер борьбы с ними. *Труды института защиты растений АН Грузинской ССР* 11:47–72
- Ушатинская РС (1955) Физиологические особенности вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) в период покоя при зимовке в горах и на равнине. В кн.: Федотов ДМ (ред) Вредная черепашка *Eurygaster integriceps* Put. Т. 3. М.: Изд. АН СССР. 134–167
- Ушатинская РС (ред) (1981) Колорадский картофельный жук, *Leptinotarsa decemlineata* Say. Филогения, морфология, физиология, экология, адаптация, естественные враги. М.: Наука, 377 с.
- Федотов ДМ (1947а) Изменения внутреннего состояния имаго вредной черепашки, *Eurygaster integriceps* Put. в течение года. В кн.: Вредная черепашка *Eurygaster integriceps* Put. Т. 1. М.: Изд. АН СССР. 35–80
- Федотов ДМ (1947б) Состояние вредней черепашки *Eurygaster integriceps* Put. в период депрессии численности. В кн.: Федотов ДМ (ред) Вредная черепашка *Eurygaster integriceps* Put. Т. 2. М.: Изд. АН СССР. 3–18
- Федотов ДМ (1949) Методика прогноза численности вредной черепашки. М. 20 с.
- Федотов ДМ (1954) Прогнозы численности вредной черепашки. М. 24 с.
- Федотов ДМ, Бочарова ОМ (1955). Зависимость морфофункционального состояния вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) от условий жизни. В кн.: Федотов ДМ (ред) Вредная черепашка *Eurygaster integriceps* Put. Т. 3. М.: Изд. АН СССР. 7–67
- Федотова КМ (1956) Эффективность теленомусов в снижении вредоносности клопа вредной черепашки на посевах озимой пшеницы в зависимости от предшественников. *Информационный бюллетень Украинского научно-исследовательского института защиты растений* 1:27–31
- Федченко МА (1952) Химический метод борьбы с вредной черепашкой *Eurygaster integriceps* Put. в условиях Краснодарского края: Автореф. дисс. ... к.с.-х.н. Л. 18 с.
- Федько ИА (1982) Агробиологическое обоснование и принципы построения интегрированной системы борьбы с вредителями озимой пшеницы в степи УССР: Автореф. дисс. ... д.с.-х.н. Киев. 45 с.

- Фефелова ЮА (2007) Факторы сезонной динамики численности хлопковой совки на Северо-Западном Кавказе в период низкой численности: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* СПб. 19 с.
- Фефелова ЮА, Фролов АН (2007) Факторы сезонной динамики численности хлопковой совки *Helicoverpa armigera* в Краснодарском крае. *Вестник защиты растений* 1:47–52
- Филипас АС (1978) Влияние ювеноидов на природную популяцию вредной черепашки [*Eurygaster intericeps* Put.]: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* Л. 24 с.
- Фролов АН (1982) К истории вредной деятельности кукурузного мотылька на кукурузе в СССР. *Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 52:15–20
- Фролов АН (1984) Биотаксономический анализ вредных видов рода *Ostrinia* Hbn. *Труды Всесоюзного энтомологического общества* 66:4–100
- Фролов АН (1993) Изменчивость кукурузного мотылька и устойчивость к нему кукурузы. *Автореф. дисс. ... д.б.н.* СПб. 41 с.
- Фролов АН (1997) Кукурузный мотылек: факторы, влияющие на динамику численности. *Защита и карантин растений* 1:35–36
- Фролов АН (2004) Биотические факторы депрессии кукурузного мотылька. *Вестник защиты растений* 2:37–47
- Фролов АН (2011) Современные направления совершенствования прогнозов и мониторинга. *Защита и карантин растений* 4:15–20
- Фролов АН (2017) Динамика численности и прогноз массовых размножений вредных насекомых: исторический экскурс и пути развития. Аналитический обзор. *Вестник защиты растений* 4(94):5–21
- Фролов АН, Букзеева ОН (1997) Кукурузный мотылек: прогноз развития, методы учета. *Защита и карантин растений* 4:38–39
- Фролов АН, Грушевая ИВ (2019) Неслучайность многолетних колебаний численности кукурузного мотылька, *Ostrinia nubilalis* (Hbn.) (Lepidoptera: Crambidae) в Краснодарском крае. *Энтомологическое обозрение* 98(1):49–64
- Фролов АН, Саулич МИ, Малыш ЮМ, Токарев ЮС (2010) Луговой мотылек: цикличность многолетней динамики численности. *Защита и карантин растений* 2:49–54
- Хасан ММ (2000) Екологічне обґрунтування закономірностей динаміки популяцій і багаторічного прогнозу масового розмноження шкідливої черепашки: *Автореф. дисс. ... к.с.-х.н.* Харьков. 20 с.
- Хомякова ВО (1962) Кукурузный мотылек. Л.-М. 36 с.
- Хромова ЛМ (2011) Влияние некоторых синоптических показателей на вредоносность хлопковой совки в Кабардино-Балкарии. *Аграрный вестник Урала* 8(87):12
- Ченикалова ЕВ, Вдовенко ТВ (2011) Хлопковая совка в Ставропольском крае. *Защита и карантин растений* 8:48–49
- Чижевский АЛ (1976) Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль. 367 с.
- Чуева ГИ (1950) К экологии вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) в условиях лесных полезащитных полос. *Наукова хроніка Харківського державного університету ім. О.М.Горького* 3–4(6–7): 26–27
- Шапири ВА (1959) Влияние агротехнических и лесохозяйственных мероприятий на эффективность яйцеедов вредной черепашки. В кн.: *Биологический метод борьбы с вредителями растений.* Киев. 182–191
- Шапири ИД (1985) Иммунитет полевых культур к насекомым и клещам. Л.: Зоологический Институт АН СССР. 321 с.
- Шапири ИД., Вилкова НА (1976) Значение пищевого фактора в проблеме вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.). *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 48:14–30
- Шарапов ВИ (1950) Наблюдения над яйцедами вредной черепашки в Краснодарском крае. *Советская агрономия* 4:93
- Шварц СС (1973) Эволюция и биосфера. Проблемы биогеоценологии. М.: Наука. 213–228
- Шехурина ТА (1963) Факторы, определяющие эффективность энтомопатогенных грибов в отношении вредной черепашки: *Автореф. дисс. ... к.б.н.* Л. 22 с.
- Ширинян ЖА, Исмаилов ВЯ (2015) Эколого-биоценологические закономерности пространственного распределения фитофагов и энтомофагов в агроэкосистемах как основа беспестицидной защиты озимой пшеницы от вредителей: агробиотехнологические приемы для органического земледелия. *Энтомологическое обозрение* 94(2):259–266
- Ширинян ЖА, Исмаилов ВЯ, Сергиенко ГА (2004) Видовой состав, динамика численности и полезная роль паразитов-энтомофагов хлопковой совки (*Heliothis armigera* Hbn.) в условиях юга России. В кн.: *Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем.* Выпуск 1. Материалы докладов международной научно-практической конференции, 29 сентября – 1 октября 2004 г. Краснодар: ВНИИБЗР. 117–122
- Ширинян ЖА, Пушня МВ, Родионова ЕЮ, Снесарева ЕГ и др (2018) Восстановление биоценологической регуляции в посевах зерновых культур с помощью естественного воспроизводства природных энтомофагов. *Сельскохозяйственная биология* 53(5):1070–1079
- Шорохов МН (2015) Совершенствование средств химической защиты пшеницы озимой от вредной черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.). *Вестник аграрной науки* 6(57):48–54
- Шпанев АМ, Байбакова НЯ (2013) Вредная черепашка в Воронежской области. *Защита и карантин растений* 11:6–9
- Шумаков ЕМ (1958) Проблема борьбы с вредной черепашкой в СССР. *Труды Всесоюзного института защиты растений* 9:3–18
- Шумаков ЕМ, Виноградова НМ (1958) Экология вредной черепашки. *Труды Всесоюзного института защиты растений* 9:19–71
- Щеголев ВН (1934) Кукурузный мотылек (*Pyrausta nubilalis* Hb.). Хозяйственное значение. Экология. Системы мероприятий. Л. 64 с.
- Щепетильникова ВА (1958) Эффективность яйцеедов вредной черепашки и факторы, ее обуславливающие *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 9:243–284
- Щербаква СА (2009) Особенности формирования консорциев сосущих вредителей и их энтомофагов на сортах озимой пшеницы: *Автореф. дисс. ... к.с.-х.н.* М. 21 с.

- Щербиновский НС (1952) Пустынная саранча шистоцерка. М. 416 с.
- Aljaryian R, Kumar L, Taylor S (2016). Modelling the current and potential future distributions of the sunn pest *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae) using CLIMEX. *Pest Manag Sci* 72(10):1989–2000
- Andrewartha HG, Birch LC (1954) The distribution and abundance of animals. Chicago, IL, USA: Univ. Chicago Press. 782 p.
- Barbosa P, Schultz JC (1987) Insect outbreaks. San Diego: Acad. Press Inc. 578 p.
- Beck SD (1987) Developmental and seasonal biology of *Ostrinia nubilalis*. *Agric Zool Rev* 2:59–96
- Berryman AA (2002) Population cycles: the case for trophic interactions. New York e.a.: Oxford Univ. Press. 192 p.
- Berryman A, Turchin P (2001) Identifying the density-dependent structure underlying ecological time series. *Oikos* 92(2):265–270
- Bodenheimer FS (1958) Animal ecology today. *Monogr Biol* 6:1–276
- Bohnenblust EW, Breining JA, Shaffer JA, Fleischer SJ et al (2014) Current European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, injury levels in the northeastern United States and the value of Bt field corn. *Pest Manag Sci* 70(11):1711–1719
- Bourguet D, Ponsard S, Streiff R, Meusnier S et al (2014) ‘Becoming a species by becoming a pest’ or how two maize pests of the genus *Ostrinia* possibly evolved through parallel ecological speciation events. *Mol Ecol* 23(2):325–342
- Brindley TA, Dicke FF (1963) Significant developments in European corn borer research. *Annu Rev Entomol* 8:155–176.
- Brindley T., Sparks AN, Showers WB, Guthrie WD (1975) Recent research advances on the European corn borer in North America. *Annu Rev Entomol* 20:221–240.
- Caffrey DJ, Worthley LH (1927) A progress report on the investigations of the European corn borer. *USDA Dept Bull* 1476:1–155
- Calcagno V, Bonhomme V, Thomas Y, Singer MC et al (2010) Divergence in behaviour between the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, and its sibling species *Ostrinia scapularis*: adaptation to human harvesting? *Proc Royal Soc B: Biol Sci* 277(1694):2703–2709.
- Camerini G, Maini S, Riedel M (2018) *Ostrinia nubilalis* parasitoids in Northern Italy: Past and present. *Biol Control* 122:76–83
- Carzoli AK, Aboobucker SI, Sandall LL, Lübberstedt TT et al (2018) Risks and opportunities of GM crops: Bt maize example. *Global food security* 19: 84–91
- Casagrande RA (2014) The Colorado potato beetle: 125 years of mismanagement. *Bull Amer Entomol* 33(3):142–150
- Castañera P, Farinós GP, Ortego F, Andow DA (2016) Sixteen years of Bt maize in the EU hotspot: why has resistance not evolved? *PloS One* 11(5):e0154200.
- Chiang HC (1978) Pest management in corn. *Annu Rev Entomol* 23(1):101–123.
- Chiang HC, Hodson AC (1959) Population fluctuations of the European corn borer, *Pyrausta nubilalis*, at Waseca, Minnesota, 1948 to 1957. *Ann Entomol Soc Am* 52(6):710–724
- Chiang HC, Hodson AC (1972) Population fluctuations of the European corn borer *Ostrinia nubilalis* at Waseca, Minnesota, 1948–70. *Environ Entomol* 1(1):7–16
- Coates BS, Dopman EB, Wanner KW, Sappington TW (2018) Genomic mechanisms of sympatric ecological and sexual divergence in a model agricultural pest, the European corn borer. *Current Opinion Insect Sci* 26:50–56
- Critchley BR (1998) Literature review of sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera, Scutelleridae). *Crop Prot* 17(4):271–287
- Czepak C, Albernaz KC, Vivan LM, Guimarães HO et al (2013) First reported occurrence of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 43(1):110–113
- Davari A, Parker BL (2018). A review of research on sunn pest {*Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae)} management published 2004–2016. *J Asia-Pacific Entomol* 21(1):352–360
- Dempster JP (1963) The population dynamics of grasshoppers and locusts. *Biol Rev* 38(4):490–529
- De Muro MA, Elliott S, Moore D, Parker BL et al (2005) Molecular characterisation of *Beauveria bassiana* isolates obtained from overwintering sites of sunn pests (*Eurygaster* and *Aelia* species). *Mycol Res* 109(3):294–306
- Dively GP, Venugopal PD, Bean D, Whalen J et al (2018) Regional pest suppression associated with widespread Bt maize adoption benefits vegetable growers. *Proc Nat Acad Sci* 115(13):3320–3325
- Farrow RA (1984) Detection of transoceanic migration of insects to a remote island in the Coral Sea, Willis Island. *Aust J Ecol* 9(3):253–272
- Feng H, Wu X, Wu B, Wu K (2009) Seasonal migration of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) over the Bohai sea. *J Econ Entomol* 102(1):95–104
- Fitt GP (1989) The ecology of *Heliothis* species in relation to agroecosystems. *Annu Rev Entomol* 34:17–52
- Folcher L, Bourguet D, Thiéry D, Pélozuelo L et al (2011) Changes in parasitoid communities over time and space: a historical case study of the maize pest *Ostrinia nubilalis*. *PLOS One* 6(9):e25374
- Frolov AN, Bourguet D, Ponsard S (2007) Reconsidering the taxonomy of several *Ostrinia* species in the light of reproductive isolation: a tale for Ernst Mayr. *Biol J Linnean Soc* 91(1):49–72
- Frolov AN, Dyatlova KD, Chumakov MA (1999) Population dynamics of *Ostrinia nubilalis*: specificity in key factors for one and two generation zones of Russia. In: Proceedings of the XX Conference of the International Working Group on *Ostrinia* (IWGO), Adana (Turkey). 4–10 Sept. 64–79
- Gowda CLL (2005) *Helicoverpa* — the global problem. In: Sharma HC (ed.) *Heliothis / Helicoverpa* management. The emerging trends and need for future research. Boca Raton: CRC Press. 13–18
- Han P, Niu CY, Desneux N (2014) Identification of top-down forces regulating cotton aphid population growth in transgenic Bt cotton in central China. *PLOS One* 9(8):e102980
- Hardwick DF (1965) The corn earworm complex. *Mem Entomol Soc Can* 97(S40):5–247
- Harrison S, Cappuccino N (1995) Using density-manipulation experiments to study population regulation. In: Cappuccino N, Price PW (eds) Population dynamics: new approaches and synthesis. Academic Press, San Diego. 131–148
- Hudon M, LeRoux E (1986) Biology and population dynamics of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) with special reference to sweet corn in Québec. III. Population dynamics and spatial distribution. *Phytoprotection* 67(2):93–115

- Hudon M, LeRoux EJ, Harcourt DG (1989) Seventy years of European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) research in North America. *Agric Zool Rev* 3:53–96.
- Hunter MD (2001) Multiple approaches to estimating the relative importance of top-down and bottom-up forces on insect populations: experiments, life tables, and time-series analysis. *Basic Appl Ecol* 2(4):295–309
- Hutchison WD, Burkness EC, Mitchell PD, Moon RD et al (2010). Areawide suppression of European corn borer with Bt maize reaps savings to non-Bt maize growers. *Science* 330(6001):222–225
- Iranipour S, Nozad Bonab Z, Michaud JP (2010) Thermal requirements of *Trissolcus grandis* (Hymenoptera: Scelionidae), an egg parasitoid of sunn pest. *Eur J Entomol* 107(1):47–53
- Iranipour S, Pakdel AK, Radjabi G, Michaud JP (2011) Life tables for sunn pest, *Eurygaster integriceps* (Heteroptera: Scutelleridae) in northern Iran. *Bull Entomol Res* 101(1):33–44
- İslamoğlu M, Kornoşor S (2003) Investigations on the adult parasitoids (Diptera, Tachinidae) of the sunn pest in overwintering site and wheat fields in Gaziantep and Kilis. *Bitki Koruma Bül* 43:99–110
- İslamoğlu M, Kornoşor S (2004) Investigations on the effects of sunn pest adult parasitoids (Diptera, Tachinidae) on fecundity of the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) (Heteroptera, Scutelleridae) on wheat fields of Gaziantep and Kilis provinces. *Bitki Koruma Bül* 44:1–10
- Karimzadeh R, Hejazi MJ, Helali H, Iranipour S et al (2011) Analysis of the spatio-temporal distribution of *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae) by using spatial analysis by distance indices and geostatistics. *Environ Entomol* 40(5):1253–1265
- Karimzadeh R, Hejazi MJ, Helali H, Iranipour S et al (2014) Predicting the resting sites of *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera: Scutelleridae) using a geographic information system. *Precision Agric* 15(6):615–626
- Kivan M, Kilic N (2006) Age-specific fecundity and life table of *Trissolcus semistriatus*, an egg parasitoid of the sunn pest, *Eurygaster integriceps*. *Entomol Sci* 9(1):39–46
- Knorr IB, Bashev AN, Alekseev AA, Naumova EN (2000) Effect of population density on ecological characteristics of the grass moth *Loxostege sticticalis* L (Lepidoptera: Pyralidae) in the gradation cycle. *Biology Bull Russian Acad Sci* 27(1):63–70
- Kouvelis VN, Ghikas DV, Edgington S, Typas MA et al (2008) Molecular characterization of isolates of *Beauveria bassiana* obtained from overwintering and summer populations of sunn pest (*Eurygaster integriceps*). *Let Appl Microb* 46(3):414–420
- Krinski D, Godoy AF (2015) First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) feeding on *Plectranthus neochilus* (Lamiales: Lamiaceae) in Brazil. *Fla Entomol* 98(4):1238–1241
- Kriticos DJ, Ota N, Hutchison WD, Beddow J et al (2015) The potential distribution of invading *Helicoverpa armigera* in North America: is it just a matter of time? *PLoS One* 10(3):e0119618
- Kutuk H, Canhilal R, Islamoglu M, Kanat AD et al (2010) Predicting the number of nymphal instars plus new generation adults of the sunn pest from overwintered adult densities and parasitism rates. *J Pest Sci* 83(1):21–25
- Lammers JW, MacLeod A (2007) Report of a pest risk analysis *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808) <https://secure.fera.defra.gov.uk/phiw/riskRegister/downloadExternalPracfm?id=3879>
- Lassance JM (2010) Journey in the *Ostrinia* world: from pest to model in chemical ecology. *J Chem Ecol* 36(10): 1155–1169
- Liebold AM, Koenig WD, Bjørnstad ON (2004) Spatial synchrony in population dynamics. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 35:467–490
- Milne AE, Bell JR., Hutchison WD., van den Bosch F et al (2015) The effect of farmers' decisions on pest control with Bt crops: a billion dollar game of strategy. *PLoS Comp Biol* 11(12):e1004483
- Morris RF (1959) Single-factor analysis in population dynamics. *Ecology* 40(4):580–588
- Murúa MG, Scalora FS, Navarro FR, Cazado LE et al (2014) First record of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Argentina. *Fla Entomol* 97(2):854–857
- Nicholson AJ (1954) An outline of the dynamics of animal populations. *Aust J Zool* 2(1):9–65
- O'Neil RJ, Cañas LA, Obrycki JJ (2005) Foreign exploration for natural enemies of the Colorado potato beetle in Central and South America. *Biol Control* 33(1):1–8
- Ostrý V, Malíř F, Pfohl-Leszkowicz A (2015) Comparative data concerning aflatoxin contents in Bt maize and non-Bt isogenic maize in relation to human and animal health – a review. *Acta Veterinaria Brno* 84(1):47–53
- Parker BL, Amir-Maafi M, Skinner M, Kim JS et al (2011). Distribution of sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae), in overwintering sites. *J Asia Pac Entomol*. 14(1):83–88
- Parker BL, Skinner M, El Bouhssini M, Kumari SG (eds) (2007) Sunn pest management: a decade of progress 1994–2004. Arab Society for Plant Protection, Beirut, Lebanon. 432 p.
- Parker BL, Skinner M, Costa SD, Gouli S et al (2003). Entomopathogenic fungi of *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae): collection and characterization for development. *Biol Control* 27(3):260–272
- Pedgley DE, Tucker MR., Pawar CS (1987) Windborne migration of *Heliothis armigera* (Hübner)(Lepidoptera: Noctuidae) in India. *Int J Trop Insect Sci* 8(4-5-6):599–604
- Pélessié B, Audiot P, Sabatier R, Meusnier S et al (2009) Did the introduction of maize into Europe provide enemy-free space to *Ostrinia nubilalis*? Parasitism differences between two sibling species of the genus *Ostrinia*. *J Evol Biol* 23(2):350–361
- Perini CERE, Arnemann JAE, Melo AAE, Pes MP et al (2016) How to control *Helicoverpa armigera* on soybean in Brazil? What we have learned since its detection. *Afr J Agric Res* 11(16):1426–1432
- Prasad Y, Prabhakar M (2012) Pest monitoring and forecasting. In: Integrated pest management: principles and practice. Oxfordshire, UK: CABI.41–57
- Radjabi GH (1994). Analysis of sunn pest periodic outbreaks in Iran. *Appl Entomol Phytopathol* 61(1-2):1–13
- Rajapakse CNK, Walter GH (2007) Polyphagy and primary host plants: oviposition preference versus larval performance in the lepidopteran pest *Helicoverpa armigera*. *Arthropod-Plant Interactions* 1(1):17–26
- Reed W, Pawar CS (1982) *Heliothis*: a global problem. In: Reed W, Kumble V (eds) Proceedings of the International

- Workshop on *Heliothis* Management. Pantancheru, India: ICRISAT. 9–14
- Royama TA (1996) Fundamental problem in key factor analysis. *Ecology* 77(1):87–93
- Schell KK, Wedberg JL (1995) The effect of picnic beetles (*Glischrochilus quadrisignatus*) on European corn borer (*Ostrinia nubilalis*) larval mortality. *Trans Wisconsin Acad Sci Arts Let* 83:105–108
- Schowalter TD (2016) Insect ecology: an ecosystem approach. London: Academic Press. 775 p.
- Solomon ME (1957) Dynamics of insect populations. *Annu. Rev. Entomol.* 2(1):121–142
- Speight MR, Hunter MD, Watt AD (2008) Ecology of insects: concepts and applications. Blackwell Science. 628 p.
- Szöke C, Zsubori Z, Pók I, Rácz F et al (2002) Significance of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hüb.) in maize production. *Acta agron hung* 50(4):447–461
- Tarla Ş, Kornoşor S (2009) Reproduction and survival of overwintered and F₁ generation of two egg parasitoids of sunn pest, *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae). *Turk J Agric Forest* 33(3):257–265
- Tay WT, Soria MF, Walsh T, Thomazoni D et al (2013) A brave new world for an old world pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *Plos One* 8(11):e80134
- Thompson WR (1956) The fundamental theory of natural and biological control. *Annu Rev Entomol* 1:379–402
- Tian H, Stige LC, Cazelles B, Kausrud KL et al (2011) Reconstruction of a 1,910-y-long locust series reveals consistent associations with climate fluctuations in China. *Proc Nat Acad Sci* 108(35):14521–14526
- Tremblay A, Mineau P, Stewart RK (2001) Effects of bird predation on some pest insect populations in corn. *Agric Ecosyst Environ* 83(1–2):143–152
- Tripathi SR, Singh R (1991) Population dynamics of *Helicoverpa armigera* (Hubner)(Lepidoptera: Noctuidae). *Int J Trop Insect Sci* 12(4):367–374
- Trissi N, El Bouhssini ME, Ibrahim J, Abdulhai M et al (2006) Effect of egg parasitoid density on the population suppression of sunn pest, *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae), and its resulting impact on bread wheat grain quality. *J Pest Sci* 79 (2):83–87
- Utida S (1957) Population fluctuation, an experimental and theoretical approach. In: Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology 22:139–151
- Wallner WE (1987) Factors affecting insect population dynamics: differences between outbreak and non-outbreak species. *Annu Rev Entomol* 32(1):317–340
- Zalucki MP, Daghish G, Firempong S, Twine P (1986) The biology and ecology of *Heliothis armigera* (Hübner) and *H. punctigera* Wallengren (Lepidoptera: Noctuidae) in Australia: what do we know? *Aust J Zool* 34(6):779–814
- Zhou Y, Wu Q, Zhao S, Guo J et al (2019). Migratory *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) exhibits marked seasonal variation in morphology and fitness. *Environ Entomol* 48(3):755–763
- Zwölfer W (1930) Beiträge zur Kenntnis der Schädlingfauna Kleinasiens. I. Untersuchungen zur Epidemiologie der Getreidewanze *Eurygaster integriceps* Put. (Hem. Heteroptera). *Z angew Entomol* 17(2):227–252

Translation of Russian References

- Afonin AN, Greene SL, Dzyubenko NI, Frolov AN (eds) (2008) *Agroekologicheskiy atlas rossii i sopredelnykh stran: ekonomicheskii znachimye rasteniya, ikh vrediteli, bolezni i sornye rasteniya* [Interactive agricultural ecological atlas of Russia and adjacent countries. Economic plants and their diseases, pests and weeds]. <http://www.agroatlas.ru> (01.07.2019)
- Agasyeva IS, Ismailov VYa, Nefedova MV, Fedorenko EV (2016) [The species composition and bioregulatory activity of entomophages in potato pest control system]. *Selskokhozyaystvennaya biologiya* 51(3):401–4100 (In Russian)
- Al Zhukhaishi Hadi Abduldzhilil Naas (2017) *Klopy (Hemiptera: Heteroptera) v biotsenozakh ozimoy pshenitsy, v rayonakh ee pervichnogo i vtorichnogo arealov na primere srednego Iraka I Belgorodskoy oblasti* [Bugs (Hemiptera: Heteroptera) in the biocenoses of winter wheat, in regions of its primary and secondary areas with Central Iraq and Belgorod region as case studies]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Moscow. 22 p. (In Russian)
- Alferaki SN (1908) [To the fauna of Lepidoptera of the North Caucasus (corrections and additions)]. *Russkoe entomologicheskoe obozrenie* 7(4):203–205 (In Russian)
- Alyokhin VA (2002) [The sunn pest]. *Zashchita i karantin rasteniy* S4:65–90 (In Russian)
- Antonenko OP (1972) *Biologicheskoe obosnovanie integrirovannoy borby s vrednoy cherepashkoy (Eurygaster Integrieps Put) v Saratovskoy oblasti* [Biological justification of the integrated fight against the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put) in Saratov region]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Saratov. 25 p. (In Russian)
- Areshnikov BA (1975) [Theoretical bases of the forecast of the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) bug numbers, development and justification of pest control system measures in Ukraine]. *Abstr. Dr. Biol. Thesis*. Kiev. 50 p. (In Russian)
- Areshnikov BA, Melnikova GL, Sekun NP (1987) [Egg-eaters (Hymenoptera, Scelionidae) under irrigation conditions in the South of Ukrainian steppe zone and their role in population dynamics of the sunn pest, *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Scutelleridae)]. *Entomologicheskoe obozrenie* 68(1):47–51 (In Russian)
- Areshnikov BA, Starostin SP (1982) *Vrednaya cherepashka i mery borby s ney* [The sunn pest and measures of its control]. Moscow: Kolos. 288 p. (In Russian)
- Arnoldi KV (1942) [To ecology and biocenology of the sunn pest (*Eurygaster integriceps*) in winter-abodes of the Kashka Darya basin]. *Doklady Akademii nauk SSSR* 35(6):211–215 (In Russian)
- Arnoldi KV (1947) *Vrednaya cherepashka (Eurygaster integrieps Put.) v dikoy prirode Sredney Azii v svyazi s ekologicheskimi i biologicheskimi momentami ee biologii* [The sunn pest (*Eurygaster integriceps* Rut.) in the wild nature of Central Asia in connection with the ecological and biological traits of its biology]. In: Fedotov DM (ed) *Vrednaya cherepashka Eurygaster integriceps* Put. 1. Moscow: AN SSSR. 136–269 (In Russian)
- Arnoldi KV (1955) *Zimovki vrednoy cherepashki (Eurygaster integrieps Put.) v gorakh Kubani po issledovaniyam 1949–1953 gg.* [Winter-abodes of the sunn pest (*Eurygaster*

- integriceps* Put.) in the Kuban mountains based on the researches undertaken during 1949–1953]. In: Fedotov DM (ed) *Vrednaya cherepashka Eurygaster integriceps* Put. 3. Moscow: AN SSSR. 171–237 (In Russian)
- Arnoldi KV, Bocharova OM (1952) [About the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) in the northwest Caucasus mountains]. *Doklady Akademii nauk SSSR* 84(3): 633–635 (In Russian)
- Babayan AS (1949) [Impact of food and weather conditions on terms of the sunn pest development]. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashchity rasteniy* 2:52–60 (In Russian)
- Bartoshko RI (1974) *Osobennosti vzaimootnosheniy vrednoy cherepashki s rasteniyami ozimoy pshenitsy* [Features of relationship of the sunn pest with winter wheat plants]: *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Leningrad. 23 p. (In Russian)
- Bei-Bienko GYa (1961) [On some patterns of changes in invertebrate fauna under development of the unbroken steppe]. *Entomologicheskoe Obozrenie* 40(4):763–775 (In Russian)
- Bei-Bienko GYa (1971) *Obshchaya entomologiya* [General entomology]. Moscow: Vysshaya Shkola. 479 p. (In Russian)
- Beletskaya HE (2002) [History, regularities and forecast of outbreaks in cereal bugs (Heteroptera: Scutelleridae, Pentatomidae)]. *Izvestiya Kharkovskogo entomologicheskogo obshchestva* 9(1-2):269–276 (In Russian)
- Beletsky EN (2011) *Massovye razmnozheniya nasekomykh. Istoriya, teoriya, prognozirovaniye* [Insect outbreaks. History, theory, forecasting]. Kharkiv: Maidan. 172 p. (In Russian)
- Beletsky EN (2015) [Phytosanitary forecasting in Ukraine: history, methodology, and ways of improvement]. *Zashchita i karantin rasteniy* 12:14–19 (In Russian)
- Beletsky EN, Hasan MM (1993) [Cereal bug outbreaks in Palearctic]. *Izvestiya Kharkovskogo entomologicheskogo obshchestva* 1(2):162–165 (In Russian)
- Beletsky EN, Stankevich SV (2018) *Politsiklichnost, sinkhronnost i nelineynost populyatsionnoy dinamiki nasekomykh i problemy prognozirovaniya: monografiya* [Polycyclicality, synchronism and nonlinearity in insect population dynamics and problems of forecasting: monograph]. Vienna.: Premier Publishing s.r.o. 2018. 138 p. (In Russian)
- Beletsky EN, Zagovora AV, Litun PP (1980) *Modelirovaniye dinamiki chislennosti vrednoy cherepashki dlya tseley prognoza* [Modeling of population dynamics of the sunn pest for forecast purposes]. In: *Issledovaniya po entomologii i akarologii na Ukraine*. Kiev. 83–84 (In Russian)
- Beletsky EN, Zagovora AV, Litun PP, Kirilenko VA (1981) *Metody prognozirovaniya chislennosti vrednoy cherepashki* [Methods of population forecasting of the sunn pest]. In: *Noveyshie dostizheniya sel'skokhozyaystvennoy entomologii*. Vilnyus. 20–23 (In Russian)
- Belyaeva AA (1984) *Bioekologicheskie osobennosti khlebnikh klopov-cherepashkek i obosnovaniye metodov borby s nimi na posevakh v sisteme polezashhitnykh lesopolos* [Bioecological features of the sunn pests and rationale for pest control methods on agricultural crops in system of field-protecting forest belts]. *Abstr. PhD Agric. Thesis*. Moscow. 18 p.
- Bergun SA (2002) *Khlopkovaya sovka Helioverpa armigera* Hbn. (Lepidoptera, Noctuidae) - aktivnyy fitofag agrotsenozov [Corn earworm *Helicoverpa armigera* Hbn. (Lepidoptera, Noctuidae) — an active phytophage of agrocenoses]. In: XXII Sjezd Russkogo Entomologicheskogo Obshchestva. Sankt-Peterburg, 19–24 Avgusta 2002. Tezisy dokladov. St. Petersburg. 38–39 (In Russian)
- Boyarsky AI (1982) *Obosnovaniye biologicheskoy zashchity tomatov ot khlopkovoy sovki* [Rationale for biological control of cotton bollworm on tomatoes]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Leningrad 20 p. (In Russian)
- Bukzееva ON, Polyakov IYa (1993) *Fazy dinamiki populyatsiy steblevogo motylka i modeli ikh prognoza* [Phases of population dynamics in the European corn borer and model of its forecast. In: *Teoriya, metody i tekhnologiya avtomatizatsii fitosanitarnoy diagnostiki*. St. Petersburg: VIZR. 115–124 (In Russian)
- Bykovskaya AV (2015) *Biologicheskoe obosnovaniye i razrabotka meropriyatiy po zashchite kukuruzy ot steblevogo kukuruznogo motylka (Ostrinia nubilalis Hbn.) v Belarusi* [Biological rationale and development of measures for maize protection against European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) in Belarus]. *Abstr. PhD Agric. Thesis*. Priluki. 24 p. (In Russian)
- Chenikalova EV, Vdovenko TV (2011) [Corn earworm in the Stavropol Area]. *Zashchita i karantin rasteniy* 8:48–49 (In Russian)
- Chizhevsky AL (1976) *Zemnoe ekho solnechnykh bur* [Terrestrial echo of solar storms]. Moscow: Mysl. 367 p. (In Russian)
- Chuyeva GI (1950) [To ecology of the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) in the conditions of forest field protecting belts]. *Naukova khronika Kharkivskogo derzhavnogo universitetu im. O.M.Gorkogo* 3-4(6-7):26–27 (In Russian)
- Demchenko AF (1956) *Vrednaya cherepashka - Eurygaster integriceps* Put. - v USSR i sistema meropriyatiy po borbe s ney [The sunn pest - *Eurygaster integriceps* Put. - in the Ukrainian SSR and system of measures for pest control]. *Abstr. PhD Agric. Thesis*. Moscow. 16 p. (In Russian)
- Derov AN (1975) [Influence of fodder plants on the biotic potential of the sunn pest]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Leningrad. 25 p. (In Russian)
- Dobrovolsky NA (1913) *Nekotorye dannye o parazitakh yaits vrednoy cherepashki (Eurygaster intergiceps Os.) v Kharkovskoy gubernii* [Some data on egg parasites of the sunn pest (*Eurygaster intergiceps* Osch.) in the Kharkov province]. Kharkov. 8 p. (In Russian)
- Dolzhenko VI, Silayev AI (2010) [The plant protection: state, problems and prospects of their solution in grain production]. *Agro XXI* 7-9:3–5 (In Russian)
- Doronina GM (1973) *Ekologo-fiziologicheskie osobennosti ural'skoy populyatsii vrednoy cherepashki i prognoz urovnya ee chislennosti* [Ecological and physiological features of the Ural population of the sunn pest and forecast of its population level]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Leningrad. 21 p. (In Russian)
- Doronina GM, Makarova LA (1972) [Agroclimatic rationale of the sunn pest distribution in northeast regions of its area]. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashchity rasteniy* 38: 118–123 (In Russian)
- Doronina GM, Makarova LA (1976a) [Zonal features of population dynamics in the sunn pest and their modeling]. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashchity rasteniy* 50:76–102 (In Russian)
- Doronina GM, Makarova LA (1976b) [Agroclimatic criteria for the forecast of the sunn pest phenology]. *Byulleten*

- Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashhity rasteniy* 36:19–26 (In Russian)
- Doronina GM, Makarova LA (1978) [Causes of decline in the sunn pest population]. *Zashchita rasteniy* 2:25–26 (In Russian)
- Droblyazko PB (2003) *Biotsenoticheskiy podkhod v regulyatsii chislennosti sosushhikh fitofagov ozimoy pshenitsy v tsentralnoy zone Krasnodarskogo kraya* [Biocenotic approach to population control of sucking phytophages for winter wheat in the central zone of the Krasnodar area]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Krasnodar. 22 p. (In Russian)
- Dubina GP (1975) *Ekologicheskoe obosnovanie ispolzovaniya zolotistoy fazii (Lytiomyia helluo F.) v Kabardino-Balkarskoy ASSR* [Ecological basis of tachinid (*Clytiomyia helluo* F.) use in the Kabardino-Balkarian ASSR]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Leningrad. 23 p. (In Russian)
- Emelyanov NA (1992) *Ekologicheskie osnovy regulyatsii chislennosti i vredonosnosti vrednoy cherepashki v yugovostochnom regione Evropeyskoy chasti strany* [Ecological bases of population control and harmfulness of the sunn pest in the Southeast region of the European part of the country]. *Abstr. Dr. Agric. Thesis*. St. Petersburg. 45 p. (In Russian)
- Emelyanov NA, Kritskaya EE, Eskov ID, Dubrovin VV (2018) [Population dynamics of the sunn pest in agroecosystems of the Volga region]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* 07:6–10 (In Russian)
- Evlakhova AA (1958) [Questions of development of a microbiological method of the sunn pest control in places of its wintering]. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashhity rasteniy* 9:323–340 (In Russian)
- Fedchenko MA (1952) *Khimicheskiy metod borby s vrednoy cherepashkoy Eurygaster integrieps Put. v usloviyakh Krasnodarskogo kraya* [Chemical control of the sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. in the conditions of Krasnodar territory]. *Abstr. PhD Agric. Thesis*. Leningrad. 18 p. (In Russian)
- Fedko IA (1982) *Agrobiologicheskoe obosnovanie i printsipy postroyeniya integrirovannoy sistemy borby s vreditelyami ozimoy pshenitsy v stepi USSR* [Agrobiological foundations and the principles of the integrated system formation of winter wheat pest control in the steppe of the Ukrainian SSR]. *Abstr. Dr. Agric. Thesis*. Kiev. 45 p. (In Russian)
- Fedotov DM (1947a) *Izmeneniya vnutrennego sostoyaniya imago vrednoy cherepashki, Eurygaster integrieps Put. v techenie goda* [Changes of internal state in the sunn pest, *Eurygaster integriceps* Put. adult within a year]. In: Fedotov DM (ed) *Vrednaya cherepashka Eurygaster integriceps* Put. 1. Moscow: AN SSSR. 35–80 (In Russian)
- Fedotov DM (1947b) *Sostoyanie vredney cherepashki Eurygaster integrieps Put. v period depressii chislennosti* [Condition of the sunn pest, *Eurygaster integriceps* Put. during the period of a population decline]. In: Fedotov DM (ed) *Vrednaya cherepashka Eurygaster integriceps* Put. 2. Moscow: AN SSSR. 3–18 (In Russian)
- Fedotov DM (1949) *Metodika prognoza chislennosti vrednoy cherepashki* [Technique for the forecast of the sunn pest population]. Moscow. 20 p.
- Fedotov DM (1954) *Prognozy chislennosti vrednoy cherepashki* [Forecasts of the sunn pest populations]. Moscow. 24 p. (In Russian)
- Fedotov DM, Bocharova OM (1955) *Zavisimost morfofunktional'nogo sostoyaniya vrednoy cherepashki (Eurygaster integrieps Put.) ot usloviy zhizni* [Morphofunctional state dependence of living conditions in the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.)]. In: Fedotov DM (ed) *Vrednaya cherepashka Eurygaster integriceps* Put. 3. Moscow: AN SSSR. 7–67 (In Russian)
- Fedotova KM (1956) [Telenomus efficiency in decrease of the sunn pest bug harm on winter wheat sowings depending on the forerunner crop]. *Byulleten Ukrainskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashhity rasteniy* 1:27–31 (In Russian)
- Fefelova YuA (2007) *Faktory sezonnoy dinamiki chislennosti khlopkovoy sovki na Severo-Zapadnom Kavkaze v period nizkoy chislennosti* [Factors of seasonal population dynamics of corn earworm in the Northwest Caucasus during the period of low density of the pest]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. St. Petersburg. 19 p. (In Russian)
- Fefelova YuA, Frolov AN (2007) [Factors of seasonal population dynamics of corn earworm, *Helicoverpa armigera* in the Krasnodar Area.]. *Vestnik zashhity rasteniy* 1:47–52 (In Russian)
- Filipas AS (1978) *Vliyanie yuvenoidov na prirodnyuyu populyatsiyu vrednoy cherepashki (Eurygaster integrieps Put.)* [Impact of juvenoids on natural population of the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.)]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Leningrad. 24 p. (In Russian)
- Frolov AN (1982) [To the history of harmful activity of the European corn borer on maize in the USSR]. *Byulleten Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashhity rasteniy* 52:15–20 (In Russian)
- Frolov AN (1984) [Biotaxonomic analysis of harmful species of the genus *Ostrinia* Hbn.]. *Trudy Vsesoyuznogo entomologicheskogo obshchestva* 66:4–100 (In Russian)
- Frolov AN (1993) *Izmenchivost kukuruznogo motylka i ustoychivost k nemu kukuruzy* [Variability of the European corn borer and maize host plant resistance to the pest]. *Abstr. Dr. Biol. Thesis*. St. Petersburg. 41 p. (In Russian)
- Frolov AN (1997) [The European corn borer: factors influencing on its population dynamics]. *Zashchita i karantin rasteniy* 1:35–36 (In Russian)
- Frolov AN (2004) [Biotic factors suppressing the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*]. *Vestnik zashhity rasteniy* 2:37–47 (In Russian)
- Frolov AN (2011) [Modern trends in progress of forecasts and monitoring]. *Zashchita i karantin rasteniy* 4:15–20 (In Russian)
- Frolov AN (2017) [Population dynamics and a forecast of pest outbreaks: history and ways of development. Analytical survey]. *Vestnik zashhity rasteniy* 4(94):5–21 (In Russian)
- Frolov AN, Bukzeeva ON (1997) [The European corn borer: forecast of development, methods of counts]. *Zashchita i karantin rasteniy* 4:38–39 (In Russian)
- Frolov AN, Grushevaya IV (2019) [Nonrandomness of fluctuations in the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hbn.) (Lepidoptera: Crambidae), long-term population dynamics in the Krasnodar area]. *Entomologicheskoe obozrenie* 98(1):49–64 (In Russian)
- Frolov AN, Saulich MI, Malyshev YuM, Tokarev YuS (2010) [The beat webworm: cyclicity of long-term population dynamics]. *Zashchita i karantin rasteniy* 2:49–54 (In Russian)
- Garkushka VG, Grushevaya IV, Frolov AN (2018) [Trend of long-term estimates for host plant resistance to the European corn borer *Ostrinia nubilalis* Hbn. in maize hybrids during

- ecological trials undertaken at the SPA “KOS-MAIS”]. *Vestnik zashhity rasteniy* 3(85):15–17 (In Russian)
- Gilyarov AM (2014) [Methodological problems of modern ecology. Alteration of leading concepts]. *Russkiy ornitologicheskii zhurnal* 23(1036):2523–2535 (In Russian)
- Glazunova NN (2019) *Sovershenstvovanie prognoza chislennosti vreditel'ev i optimizatsiya zonalnoy sistemy zashhity ozimoy pshenitsy v tsentralnom Predkavkazye* [Improvement of pest population forecast and optimization of winter wheat zonal crop protection system in Central Ciscaucasia]. *Abstr. Dr. Agric. Thesis*. St. Petersburg. 38 p. (In Russian)
- Godunova NYu (1971) *Vrednaya cherepashka (Eurygaster Integriceps Rut.) v Volgogradskoy oblasti i mery borby s ney v mestakh zimovki* [The sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) in the Volgograd region and control measures of the pest in places of its overwintering]. *Abstr. PhD Agric. Thesis*. Volgograd. 20 p. (In Russian)
- Goryshin NI (1958) [Ecological analysis of seasonal developmental cycle in cotton bollworm (*Chloridea obsoleta* F.) in northern areas of pest distribution]. *Uchenye zapiski Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta* 240:3–20 (In Russian)
- Govorov DN, Zhivykh AV (eds) (2019) *Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya posevov selskokhozyaystvennykh kultur v Rossiyskoy Federatsii v 2018 godu i prognoz razvitiya vrednykh ob'ektov v 2019 godu* [Review of phytosanitary state of agricultural crop plantings in the Russian Federation during 2018 and forecast of development of harmful objects in 2019]. 900 p. https://rosselhocenter.com/files/users/42/Moskva/2019/%D0%9E%D0%91%D0%97%D0%9E%D0%A0_2018_%D0%B3_compressed-%D1%81%D0%B6%D0%B0%D1%82%D1%8B%D0%B9_1_ec0eb.pdf (01.06.2019)
- Govorov DN, Zhivykh AV, Proskuryakova MYu (2013) [Cotton bollworm as a periodic threat to agricultural crops]. *Zashchita i karantin rasteniy* 5:18–20 (In Russian)
- Grigorieva TG (1960) [On some general patterns in formation of agrobiocenoses and about principles of plant protection on virgin lands]. *Zhurnal obshchey biologii* 21(6):411–418 (In Russian)
- Grigorieva TG, Zhavoronkova TH (1973) [The role of anthropogenic and natural factors in formation of trophic structure in wheat agroecosystem]. *Entomologicheskoe obozrenie* 52(3):489–507 (In Russian)
- Grivanov KP (1954) *Klopy-cherepashki i mery borby s nimi* [The sunn pest bugs and measures of their control]. Saratov. 68 p. (In Russian)
- Grivanov KP (1957) [Cereal crop protection of the sunn pest bug in the Southeast]. *Zashchita rasteniy ot vreditel'ev i bolezney* 2:23–26 (In Russian)
- Grivanov KP (1965) [The sunn pest in the Volga region]. *Nauchnye trudy nauchno-issledovatel'skogo instituta selskogo khozyaystva Yugo-Vostoka* 22:108–114 (In Russian)
- Grivanov KP, Antonenko OP (1970) [Studying of the sunn pest (*Eurygaster integriceps*) predators during the active period of insect life using C¹⁴ radioisotope]. *Zoologicheskii zhurnal* 49(10):1563–1569 (In Russian)
- Grushevaya IV (2018) *Faktory mnogoletney dinamiki chislennosti kukuruznogo motylka v Krasnodarskom krae v svyazi s razrabotkoy monitoringa i prognoza razmnozheniya vreditelya* [Factors of long-term population dynamics in the European corn borer at the Krasnodar area in connection with development of monitoring and forecast of the pest reproduction]. *Abstr. PhD Thesis*. St. Petersburg. 23 p. (In Russian)
- Grushevaya IV, Frolov AN, Ryabchinskaya TA, Trepashko LI et al (2015). *Novye ochagi massovyykh razmnozheniy kukuruznogo motylka Ostrinia nubilalis v Belarusi i Rossii: trevozhnyy vyzov ustoyavshimsya znaniyam o vreditel'ev* [The new centers of mass reproduction of the European corn borer *Ostrinia nubilalis* in Belarus and Russia: a disturbing challenge of the established knowledge of the pest]. In: *Sovremennyye problemy entomologii Vostochnoy Evropy. Materialy I mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Minsk. 93–97 (In Russian)
- Gusev GV (1974) *Ispolzovanie entomofagov v borbe s vrednoy cherepashkoy* [Use of entomophages in the sunn pest control]. In: *Biologicheskie sredstva zashhity rasteniy*. Moscow Kolos. 104–113 (In Russian)
- Hasan MM (2000) *Ekologichne obgruntovannyya zakonomirnostey dynamiki populyatsiy bagatorichnogo prognozu masovogo rozmnozheniya shkidlivoy cherepashky* [Ecological basis of patterns in population dynamics and long-term forecast of outbreaks in the sunn pest]. *Abstr. PhD Agric. Thesis*. Kharkiv. 20 p. (In Ukrainian)
- Ismailov VYa, Shirinyan ZhA, Pushnya MV, Umarova AO (2017) [Procedures of nonpesticide winter wheat crop protection from pests]. *Zashchita i karantin rasteniy* 7:8–11 (In Russian)
- Ivantsova EA (2014). [Long-term population dynamics of harmful insects in cereal agrocenoses of Lower Volga area]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie* 2 (34):27–32 (In Russian)
- Kaytazov FV (1974) *Telenominy kak regulatory chislennosti vrednoy cherepashki* [Telenomines as controllers of the sunn pest population]. In: *Biologicheskie Sredstva Zashhity Rasteniy*. Moscow: Kolos. 129–137 (In Russian)
- Kamenchenko SE (2006) *Agroekologicheskoe obosnovanie adaptivno-integrirovannoy zashhity zernovykh kultur ot kompleksa vreditel'ev v oroshaemykh i bogarnykh agrotsenozakh nizhnego Povolzhya* [Agroecological justification of the adaptive integrated grain crop protection from a complex of pests in the irrigated and nonirrigated agrocenoses of Lower Volga area]. *Abstr. Dr Agric. Thesis*. Saratov. 48 p. (In Russian)
- Kamenchenko SE, Petrova NM (2000) [Causes of the population growth of the sunn pest in the Saratov region]. *Agro XXI* 5:8–9 (In Russian)
- Kamenchenko SE, Strizhkov NI, Naumova TV (2013). [Reproduction features of cereal bugs in agrocenoses of Lower Volga area]. *Zashchita i karantin rasteniy* (7):41–43 (In Russian)
- Kamenkova KV (1955) *Parazity vrednoy cherepashki i ikh dopolnitelnye khozyaeva v predgornyykh rayonakh Krasnodarskogo kraya* [Parasites of the sunn pest and their additional hosts in foothill regions of the Krasnodar area]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Leningrad. 19 p. (In Russian)
- Kamenkova KV (1957) [Some features of the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) biology in a foothill zone of the Krasnodar territory]. *Zoologicheskii zhurnal* 36(10):1467–1474 (In Russian)

- Kamenkova KV (1958) [Reasons for high efficiency of the sunn pests egg-eaters in foothill regions of Krasnodar territory]. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashchity rasteniy* 9:285–311 (In Russian)
- Kamenkova KV (1968) [Assessment of parasites impact in population decline of the sunn pest in wheat agrobiocenosis]. *Byulleten Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashchity rasteniy* 2(14):8–12 (In Russian)
- Kamenkova KV (1971) [Assessment of insecticide resistance of the sunn pest egg-eaters]. *Byulleten Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashchity rasteniy* 21:7–10 (In Russian)
- Kamenkova KV (1974) [Influence of natural enemies on population dynamics of the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.)]. *Byulleten Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashchity rasteniy* 30:8–12 (In Russian)
- Kartavtsev NI (1972) [Role of entomophages in decrease of the sunn pest population in the Kuban]. *Byulleten Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashchity rasteniy* 24:13–16 (In Russian)
- Kartavtsev NI (1974) [To consider the role of natural telenomines]. *Zashchita rasteniy* 4:31 (In Russian)
- Kazanok TS (2009) *Bioekologicheskie osobennosti khlopkovoy sovki v agrotsenoze sakharnoy kukuruzy i mery borby s ney v usloviyakh Zapadnogo Predkavkazya* [Bioecological features of corn earworm in the sugar maize agrocenosis and measures of pest control in western Ciscaucasia]. *Abstr. PhD Agric. Thesis*. Voronezh. 25 p. (In Russian)
- Khomyakova VO (1962) *Kukuruznyy motylyok* [The European corn borer]. Leningrad-Moscow. 36 p. (In Russian)
- Khromova LM (2011) [Influence of some synoptic indicators on harmfulness of corn earworm in Kabardino-Balkaria]. *Agrarnyy vestnik Urala* 8(87):12 (In Russian)
- Kobzar VF, Gevorkyan AG, Yaroshenko VF, Titarenko LN (2002) *Khlopkovaya sovka Heliothis armigera Hbn. (Lepidoptera, Noctuidae) na posevakh kukuruzy i mery borby s ney* [Corn earworm *Heliothis armigera* Hbn. (Lepidoptera, Noctuidae) on maize sowings and measures to control it]. In: *Siezd Russkogo Entomologicheskogo Obshchestva*. Sankt-Peterburg, 19–24 Avgusta 2002. Tezisy Dokladov. St. Petersburg. 161 (In Russian)
- Konstantinovskaya LV *Prognozirovanie (elementarnyy spravochnik)* [Forecasting (elementary reference book)]. Konstantinovskaya LV. Publikatsii avtora. <http://www.astronom2000.info/forecasting> (30.05.2019) (In Russian)
- Kosenkov II (1978) *Obektivnoe rayonirovanie territorii Krasnodarskogo kraya v otnoshenii vrednoy cherepashki - Eurygaster integriceps Put. (Heteroptera, Scutelleridae) i statisticheskaya otsenka informativnosti kharakteristik, opredelyayushchikh sostoyanie ee chislennosti* [Impartial geographical demarcation of the Krasnodar territory regarding the sunn pest - *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Scutelleridae) and statistical assessment of informativeness of characteristics defining condition of pest population]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Leningrad. 22 p. (In Russian)
- Kostrikova VS (1974) *Ekologicheskaya kharakteristika geograficheskikh populyatsiy Trissolus grandis Thomson - yayseeda vrednoy cherepashki i klopov-shhitnikov* [Ecological characteristics of geographical populations of *Trissolus grandis* Thomson — a hymenopterous egg-eater of the sunn pest and pentatomid bugs]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Leningrad. 23 p. (In Russian)
- Koval AG (2005) *Zhuzhelitsy (Coleoptera, Carabidae) poley ovoshnykh paslenovykh kultur (vidovoy sostav, ekologiya, biologiya, entomofagi koloradskogo zhuka)* [Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) inhabiting fields of vegetable solanaceous cultures (species composition, ecology, biology, and entomophages of the Colorado potato beetle)]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. St. Petersburg 22 p. (In Russian)
- Kovalenko VA, Zherebtsov GA (2014) [Influence of solar activity on climate change]. *Optika atmosfery i okeana* 27(2):134–138 (In Russian)
- Kozhanchikov IV (1938) [Geographical distribution and physiological characters of *Pyrausta nubilalis* Hbn.]. *Zoologicheskii zhurnal* 17(2):246–259 (In Russian)
- Kozhanchikov IV (1948) [Experiments and observations in order to estimate heat effect on development of cotton bollworm]. *Zashchita rasteniy* 16:27–34 (In Russian)
- Krasova LF (1973) *Khlopkovaya sovka (Heliothis armigera Hbn.) v Dagestane i obosnovanie meropriyatiy po borbe s neyu* [Cotton bollworm (*Heliothis armigera* Hbn.) in Dagestan and rationale for measures to control the pest]. *Abstr. PhD Agric. Thesis*. Leningrad. 19 p. (In Russian)
- Kraynov YuP (1972) *Osobennosti pitaniya i pishchevareniya khlebnnykh klopov v svyazi s ikh vzaimootnosheniyami s kormovymi rasteniyami* [Features of food and digestion of cereal bugs in connection with their relationship with host plants]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Leningrad. 24 p. (In Russian)
- Kukharuk EV (2009) *Ekologiya klopov-shhitnikov (Heteroptera: Pentatomidae) Tsentralnogo Predkavkazya* [Ecology of pentatomid bugs (Heteroptera: Pentatomidae) in Central Ciscaucasia]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Moscow. 23 p. (In Russian)
- Kupershtein ML (1975) *Otsenka troficheskoy svyazi zhuzhelits (Coleoptera, Carabidae) s vrednoy cherepashkoy (Eurygaster integriceps Put., Heteroptera, Scutelleridae) na osnove serologicheskogo analiza ikh prirodnykh populyatsiy* [Assessment of trophic relationships of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) with the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put., Heteroptera, Scutelleridae) based on serological analysis of their natural populations]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Leningrad. 24 p. (In Russian)
- Kuzminsky AV, Fedorenko VP (2014) [Features of cotton bollworm development in the northern Steppe of Ukraine]. *Zashchita i karantin rasteniy* 11:36–37 (In Russian)
- Kuznetsova MS (1971) [Developmental cycle of corn earworm on maize in Stavropol area]. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashchity rasteniy* 32(1):79–86 (In Russian)
- Laptiyev AB, Syromyatnikov YuD, Miroshnik AP, Khaustov NN (2000) [The sunn pest in extreme conditions]. *Zashchita i karantin rasteniy* 4:12 (In Russian)
- Larchenko KI (1946) *Instruktsiya po prognozu chislennosti klopov vrednoy cherepashki* [Specification of forecasting the sunn pest bug population]. Luga. 12 p. (In Russian)
- Larchenko KI (1947) [Patterns of the sunn pest development]. *Agrobiologiya* 5:41–55 (In Russian)
- Larchenko KI (1958) [Arrangement of long-term forecasts of the sunn pest populations]. *Zashchita rasteniy ot vreditel'nykh bolezney* 4:38–40 (In Russian)
- Lozina-Lozinsky LK (1949) *Ekologiya khlopkovoy sovki* [Ecology of cotton bollworm]. In: *VASHNIL. Plenum* 18, 1. Tezisy dokladov. 18–24 (In Russian)

- Luppova EP (1952) [Ecology of the sunn pest in Tajikistan]. *Trudy instituta zoologii i parazitologii Akademii nauk Tadzhikskoy SSR* 5:23–41 (In Russian)
- Makarova LA, Doronina GM (1983) *Agrometeorologicheskoe obosnovanie optimizatsii zashchity zernovykh kultur ot vrednoy cherepashki* [Agrometeorological argumentation for optimization of cereal crop protection of the sunn pest]. Leningrad: Gidrometeoizdat. 144 p. (In Russian)
- Makarova LA, Doronina GM (1985) *Metodika prognoza faz dinamiki populyatsiy vrednoy cherepashki, planirovaniya obemov zashchitnykh obrabotok, signalizatsiya srokov ikh provedeniya* [Technique for the forecasting phases in population dynamics of the sunn pest, planning the extent of control treatments, signalization of terms for their execution]. Leningrad: VIZR. 35 p. (In Russian)
- Makarova LA, Doronina GM (1987) *Prognoz faz dinamiki populyatsiy vrednoy cherepashki, planirovaniya obemov zashchitnykh obrabotok, signalizatsii srokov ikh provedeniya (metodicheskie ukazaniya)* [Forecast of phases in population dynamics of the sunn pest, planning the extent of control treatments, signalization of terms for their execution (methodical instructions)]. Leningrad: VIZR. 34 p. (In Russian)
- Makhotkin AG (2005) *K mnogoletney dinamike chislennosti vrednoy cherepashki v Rostovskoy oblasti* [To long-term population dynamics of the sunn pest in the Rostov region]. In: *Fitosanitarnoe ozdorovlenie ekosistem. Materialy 2-go Vserossiyskogo syezda po zashchite rasteniy*. St. Petersburg: VIZR. 1:58–59 (In Russian)
- Maksimov AA (1984) *Mноголетние колебания численности животных, их причины и прогноз* [Long-term fluctuations in animal populations, their reasons and forecast]. Novosibirsk: Nauka. 249 p. (In Russian)
- Malinetsky GG, Kurdyumov SP (2001) [Nonlinear dynamics and problems of the forecast]. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk* 71(3):210–232 (In Russian)
- Marus IYu (2003) *Izuchenie entomotsenoza ozimoy pshenitsy i obosnovanie biologicheskogo metoda regulirovaniya chislennosti dominiruyushchikh vrediteley* [Studying of the winter wheat entomocenosis and foundations for biological control of dominating pests populations]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Krasnodar. 25 p. (In Russian)
- Metodicheskie ukazaniya po prognozu rasprostraneniya, razvitiya vrednoy cherepashki i signalizatsii srokov borby* [Methodical guidance for the forecast of distribution, development of Sunn pest and alarm system of pest control]. (1979) Moscow. 60 p. (In Russian)
- Mokrzhetzky SA (1895) [The sunn pest, or hottentot bug, its distribution, parasites and artificial infection with a fungal disease]. *Kavkazskoe selskoe khozyaystvo (Tiflis)* 76:1–12 (In Russian)
- Mokrzhetzky SA (1898) *Vrednye zhivotnye i rasteniya v Tavricheskoy gub. po nablyudeniya 1898 g. s ukazaniem mer borby* [Harmful animals and plants in Taurian province according to observations in 1898 with indication of control measures]. Simferopol. 60 p. (In Russian)
- Nefedov NI (1956) [To a question of the sunn pest outbreak in the southeast of the European part of the USSR]. *Uchenye zapiski Ulyanovskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta* 9:17–36 (In Russian)
- Neymorovets VV, Grichanov IYa, Ovsyannikova EI, Saulich MI (2006). [Area and zones of harmfulness of *Eurygaster integriceps* Puton (Heteroptera, Scutelleridae)]. *Vestnik zashchity rasteniy* 4:27–33 (In Russian)
- Neymorovets VV, Protsenko LI (2013). [Long-term population dynamics of the sunn pest bug in the Krasnodar territory]. *Vestnik zashchity rasteniy* 2:42–47 (In Russian)
- Nikolsky VV (1947) [To a question of the cotton bollworm in the Azerbaijan SSR]. *Trudy Azerbaydzhanskogo NII zemledeliya* 41–53 (In Russian)
- Novokhatskaya LL, Kalinkin VM, Frolov AN (2007) *Faktory dinamiki chislennosti koloradskogo zhuka Leptinotarsa decemlineata Say v Krasnodarskom krae* [Factors of population dynamics in the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say at the Krasnodar territory]. In: *Tezisy dokladov XIII Syezda Russkogo Entomologicheskogo obshchestva “Dostizheniya entomologii na sluzhbe agropromyshlennogo kompleksa, lesnogo khozyaystva i meditsiny”*. Krasnodar. 149 (In Russian)
- Novozhilov KV (1956) *Izuchenie form i metodov primeneniya DDT v tselyakh povysheniya ego effektivnosti v borbe s vrednoy cherepashkoy Eurygaster integriceps Put.* [Studying of forms and methods of DDT application to increase its efficiency in control of the sunn pest *Eurygaster integriceps* Put.]. *Abstr. PhD Agric. Thesis*. Leningrad. 18 p. (In Russian)
- Novozhilov KV, Kamenkova KV, Smirnova IM (1973) [Development of *Trissolcus grandis* Thoms. (Hymenoptera, Scelionidae) under application of organophosphorous insecticides used to control *Eurygaster integriceps* Put. (Hemiptera, Scutelleridae)]. *Entomologicheskoe obozrenie* 52(1):20–28 (In Russian)
- Novozhilov KV, Vilkova NA, Shapiro ID, Frolov AN (1988) *Problemy mikroevolyutsii nasekomykh v agrotsenozakh v svyazi s nauchno-tekhnicheskim progressom v selskom khozyaystve* [Problems of insect microevolution in agrocenoses in connection with scientific and technical progress in agriculture]. In: *Izmenchivost nasekomykh-vrediteley v usloviyakh nauchno-tekhnicheskogo progressa v selskom khozyaystve*. Leningrad: VIZR. 13–23 (In Russian)
- Novozhilov KV, Zakharenko VA, Vilkova NA, Voronin KE (1995) [Ecologo-biocenotic concept of plant protection in adaptive agriculture]. *Selskokhozyaystvennaya biologiya* 5:54–62 (In Russian)
- Odum EP (1986) *Ekologiya* [Ecology]. Moscow: Mir. 1:328 p., 2:376 p. (In Russian)
- Pavlyushin VA (2009) [Agroecosystem approach for the solution of fundamental problems in plant protection]. *Vestnik zashchity rasteniy* 4:3–8 (In Russian)
- Pavlyushin VA, Vilkova NA, Sukhoruchenko GI, Nefedova LI et al (2013) *Fitosanitarnaya destabilizatsiya agroekosistem* [Phytosanitary destabilization of agroecosystems]. St. Petersburg: Rodnye Prostory. 183 p. (In Russian)
- Pavlyushin VA, Vilkova NA, Sukhoruchenko GI, Fasulati SR et al (2008) [Phytosanitary consequences in anthropogenic transformation of agroecosystems]. *Vestnik zashchity rasteniy* 3:3–26 (In Russian)
- Pavlyushin VA, Vilkova NA, Sukhoruchenko GI, Nefedova LI (2010). [The sunn pest: distribution, harmfulness, methods of control]. *Zashchita i karantin rasteniy* S1:53–84 (In Russian)
- Pavlyushin VA, Vilkova NA, Sukhoruchenko GI, Nefedova LI (2016) [Formation of agroecosystems and buildup of harmful biotroph species communities]. *Vestnik zashchity rasteniy* 88(2):5–15 (In Russian)

- Paykin DM (1958) *Teoreticheskie osnovy borby s vrednoy cherepashkoy* [Theoretical background for the sunn pest control]. *Abstr. Dr. Agric. Thesis*. Leningrad. 31 p. (In Russian)
- Paykin DM (1969) *Vrednaya cherepashka* [The sunn pest]. Moscow: Kolos. 120 p. (In Russian)
- Peredelsky AA (1947) *Biologicheskie osnovy teorii i praktiki borby s vrednoy cherepashkoy* [Biological rationale of the theory and practice of the sunn pest control]. In: Fedotov DM (ed) *Vrednaya cherepashka Eurygaster integriceps* Put. 2. Moscow: AN SSSR. 89–270 (In Russian)
- Perpelitsa LV (1971) *Sravnienie poleznoyrolifaziyvpredgornoy i stepnoy zonakh Krasnodarskogo kraya* [Comparison of a useful role of tachinid in foothill and steppe zones of the Krasnodar area]. In: Tezisy dokladov k soveshchaniyu po priemam biologicheskoy borby s vrednoy cherepashkoy v integrirovannykh sistemakh zashchity zernovykh kultur. Leningrad. 100–102 (In Russian)
- Pilyugina OA (1953) *Izuchenie khlopkovoy sovki na soe v Krasnodarskom krae* [Studying the cotton bollworm on soybean in the Krasnodar area]. In: Voprosy selektsii i agrotekhniki soi. Moscow: Selkhozgiz. 157–163 (In Russian)
- Politov AK (1963) [On parasites of the sunn pest]. *Zashchita Rasteniy ot vrediteley i bolezney* 1963. 11:57 (In Russian)
- Poltavsky AL, Artokhin KS, Zverev AA (2013) [Population fluctuations in harmful Lepidoptera in the Rostov region and their relation to weather conditions]. *Vestnik zashchity rasteniy* 4: 30–36 (In Russian)
- Polyakov IYa (1964) *Prognoz rasprostraneniya vrediteley selskokhozyaystvennykh kultur* [Forecast of agricultural pest distribution]. Moscow: Kolos, 326 p. (In Russian)
- Polyakov IYa (1968) *Razvitie i sovremennoe sostoyanie teorii dinamiki populyatsiy zhitovnykh* [Buildup and current state of animal population dynamics theory]. In: Metody prognoza poyavleniya vrediteley i bolezney selskokhozyaystvennykh rasteniy i signalizatsiya srokov provedeniya zashhitnykh obrabotok. Materialy nauchno-metodicheskogo soveshchaniya. Leningrad: VIZR. 5–23 (In Russian)
- Polyakov IYa (ed.) (1975) *Rasprostraneniye glavneyshikh vrediteley selskokhozyaystvennykh kultur v SSSR i effektivnost borby s nimi (metodicheskie ukazaniya)* [Occurrence of main pests of agricultural crops in the USSR and efficiency of their control (Methodical guidance)]. Moscow-Leningrad: VIZR, 66 p. (In Russian)
- Polyakov IYa (1976) [Logic of phases in elaboration of a forecast problem in plant protection]. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashchity rasteniy* 50:5–23 (In Russian)
- Polyakov IYa, Doronina GM, Makarova LA, Volodichev MA (1980) *Metodicheskie ukazaniya po prognozu rasprostraneniya i razvitiya vrednoy cherepashki, provedeniya zashhitnykh meropriyatiy* [Methodological instructions for forecasting of occurrence and development of the sunn pest, conducting measures of pest control]. Leningrad: VIZR. 50 p. (In Russian)
- Polyakov IYa, Persov MP, Smirnov VA (1984) *Prognoz razvitiya vrediteley i bolezney selskokhozyaystvennykh kultur (s praktikumom)* [Forecast of agricultural pest and disease development of crops (including practical work)]. Leningrad: Kolos. 318 p. (In Russian)
- Ponurovsky AY (1971) *Vliyaniye polezashhitnykh lesnykh polos na chislennost osnovnykh vrednykh i poleznykh vidov nasekomykh v poseve pshenitsy* [Influence of field-protecting forest belts on populations of the main harmful and useful insect species at wheat sowings]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Kiev. 18 p. (In Russian)
- Puchkov VG (1972) *Sem. Sutelleridae - shhitniki-cherepashki, ili skutelleridy* [Fam. Scutelleridae — shield-backed bugs, or scutellerides]. In: Kryzhanovskiy OL, Danzig EM (eds) *Nasekomye i kleshhi - vrediteli selskokhozyaystvennykh kultur*. 1. Nasekomye s nepolnym prevrashcheniem. Leningrad: Nauka. 222–262 (In Russian)
- Pukhayev RV (1979) [Cotton bollworm under conditions of a steppe zone in North Ossetian ASSR and measures of its control]. *Nauchnye trudy Leningradskogo selskokhozyaystvennogo instituta* 374:30–33 (In Russian)
- Reymers NF (1994) *Ekologiya (teorii, zakony, pravila, printsipy i gipotezy)* [Ecology (theories, laws, rules, principles and hypotheses)]. Moscow: Zhurnal Rossiya Molodaya. 367 p. (In Russian)
- Riznichenko GYu (2010) *Lektsii po matematicheskim modelyam v biologii* [Lectures on mathematical models in biology]. Moscow - Izhevsk: Institut kompyuternykh issledovaniy. 560 p. (In Russian)
- Rodd AE (1955) [Method of determination of developmental terms of cotton bollworm according to temperature data]. *Sotsialisticheskoe selskoe khozyaystvo Azerbaydzhana* 8:60–63 (In Russian)
- Romanova VP (1953) [Egg-eaters of the sunn pest under observations in the Rostov region]. *Zoologicheskii zhurnal* 32(2): 238–248 (In Russian)
- Ryakhovskiy VV (1959) *Faktory, obuslavlivayushhie effektivnost telenomusov v ogranichenii razmnozheniya klopa - vrednoy cherepashki* [Factors causing efficiency of telenomus in reproduction limitation of the sunn pest bug]. In: *Biologicheskii metod borby s vrediteleyami rasteniy*. Kiev. 120–125 (In Russian)
- Ryakhovskiy VV (1971) *Yaytseedy kloпов cherepashek i ikh osnovnye i dopolnitelnye khozyaeva v TSCHP* [Egg-eaters of the sunn pest bugs and their main and additional hosts in the Central Chernozem Belt]. *Trudy Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashchity rasteniy*, Voronezh. 1:45–53 (In Russian)
- Sarantseva NA, Ryabchinskaya TA, Kharchenko GL, Bobreshova IYu (2014) [Optimization of a cotton bollworm pheromonitoring on maize sowings in the Central Black Earth zone]. *Zashchita i karantin rasteniy* 3:27–29 (In Russian)
- Sazonova GV (1960) *Biologicheskaya spetsifika vrednoy cherepashki (Eurygaster integriceps Put.) v usloviyakh Nizhnego Povolzhya* [Biological specificity of the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) in the conditions of Lower Volga area]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Moscow. 20 p. (In Russian)
- Schwartz SS (1973) *Evolutsiya i biosfera. Problemy biogeotsenologii* [Evolution and biosphere. Problems of biogeocenology]. Moscow: Nauka. 213–228 (In Russian)
- Serapionov DA, Frolov AN (2008) [Efficiency of a natural trichogram population to control the European corn borer]. *Zashchita i karantin rasteniy* 2:63–64 (In Russian)
- Sergeyev MG (1987) [Patterns of community formation in orthopteran insects for urban ecosystems]. *Zhurnal obshchey biologii* 48(2):230–237 (In Russian)
- Sergeyev MG (2014) [Orthopteran assemblage transformations in urban and agricultural landscapes of extra-tropical

- Eurasia]. *Evraziatskiy entomologicheskiy zhurnal* 13(1):6–10 (In Russian)
- Shapiro VA (1959) Vliyanie agrotekhnicheskikh i lesokhozyaystvennykh meropriyatiy na effektivnost yaytseedov vrednoy cherepashki [Impact of agrotechnical and forestry-landscape actions on efficiency of egg-eaters to control the sunn pest]. In: *Biologicheskii Metod Borby S Vreditelyami Rasteniy*. Kiev. 182–191 (In Russian)
- Shapiro ID (1985) *Immunitet polevykh kultur k nasekomym i kleshham* [Immunity of field crops to insects and mites]. Leningrad: Zoologicheskii Institut AN SSSR. 321 p. (In Russian)
- Shapiro ID, VilkoVA NA (1976) [Importance of a food factor for the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) problem]. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashhity rasteniy* 48:14–30 (In Russian)
- Sharapov VI (1950) [Observations of egg-eaters on the sunn pest at the Krasnodar Area]. *Sovetskaya agronomiya* 4:93 (In Russian)
- Shchegolev VN (1934) *Kukuruznyy motylek (Pyrausta nubilalis Hb.)*. Khozyaystvennoe znachenie. Ekologiya. Sistemy meropriyatiy [The European corn borer (*Pyrausta nubilalis* Hb.). Economic value. Ecology. Systems of control measures]. Leningrad. 64 p. (In Russian)
- Shchepetilnikova VA (1958) [Efficiency of hymenopterous egg-eaters on the sunn pest and its determining factors]. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashhity rasteniy* 9: 243–284 (In Russian)
- Shcherbakova SA (2009) *Osobennosti formirovaniya konsortsiy sosushhikh vreditel'ey i ikh entomofagov na sortakh ozimoy pshenitsy* [Specificities in formation of consortia of sucking pests and their entomophages on winter wheat cultivars]. *Abstr. PhD Agric. Thesis*. Moscow. 21 p. (In Russian)
- Shcherbinovskiy NS (1952) *Pustynnaya sarancha shistotserka* [Desert locust *Schistocerca gregaria*]. Moscow. 416 p. (In Russian)
- Shekhurina TA (1963) *Faktory, opredelyayushhie effektivnost entomopatogennykh gribov v otnoshenii vrednoy cherepashki* [Factors determining efficiency of entomopathogenic fungi to control the sunn pest]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Leningrad. 22 p. (In Russian)
- Shirinyan ZhA, Ismailov VYa (2015) [Ecological and biocenotic patterns of spatial distribution of phytophages and entomophages in agroecosystems as a basis of nonpesticide winter wheat control of pests: agrobiotechnological methods for organic agriculture]. *Entomologicheskoe obozrenie* 94(2):259–266 (In Russian)
- Shirinyan ZhA, Ismailov VYa, Sergienko GA (2004) *Vidovoy sostav, dinamika chislennosti i poleznaya rol parazitov-entomofagov khlopkovoy sovki (Heliothis armigera Hbn.) v usloviyakh yuga Rossii* [Species composition, population dynamics and useful role of corn earworm (*Heliothis armigera* Hbn.) parasites in the conditions of the South of Russia]. In: *Biologicheskaya zashhita rasteniy - osnova stabilizatsii agroekosistem*. 1. Materialy dokladov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, 29 sentyabrya - 1 oktyabrya 2004. Krasnodar: VNIIBZR. 117–122 (In Russian)
- Shirinyan ZhA, Pushnya MV, Rodionova EYu, Snesareva EG et al (2018) [Restoration of biocenotic control in sowings of cereals by means of natural reproduction of native entomophages]. *Selskokhozyaystvennaya biologiya* 53(5):1070–1079 (In Russian)
- Shorokhov MN (2015) [Improvement of chemical control means of the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) on winter wheat]. *Vestnik agrarnoy nauki* 6(57): 48–54 (In Russian)
- Shpanev AM, Baybakova NYa (2013) [The sunn pest in the Voronezh region]. *Zashchita i karantin rasteniy* 11:6–9 (In Russian)
- Shumakov EM (1958) [The problem of the sunn pest control in the USSR]. *Trudy Vsesoyuznogo instituta zashhity rasteniy* 9:3–18 (In Russian)
- Shumakov EM, Vinogradova NM (1958) [Ecology of the sunn pest]. *Trudy Vsesoyuznogo instituta zashhity rasteniy* 9:19–71 (In Russian)
- Singkh SP (1973) *Izuchenie khlopkovoy sovki v tsentralnoy zone Krasnodarskogo kraya* [Studying cotton bollworm in the central area of Krasnodar territory]. In: *Voprosy zashhity rasteniy v Krasnodarskom krae*. Krasnodar. 80 (In Russian)
- Skrebtsova TI (2009) *Bioekologicheskie osobennosti vrednoy cherepashki (Eurygaster integriceps Put.) i sovershenstvovanie mer borby s ney v Tsentralnom Predkavkazye* [Bioecological features of the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) and improvement of pest control in Central Ciscaucasia]. *Abstr. PhD Agric. Thesis*. Moscow. 20 p. (In Russian)
- Smirnova GV (1969) *Obosnovanie maloobemnogo aviatsionnogo opryskivaniya khlorofosom dlya zashhity posevov pshenitsy ot vrednoy cherepashki* [Foundations of low-capacity aviation spraying of wheat sowings with trichlorfon to control the sunn pest]. *Abstr. PhD Agric. Thesis*. Leningrad. 17 p. (In Russian)
- Smolyannikov VV *Vrednaya cherepashka i borba s ney* (1939) [The sunn pest and its control]. Rostov-na-Donu. 56 p. (In Russian)
- Sokolov NN (1901) *Nasekomye i drugie zhivotnye, nanosyashhie vred v selskom khozyaystve*. III. Mavrskiy (gottentotskiy) klop (*Eurygaster maura* F.) ili cherepashka [Insects and other animals harmful for agriculture. III. Moorish (hottentot) bug (*Eurygaster maura* F.) or sunn pest]. St. Petersburg. 85 p. (In Russian)
- Stolyarov MV (2004) [Features for the last outbreak in gregarious locusts in the south of Russia]. *Nauka Kubani* 3(2):47–51 (In Russian)
- Stolyarov MV (2007) [Population dynamics of gregarious locusts in the south of Russia during 2005–2006]. *Nauka Kubani* 4:33–37 (In Russian)
- Sumarokov AM (2009) *Vosstanovlenie bioticheskogo potentsiala biogeotsenozov pri umenshenii pestitsidnykh nagruzok* [Rehabilitation of biotic potential in biogeocenoses after reduction of pesticidal treatments]. Donetsk: UAAN. 193 p. (In Russian)
- Suzdalskaya MV (1958) [White muscardine of the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.)]. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashhity rasteniy* 9:341–359 (In Russian)
- Tansky VI (2006) [Impact of self-control in agroecosystems of field crops on efficiency of agrotechnical plant protection measures]. *Vestnik zashhity rasteniy* 1:21–32 (In Russian)
- Taranukha MD (1962) *Osnovnye printsipy postroeniya prognoza chislennosti vrednoy cherepashki* [Basic principles for creation forecast of the population size in the sunn pest]. In: *Vtoraya Zoologicheskaya konferentsiya Belorusskoy SSR*. Tezisy dokladov. Minsk. 186–187 (In Russian)

- Taranukha MD (1967) [Influence of species and varieties of cereal crops on fecundity and survival of the sunn pest]. *Zoologicheskii zhurnal* 46(5):701–609 (In Russian)
- Taranukha MD, Telenga NA (1967) [Population dynamics of the sunn pest in Ukraine and the reasons causing its decline]. *Zoologicheskii zhurnal* 46(2):213–220 (In Russian)
- Tilmenbayev AT (1976) [Some features of the sunn pest ecology in the Southern Kazakhstan]. *Nauchnye trudy Kazakhskogo selskokhozyaystvennogo instituta* 19(1):10–19 (In Russian)
- Tilmenbayev AT, Beksultanov SZ (1973) [To studying of the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put) and its entomophages in Kazakhstan]. *Nauchnye trudy Kazakhskogo selskokhozyaystvennogo instituta* 16(1,2):106–112 (In Russian)
- Tilmenbayev AT, Beksultanov SZ, Sarbayev AT (1981) *Osnovnye elementy integrirovannoy borby s vrednoy cherepashkoy v Kazakhstane* [Basic elements of the integrated control of the sunn pest in Kazakhstan]. In: Noveyshie dostizheniya selskokhozyaystvennoy entomologii. Vilnyus. 184–186 (In Russian)
- Tishler V (1971) *Selskokhozyaystvennaya ekologiya* [Agricultural ecology]. Moscow: Kolos. 455 p. (In Russian)
- Treml AG (1950) *K probleme massovogo razmnozheniya vrednoy cherepashki Eurygaster integriceps Put.* [To a problem of the sunn pest, *Eurygaster integriceps* Put. outbreak]. II Ekologicheskaya konferentsiya. Tezisy dokladov. 1. Kiev - Kharkov. 209–227 (In Russian)
- Treml AG, Batkina EI (1951) [To a question of predators and parasites of the sunn pest]. *Zoologicheskii zhurnal* 30(2): 190–192 (In Russian)
- Trepashko LI, Nadtochayeva SV, Mayseenko AV (2010) [The European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) as a new pest of maize in Belarus]. *Belorusskoe selskoe khozyaystvo* 11: 24–28 (In Russian)
- Tribel SA (1998) [Methods of forecast and ways of their improvement]. *Zashchita i karantin rasteniy* 10: 34–35 (In Russian)
- Tulashvili ND (1956) [Results of studying of the bugs harming cereal crops in Georgia and development of complex measures to control them]. *Trudy instituta zashchity rasteniy AN Gruzinskoy SSR* 11: 47–72 (In Russian)
- Ushatinskaya RS (1955) *Fiziologicheskie osobennosti vrednoy cherepashki (Eurygaster integriceps Put.) v period pokoya pri zimovke v gorakh i na ravnine* [Physiological features of the sunn pest (*Eurygaster integriceps* Put.) during a dormant period at a wintering in mountains and on the plain]. In: Fedotov DM (ed) *Vrednaya cherepashka Eurygaster integriceps Put.* 3. Moscow: AN SSSR. 134–167 (In Russian)
- Ushatinskaya RS (ed.) (1981) *Koloradskiy kartofelnyy zhuk, Leptinotarsa deemlineata Say. Filogeniya, morfologiya, fiziologiya, ekologiya, adaptatsiya, estestvennye vragi* [The Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say.: phylogeny, morphology, physiology, ecology, adaptation, natural enemies]. Moscow: Nauka. 377 p. (In Russian)
- Varley GC, Gradwell GR, Hassell MP (1978) *Ekologiya populyatsiy nasekomykh (Analiticheskii podkhod)* [Insect population ecology: an analytical approach]. Moscow: Kolos. 222 p. (In Russian)
- Vasilyev IV (1913) [The sunn pest (*Eurygaster integriceps* (Osch.) Put.) and new methods of pest control by means of parasites from the world of insects]. *Trudy byuro po entomologii Uchenogo Komiteta Glavnogo Upravleniya zemleustroystva i zemledeliya* 4(11):1–81 (In Russian)
- Vdovenko TV (2009) *Fenologiya i vredonosnost khlopkovoy sovki na posevakh kukuruzy v usloviyakh Predkavkazy* [Phenology and harm of cotton bollworm on maize sowings in Ciscaucasia]. In: *Trudy Stavropolskogo otdeleniya Russkogo Entomologicheskogo Obshchestva. Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii “Aktualnye Voprosy Entomologii”*. Stavropol, 1 Marta 2009. 5. Stavropolskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet. 190–197 (In Russian)
- Viktorov GA (1966) *Obshhie voprosy dinamiki chislennosti nasekomykh na primere vrednoy cherepashki* [The general questions of insect population dynamics with sunn pest as a case study]. *Abstr. Dr. Biol. Thesis*. Moscow. 30 p. (In Russian)
- Viktorov GA (1967) *Problemy dinamiki chislennosti nasekomykh na primere vrednoy cherepashki* [Problems of insect population dynamics exemplified by the sunn pest *Eurygaster integriceps*]. Moscow: Nauka. 271 p. (In Russian)
- Viktorov GA (1968) [Theory of insect population dynamics and practice of plant protection]. *Zashchita rasteniy* 7:9 (In Russian)
- Viktorov GA (1975) [Animal population dynamics and its management]. *Zoologicheskii zhurnal* 54(6):804–821 (In Russian)
- Vilkova NA (1968) [To physiology of the sunn pest nutrition]. *Entomologicheskoe obozrenie* 47(4):701–710 (In Russian)
- Vilkova NA, Fasulati SR, Koval AG (2001) [Bioecological factors of the Colorado potato beetle expansion]. *Zashchita i karantin rasteniy* 1:19–23 (In Russian)
- Vilkova NA, Vinogradova NM, Polyakov IYa, Shapiro ID (1969) [The state and prospects of solution for a problem of wheat crop protection of the sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Scutelleridae)]. *Entomologicheskoe obozrenie* 48(1):25–43 (In Russian)
- Vilyamson VI (1971) *Osnovy prognozirovaniya dinamiki chislennosti populyatsiy vrednoy cherepashki i rentabelnost khimicheskikh obrabotok na Severnom Kavkaze* [Bases of forecast for population dynamics of the sunn pest and economic efficiency of chemical treatments in the North Caucasus]. In: *Organizatsiya i ekonomika zashchity rasteniy v RSFSR*. Voronezh. 41–75 (In Russian)
- Vinogradova NM (1963) [Influence of spring temperature conditions on the sunn pest fecundity]. *Zoologicheskii zhurnal* 42(12):1804–1809 (In Russian)
- Vinogradova NM (1965a) [The sunn pest]. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashchity rasteniy* 25:78–87 (In Russian)
- Vinogradova NM (1965b) [Reservations of the sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Scutelleridae) on wild cereal vegetation]. *Entomologicheskoe obozrenie* 44(4):728–737 (In Russian)
- Vinogradova NM (1966) *Teoreticheskie i prakticheskie printsipy prognozirovaniya poyavleniya vrednoy cherepashki* [Theoretical and practical principles of the sunn pest emergence forecast]. In: *Tezisy lektsiy na mezhdunarodnom seminare po voprosam borby s vrednoy cherepashkoy i drugimi vreditelyami zernovykh zlakov dlya spetsialistov stran Srednego i Blizhnego Vostoka*. Leningrad: VIZR. 65–81 (In Russian)

- Vinogradova NM (1969) *Dinamika chislennosti vrednoy cherepashki v SSSR za poslednie desyatiletie i orientirovochnyy prognoz ee rasprostraneniya v 1970 g* [Population dynamics of the sunn pest in the USSR during the last decade and indicative forecast of pest distribution in 1970]. Problemy borby s cherepashkoy. Moscow: Selkhozgiz. 16–20 (In Russian)
- Vinogradova NM (1970) *Metodicheskie ukazaniya po vyuyavleniyu, prognozu rasprostraneniya vrednoy cherepashki i signalizatsii o srokakh borby s neyu* [Methodical instructions on identification, forecast of the sunn pest distribution and warning system on periods of pest control]. Moscow: Kolos. 32 p. (In Russian)
- Vinogradova NM, Kosenkov II (1976) [Statistical assessment of influence of agroclimatic factor on population dynamics and cereals infestation by the sunn pest in Krasnodar area]. *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zashhity rasteniy* 45:122–132 (In Russian)
- Voronin KE (1974) *Prakticheskoe znachenie povedeniya telenomin* [Practical importance of behavior in telenomines]. In: *Biologicheskie sredstva zashhity rasteniy*. Moscow: Kolos. 114–128 (In Russian)
- Vozov NA (1979) *Zashhita zernovykh kultur ot vrednoy cherepashki* [Cereal crop protection from the sunn pest]. Moscow: Rosselkhozizdat. 55 p. (In Russian)
- Zaeva IP (1965) *Vliyaniye khimicheskikh obrabotok na biotsenoz pshenichnogo polya* [Influence of chemical treatments on a wheat field biocenosis]. *Abstr. PhD Biol. Thesis*. Leningrad. 20 p. (In Russian)
- Zaeva IP (1969) [Comparative role of spring chemical treatments and complex of predators and parasites in population dynamics of the sunn pest]. *Zoologicheskyy zhurnal* 48(11):1652–1660 (In Russian)
- Zagovora AV (1960) [The sunn pest in the Kharkov region]. *Trudy Ukrainskogo instituta rasteniyevodstva, selektsii i genetiki* 2: 197–223 (In Russian)
- Zakharenko VA (2007). [Chemical plant protection in Russia at the end the XX - beginning of the XXI century]. *Zashhita i karantin rasteniy* 12:6–10 (In Russian)
- Zavadsky KM (1968) *Vid i vidoobrazovanie* [Species and speciation]. Leningrad: Nauka. 404 p. (In Russian)
- Zhukovsky AV (1946) [Factors responsible for the sunn pest population decrease during 1941 in the Voronezh region]. *Trudy Voronezhskoy stantsii zashhity rasteniy* 8:3–28 (In Russian)
- Zhukovsky AV (1959) [Features of mass reproduction outbreaks of the sunn pest *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera, Pentatomidae) in the Central Black earth belt]. *Entomologicheskoye obozrenie* 38(4):717–723 (In Russian)
- Zhukovsky A, Ostapets A (1944) [Causes of pest outbreak and decline in the sunn pest]. *Doklady VASHNIL* 4:21–24 (In Russian)
- Zubkov AF (2005) [Formation and development of agrobiocenology (I)]. *Vestnik zashhity rasteniy* 1:3–17 (In Russian)
- Zubkov AF (2016) [Evolution of agrobiocenological researches in Russia]. *American scientific journal* 2(2):20–27 (In Russian)

Plant Protection News, 2019, 3(101), p. 4-33

OECD+WoS: 1.06+IY (Entomology); 4.01+AM (Agronomy)

[http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-3\(101\)-4-33](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-3(101)-4-33)

Full-text review

PATTERNS OF PEST POPULATION DYNAMICS AND PHYTOSANITARY FORECAST

A.N. Frolov

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

e-mail: entomology@vizr.spb.ru

The forecast of the phytosanitary state in plant protection is considered as a probabilistic, scientifically based judgment about the population dynamics of harmful objects in the future, based on identified patterns in the past. Moreover, the reliability and accuracy of forecasts depend on the degree of knowledge of the factors responsible for population dynamics of the forecasting object. Our analysis of the results obtained during the long-term investigations conducted in the VIZR devoted to the studies of the population dynamics of particularly dangerous pests, including those studies, applying the life table construction, as well as world and local literature on this problem, indicates the leading role of biocenotic regulation in the population dynamics of harmful arthropods. Although, unlike natural biogeocenoses, agrobiocenoses arose as a result of human activities, they also exist as complicated evolving systems. Obviously, one of the main directions of their evolution is the formation and strengthening of mechanisms that ensure the ability to self-regulate, that is, to stabilize the dynamic equilibrium of elements belonging to different trophic groups. Accordingly, the relative contribution of climatic factors into the population dynamics of harmful objects is gradually weaken. Obviously, the progress in the field of phytosanitary forecasts that meet the requirements of convergence, reliability, quality and accuracy should fully consider the effects of regulatory mechanisms, and not so much as a refinement or correcting factor, but rather as a key prognostic criterion.

Key words: population dynamics, factors, mechanisms, regulation, sunn pest, European corn borer, cotton bollworm, Colorado potato beetle, phytosanitary forecast

Received: 07.06.2019

Accepted: 13.09.2019

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОГО ВНЕСЕНИЯ ПОЛНОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ НА ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ РЖИ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

А.М. Шпанев^{1,2*}, М.А. Фесенко¹

¹Агрофизический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург

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

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

Проведенными исследованиями выявлены достоверные разнонаправленные изменения фитосанитарного состояния посевов озимой ржи под влиянием предпосевного внесения полного минерального удобрения на Северо-Западе РФ. Они являлись следствием выраженного влияния удобрений на густоту и высоту стеблестоя культурных растений, под действием которого изменялись условия для произрастания сорных растений, развития болезней и жизнедеятельности вредных насекомых. Положительные изменения в фитосанитарной обстановке посевов озимой ржи под влиянием удобрений были связаны с уменьшением гибели растений от снежной плесени (в 1.3–1.4 раза), снижением заселенности растений (в 1.5–1.8 раза) злаковыми тлями и поврежденности зерен (в 1.6–2.0 раза) обыкновенной зерновой совкой. Кроме того, отмечалось усиление конкурентоспособности растений озимой ржи, ограничивающей развитие уже произрастающих и прорастание новых экземпляров сорняков. Отрицательный эффект проявлялся в увеличении начальной засоренности посевов (в 2.3 раза по численности и 2.9–3.2 раза по проективному покрытию), усилении поражения растений озимой ржи листовыми болезнями (ринхоспориоз и стеблевая ржавчина – 1.2–1.4 раза) и семенной инфекцией (фузариевые грибы – 1.8–2.4 раза, грибы, вызывающие чернь колоса, – 2.0–2.1 раза). Таким образом, повышение уровня обеспеченности растений основными элементами питания за счет предпосевного внесения минеральных удобрений приводит в основном к ухудшению фитосанитарного состояния посевов и семян озимой ржи, в результате чего возрастает целесообразность проведения защитных обработок гербицидами и фунгицидами на этой культуре в Северо-Западном регионе РФ.

Ключевые слова: озимая рожь, минеральные удобрения, фитосанитарное состояние, сорные растения, фитопатогены, защитные мероприятия

Поступила в редакцию: 06.05.2019

Принята к печати: 13.09.2019

Введение

В интегрированной защите зерновых культур важное значение отводится профилактическим фитосанитарным мероприятиям, к числу которых в полной мере относится улучшение питательного режима за счет внесения удобрений (Павлюшин и др., 2015). Положительное влияние удобрений связано с повышением супрессивности пахотных почв, за счет активизации микробиологических процессов, и устойчивости культурных растений к поражению корневыми гнилями (Косенок, 1984; Рогожникова и др., 2016). Однако известны и отрицательные эффекты, которые проявляются в увеличении засоренности посевов озимой и яровой пшеницы, усилении развития мучнистой росы, бурой ржавчины и септориоза колоса (Саенко, Макаренко, 2005; Шпанев, 2016; Шпанев, Смур, 2019).

Озимая рожь традиционно считается основной озимой зерновой культурой на Северо-Западе РФ, хотя и занимает в настоящее время в структуре посевных площадей менее 1% (Архипов и др., 2014). Из литературы известно, что эта культура менее требовательна к почвенному плодородию, чем озимые пшеница и тритикале, но в тоже время она довольно отзывчива на внесение удобрений (Иванов и др., 2014). Внесение удобрений, в свою очередь, сопровождается ухудшением фитосанитарного состояния – ростом засоренности посевов и пораженности растений озимой ржи заболеваниями (Семенов и др., 1991; Филиппова, Назарова, 1991; Дымченко, Назарова, 1997; Мелькумова, Клишкин, 2005; Малявко, 2008; Полин, 2009; Кононова и

др., 2012; Клишкин и др., 2017). В конечном счете, вредные организмы существенным образом ограничивают эффективность вносимых удобрений (Ладонин, 1991; Белоус и др., 2009). Анализ литературы показал, что значительно хуже изучено влияние питательного режима на фитосанитарное состояние посевов озимой ржи в Северо-Западном регионе, где внесение удобрений необходимо условие для получения высоких урожаев этой культуры.

Рекомендуемая в регионе система удобрения озимой ржи включает осеннее внесение полного минерального удобрения ($N_{70-80}P_{40-90}K_{40-90}$) и весеннюю азотную подкормку (N_{30-60}) (Иванов и др., 2014). При этом на хорошо окультуренных почвах, а также в засушливых условиях весеннего периода вегетации озимой ржи, участвующих в последние годы, эффективность азотной подкормки оказывается не высокой и не всегда покрывает затраты на ее проведение. Кроме того, многие хозяйства сейчас ограничены в денежных средствах и не могут себе позволить реализовать на полях всю полноту системы удобрений. Наиболее востребованным мероприятием является осеннее применение минеральных удобрений, фитосанитарные эффекты которого нуждаются в детальном изучении.

Целью исследования являлась оценка влияния предпосевного внесения полного минерального удобрения на фитосанитарное состояние посевов озимой ржи в условиях возделывания культуры на Северо-Западе РФ.

Материалы и методы

Исследования проводились в период 2013–2017 гг. на полях агроэкологического стационара Меньковско-го филиала Агрофизического НИИ, расположенного в Гатчинском районе Ленинградской области. Стационар представляет собой 7-польный зерно-травяно-пропашной севооборот с традиционным для Северо-Западного региона набором и чередованием культур. Согласно схеме севооборота, предшественником озимой ржи являлся люпин узколистный, который выступает в качестве сидерального пара. Почва опытных полей дерново-слабоподзолистая легкосуглинистая. Мощность пахотного слоя 23 см, pH_{KCl} – 4.6, содержание гумуса (по Тюрину) – 1.9%, подвижных соединений фосфора и калия (по Кирсанову) – 257 и 92 мг/кг соответственно. На протяжении всех пяти лет исследований в изучении находился сорт озимой ржи Славия, выведенный в Ленинградском НИИСХ “Белогорка” и допущенный к возделыванию в Северо-Западном регионе с 2009 года.

Схемой опыта было предусмотрено изучение трех уровней удобрения культуры, формируемых разными дозами минеральных удобрений из расчета планируемой урожайности (30, 50 и 70 ц/га). На варианте высокой удобрения доза NPK составляла 100, 75 и 75 кг д.в./га, средней – 65, 50 и 50 кг д.в./га, низкой – удобрения не вносились. Минеральные удобрения вносились перед посевом озимой ржи механически разбрасывателем поперек поля в виде смеси из азофоски и аммиачной селитры в соотношении 6:1, что в физическом весе составляло 210 (180 + 30) и 140 (120 + 20) кг соответственно на высоко- и среднеудобренном вариантах. Площадь под каждым из вариантов составляла 0.18 га, повторность в опыте – трехкратная. В

этот же день удобрения обязательно заделывались в почву дисковой бороной на глубину 10–12 см.

Для оценки фитосанитарного состояния посевов озимой ржи использовалась методика постоянных учетных площадок с их стационарным размещением на протяжении всего периода вегетации культуры (Зубков, 1978; Шпанев, Голубев, 2008). На каждом варианте удобрения устанавливалось по 6 постоянных площадок 0.1 м², всего по опыту – 36, за все годы исследований – 180. На постоянных площадках определялся видовой состав сорной растительности, учитывалась численность и фитомасса сорных растений в отдельности по видам, поврежденность культурных растений вредителями и развитие болезней. Использовалась универсальная пятибалльная шкала оценки интенсивности повреждения и поражения листьев со следующим обозначением баллов: 0 – признаки повреждения, поражения отсутствуют, 1 – повреждено, поражено до 10% листовой поверхности, 2 – 11–25%, 3 – 26–50%, 4 – 51–75%, 5 – более 75%. Для учета корневых гнилей рядом с постоянными площадками брались разовые пробы, состоящие из 30 растений, которые затем анализировались в лабораторных условиях. Зараженность зерна озимой ржи фитопатогенами определялась с использованием питательных сред (Семенов, Потлайчук, 1982). На постоянных площадках несколько раз за вегетацию определялась густота и высота стеблестоя озимой ржи, урожайность и основные элементы структуры урожая.

Статистическая обработка данных заключалась в применении дисперсионного анализа в программе Statistica 6 для выявления достоверных различий в фитосанитарном состоянии посевов озимой ржи, размещенных на вариантах разной удобрения севооборота.

Результаты

В понимании причин и следствий влияния удобрений на фитосанитарное состояние посевов большое значение имеют сведения по их влиянию на культурные растения. По нашим данным, осеннее внесение минеральных удобрений приводило к существенному повышению густоты стеблестоя, высоты и массы растений озимой ржи (табл. 1). Тем самым, изменялись условия для произрастания сорных растений, развития болезней и жизнедеятельности вредных насекомых.

Фитосанитарное состояние посевов озимой ржи в Северо-Западном регионе имеет свои особенности, которые выражаются в первостепенном значении при формировании урожая фитопатогенов, в меньшей степени – сорных растений и совсем незначительном – фитофагов (Шпанев, 2018).

Наиболее вредоносным заболеванием озимой ржи в Северо-Западном регионе считается снежная плесень (*Microdochium nivale* (Fr.) Samuels & I.C. Hallett), для которой характерно умеренное и сильное проявление. Максимальная величина гибели растений наблюдалась при перезимовке в 2017 году и составила 67.3%. Этому способствовала затяжная весна и длительное сохранение на полях снежного покрова. Предпосевное внесение минеральных удобрений также оказывало заметное влияние на результат перезимовки озимой ржи. Так, по данным перезимовки 2016–2017 гг. доля погибших растений от

снежной плесени на неудобренном варианте была выше и составила 78%, тогда как при внесении средних и высоких доз удобрений – 61 и 56% соответственно. Весенняя густота стеблестоя на удобренных вариантах в разные годы составляла на 20–34% больше при внесении средних и 22–44% высоких доз удобрений.

Корневая система поражается корневыми гнилями фузариозно-гельминтоспориозной этиологии (*Fusarium*,

Таблица 1. Влияние предпосевного внесения полного минерального удобрения на состояние посева озимой ржи в разные фазы развития культуры

Показатели	Дозы минеральных удобрений		
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅
Фаза выхода в трубку			
густота стеблестоя, шт./м ²	770	876**	884**
высота стеблестоя, см	23	24	25
Фаза цветения			
густота стеблестоя, шт./м ²	441**	592**	663**
высота стеблестоя, см	113	120*	123*
Фаза полной спелости			
густота стеблестоя, шт./м ²	433	582**	655**
высота стеблестоя, см	120	126*	131*
фитомасса культурных растений, г/м ²	1567.4	2260.1**	2419.5**

** – различия достоверны при $P \geq 0.99$, * – то же при $P \geq 0.95$

Helminthosporium spp.). За все годы исследований развитие корневых гнилей на озимой ржи не превышало 15%, что указывает на слабую и умеренную степень проявления. При этом на вариантах с низким содержанием элементов питания в почве растения ржи имели более слабую степень поражения, по сравнению с вариантами, в которые вносились средние и высокие дозы минеральных удобрений (табл. 2).

Из листовых болезней на растениях озимой ржи регулярно проявлялись ринхоспориоз (*Rhynchosporium secalis* (Oudem.) Davis.) и стеблевая ржавчина (*Puccinia graminis* Pers. f.sp. *secalis* (Erikss. et Henn.)), периодически – мучнистая роса (*Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp.

secalis Marchal), септориоз (*Septoria secalis* Prill. et Del.) и бурая листовая ржавчина (*Puccinia dispersa* Erikss. et Henning). Под действием минеральных удобрений в посевах озимой ржи складывались микроклиматические условия, усиливающие поражение растений листовыми болезнями (табл. 2). Так, на момент учета в фазу налива зерна на удобренных вариантах фиксировались достоверно более высокие показатели развития ринхоспориоза (в 1.2–1.4 раза) и стеблевой ржавчины (в 1.2–1.4 раза). Схожие тенденции отмечались в отношении мучнистой росы, развитие которой в годы исследований было недостаточно сильным, чтобы делать однозначные выводы.

Таблица 2. Влияние предпосевного внесения полного минерального удобрения на фитосанитарное состояние посевов озимой ржи (Ленинградская обл., сорт Славия, 2013–2017 гг.)

Вредные виды	Дозы минеральных удобрений		
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅
Болезни			
Корневые гнили (фаза выхода в трубку) развитие, %	11.0	17.2*	15.7**
Ринхоспориоз (фаза налива зерна) развитие на 1-м подфлаговом листе, %	8.1	9.6	11.4*
Мучнистая роса (фаза налива зерна) развитие на 1-м подфлаговом листе, %	0.03	0.13	0.09
Бурая ржавчина (фаза налива зерна) развитие на 1-м подфлаговом листе, %	1.0	1.4	1.1
Стеблевая ржавчина (фаза полной спелости) развитие, %	16.7	19.5*	23.8**
Сорные растения			
Фаза выхода в трубку			
видовое обилие, видов/м ²	4	5	5
численность, экз./м ²	115	269**	265**
проективное покрытие, %	3.3	9.6**	10.7**
Фаза полной спелости			
видовое обилие, видов/м ²	8	7	7
численность, экз./м ²	438	266**	232**
фитомасса, г/м ²	97.7	68.6**	83.8*
фитомасса 1 сорного растения, г/растение	0.22	0.26	0.36**
Вредители			
Злаковые тли (фаза налива зерна) заселенность колосьев, %	7.5	2.7*	4.4*
численность, экз./м ²	72	40*	48*
Обыкновенная зерновая совка (фаза полной спелости) поврежденность зерен, %	0.26	0.16*	0.13*

** – различия достоверны при P≥0.99, * – то же при P≥0.95

Анализ зерна убранного урожая указывает на то, что в условиях региона на нем чаще присутствуют виды грибов, вызывающие чернь колоса. Так, на грибы рода *Alternaria* (43%), *Epicoccum purpurascens* Ehrenb. (7%) и *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link. (3%) суммарно приходилось 53% зараженных зерен. Фузариевые грибы, представленные в основном видами *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc. и *F. sporotrichioides* Sherb., встречались на 7% зерновок и на 19% в годы с избыточным увлажнением в период созревания культуры. Плесневые грибы и гриб *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker, один из возбудителей корневых гнилей, фиксировались на зернах в единичных случаях. Общая зараженность зерен грибами варьировала по годам от 53 до 98%. На удобренных вариантах отмечалось

усиление зараженности зерна убранного урожая фузариевыми грибами (1.8–2.4 раза), а также видами *Epicoccum purpurascens* Ehrenb. (1.9–2.0 раза) и *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link. (2.2–2.4 раза). Обратная закономерность наблюдалась для грибов рода *Alternaria* (табл. 3).

В посевах озимой ржи Северо-Западного региона выявлено 118 видов сорных растений, абсолютное большинство из которых относится к редко встречаемым и характеризуется низким обилием (Шпанев и др., 2018). В годы с теплой затяжной осенью в агроценозе культуры наблюдается массовое присутствие зимующих видов – ромашки непахучей (*Matricaria inodora* L.), фиалки полевой (*Viola arvensis* Murr.), пастушьей сумки обыкновенной (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), в ином случае весной

Таблица 3. Влияние предпосевного внесения полного минерального удобрения на зараженность зерна озимой ржи фитопатогенами (Ленинградская обл., сорт Славия, 2016–2017 гг.)

Возбудители заболеваний	Дозы минеральных удобрений		
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅
<i>Alternaria spp.</i>	78.0	57.0*	47.0*
<i>Fusarium spp.</i>	7.5	18.0*	13.5*
<i>Epicocum purpurascens</i>	7.0	13.0*	14.0*
<i>Cladosporium herbarum</i>	2.5	6.0	5.5

* – различия достоверны при P≥0.95

преобладают ранние яровые виды, главным образом, марь белая (*Chenopodium album* L.). На долю малолетников обычно приходится 80–100% сорных растений, что указывает на формирование малолетнего типа засоренности. Сорные растения с многолетним циклом развития чаще всего представлены пыреем ползучим (*Elitrigia repens* (L.) Nevski), осотом полевым (*Sonchus arvensis* L.), чистецом болотным (*Stachys palustris* L.) и щавелем малым (*Rumex acetosella* L.), но их суммарная плотность только на отдельных полях достигает 20–30 экз./м². В большинстве случаев посеы озимой ржи имеют слабую засоренность, когда в фазу выхода в трубку насчитывается не более 250 экз./м², а проективное покрытие не превышает 10%. Более высокие показатели наблюдаются в посевах с изреженным стеблестоем, когда сильного проявления достигает снежная плесень.

Предпосевное внесение минеральных удобрений приводило к достоверному повышению начальной засоренности посевов озимой ржи, которое составляло 2.3 раза по численности и 2.9–3.2 раза по проективному покрытию соответственно на среднем и высоком фоне минерального питания (табл. 2). Это происходило за счет видов сорных растений, отзывчивых на внесение удобрений и произрастающих на более окультуренных почвах, – пикульников

и пастушьи сумки обыкновенной. При этом проективное покрытие сорных растений достигало 9.6–10.7%, а в отдельном взятом 2016 г. – 27–39%, т.е. соответствовало пороговому уровню засоренности, когда целесообразной становится проведение гербицидной обработки. Под влиянием удобрений увеличивалась фитомасса сорных растений, которая в пересчете на 1 экз. наибольшей величины достигала на варианте с максимально высокой дозой.

Действие минеральных удобрений распространялось на весь период совместного произрастания культурных и сорных растений, отражаясь на итоговых показателях засоренности посевов озимой ржи. На вариантах со средними и высокими дозами удобрений отмечалось угнетение развития уже произрастающих и ограниченное появление новых экземпляров сорных растений под действием повышенной конкурентоспособности культурных растений и более густого стеблестоя. По сравнению с весенними показателями к уборке урожая численность сорняков сильно (в 3.8 раза) возрастала на неудобренном варианте, в основном за счет торичника красного (*Spergularia rubra* (L.) J. et C. Presl), сушеницы топяной (*Filaginella uliginosa* (L.) Oriz) и вероники плющелистной (*Veronica hederifolia* L.), оставалась неизменной на среднем фоне и незначительно (на 12.5%) снижалась на высоком фоне минерального питания. Доля сорных растений в общей фитомассе снопа снижалась с 4.6% на низком уровне минерального питания до 2.4% – на высоком. Однако сохранившиеся в посевах сорняки достигали лучшего развития, что несколько компенсировало потерю части их популяции. Уцелевшие экземпляры фиалки полевой, мари белой, пикульников характеризовались более высокими значениями высоты и вегетативной массы (табл. 4). В тоже время в угнетенном состоянии на удобренных вариантах находились такие виды сорных растений как пастушьи сумка обыкновенная, вероника плющелистная и незабудка полевая (*Myosotis arvensis* (L.) Hill.).

Таблица 4. Влияние предпосевного внесения полного минерального удобрения на густоту, высоту и массу доминантных видов сорных растений в посевах озимой ржи

Виды	Дозы минеральных удобрений								
	N ₀ P ₀ K ₀			N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀			N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅		
	экз./м ²	см	г	экз./м ²	см	г	экз./м ²	см	г
Торичник красный	125	5.9	0.04	46**	6.4	0.06	35**	5.9	0.05
Сушеница топяная	60	3.4	0.03	32**	4.3**	0.03	21**	4.6**	0.02
Фиалка полевая	33	24.8	0.34	22	37.7**	0.73	24	35.7**	0.57
Вероника плющелистная	17	5.2	0.33	9*	7.7**	0.17**	7*	6.1*	0.11**
Марь белая	11	3.8	0.03	20*	4.7**	0.04	13*	5.8**	0.05
Пикульники	5	14.0	0.31	6	16.1	0.34	11**	19.9*	0.42*
Незабудка полевая	4	38.8	2.95	4	38.2	1.61	5	43.7	1.42
Пастушьи сумка	1	24.1	0.29	7**	20.2	0.16	7**	13.0	0.06

** – различия достоверны при P≥0.99, * – то же при P≥0.95

Комплекс фитофагов озимой ржи представлен двумя видами пядицы (*Oulema melanopus* L. и *O. gallaeciana* Heyd.), минирующими мухами (*Agromyza* spp.), злаковыми тлями (*Rhopalosiphum padi* L., *Sitobion avenae* F.), обыкновенной зерновой совкой (*Apamea sordens* Hufn.) и мышевидными грызунами.

Поврежденность 1-го подфлагового листа личинками пядицы и минирующей мухи в посевах озимой ржи

не превышала 1 и 0.3% соответственно. Интенсивность повреждения данного листа фитофагами составляла 15–35%. Заселенность стеблей ржи злаковыми тлями и плотность особей были крайне низкими. В большинстве годов на единице площади посева насчитывалось 10–49 экз./м² тлей и только в 2015 г. – 212 экз./м². Поврежденность зерен гусеницами обыкновенной зерновой совки была стабильно низкой и составляла 0.02–0.35%. Низкой плотностью

популяции объясняется малая доля стеблей (менее 1%), уничтожаемых мышевидными грызунами.

Повышение уровня обеспеченности растений озимой ржи основными элементами питания, за счет предпосевного внесения минеральных удобрений, приводило к снижению заселенности растений (в 1.5–1.8 раза) злаковыми тлями и поврежденности зерен (в 1.6–2.0 раза) обыкновенной зерновой совкой.

Выявленные изменения в фитосанитарной обстановке отражались на итоговых показателях продуктивности растений и урожайности озимой ржи. Самые низкие показатели урожайности и элементов структуры урожая отмечались на делянках, где не проводилось внесение минеральных удобрений (табл. 5). Предпосевное внесение средних доз минеральных удобрений приводило к повышению густоты продуктивного стеблестоя на 36%, массы и числа зерна с колоса – 10.6 и 16.2%, урожайности – 59%. Варьирование роста данных показателей по годам составляло 20.4–93.4, 2.6–27.5, 2.9–42.9, 44.2–101.7%. Дальнейшее увеличение дозировки удобрений не приводило к столь выраженному росту урожайности культуры, вследствие, более сильного полегания растений и

отмеченного ранее ухудшения фитосанитарного состояния посевов. Выявленные достоверные различия по урожайности между вариантами со средними и высокими дозами минеральных удобрений были связаны исключительно с густотой продуктивного стеблестоя.

Таблица 5. Влияние предпосевного внесения полного минерального удобрения на урожайность и элементы структуры урожая озимой ржи

Показатели	Дозы минеральных удобрений		
	N ₀ P ₀ K ₀	N ₆₅ P ₅₀ K ₅₀	N ₁₀₀ P ₇₅ K ₇₅
Урожайность, ц/га	36.8	58.5**	64.2**
Густота продуктивного стеблестоя, шт./м ²	414	563**	615**
Число зерен в колосе, шт./колос	31	36**	37**
Масса зерна с колоса, г/колос	0.94	1.04**	1.05**
Масса 1000 зерен, г	28.8	29.1	28.7
Длина колоса, см	7.5	8.8**	9.1**

** – различия достоверны при P≥0.99, * – то же при P≥0.95

Обсуждение

Предпосевное внесение полного минерального удобрения приводило к достоверным изменениям фитосанитарного состояния посевов озимой ржи на Северо-Западе РФ. Они являлись следствием выраженного влияния удобрений на густоту и высоту стеблестоя культурных растений, под действием которого изменялись условия для произрастания сорных растений, развития болезней и жизнедеятельности вредных насекомых. Минеральные удобрения положительно сказывались на прорастании видов сорных растений, отзывчивых на содержание основных элементов питания в почве, что приводило к увеличению начальной засоренности посевов как по численности, так и по проективному покрытию. При этом в отдельные годы отмечалось существенное превышение пороговых значений, что указывает на целесообразность проведения гербицидной обработки. С другой стороны, под действием минеральных удобрений наблюдалось явное усиление конкурентной способности растений озимой ржи, которое проявлялось в ограничении развития

уже произрастающих и прорастания новых экземпляров сорняков. На удобренном варианте за весенне-летний период совместного произрастания культурных и сорных растений численность последних значительно возрастала, тогда как на удобренных вариантах наблюдалась тенденция к ее снижению.

В более густом и высокорослом стеблестое, формируемом под действием удобрений, складывались благоприятные микроклиматические условия для развития листовых болезней и семенной инфекции озимой ржи. На удобренных вариантах фиксировались достоверно более высокие показатели развития ринхоспориоза, стеблевой ржавчины, фузариевых грибов и грибов, вызывающих чернь колоса. Тем самым возрастает вероятность проведения в посеве озимой ржи фунгицидной обработки. В тоже время на удобренных вариантах наблюдалась лучшая перезимовка озимой ржи, снижение заселенности растений злаковыми тлями и поврежденности зерен обыкновенной зерновой совкой.

Выводы

1. Большая часть изменений, вызванных предпосевным внесением полного минерального удобрения, имели отрицательные последствия для фитосанитарного состояния посевов озимой ржи на Северо-Западе РФ. Они проявлялись в увеличении начальной засоренности посевов, которая в один из годов достигала 27–39% проективного покрытия, усилении развития листовых болезней (ринхоспориоз и стеблевая ржавчина – 1.2–1.4 раза) и семенной инфекции (фузариевые грибы – 1.8–2.4 раза, грибы, вызывающие чернь колоса, – 2.0–2.1 раза). Как

следствие, возрастает потребность в проведении гербицидной и фунгицидной обработок посевов озимой ржи.

2. Положительные изменения в фитосанитарной обстановке посевов озимой ржи от предпосевного внесения полного минерального удобрения были связаны с уменьшением гибели растений от снежной плесени (в 1.3–1.4 раза), снижением заселенности растений (в 1.5–1.8 раза) злаковыми тлями и поврежденности зерен (в 1.6–2.0 раза) обыкновенной зерновой совкой.

Библиографический список (References)

- Архипов МВ, Данилова ТА, Сеницына СМ (2014) Состояние и перспективы развития зерновой отрасли в Северо-Западном федеральном округе. Сборник материалов конференции «Научное обеспечение развития производства зерна на северо-западе России». СПб.: 4–15.
- Белоус НМ, Малявко ГП, Шаповалов ВФ (2009) Влияние систем удобрений и средств защиты растений на

- фитосанитарное состояние посевов озимой ржи. *Агробиологический вестник* 3: 24–25.
- Дымченко АМ, Назарова ЛН (1997) Влияние агроприемов на развитие болезней ржи. *Защита и карантин растений* 9: 23.
- Зубков АФ (1978) Методические указания по сбору полевой биоценологической информации с целью оценки вредоносности комплекса вредных организмов. Л.: 18 с.
- Иванов АИ, Иванов ИА, Иванова ЖА (2014) Современные подходы к проектированию системы удобрения зерновых культур. Сборник материалов конференции «Научное обеспечение развития производства зерна на северо-западе России». СПб.: 48–66.
- Климкин АФ, Мелькумова ЕА, Ефремова ИВ и др (2017) Снижение вредоносности распространенных листовых микозов озимой ржи. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета* 3: 24–30.
- Копова АМ, Самойлов ЛН, Державин ЛМ (2012) Эффективность комплексного применения удобрений и пестицидов на озимой ржи в полевом севообороте. *Агробиология* 3: 13–24.
- Косенок СА (1984) Влияние удобрений на проявление корневой гнили ячменя в Приморском крае. *Защита растений от вредителей, болезней и сорняков на Дальнем Востоке* 18: 45–46.
- Ладонин ВФ (1991) Комплексное применение удобрений, гербицидов и других средств химизации земледелия. *Защита кормовых культур* 47: 142–148.
- Малаякко ГП (2008) Зависимость фитосанитарного состояния посевов от агротехнических приемов. *Агробиологический вестник* 3: 31–32.
- Мелькумова ЕА, Климкин АФ (2005) Влияние основных элементов питания на развитие распространенных болезней озимой ржи. Сборник материалов конференции «Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов». Краснодар: 53–54.
- Павлюшин ВА, Долженко ВИ, Шпанев АМ и др (2015) Интегрированная защита озимой пшеницы. *Защита и карантин растений* 5: 38–71.
- Полин ВД (2009) Влияние севооборота и удобрений на засоренность посадок картофеля и посевов озимой ржи. *Агро XXI* 4–6: 8–9.
- Рогожникова ЕС, Шпанев АМ, Фесенко МА (2016) Влияние удобрений на поражение ярового ячменя болезнями в IV агроклиматической зоне Ленинградской области. *Вестник защиты растений* 4(90): 56–61.
- Саенко АА, Макаренко АА (2005) Влияние способов основной обработки почвы и уровня минерального питания на развитие пятнистостей листьев озимой пшеницы. Сборник материалов конференции «Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов». Краснодар: 66–67.
- Семенов АЯ, Потлайчук ВИ (1982) Болезни семян полевых культур. Л.: 128 с.
- Семенов ВД, Гончаров ВА, Туманова ТД (1991) Комплексное применение средств химизации. *Химизация сельского хозяйства* 1: 42–44.
- Филиппова НВ, Назарова ЛН (1991) Влияние азотного удобрения и пестицидов на урожайность и качество озимой ржи. *Защита кормовых культур* 47: 153–158.
- Шпанев АМ, Голубев СВ (2008) Биоценоз озимых зерновых культур (юго-восток ЦЧЗ). СПб.: 284 с.
- Шпанев АМ (2016) Влияние азотных удобрений на фитосанитарное состояние и потери урожая яровой пшеницы от вредных организмов в Северо-Западном регионе. *Агробиология* 9: 62–69.
- Шпанев АМ (2018) Фитосанитарное состояние посевов озимой ржи на агроэкологическом стационаре Меньковского филиала Агрофизического научно-исследовательского института. *Вестник защиты растений* 3(97): 67–72.
- Шпанев АМ, Лаптев АБ, Гончаров НР и др (2018) Система интегрированной защиты посевов озимой ржи от вредных организмов в Северо-Западном регионе РФ. СПб.: 34 с.
- Шпанев АМ, Смук ВВ (2019) Влияние азотных удобрений на фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы в Северо-Западном регионе РФ. *Агробиология* 1: 58–65.

Translation of Russian References

- Arkhipov MV, Danilova TA, Sinitsyna SM (2014) [The state and prospects of the grain industry in the North-Western Federal district] *Nauchnoe obespechenie razvitiya proizvodstva zerna na severo-zapade Rossii. Sbornik materialov konferentsii*. [Scientific support of grain production development in the North-West of Russia. Conference proceedings]. Sankt-Petersburg: 4–15 [In Russian]
- Belous NM, Malyavko GP, Shapovalov VF (2009) [Influence of fertilizers systems and plant protection products on the phytosanitary condition of winter rye crops] *Agrokhimicheskii vestnik* 3: 24–25 [In Russian]
- Dymchenko AM, Nazarova LN (1997) [The impact of agricultural practices on the development of rye diseases] *Zashchita i karantin rasteniy* 9: 23 [In Russian]
- Filippova NV, Nazarova LN (1991) [Influence of nitrogen fertilizer and pesticides on productivity and quality of winter rye] *Zashchita kormovykh kultur* 47: 153–158 [In Russian]
- Ivanov AI, Ivanov IA, Ivanova ZhA (2014) [Modern approaches to the design of the fertilizer system for grain crops] *Nauchnoe obespechenie razvitiya proizvodstva zerna na severo-zapade Rossii. Sbornik materialov konferentsii*. [Scientific support of grain production development in the North-West of Russia. Conference proceedings]. Sankt-Petersburg: 48–66 [In Russian]
- Klimkin AF, Melkumova EA, Ephremova IV etc. (2017) [Decrease of severity of winter rye common leaf and stalk mycoses] *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* 3: 24–30 [In Russian]
- Konova AM, Samoylov LN, Derzhavin LM (2012) [Efficiency of complex application of fertilizers and pesticides on winter rye in field crop rotation] *Agrokhimiya* 3: 13–24 [In Russian]
- Kosenok CA (1984) [Influence of fertilizers on the manifestation of barley root rot in Primorsky Krai] *Zashchita rasteniy ot vreditel'ey, bolezney i sornyakov na Dalnem Vostoke* 18: 45–46 [In Russian]
- Ladonin VF (1991) [Complex application of fertilizers, herbicides and other means of chemicalization of agriculture] *Zashchita kormovykh kultur* 47: 142–148 [In Russian]

- Malyavko GP (2008) [Dependence of a phytosanitary condition of crops on agrotechnical techniques] *Agrokhimicheskiy vestnik* 3: 31–32 [In Russian]
- Melkumova EA, Klimkin AF (2005) [Influence of basic nutrients on the development of common diseases of winter rye] *Agrotekhnicheskiy metod v zashchite rasteniy ot vrednykh organizmov. Sbornik materialov konferentsii*. [Agrotechnical method of plant protection from harmfulness organisms. Conference proceedings]. Krasnodar: 53–54 [In Russian]
- Pavlushin VA, Dolzhenko VI, Shpanev AM etc. (2015) [An integrated protection of winter wheat] *Zashchita i karantin rasteniy* 5: 38–71 [In Russian]
- Polin VD (2009) [Influence of crop rotation and fertilizers on the infestation of potato and winter rye crops] *Agro XXI* 4–6: 8–9 [In Russian]
- Rogojnikova ES, Shpanev AM, Fesenko MA (2016) [Influence of fertilizers on the damage of spring barley by diseases in the IV agro-climatic zone Leningrad region] *Vestnik zashchity rasteniy* 4(90): 56–61 [In Russian]
- Saenko AA, Makarenko AA (2005) [Influence of the main tillage methods and mineral nutrition level on the development of winter wheat leaf spots] *Agrotekhnicheskiy metod v zashchite rasteniy ot vrednykh organizmov. Sbornik materialov konferentsii*. [Agrotechnical method of plant protection from harmfulness organisms. Conference proceedings]. Krasnodar: 66–67 [In Russian]
- Semenov AY., Potlaichuk VI (1982) *Diseases of field crops*. Leningrad: 128 p. (In Russian)
- Semenov VD, Goncharov VA, Tumanova TD (1991) [Complex application of chemicals] *Khimizatsiya selskogo khozyaystva* 1: 42–44 [In Russian]
- Shpanev AM, Golubev SV (2008) Biocenosis of winter grain crops (South-East of the Central Chernozem). Sankt-Petersburg: 284 p. [In Russian]
- Shpanev AM (2016) [Impact of nitrogen fertilizers on phytosanitary condition and yield losses of spring wheat from pests in North-West region] *Agrokhimiya* 9: 62–69 [In Russian]
- Shpanev AM (2018) [Phytosanitary condition of winter rye crops at the agroecological stationary fields of the Menkovo branch of the Agrophysical research institute] *Vestnik zashchity rasteniy* 3(97): 67–72 [In Russian]
- Shpanev AM, Laptiev AB, Goncharov NR etc. (2018) The system of integrated protection of winter rye crops from pests in North-West region of the Russian Federation. Sankt-Petersburg: 34 p. [In Russian]
- Shpanev AM, Smuk VV (2019) [Effect of nitrogen fertilizers on phytosanitary condition of winter wheat crops of in the North-West region of Russia] *Agrokhimiya* 1: 58–65 [In Russian]
- Zubkov AF (1978) [Guidelines for the collection of field biotechnological information to assess the harmfulness of harmful organisms complex]. Leningrad: 18 p. [In Russian]

Plant Protection News, 2019, 3(101), p. 34–40

OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy)

[http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-3\(101\)-34-40](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-3(101)-34-40)

THE INFLUENCE OF COMPLETE MINERAL FERTILIZER BEFORE SOWING ON PHYTOSANITARY CONDITION OF WINTER RYE CROPS IN THE NORTH-WEST OF RUSSIA

A.M. Shpanev^{1,2*}, M.A. Fesenko¹

¹Agrophysical Research Institute, Saint-Petersburg, Russia

²All-Russian Institute of Plant Protection, Saint-Petersburg, Russia

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

The studies revealed significant changes in the phytosanitary condition of winter rye crops due to the use of mineral fertilizers in the North-West of the Russian Federation. The negative effect appeared as increase of the initial spreading of weeds (2.3 times in number and 2.9–3.2 times in projective coverage), increased destruction of winter rye with the liststyletype diseases, such as scald and stem rust in 1.2–1.4 times, and seed infections (*Fusarium spp.* – 1.8–2.4 times, *Epicocum purpurascens* and *Cladosporium herbarum* – 2.0–2.1 times). Positive changes in the phytosanitary conditions of winter rye crops affected by the fertilizers were associated with a decrease in plant death from snow mold in 1.3–1.4 times, a decrease of the cereal aphid population in 1.5–1.8 times and reduced grain damage with an ordinary grain scoop in 1.6–2.0 times. Therefore, the increased usage of the mineral nutrition leads mainly to the deterioration of the phytosanitary conditions of plants and seeds of winter rye, emphasizing the importance of protective treatments with herbicides and fungicides of this culture in the North-Western region of the Russian Federation.

Keywords: winter rye, mineral nutrition, phytosanitary condition, weeds, phytopathogens, protective measures

Received: 06.05.2019

Accepted: 13.09.2019

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ У ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ РОССИЙСКОЙ И КАЗАХСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ

Е.И. Гульятеева^{1,*}, Е.Л. Шайдаюк¹, А.С. Рсалиев²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

²Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности, Гвардейский, Кордайский район, Жамбылская область, Казахстан

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

Буряя ржавчина (возбудитель *Puccinia triticina* Erikss.) – вредоносное заболевание яровой мягкой пшеницы в России и Казахстане. Для повышения результативности селекционных программ создана Казахстанско-Сибирская сеть улучшения яровой пшеницы (КАСИБ), в которую вошли ведущие научные учреждения. В рамках программы КАСИБ проводятся комплексные экологические исследования перспективного селекционного материала, в том числе и по устойчивости к бурой ржавчине. Цель данной работы – идентификация генов устойчивости к бурой ржавчине у перспективного селекционного материала яровой пшеницы с использованием фитопатологического теста и молекулярных маркеров. Материалом исследований служили 47 образцов яровой мягкой пшеницы, включенных в программу исследований КАСИБ в 2019–2020 гг. Для фитопатологического анализа в фазе проростков использовали тест-клоны *P. triticina*, маркированные вирулентностью к генам *Lr9*, *Lr19*, *Lr26*, и географически отдаленные популяции (краснодарскую, дагестанскую и челябинскую) гриба. С помощью молекулярных маркеров проведена идентификация 21 *Lr*-гена. В результате фитопатологической оценки выявлено 11 образцов пшеницы с высоким уровнем проростковой устойчивости. Молекулярный анализ позволил определить идентифицируемые *Lr*-гены у 82% изученных образцов. У высокоустойчивых образцов пшеницы идентифицирован ген *Lr24*, который встречался по отдельности или в сочетании с частично эффективными генами *Lr26* и *Lr9*, а также гены *LrSp* и *Lr6Agi1*, неидентичные известным эффективным, и эффективные сочетания генов: *Lr19+Lr26*; *Lr9+Lr26* и *Lr19+Lr26+Lr41*. Гены устойчивости взрослых растений *Lr34* и *Lr37* выявлены у 8% изученных линий. У восприимчивых в фазе проростков образцов отмечена высокая представленность малоэффективных генов *Lr1*, *Lr3*, *Lr10*. Проведенный скрининг продемонстрировал высокое разнообразие изученной коллекции яровой пшеницы по *Lr*-генам, что указывает на существенный прогресс в селекции пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине в России и Казахстане.

Ключевые слова: *Triticum aestivum*, *Puccinia triticina*, устойчивость, *Lr*-гены, молекулярные маркеры

Поступила в редакцию: 27.06.2019

Принята к печати: 13.09.2019

Введение

Буряя ржавчина (возбудитель гриба *Puccinia triticina* Erikss.) – распространенное и значимое заболевание яровой мягкой пшеницы в России и Казахстане (Койшибаев и др., 2017). Использование устойчивых сортов – экологически безопасный способ защиты пшеницы от болезни. В последнее десятилетие наблюдается очевидный прогресс в селекции и создании новых сортов мягкой пшеницы, устойчивых к бурой ржавчине (Тюнин, Шрейдер, 2010; Беспалова и др., 2017). Для эффективной генетической защиты пшеницы важную роль играет разнообразие выращиваемых сортов по типам устойчивости и *Lr*-генам. Проведенный нами анализ показал существенное возрастание в районировании в России числа яровых сортов, устойчивых к бурой ржавчине в 2010–2017 гг., по сравнению с предыдущим периодом (Гульятеева, 2018). Показано, что в Государственном реестре селекционных достижений РФ доля яровых сортов с ювенильной устойчивостью, обусловленной высоко или частично эффективными олигогенами, составляет свыше 20%. Среди известных *Lr*-генов широкое распространение имеют гены *Lr19* и *Lr9*. Большинство сортов с геном *Lr19* сконцентрированы в регионах Поволжья, а с геном *Lr9* на Урале и в Западной Сибири. Наряду с известными генами у российских сортов встречаются гены, не идентичные известным

эффективным, включенным в Каталог генных символов (*Lr6Agi1*, *Lr6Agi2*, *LrSp*) (Сибикеев и др., 2017).

В целях повышения результативности селекционных программ в России и Казахстане в 1999 г. СИММИТом создана Казахстанско-Сибирская сеть улучшения яровой пшеницы (КАСИБ), координируемая Международным центром улучшения кукурузы и пшеницы СИММУТ (Мексика). В нее вошли ведущие научные учреждения России и Казахстана. Программа направлена на решение двух основных задач: 1) мультилокационные испытания сортов и линий яровой пшеницы и отбор лучших образцов для включения в гибридизацию; 2) челночная селекция яровой пшеницы между участниками сети КАСИБ и СИММУТ для выделения адаптивного материала в конкретных почвенно-климатических условиях. Каждое учреждение предоставляет по 2–3 перспективных сорта или линии, которые изучают в различных экологических пунктах в течение двух лет (Потоцкая и др., 2018). Предварительная информация о генетическом контроле образцов яровой пшеницы КАСИБ к бурой ржавчине и представленности *Lr*-генов позволяет уточнить их разнообразие, предсказать устойчивость в полевых условиях и оценить возможное влияние на изменение популяции патогена.

В современный период для идентификации *Lr*-генов используют фитопатологические и молекулярно-генетические методы. Фитопатологический тест с использованием клонов, маркированных определенной вирулентностью, позволяет исключить у исследуемого материала *Lr*-гены, эффективные лишь против части популяции *P. triticina*, а в случае редкой встречаемости клонов, вирулентных или авирулентных к исследуемым образцам, – постулировать наличие генов устойчивости (Радченко, Одинцова, 2008). С середины 90-х годов XX в. традиционные методы идентификации *Lr*-генов были дополнены молекулярными. Молекулярные маркеры значительно облегчают проведение первичного скрининга материала и позволяют

провести идентификацию *Lr*-генов как по отдельности, так и в различных сочетаниях. К настоящему времени с использованием молекулярных маркеров возможно провести идентификацию свыше 20 *Lr*-генов. Большинство из этих генов широко используются в селекции на устойчивость к бурой ржавчине. Комплексное использование фитопатологических и молекулярных подходов позволяет с высокой достоверностью охарактеризовать генетическую детерминацию устойчивости изучаемого материала.

Цель данных исследований – идентификация генов устойчивости к бурой ржавчине у нового материала яровой пшеницы КАСИБ с использованием фитопатологического теста и молекулярных маркеров.

Материалы и методы

Материалом исследований служили 47 сортов и линий яровой мягкой пшеницы, включенных в программу

исследований КАСИБ в 2019–2020 гг. Характеристика данного материала представлена в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика сортов и линий яровой мягкой пшеницы, изучаемых по программе КАСИБ

№	Сорт/Линия	Родословная	Оригинатор
КАЗАХСТАН			
1	Линия Р-1415	(Сарат. 70 / Саратовская 29)*Актюбе 39	Актюбинская сельскохозяйственная опытная станция
2	Линия Р-1417	(Саратовская 55 / Альб. 28)* Степная 50	
3	Степная 150	(Frinia × Druzina; Мех.) × Степная 2	
4	ГВК 2097/14	Омская 20 / Казахстанская 17	
5	ГВК 2140/6	НИИО × И 4236/ Велютинум // Целинная 26	
6	Лютесценс 762	–	
7	Лютесценс 799	–	
8	Таймас	Дуэт × 101/94-1	
9	Линия 67/98-13	Л 194 × Скала БР	
10	Лютесценс 111/09	Лютесценс 32 × Росинка 3	
11	Степнодар 90	Молодежная × Мироновская 808	
12	Эритроспермум 79/07	Эритроспермум 760 × Челябин 2	
13	Лютесценс 1991	Ергис 97 / BW725/MN	
14	Лютесценс 2055	Карагандская 22 / Лютесценс 251-93-4	
15	Лютесценс 2174	Акмола 2 / Лютесценс 251-93-4	
16	Линия 11/09-13-3	11/90к-32 × Павлодарская 93	
17	Линия 37/07-12-2	(Павлодарская 27 × Казахстанская 15 2В) × Памяти Азиева	
РОССИЯ			
18	Лидер 80	Индивид. отбор ШТРУ Р-29 (Германия)	Алтайский НИИ сельского хозяйства
19	Лидер 1143	Лютесценс 748 / Алтайская 50	
20	Лютесценс ТР-64	Чебаркульская / Дуэт	Курганский НИИ сельского хозяйства
21	Лютесценс ШТ-335	И.о. СПЧС 12№44	
22	KS 115/09-1	Фитон 25 / Омская 38	НПА «Кургансемена»
23	KS 161/08-2р	Салават Юлаев / Омская 38	
24	KS 111/09-2	Радуга / Салават Юлаев	
25	Линия 1616ае14	Тулайковская 110 / Безенчукская 380	Самарский НИИ сельского хозяйства
26	Линия 1617ае9	Тулайковская 110 / Тулайковская 108	
27	Линия 1643ае3	Тулайковская 110 / Безенчукская 790	
28	Линия 2026	Новосибирская 15 × Лубнинка	Сибирский НИИ растениеводства и селекции филиал ИЦиГ СО РАН
29	Линия 2149	Новосибирская 44 × Новосибирская 15	
30	Лютесценс 123-13	Barrie // JNRB.5 / Pifed/3 / Fora	Омский Государственный аграрный университет
31	Силантий	Lut30-94*2/3/ T.dicocconPI94625 / Ae.squarrosa (372) //3*Pastor	
32	Лютесценс 128-15	Lut 210.99.10 /3/ SRN / Ae.squarrosa (358)// Milan /SHA7 /4/ Челябин юбилейная	
33	Лютесценс 13-15	Lut307-97-23/3 /EMB16 / CBRD // /CBRD /4/ Алтайская 530	
34	Л417/10-5	Lut. 109/04-100 / Lut. .98/03-2	Омский аграрный научный центр
35	Л70/06-4	Lut. 639 / Lut. 529/00-10С	
36	Л14/10-14	Уралосибирская / Lut. 242/97-2-45	
37	ГАУ 21-2018	(Лют. 950, Алт.530 × Лют. 296) × Омская 24	
38	ГАУ 6-2018	Lut 196.94.6*2 /4/ T.dicoccon PI225332 / Ae.squarrosa (895) // WBLLI3/*WBLLI	

Продолжение таблицы 1

№	Сорт/Линия	Родословная	Оригинатор
39	ЛЗ96+Л400/Л2032	Л2033 / Белянка	НИИ сельского хозяйства Юго-Востока
40	Лютесценс 423-17	Л505 /3 / Срос/ Ae.suar.(205) Weaver /4/ Л505/ 5/ Л505	
41	Эритроспермум 25787	11СПЧС № 73	Челябинский НИИ сельского хозяйства
42	Челяба 80	(Кукушка № 210 × Россиянка) × Новосибирская 15	
43	Ильменская 2	Челяба 75 × (Челяба 2 × Фори 7)	
44	Силач	Лют. 210/99-10 × Эр. 23090	Оренбургский НИИ сельского хозяйства
45	Оренбургская 22	F10[F11 (Саратовская 29 × Альбидум 18)	
46	Оренбургская 23	F2м (Л-1155 × Прохоровка)	
47	Оренбургская юбил.	F7 (Альбидум 188 × Лютесценс 13)	

Размножение изолятов *P. triticina* для проведения фитопатологического теста выполнено по методике лабораторного культивирования патогена (Михайлова и др., 1998). В фитопатологическом тесте использовали три тест-клона *P. triticina*, маркированные вирулентностью к

генам *Lr9*, *Lr19*, *Lr26* и три географически отдаленные популяции (краснодарскую, дагестанскую и челябинскую). Характеристика используемого инфекционного материала по вирулентности представлена в таблице 2.

Таблица 2. Характеристика вирулентности клонов и популяций *Puccinia triticina*

Популяции и изоляты	Происхождение	Вирулентность	
		к линиям Thatcher с генами <i>Lr</i>	Авирулентность
Тест-клон1 (К1)	Челябинская обл., 2017	1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 9, 10, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30	19, 23, 24, 26, 28, 29, 44
Тест-клон2 (К2)	Тамбовская обл., 2016	1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 10, 14a, 14b, 15, 17, 18, 19, 20, 30, 44	9, 11, 16, 23, 24, 26, 28, 29
Тест-клон3 (К3)	Краснодарский край, 2017	1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 10, 11, 14a, 14b, 15, 17, 18, 20, 23, 26, 30, 44	9, 16, 19, 24, 28, 29
П_Кр	Краснодарский край, 2018	1, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 10, 11, 14a, 14b, 16, 17, 18, 23, 26, 30, 44	9, 2a, 15, 19, 20, 24, 28, 29
П_Чел	Челябинская обл., 2018	1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 9, 10, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 30	19, 23, 24, 26, 28, 29, 44
П_Даг	Дагестан	1, 2a, 2b, 2c, 3a, 3bg, 3ka, 10, 11, 14a, 14b, 15, 16, 17, 18, 20, 23, 26, 30, 44	9, 19, 24, 28, 29

Устойчивость образцов пшеницы к бурой ржавчине оценивали с использованием 10–14 дневных проростков (фаза первого листа), выращенных в сосудах с почвой. Тип реакции образцов пшеницы определяли по шкале E. V. Mains, H. S. Jackson (McIntosh et al., 1995), где: 0 – отсутствие симптомов; 0; – некрозы без пустул; 1 – очень мелкие пустулы, окруженные некрозом; 2 – пустулы среднего размера, окруженные некрозом или хлорозом; 3 – пустулы среднего размера без некроза, 4 – крупные пустулы без некроза, X – пустулы на одном и том же листе разных типов, присутствуют хлорозы и некрозы. Растения, поражение которых составляло 0–2 балла, относили к устойчивым, а 3, 4 и X – к восприимчивым. Все лабораторные эксперименты выполнены с использованием климатической камеры Versatile Environmental Test Chamber MLR-352H («SANYO Electric Co., Ltd.», Япония).

Молекулярные маркеры использовали для идентификации 21 *Lr*-гена: *Lr1* (маркер WR003) (Qiu et al., 2007), *Lr3* (Herrera-Foessel et al., 2007), *Lr9* (SCS5) (Gupta, et al.,

2005), *Lr10* (Fi.2245/Lr10-6/r2) (Chelkowski et al., 2003), *Lr19* (SCS265) (Gupta et al., 2006), *Lr20* (STS638) (Neu et al., 2002), *Lr21*(*Lr21L/R*) (<https://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr21/index.htm>), *Lr22a* (<https://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr22a/index.htm>), *Lr24* (Sr24#12, Sr24#50) (Mago et al., 2005), *Lr25* (Lr25F20/R19) (<https://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr25/index.htm>), *Lr26* (SCM9) (Weng et al., 2007), *Lr28* (SCS421) (Cherukuri et al., 2005), *Lr29* (Lr29F24) (Procunier et al., 1995), *Lr34* (csLV34) (Lagudah et al., 2006), *Lr35* (Sr39=22) (<https://maswheat.ucdavis.edu/protocols/Lr35/index.htm>), *Lr37* (Ventriup/LN2) (Helguera et al., 2003), *Lr38* (Yan et al., 2008), *Lr41* (GDM35) (Pestsova et al., 2000), *Lr47* (Helguera et al., 2000), *Lr66* (Marais et al., 2010), *Lr6Agil* (Сибикеев и др., 2017). Выделение ДНК выполнено из листьев 10-дневных проростков по методике Дорохова и Клоке (1996). Амплификацию ДНК проводили в реакционной смеси по предложенным в литературе протоколам и при необходимости модифицировали.

Результаты

В результате фитопатологической оценки 23% изученных образцов пшеницы показали высокий уровень устойчивости в фазе проростков (тип реакции 0, 1, 2). К ним относились сорта Таймас, Силантий, Лидер 80, Челябинка 80, Ильменская 2, Силач и линии Лютесценс 111/09, Лютесценс TP-64, Лютесценс ШТ-335, Линия

1616ae14, Лютесценс 128-15, Лютесценс 13-15, Л14/10-14, ЛЗ96+Л400/Л2032, Лютесценс 423-17, Эритроспермум 25787 (табл. 3). Количество устойчивых к бурой ржавчине образцов пшеницы было существенно выше в российском материале, чем в казахстанском.

Таблица 3. Характеристика образцов яровой пшеницы КАСИБ по устойчивости к бурой ржавчине и идентифицированные у них *Lr*-гены

№	Сорт/Линия	Тип реакции при инокуляции клонами и популяциями <i>P. triticina</i> (балл)*						<i>Lr</i> -гены, идентифицированные в фитопатологическом тесте	<i>Lr</i> -гены, идентифицированные с использованием молекулярных маркеров
		К1	К2	К3	П_Чел	П_Кр	П_Даг		
1	Линия Р-1415	3	3	3	3-4	3	3		<i>Lr3</i>
2	Линия Р-1417	3	3	3	3-4	3	3		
3	Степная 150	0-1;	0;	3	3-4	3	3		
4	ГВК 2097/14	3	3	3	3-4	3	3		<i>Lr3</i>
5	ГВК 2140/6	0	0	3	3-4	3	3	<i>Lr26</i>	<i>Lr1, Lr3, Lr26</i>
6	Лютесценс 762	2-3-X	3	3	3	3	3		
7	Лютесценс 799	3	3	3	3-4	3	3		<i>Lr3</i>
8	Таймас	3-	0	0	0	0	0	<i>Lr9</i>	<i>Lr3, Lr9</i>
9	Линия 67/98-13	3	3	3	3-4	3	3		<i>Lr3, Lr10</i>
10	Лютесценс 111/09	0;	0	0;	0;	0;	0;		<i>Lr24</i>
11	Степнодар 90	3	3-4	3	3-4	3	3		<i>Lr3, Lr34</i>
12	Эритроспермум 79/07	3	3-4	3	3-4	3	3		<i>Lr37</i>
13	Лютесценс 1991	3	3-4	3	3-4	3	3		<i>Lr3</i>
14	Лютесценс 2055	3	3-4	3	3-4	3	3		<i>Lr10</i>
15	Лютесценс 2174	3	3-4	3	3-4	3	3		<i>Lr3</i>
16	Линия 11/09-13-3	3	3	3	3-4	3	3		
17	Линия 37/07-12-2	3	3	0;	3-4	3	3		<i>Lr3, Lr10</i>
18	Лидер 80	0;	0;	0	0;	0;	0		<i>Lr24</i>
19	Лидер 1143	3	3-4	3	3-4	3-4	3		<i>Lr1</i>
20	Лютесценс ТР-64**	0;-1	0	0-2/3	0	3/0	0		<i>Lr9***</i>
21	Лютесценс ШТ-335	0;	0-1;	0	0;	0;	0		<i>Lr24, Lr26</i>
22	KS 115/09-1	0	0	3	3	3	рп	<i>Lr26</i>	<i>Lr1, Lr3, Lr10, Lr26</i>
23	KS 161/08-2р	0	0	3	3	3	рп	<i>Lr26</i>	<i>Lr3, Lr26, Lr34</i>
24	KS 111/09-2	0	0	3	рп	3	3	<i>Lr26</i>	<i>Lr1, Lr3, Lr26</i>
25	Линия 1616ae14	0	0	0	0	0	0		<i>Lr19, Lr26</i>
26	Линия 1617ae9**	0	3/0	0	0	0	0		<i>Lr19***</i>
27	Линия 1643ae3**	3-4	3/0	0	3	рп	0		<i>Lr3 Lr19***</i>
28	Линия 2026	3-4	0	0	3	0	0	<i>Lr9</i>	<i>Lr1, Lr3, Lr9, Lr10</i>
29	Линия 2149	3	3	3	3	3	рп		<i>Lr3, Lr10</i>
30	Лютесценс 123-13	3	3	3	3	3	рп		<i>Lr1</i>
31	Силантій	0	0	0	0-1;	0-1;	0		<i>Lr21</i>
32	Лютесценс 128-15	0	0	0	0	0	0		<i>Lr20</i>
33	Лютесценс 13-15	0;	0	0	0;	0;	0		<i>Lr9, Lr24, 1AL.1RS</i>
34	Л417/10-5	0	0	3	3-4	3-4	рп	<i>Lr26</i>	<i>Lr3, Lr26</i>
35	Л170/06-4	0	0	3	3-4	3-4	Рп	<i>Lr26</i>	<i>Lr1, Lr3, Lr10, Lr26</i>
36	Л14/10-14	0	0	0	0	0	0		<i>Lr3, Lr19, Lr26</i>
37	ГАУ 21-2018	3,0	0	3	3	3	рп	<i>Lr26</i>	<i>Lr10, Lr26, Lr34</i>
38	ГАУ 6-2018	3-4	3	3	3-4	3	3		<i>Lr1, Lr3</i>
39	Л396+Л400/Л2032	0;	0	0	0	0	0		<i>Lr3, Lr6Agi</i>
40	Лютесценс 423-17	0	0	0	0	0	0		<i>Lr3, Lr19, Lr26, Lr41</i>
41	Эритроспермум 25787	0	0	0	0	0	0		<i>Lr19, Lr26, Lr34**</i>
42	Челяба 80	0	0	0	0	0	0		<i>Lr1, Lr3, Lr10, LrSp</i>
43	Ильменская 2	0	0	0	0	0	0		<i>Lr1, Lr3, Lr10, LrSp</i>
44	Оренбургская 22	1-2	1-2;X	3	1-2	3	2-3X		
45	Оренбургская 23**	0;/3	3	0/3	0	3	рп		<i>Lr1, Lr3</i>
46	Оренбургская юбил.	0-1;	1-2;	3	2+	2,X	рп		<i>Lr3</i>
47	Силач	0	0	0	0	0	0		<i>Lr10, Lr9, Lr26</i>

* – расшифровка обозначений клонов и популяций представлена в таблице 2.

** – расщепление образца пшеницы по устойчивости к *P. triticina* в фитопатологическом тесте (0/3 – растения с типом реакции 0 и с типом реакции 3).

*** – гетерогенность образца в молекулярном анализе.

рп – редкие пустулы.

С использованием молекулярных маркеров у устойчивых к бурой ржавчине линий Лютесценс 111/09, Лидер 80, Лютесценс ШТ-335, Лютесценс 13-15 идентифицирован ген *Lr24*. У линии Лютесценс ШТ-335 наряду с геном *Lr24* выявлен *Lr26*, а у линии Лютесценс 13-15 – ген *Lr9* и пшенично-ржаная транслокация 1AL/1RS. У сортов Челябин 80 и Ильменская 2 определено наличие гена *LrSp*, переданного от *Aegilops speltoides* Tausch. и неидентичного известным эффективным *Lr*-генам, а у линии Л396+Л400/Л2032 – ген *Lr6Agi* от *Agropyron intermedium* Host. (табл. 3). У линий 1616ae14, Л14/10-14, Эритроспермум 25787 идентифицирована эффективная комбинация частично эффективных генов *Lr19+Lr26*, у сорта Силач – *Lr9+Lr26*, а у линии Лютесценс 423-17 – *Lr19+Lr26+Lr41*. У высокоустойчивого к бурой ржавчине сорта Силантий определен один частично эффективный ген *Lr21*, а у линии Лютесценс 128-15 – малоэффективный ген *Lr20*. Однако высокий уровень проростковой устойчивости этих линий указывает на наличие у них дополнительных *Lr*-генов.

Линии ГВК 2140/6, KS 115/09-1, KS 161/08-2p, KS 111/09-2, Л417/10-5, Л70/06-4, ГАУ 21-2018 были устойчивы к тест-клонам К1 и К2, которые характеризуются авирулентностью к *Lr26*, и восприимчивы к клону К3, челябинской, краснодарской и дербентской популяциям, вирулентным к *Lr26*. Согласно фитопатологическому тесту у них можно предположить наличие этих генов. С использованием молекулярных маркеров подтверждено это предположение. Наряду с геном *Lr26* у многих из этих образцов пшеницы определены малоэффективные гены *Lr1*, *Lr3*, *Lr10* и *Lr34* (табл. 2). Линия 2026 и сорт Таймас были восприимчивы к клону К1 и челябинской популяции, характеризующимися вирулентностью к образцам с геном *Lr9*, и устойчивы к другим используемым клонам и популяциям. Молекулярный анализ подтвердил наличие *Lr9* у

обоих этих образцов и трех малоэффективных генов (*Lr1*, *Lr3*, *Lr10*) у линии 2026.

Ген устойчивости взрослых растений *Lr37* (adult plant resistance gene) выявлен у линии Эритроспермум 79/07, а ген *Lr34* – у линий KS 161/08-2p, ГАУ 21-2018 и Степнодар 90. Все эти образцы характеризовались восприимчивостью в фазе проростков. У других восприимчивых образцов пшеницы определена широкая представленность малоэффективных генов, которые выявлены по отдельности или в разных сочетаниях: *Lr1* – Лидер 1143, Лютесценс 123-13; *Lr3* – Линия Р-1415, ГВК 2097/14, Лютесценс 799, Лютесценс 1991, Лютесценс 2174, Оренбургская юбилейная; *Lr1+Lr3* – ГАУ 6-2018; Линия 37/07-12-2, Линия 2149, *Lr3+Lr34* – Степнодар 90. У линий 1643ae3, Лютесценс ТР-64 и сорта Оренбургская 23 в фитопатологическом тесте и молекулярном анализе отмечена высокая гетерогенность (расщепление).

У 13% изученных образцов пшеницы маркеры тестируемых *Lr*-генов (Р-1417, Лютесценс 762, л11/09-13-3, Лютесценс ТП64, Оренбургская 22, Степная 150) не выявлены. Все эти образцы пшеницы были восприимчивы к используемым клонам и популяциям *P. triticina* в фитопатологическом анализе, что указывает на отсутствие у них эффективных *Lr*-генов.

В результате молекулярного анализа маркеры идентифицируемых *Lr*-генов по отдельности и в разных сочетаниях выявлены у 82% изученных образцов пшеницы (рис. 1). Эффективные *Lr*-гены и комбинации частично эффективных генов идентифицированы у 30% образцов пшеницы. Гены возрастной устойчивости определены у 8% образцов. Малоэффективные гены по отдельности или в разных сочетаниях отмечены у 41% изученных образцов.

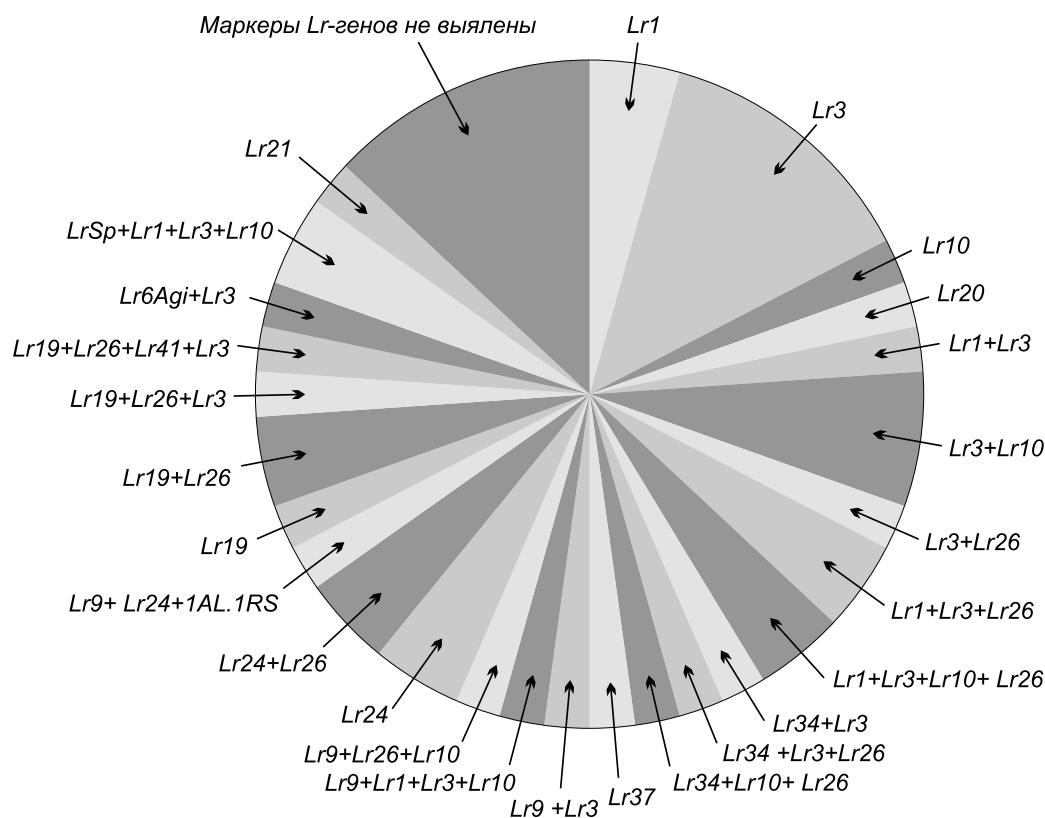


Рисунок 1. Разнообразие изученной коллекции яровой пшеницы по *Lr*-генам (% образцов)

Обсуждение

В результате проведенных исследований охарактеризована проростковая устойчивость к бурой ржавчине у перспективных образцов яровой мягкой пшеницы и разнообразие их по *Lr*-генам. Выделены высокоустойчивые образцы, защищенные эффективными *Lr*-генами (*Lr24*, *LrSp*, *Lr6Agi1*) и сочетаниями частично эффективных *Lr*-генов (*Lr9+Lr26*; *Lr19+Lr26*; *Lr19+Lr26+Lr41*).

Ген *Lr24* передан мягкой пшеницы от *Agropyron elongatum* (Host). Beauv. и широко распространен в североамериканских и австралийских сортах пшеницы (McIntosh et al., 1995). В Государственный реестр селекционных достижений РФ включено два зарубежных сорта с этим геном: Канюк (Франция) и КВС Аквилон (Германия) (Гультяева, 2018). В Казахстане для производственного выращивания рекомендован сорт Айна с геном *Lr24*, оригинатором которого является Карабалыкская сельскохозяйственная опытная станция.

Мировой опыт возделывания сортов с геном *Lr24* демонстрирует разную длительность сохранения устойчивости. Быстрое преодоление гена *Lr24* отмечено в США: вирулентные изоляты появились через 5 лет после выращивания сортов с этим геном. В Австралии ген *Lr24* оставался эффективным в течение 20 лет (с 1980 по 2000 гг.) (Park et al., 2002). В большинстве регионов России и Казахстана ген *Lr24* сохраняет свою эффективность (Гультяева, 2018). Г. В. Волкова с соавторами (2011) сообщают о появлении вирулентных к *Lr24* изолятов на Северном Кавказе, а Л.В. Мешкова с соавторами (2018) – в Западной Сибири, что указывает на возможное поражение сортов, защищенным только одним геном *Lr24*, в этих регионах.

Для продления «полезной жизни» сортов рекомендуется пирамидирование гена *Lr24* с другими эффективными и частично эффективными *Lr*-генами. В данной работе такие «пирамиды» генов идентифицированы у линий Лютеценс ШТ-335 (*Lr24+Lr26*) и Лютеценс 13-15 (*Lr24+Lr9+* транслокация 1AL.1RS от *Secale cereale* L.). Транслокация 1AL.1RS, выявленная у линии Лютеценс 13-15, несет комплекс неидентифицированных генов устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине (Weng et al., 2007). Она широко представлена в североамериканских сортах пшеницы по отдельности и в сочетании с геном *Lr24* (McIntosh et al., 1995; Weng et al. 2007). В Государственном реестре селекционных достижений РФ есть три озимых сорта с этой транслокацией: Богданка (+*Lr34*), Княгиня Ольга (+*Lr1*, *Lr34*) и Кохана (+*Lr1*, *Lr34*) и один яровой: Канюк (+*Lr24*, *Lr20*) (Гультяева, 2018); все они характеризуются высоким уровнем устойчивости к бурой ржавчине в полевых условиях.

Гены *Lr9* и *Lr19*, идентифицированные у 16% изучаемых сортов, относятся к группе широко распространенных в российских сортах (Гультяева, 2018). Ген *Lr9* передан мягкой пшенице от *Aegilops umbellulata* Zhuk., а ген *Lr19* – от *Ag elongatum* (McIntosh et al., 1995). По отдельности эти гены утратили свою эффективность в регионах, где массово выращиваются сорта их носители (*Lr9* – Западная Сибирь, Урал; *Lr19* – Поволжье, Урал, ЦЧР) (Сибикеев, Крупнов, 2007; Мешкова и др., 2008). Для продления «срока полезной жизни» генов *Lr9* и *Lr19* эффективно пирамидирование их с эффективными и частично эффективными *Lr*-генами (Тюнин и др., 2017). Это обусловлено

отсутствием изолятов с определенными сочетаниями аллелей вирулентности/авирулентности, т.е. так называемыми «запретными комбинациями». Таким примером является сочетание генов *Lr19* (или *Lr9*) с малоэффективным геном *Lr26* или геном устойчивости взрослых растений *Lr37* (Сибикеев, Крупнов, 2007; Тюнин и др., 2017). В ежегодном анализе вирулентности, проводимом ВИЗР, клоны, одновременно вирулентные к *Lr9* и *Lr26*, или *Lr19* и *Lr26*, не выявлены. При этом такой эффект не отмечен при сочетании генов *Lr9* и *Lr19* с малоэффективными генами *Lr1*, *Lr3* и *Lr10*, широко представленными у изученных линий пшеницы. Большинство российских и казахстанских изолятов *P. triticina*, вирулентных к линиям с генами *Lr9* или *Lr19*, также вирулентны к *Lr1*, *Lr3* и *Lr10* (Тюнин и др., 2017; Гультяева 2018).

Ген *Lr6Agi1*, переданный от *Ag. intermedium*, и ген *LrSp* от *Ae. speltoides*, идентифицированные у изучаемых линий пшеницы, относятся к группе высокоэффективных в России и Казахстане. Они отличаются от известных эффективных, переданных мягкой пшеницы от этих видов и включенных в Каталог генных символов (McIntosh et al., 1995). Носителями гена *Lr6Agi1* являются сорта Белянка, Фаворит, Воевода, Лебедушка. Они созданы в НИИСХ Юго-Востока и рекомендованы для выращивания в Нижнем Поволжье (Сибикеев и др., 2017). Линия Л396+Л400/Л2032 у которой выявлен маркер гена *Lr6Agi1*, создана на основе сорта Фаворит, что подтверждает наличие у нее этого гена. Носителем гена *LrSp* является сорт Челябин 75, созданный в Челябинском НИИСХ. Он рекомендуется для выращивания в Уральском регионе (<https://reestr.gossort.com>). Донором гена *LrSp* является линия «кукушка», созданная с участием *Ae. speltoides*, и несущая гены устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине, сцепленные с гаметоцидным геном. Сорта Челябин 80 и Ильменская 2, у которых в данных исследованиях выявлен ген *LrSp*, созданы с участием сорта Челябин 75, что подтверждает результаты молекулярного тестирования.

Гены *Lr41* (= *Lr39*) и *Lr21*, выявленные у линии Лютеценс 423-17 и сорта Силантий, переданы мягкой пшеницы от *Aegilops taushii*. Эти гены – новые для российских и казахстанских сортов пшеницы. Источником их у изученных линий являются синтетические амфидиплоиды (табл. 1), полученные в СИММИТ и широко вовлекаемые в селекционные программы учреждениями КАСИБ (Shamanin et al., 2019). В России и Казахстане ген *Lr41* относится к группе высокоэффективных, а *Lr21* – к частично эффективному (Гультяева, 2018).

Гены *Lr37* и *Lr34*, выявленные у восприимчивых в фазе проростков линий яровой пшеницы, относятся к группе генов устойчивости взрослых растений. Их действие проявляется на более поздних этапах онтогенеза пшеницы. Ген *Lr37* передан в мягкую пшеницу от *Aegilops ventricosum*. До недавнего времени ген *Lr37* относился к группе высокоэффективных во многих странах (McIntosh et al., 1995). Однако широкое возделывание сортов с геном *Lr37* в Западной Европе привело к утрате его эффективности (Serfling et al., 2011). В России эффективность гена *Lr37* варьирует по регионам от высокой до умеренной (Гультяева, 2018; Сочалова, Лихенко, 2016). Ген *Lr34* относится к группе генов, обеспечивающих устойчивость

как качественного, так и количественного проявления (т.е. частичную устойчивость или, иначе, устойчивость по типу медленного развития – slow rusting) (McIntosh et al., 1995). Данный тип устойчивости характеризуется более длительным латентным периодом, уменьшением числа пустул на единицу поверхности листа, их размера и количества спор в пустуле. К этой немногочисленной группе относятся также гены *Lr46* и *Lr67*. Устойчивость гена *Lr34* в России утеряна. В селекционных программах СИММИТ и других стран ген *Lr34* используется в комбинации с 3–4 генами возрастной и ювенильной устойчивости, аддитивный эффект которых обеспечивает основу длительной

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан в рамках программно-целевого финансирования на 2018–2020 гг. (ИРН BR0649329) и проекта РФФИ №19-016-00052а.

Библиографический список (References)

- Беспалова ЛА, Романенко АА, Колесников ФА, Кудряшов ИН и др (2017) Сорты пшеницы и тритикале. Краснодар: КНИИСХ. 168 с.
- Волкова ГВ, Анпилогова ЛК, Полушин ПА, Ваганова ОФ и др (2011) Характеристика популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы по вирулентности в пяти агроклиматических зонах Северного Кавказа. *Доклады Российской Академии Сельскохозяйственных Наук* 4:31–33
- Гультяева ЕИ (2018) Генетическая структура популяций *Puccinia triticina* в России и её изменчивость под влиянием растения-хозяина. Дисс. ... д.б.н. СПб: 312 с
- Дорохов ДБ, Клоке Э (1997) Быстрая и экономичная технология RAPD анализа растительных геномов. *Генетика* 33(4):443–450
- Койшыбаев М, Канафин БК, Федоренко ЕН, Гоц АЮ и др (2017) Источники устойчивости яровой мягкой пшеницы к видам ржавчины и септориоза в Северном Казахстане. *Международный научно-исследовательский журнал* 12(66):117–122. <http://www.doi.org/10.23670/IRJ.2017.66.098>
- Мешкова ЛВ, Россеева ЛП, Шрейдер ЕР, Сидоров АВ (2008) Вирулентность патотипов возбудителя бурой ржавчины пшеницы к ТН LR 9 в регионах Сибири и Урала. Вторая Всероссийская конференция «Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам». 70–73
- Мешкова ЛВ, Россеева ЛП, Зверовская ТС, Сабаева ОБ и др (2018) Вирулентность природной популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы в Омской области. *Успехи современного естествознания* 11(2):279–283
- Михайлова ЛА, Гультяева ЕИ, Мироненко НВ (1998) Методы исследований структуры популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы. Сборник методических рекомендаций по защите растений. СПб: ВИЗР. 105–126
- Потоцкая ИВ, Шаманин ВП, Моргунов АИ (2018) Оценка урожайности сортов яровой мягкой пшеницы сети КА-СИБ в различных экологических пунктах России и Казахстана. *Успехи современного естествознания* 4:86–91
- Радченко ЕЕ, Одинцова ИГ (2008) Идентификация генов устойчивости зерновых культур к вредным организмам. В метод. пособии: Радченко ЕЕ и др (ред) Изучение генетических ресурсов зерновых культур по устойчивости к вредным организмам. Российская академия сельскохозяйственных наук, Государственный научный центр Российской Федерации Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова. М.: 306–331
- Сибикеев СН, Крупнов ВА (2007) Эволюция листовой ржавчины и защита от нее в Поволжье. *Вестник Саратовского госуниверситета им. Вавилова* Спецвыпуск. 92–94
- Сибикеев СН, Бадаева ЕД, Гультяева ЕИ, Дружин АЕ и др (2017) Сравнительный анализ 6Agi1 и 6Agi2 хромосом *Agropyron intermedium* (Host) Beauv у сортов и линий мягкой пшеницы с пшенично – пырейными замещениями. *Генетика* 53(3):298–309. <http://www.doi.org/10.7868/S0016675817030110>
- Сочалова ЛП, Лихенко ИЕ (2016) Оценка устойчивости к бурой ржавчине изогенных по генам Lr-линий и сортов пшеницы в условиях Новосибирской области. *Достижения науки и техники АПК* 30(3):46–50
- Тюнин ВА, Шрейдер ЕР (2010) Особенности технологии селекции мягкой пшеницы на устойчивость к углеводно-белковому истощению семян и другим стрессам в условиях Южного Урала. Челябинск. 120 с.
- Тюнин ВА, Шрейдер ЕР, Гультяева ЕИ, Шайдаюк ЕЛ (2017) Характеристика вирулентности популяций *Puccinia triticina* и перспективы использования генов *Lr24*, *Lr25*, *LrSp* в селекции яровой мягкой пшеницы на Южном Урале. *Вавиловский журнал генетики и селекции* 21(5):523–529. <http://www.doi.org/10.18699/VJ17.269>
- Chelkowski J, Golka L, Stepień L (2003) Application of STS markers for leaf rust resistance genes in near-isogenic lines of spring wheat cv. Thatcher. *J Appl Genet* 44:323–338
- Cherukuri DP, Gupta SK, Charpe A, Koul S, Prabhu KV, Singh RB, Haq Q (2005) Molecular mapping of *Aegilops speltoides* derived leaf rust resistance gene *Lr28* in wheat. *Euphytica* 143(1-2):19–26. <http://www.doi.org/10.1007/s10681-005-1680-6>
- Gupta SK, Charpe A, Koul S, Prabhu KV et al (2005) Development and validation of molecular markers linked to an *Aegilops umbellulata*-derived leaf rust resistance gene, *Lr9*, for marker-assisted selection in bread wheat. *Genome* 48(5):823–830. <http://www.doi.org/10.1139/G05-051>
- Gupta SK, Charpe A, Prabhu KW, Haque OMR (2006) Identification and validation of molecular markers linked to the leaf rust resistance gene *Lr19* in wheat. *Theor Appl Genet* 113(6):1027–1036. <http://www.doi.org/10.1007/s00122-006-0362-7>

- Helguera M, Khan IA, Dubcovsky J (2000) Development of PCR markers for wheat leaf rust resistance gene *Lr47*. *Theor Appl Genet* 101(7):625–631. <http://www.doi.org/10.1007/s001220051397>
- Helguera M, Khan IA, Kolmer J, Lijavetzky D et al (2003) PCR assays for the *Lr37-Yr17-Sr38* cluster of rust resistance genes and their use to develop isogenic hard red spring wheat lines. *Crop Sci* 43(5):1839–1847. <http://www.doi.org/10.2135/cropsci2003.1839>
- Herrera-Foessel SA, Singh RP, Huerta-Espino J, William M et al (2007) Identification and mapping of *Lr3* and a linked leaf rust resistance gene in durum wheat. *Crop Sci* 47(4):1459–1466. <http://www.doi.org/10.2135/cropsci2006.10.0663>
- Lagudah ES, McFadden H, Singh RP, Huerta-Espino J et al (2006) Molecular genetic characterization of the *Lr34/Yr18* slow rusting resistance gene region in wheat. *Theor Appl Genet* 114(1):21–30. <http://www.doi.org/10.1007/s00122-006-0406-z>
- Mago R, Bariana HS, Dundas IS (2005) Development of PCR markers for the selection of wheat stem rust resistance genes *Sr24* and *Sr26* in diverse wheat germplasm. *Theor Appl Genet* 111(3):496–504. <http://www.doi.org/10.1007/s00122-005-2039-z>
- McIntosh RA, Wellings CR, Park RF (1995) Wheat rusts. An atlas of resistance genes. CSIRO Australia, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, the Netherlands.
- Marais GF, Bekker TA, Eksteen B, McCallum T et al (2010) Attempts to remove gametocidal genes co-transferred to common wheat with rust resistance from *Aegilops speltoides*. *Euphytica* 171(1):71–85. <http://www.doi.org/10.1007/s10681-009-9996-2>
- Neu C, Stein N, Keller B (2002) Genetic mapping of the *Lr20-Pm1* resistance locus reveals suppressed recombination on chromosome arm 7AL in hexaploid wheat. *Genome* 45(4):737–744. <http://www.doi.org/10.1139/g02-040>
- Park RF, McIntosh RA (1994) Adult plant resistances to *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* in wheat. *N Z J Crop Hort Sci* 22(2):151–158. <http://www.doi.org/10.1080/01140671.1994.9513819>
- Park RF, Bariana HS, Wellings CR, Wallwork H (2002) Detection and occurrence of a new pathotype of *Puccinia triticina* with virulence for *Lr24* in Australia. *Aust J Agric Res* 53(9):1069–1076. <http://www.doi.org/10.1071/AR02018>
- Pestsova E, Ganal MW, Röder MS (2000) Isolation and mapping of microsatellite markers specific for the D genome of bread wheat. *Genome* 43(4):689–697. <http://www.doi.org/10.1139/g00-042>
- Procunier JD, Townley-Smith TF, Fox S, Prashar S et al (1995) PCR-based RAPD/DGGE markers linked to leaf rust resistance genes *Lr29* and *Lr25* in wheat (*Triticum aestivum* L.). *J Genet* 49:87–92
- Qiu JW, Schürch AC, Yahiaoui N, Dong LL et al (2007) Physical mapping and identification of a candidate for the leaf rust resistance gene *Lr1* of wheat. *Theor Appl Genet* 115(2):159–168. <http://www.doi.org/10.1007/s00122-007-0551-z>
- Samborski DJ, Dyck PL (1982) Enhancement of resistance to *Puccinia recondita* by interactions of resistance genes in wheat. *Can J Plant Pathol* 4(2):152–156. <http://www.doi.org/10.1080/07060668209501317>
- Schnurbusch T, Bossolini E, Messmer B, Keller B (2004) Tagging and validation of a major quantitative trait locus for leaf rust resistance and leaf tip necrosis in winter wheat cultivar Forno. *Phytopathology* 94(10):1036–1041. <http://www.doi.org/10.1094/PHTO.2004.94.10.1036>
- Serfling A, Kramer I, Lind V, Schliephake E et al (2011) Diagnostic value of molecular markers for *Lr* genes and characterization of leaf rust resistance of German winter wheat cultivars with regard to the stability of vertical resistance. *Eur J Plant Pathol* 130(4):559–575. <http://www.doi.org/10.1007/s10658-011-9778-2>
- Shamanin V, Shepelev S, Pozherukova V, Gulyaeva E et al (2019) Primary hexaploid synthetics: Novel sources of wheat disease resistance. *Crop Protection* 121:7–10. <http://www.doi.org/10.1016/j.cropro.2019.03.003>
- Yan HF, Yang WX, Chu D, Liu DQ (2008) A new marker tagged to the leaf rust resistance gene *Lr38*. *Sci Agric Sinica* 40(11):3604–3609
- Weng Y, Azhaguvel P, Devkota RN, Rudd JC (2007) PCR based markers for detection of different sources of 1AL.1RS and 1BL.1RS wheat-rye translocations in wheat background. *Plant Breed* 126(5):482–486. <http://www.doi.org/10.1111/j.1439-0523.2007.01331.x>

Translation of Russian References

- Bespalova LA, Romanenko AA, Kolesnikov FA et al (2017) [Varieties of wheat and triticale] Krasnodar: KNIISKH. 168 p. (In Russian)
- Gulyaeva EI (2018) Geneticheskaya struktura populyatsiy *Puccinia triticina* v Rossii i ee izmenchivost pod vliyaniem rasteniya-hozyaina [Genetic structure of *Puccinia triticina* populations in Russia and its variability, influenced by the host plant]. *Diss. Dr. Biol.* St. Petersburg. 312 p. (In Russian)
- Dorokhov DB, Kloke E (1997) [Rapid and economical technology of RAPD analysis of plant genomes]. *Mol Genet* 3(4):443–450 (In Russian)
- Koishybaev M, Kanafin BK, Fedorenko EN, Gots AYu et al (2017) [Stability sources of spring soft wheat to types of rust and Septoria in North Kazakhstan]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* 12(66):117–122 (In Russian)
- Meshkova LV, Roseeva LP, Shreider ER, Sidorov AV (2008) [Virulence of pathotypes of wheat brown rust pathogen to TH LR 9 in the regions of Siberia and the Urals]. Vtoraya Vserossiyskaya konferenciya «Sovremennyye problemy immuniteta rasteniy k vrednym organizmam». 70–73 (In Russian)
- Meshkova LV, Roseeva LP, Zverovskaya TS, Sabaeva OV et al (2018) [Virulence of natural population of pathogen brown rust wheat in the Omsk region]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* 11(2):279–283 (In Russian)
- Mikhailova LA, Gulyaeva EI, Mironenko NV (1998) [Methods for studying the structure of populations of the leaf rust causative agent] Sbornik metodicheskikh rekomendatsiy po zashchite rasteniy [Collection of guidelines for plant protection]. St. Petersburg: VIZR. 105–126 (In Russian)
- Pototskaya IV, Shamanin VP, Morgunov AI (2018) [Yield evaluation of spring bread wheat varieties of network KASIB in different environmental locations of Russia and Kazakhstan]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* 4:86–91 (In Russian)

- Radchenko EE, Odintsova IG (2008) Identification of genes of resistance to harmful organisms in crops [Methodical guides]. In: Radchenko EE et al (eds) *Izuchenie geneticheskikh resursov zernovykh kultur po ustoychivosti k vrednym organizmam* [Study of the genetic resources of grain crops for pest resistance]. Moscow: Rossiyskaya akademiya selskokhozyaystvennykh nauk, Gosudarstvennyy nauchnyy centr Rossiyskoy Federacii Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut rasteniyevodstva im. N. I. Vavilova. 306–331 (In Russian)
- Sibikeev SN, Krupnov VA (2007) [Evolution of leaf rust and protection from it in the Volga region] *Vestnik Saratovskogo gosuniversiteta im. Vavilova* Special edition. 92–94 (In Russian)
- Sibikeev SN, Badaeva ED, Gulyaeva EI, Druzhin AE (2017) [Comparative analysis of Agropyron intermedium (Host) Beauv 6Agi and 6Agi2 chromosomes in bread wheat cultivars and lines with wheat–wheatgrass substitutions] *Genetika* 53(3):314–324 (In Russian)
- Sochalova LP, Lihenko IE (2016) [Evaluation of resistance to brown rust of Lr-lines and varieties of wheat, isogenic in Plant Protection News, 2019, 3(101), p. 41–49
- genes, under conditions of Novosibirsk region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* 30(3):46–50 (In Russian)
- Tyunin VA, Shreider ER (2010) Osobennosti tekhnologii selektsii myagkoy pshenitsy na ustoychivost k uglevodno–belkovomu istoshcheniyu semyan i drugim stressam v usloviyakh Yuzhnogo Urala [Features of the technology of soft wheat selection for resistance to carbohydrate-protein depletion of seeds and other stresses in the conditions of the Southern Urals]. Chelyabinsk. 120 p. (In Russian)
- Tyunin VA, Shreider ER, Gulyaeva EI, Shaydayuk EL (2017) [Characteristics of virulence of Puccinia triticina populations and the potential of the Lr24, Lr25, LrSp genes for spring common wheat breeding in the Southern Ural] *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii* 21(5):523–529 (In Russian)
- Volkova GV, Anpilogova LK, Polushin PA, Vaganova OF et al (2011) [Characteristics of leaf rust pathogen in wheat population by virulence in five agroclimatic zones of North Caucasus]. *Doklady Rossiyskoy Akademii Selskokhozyaystvennykh Nauk* 4:31–33 (In Russian)

OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy)

[http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-3\(101\)-41-49](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-3(101)-41-49)

Full-text article

IDENTIFICATION OF LEAF RUST RESISTANCE GENES IN SPRING SOFT WHEAT SAMPLES DEVELOPED IN RUSSIA AND KAZAKHSTAN

E.I. Gulyaeva^{1*}, E.L. Shaydayuk¹, A.S. Rsaliyev²

¹All-Russian Institute of Plant Protection, Saint Petersburg, Pushkin, Russia

²The Research Institute for Biological Safety Problems, Gvardeiskiy, Kordaiskiy Rayon, Zhambylskaya Oblast, Kazakhstan

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

Leaf rust caused by *Puccinia triticina* Erikss. is a harmful disease of spring soft wheat in Russia and Kazakhstan. For higher effectiveness of selection programs, Kazakhstan–Siberian Network for Wheat Improvement (KASIB) including the leading institutions of Kazakhstan and Siberia was established. Integrated ecological studies of selection material including those on leaf rust resistance are conducted under the KASIB programs. The work goal is to identify leaf rust resistance genes using the plant pathology and molecular approaches. Forty seven samples of spring soft wheat are included in KASIB program for 2019–2020. Virulence-labeled clones and geographically distant populations of *P. triticina* were used for plant pathology testing in seedling phase, and 11 wheat samples with high level of rust resistance at seedling phase were found. Identification of target 21 *Lr*-genes has been performed using molecular markers with positive result in 82% of the studied samples. Wheat samples highly resistant in the seedling phase demonstrated *Lr24*-gene alone or in combination with partially effective genes *Lr26* and *Lr9*, as well as genes *LrSp* and *Lr6Agi1*, not identical to the known effective genes; as well as effective combinations of genes: *Lr19+Lr26*; *Lr9+Lr26* and *Lr19+Lr26+Lr41*. The resistance genes *Lr34* and *Lr37* of adult plants have been detected in 8% of the lines. In samples susceptible at seedling phase, low efficacy genes *Lr1*, *Lr3*, *Lr10* are frequent. The screening has demonstrated high *Lr*-genes diversity of the spring wheat collection and considerable progress in wheat selection for the leaf rust resistance in Russia and Kazakhstan.

Key words: *Triticum aestivum*, *Puccinia triticina*, resistance, *Lr*-genes, molecular markers

Received: 27.06.2019

Accepted: 13.09.2019

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРЕХ ВИДОВ ТЛЕЙ ПРИ РАЗВЕДЕНИИ ХИЩНОГО КЛОПА ПОДИЗУСА

Е.Г. Козлова¹, А.Э.С. Касем², А.И. Анисимов^{2*}

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

¹Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский аграрный университет, Санкт-Петербург

Одним из перспективных для использования в биологической защите растений энтомофагов является хищный клоп *Podisus maculiventris* (Say.), завезенный с Северо-Американского континента для борьбы с колорадским жуком. Для его разведения чаще всего используются гусеницы большой вошинной моли, способ разведения которой является достаточно дорогостоящим и не всегда надежным. С целью разработки технологий разведения подизуса на видах насекомых, способы и методы разведения которых в лабораторных условиях более экономически выгодны, провели сравнительное испытание 3-х видов тлей (злаковой – *Schizaphis graminum* Rond., виковой – *Megoura viciae* Buck. и персиковой – *Myzus persicae* Suls.) в качестве корма для нимф подизуса на ранних стадиях их развития. Сравнение проводили по выживаемости и продолжительности развития нимф, весу окрылившихся клопов, которых выкармливали тлями до 3-его или 4-го возраста, а также продолжительности преовипозиционного периода, плодовитости и продолжительности жизни имаго, объему и количеству яйцекладок, жизнеспособности яиц. Результаты показали, что в большинстве случаев показатели развития и репродуктивного потенциала подизуса ухудшаются. Тем не менее, удалось найти вариант использования тлей в технологии его разведения – кормление нимф хищного клопа злаковой тлей до 3-его возраста включительно. При таком использовании тлей выживаемость нимф снижается на 20.6%, а продолжительности развития увеличивается на 20–25% (их можно улучшить путем адаптации подизуса к «тлевой» диете селекционно-генетическим методом). Остальные важные для массового разведения хищника показатели развития и репродуктивного потенциала существенно не меняются. Небольшое снижение жизнеспособности яиц практического значения не имеет, т.к. основные затраты при массовом разведении подизуса приходятся на выкармливание нимф и кормление взрослых клопов. Несомненно, положительным фактом является снижение интервала времени от момента появления имаго подизуса до начала откладки яиц.

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

Поступила в редакцию: 06.04.2019

Принята к печати: 13.09.2019

Введение

В современных условиях биологический метод становится одним из обязательных элементов защиты растений, выращиваемых в защищенном грунте (Белякова, 2013), и все шире начинает использоваться в открытом грунте (Агасьева и др., 2013).

Одним из перспективных для использования в биологической защите растений энтомофагов является хищный клоп подизус – *Podisus maculiventris* (Say.), завезенный на территорию бывшего СССР еще в 70-х годах XX века с Северо-Американского континента для борьбы с колорадским жуком. Практический интерес к подизусу, в этом отношении, за рубежом не прекращается уже много лет (Warren, Wallis, 1971; Orr et al., 1986; De Clercq et al., 1998; 2003; 2013), а в последнее время возобновился и в нашей стране (Агасьева, Исмаилов, 2012; 2016; Анисимов и др., 2016; Kasem, Anisimov, 2016; Нефедова, 2018).

В частности, к подизусу проявляется большой интерес в связи с возможностью его использования в теплицах для борьбы с вредными чешуекрылыми, в частности некоторыми совками, вредящими на томатах, что требует простой и экономически выгодной методики разведения в лабораторных условиях. Для этого чаще всего используются гусеницы большой вошинной моли – *Galleria mellonella* L. (галлерии),

способ разведения которой является достаточно дорогостоящим и не всегда надежным (Гусев и др., 1989), или личинок большого мучного хрущака – *Tenebrio molitor* L. По нашим наблюдениям крупные гусеницы галлерии и имеющие жесткие покровы личинки хрущака не очень подходят для питания нимф подизуса ранних возрастов, в частности, и по размерным причинам.

Кроме того, многие авторы считают, что массовое разведение подизуса, как полифага, лучше проводить на комплексных диетах, состоящих из нескольких жертв (Richman, Whitcomb, 1978; Li et al., 1997; Evans et al., 1999; Zaniccio et al., 2001; Lundgren, 2011; Pascual-Ruiz et al., 2009).

Цель данного исследования является разработка технологий выкармливания подизуса на видах насекомых, способы и методы разведения которых в искусственных условиях являются технологичными и экономически выгодными. Так в биологических лабораториях, где разводят энтомофагов для борьбы с тлями в теплицах, разводят и тлей, для выкармливания их хищников и паразитов. В задачи данной работы входило сравнительное испытание 3-х видов тлей в качестве корма для нимф подизуса на ранних стадиях его развития.

Материал и методы исследования

Эксперименты проводили 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 большой вошинной моли – *G. mellonella* по методике, описанной Г.В. Гусевым с соавторами (1982).

В качестве элементов испытываемых диет для выкармливания нимф подизуса на 2-ой и 3-ей или 2-ой – 4-ой стадиях развития использовали три вида тлей: злаковую *Schizaphis graminum* Rond., виковую *Megoura viciae* Burc. или персиковую *Myzus persicae* Suls. В качестве корма для последних стадий развития нимф и взрослых клопов использовали гусениц галлерии. В контрольных вариантах все стадии развития подизуса выкармливали только гусеницами галлерии.

Злаковую тлю разводили по методике, разработанной Б.П. Асякиным с соавторами (2001), на проростках пшеницы, а виковую и персиковую тлю разводили по методике, описанной Н.В. Бондаренко и О.В. Вороновой (1989), на пророщенных бобах.

В экспериментах нимф хищного клопа 1-го 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. В вариантах с тлями корм (злаковую, виковую или персиковую тлю) на соответствующих растениях помещали в садки сразу после линьки нимф подизуса на 2-ой возраст. Сразу после их линек на 4-ый или 5-ый возраст в качестве корма предоставляли гусениц галлерии. Количество корма, как тлей, так и галлерии предоставляли нимфам и имаго подизуса в избытке, так, чтобы при следующей замене корма, он оставался. Замену корма, воды и необходимые учеты проводили 1 раз в 2 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 1–2 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 1–2 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 при попарном содержании; жизнеспособность отложенных яиц (по доле отродившихся из яиц нимф первого возраста следующего поколения), в процентах; продолжительность жизни самок и самцов, с точностью до 2 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 «тлевых» диет (выкармливание нимф подизуса младших возрастов тлями) на отдельные показатели развития и репродуктивного потенциала подизуса рассчитывали их изменения по отношению к контролю по формулам: $I = (O - K) / K \times 100\%$ (где: I – изменение показателя, %; O – значение показателя в опытном варианте; K – значение показателя в контрольном варианте – выкармливание гусеницами галлерии).

Результаты

Всего было проведено по 3 одновременных повторностей экспериментов по оценке возможностей использования 3-х видов тлей в качестве корма для ранних стадий развития нимф подизуса. В каждой повторности закладывали по 3–5 садков. Результаты отдельных повторностей были суммированы по вариантам опытов, что позволило получить приемлемый по объему для количественных оценок отдельных показателей материал и статистически доказать отмеченные закономерности на высоком уровне значимости (табл. 1 и 2).

Так, из таблицы 1 видно, что выживаемость нимф подизуса высоко достоверно ($p < 0.001$) снижается при использовании всех исследованных видов тлей до 3-его возраста, но в разной степени. При использовании виковой и персиковой тлей выживаемость нимф подизуса снижается значительно – на 69% и 43%, соответственно, тогда как при использовании злаковой тли только на 21% по сравнению с контролем (рис. 1А). Наблюдаемые различия высоко достоверны ($p < 0.001$ и 0.01 по отношению к виковой и персиковой тле, соответственно).

Достоверно увеличивается и продолжительность развития на нимфальной стадии как самок, так и самцов подизуса при питании всеми исследованными видами тлей. Для самцов это увеличение примерно одинаково – 18%, 17% и 20% для злаковой, виковой и персиковой тлей, соответственно. Для самок это увеличение одинаково (на 25%) при использовании злаковой и персиковой тлей, тогда как при

использовании виковой тли оно несколько меньше (14.7%), и достоверно отличается от варианта со злаковой тлей.

Достоверно снижается вес окрылившихся самцов (но не сильно – на 7–9%), и самок (на 14.5%, 14.0% и 7.4% злаковой, виковой и персиковой тлей, соответственно). Вес самок, питавшихся персиковой тлей до 3-его нимфального возраста, оказался достоверно выше, чем при их питании злаковой тлей.

В то же время, интервал времени от момента появления имаго подизуса до начала откладки яиц снижается, что наблюдается во всех опытных вариантах, особенно при использовании злаковой тли. Однако, в силу большой вариабельности признака (в контроле от 2-х до 10-ти дней) достоверность различий доказать не удалось.

При выкармливании нимф подизуса до 3-его возраста персиковой и особенно виковой тлей резко снижается плодовитость получающихся имаго хищных клопов – на 51.2% и 29.1%, соответственно (рис. 1Б). В то время, как при использовании злаковой тли она снижается незначительно (на 6.9%) и не достоверно.

Отмеченное снижение плодовитости в основном определяется снижением числа откладываемых имаго подизуса яйцекладок (на 50.7% и 24.4% для вариантов с виковой и персиковой тлями, соответственно), что в свою очередь определяется достоверным снижением продолжительности жизни самок (соответственно, на 54.0% и 30.5%), а в варианте с виковой тлей и самцов (на 33.4%). В варианте с

Таблица 1. Средние значения показателей развития и репродуктивного потенциала подизуса при кормлении нимф до 3-его возраста нимф тремя видами тлей

Показатель	Вид тли			Только галлерия (контроль)
	злаковая	виковая	персиковая	
Выживаемость нимф, % ± SE	78.2 ± 4.43 <i>b</i> n = 87	30.9 ± 5.60 <i>d</i> n = 68	56.7 ± 6.05 <i>c</i> n = 67	98.7 ± 1.27 <i>a</i> n = 78
Продолжительность развития нимф, суток ± SE	самки 30.4 ± 0.57 <i>g</i> n = 32	27.9 ± 0.83 <i>f</i> n = 12	30.4 ± 0.90 <i>fg</i> n = 15	24.6 ± 0.47 <i>e</i> n = 31
	самцы 28.5 ± 0.37 <i>f</i> n = 36	28.4 ± 0.87 <i>fg</i> n = 9	29.0 ± 0.50 <i>fg</i> n = 23	24.2 ± 0.35 <i>e</i> n = 46
Вес имаго, мг ± SE	самки 61.5 ± 1.13 <i>j</i> n = 32	61.8 ± 1.92 <i>ij</i> n = 12	66.6 ± 1.70 <i>i</i> n = 15	71.9 ± 1.61 <i>h</i> n = 31
	самцы 51.1 ± 0.75 <i>l</i> n = 36	49.9 ± 1.35 <i>l</i> n = 9	50.8 ± 0.54 <i>l</i> n = 23	54.7 ± 1.45 <i>k</i> n = 46
Период до 1-ой яйцекладки, суток ± SE	6.5 ± 0.29 <i>m</i> n = 19	6.8 ± 0.59 <i>m</i> n = 14	7.1 ± 0.37 <i>m</i> n = 11	8.0 ± 0.71 <i>m</i> n = 13
Плодовитость, яиц ± SE	433 ± 30.3 <i>n</i> n = 19	227 ± 40.1 <i>p</i> n = 14	330 ± 23.4 <i>o</i> n = 11	465 ± 47.8 <i>n</i> n = 13
Объем 1-ой яйцекладки, яиц ± SE	21.9 ± 1.45 <i>q</i> n = 22	16.9 ± 1.72 <i>r</i> n = 14	15.0 ± 1.24 <i>r</i> n = 11	19.8 ± 2.12 <i>qr</i> n = 24
Яйцекладок, число ± SE	13.0 ± 1.01 <i>st</i> n = 19	8.0 ± 0.87 <i>v</i> n = 14	12.3 ± 0.73 <i>t</i> n = 11	16.2 ± 1.70 <i>s</i> n = 13
Объем средней кладки, яиц ± SE	33.3 ± 0.84 <i>u</i> n = 257	28.8 ± 1.21 <i>wx</i> n = 118	26.9 ± 1.07 <i>x</i> n = 135	30.4 ± 0.98 <i>w</i> n = 249
Жизнеспособность яиц, % ± SE	87.9 ± 1.69 <i>z</i> n = 371	83.0 ± 2.07 <i>z</i> n = 329	85.4 ± 1.93 <i>z</i> n = 335	92.4 ± 1.54 <i>y</i> n = 291
Продолжительность жизни имаго, суток ± SE	самки 55.9 ± 4.06 <i>α</i> n = 19	27.9 ± 3.33 <i>γ</i> n = 13	42.2 ± 3.22 <i>b</i> n = 11	60.7 ± 6.64 <i>a</i> n = 13
	самцы 57.9 ± 3.96 <i>a</i> n = 20	40.9 ± 5.70 <i>bγ</i> n = 14	56.3 ± 4.79 <i>a</i> n = 12	61.3 ± 5.08 <i>a</i> n = 12

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

Таблица 2. Средние значения показателей развития и репродуктивного потенциала подизуса при кормлении нимф до 4-ого возраста тремя видами тлей

Показатель	Вид тли			Только галлерия (контроль)
	злаковая	виковая	персиковая	
Выживаемость нимф, % ± SE	32.0 ± 4.60 <i>bc</i> n = 103	16.0 ± 3.67 <i>d</i> n = 100	21.4 ± 4.04 <i>c</i> n = 103	95.7 ± 2.15 <i>a</i> n = 91
Продолжительность развития нимф, суток ± SE	самки 34.6 ± 1.14 <i>f</i> n = 17	36.6 ± 2.60 <i>f</i> n = 7	32.6 ± 4.19 <i>ef</i> n = 12	25.0 ± 0.45 <i>e</i> n = 37
	самцы 35.2 ± 2.00 <i>f</i> n = 16	36.9 ± 4.13 <i>f</i> n = 9	34.6 ± 2.11 <i>f</i> n = 9	24.5 ± 0.33 <i>e</i> n = 50
Вес имаго, мг ± SE	самки 64.6 ± 1.76 <i>h</i> n = 17	67.1 ± 1.67 <i>h</i> n = 7	64.6 ± 2.23 <i>hi</i> n = 12	72.2 ± 0.85 <i>g</i> n = 37
	самцы 52.7 ± 1.69 <i>j</i> n = 16	52.5 ± 1.68 <i>j</i> n = 9	54.7 ± 2.26 <i>j</i> n = 9	60.5 ± 0.72 <i>i</i> n = 50
Период до 1-ой яйцекладки, суток ± SE	6.4 ± 0.63 <i>kl</i> n = 14	5.8 ± 0.42 <i>k</i> n = 10	6.0 ± 0.32 <i>k</i> n = 13	7.9 ± 0.60 <i>l</i> n = 17
Плодовитость, яиц ± SE	306 ± 52.1 <i>no</i> n = 14	189 ± 50.9 <i>o</i> n = 10	371 ± 41.0 <i>mn</i> n = 13	467 ± 39.2 <i>m</i> n = 17
Объем 1-ой яйцекладки, яиц ± SE	18.0 ± 1.87 <i>p</i> n = 14	18.2 ± 2.98 <i>p</i> n = 14	18.0 ± 2.68 <i>p</i> n = 11	16.2 ± 1.50 <i>p</i> n = 17
Яйцекладок, число ± SE	12.3 ± 1.51 <i>r</i> n = 14	8.5 ± 1.51 <i>r</i> n = 10	17.3 ± 1.38 <i>q</i> n = 13	16.6 ± 1.40 <i>q</i> n = 17
Объем средней яйцекладки, яиц ± SE	24.9 ± 1.06 <i>t</i> n = 172	22.2 ± 1.42 <i>tu</i> n = 85	21.4 ± 0.80 <i>u</i> n = 225	28.1 ± 0.82 <i>s</i> n = 283
Жизнеспособность яиц, % ± SE	87.8 ± 1.79 <i>w</i> n = 335	80.5 ± 3.05 <i>x</i> n = 169	81.7 ± 2.41 <i>x</i> n = 257	92.7 ± 1.50 <i>v</i> n = 301
Продолжительность жизни имаго, суток ± SE	самки 45.6 ± 5.70 <i>z</i> n = 14	29.4 ± 4.11 <i>α</i> n = 10	53.5 ± 4.74 <i>y</i> n = 13	58.8 ± 5.34 <i>yz</i> n = 17
	самцы 47.6 ± 4.43 <i>z</i> n = 15	29.8 ± 4.01 <i>α</i> n = 9	56.8 ± 4.33 <i>y</i> n = 13	61.2 ± 4.00 <i>y</i> n = 16

Обозначения как в таблице 1.

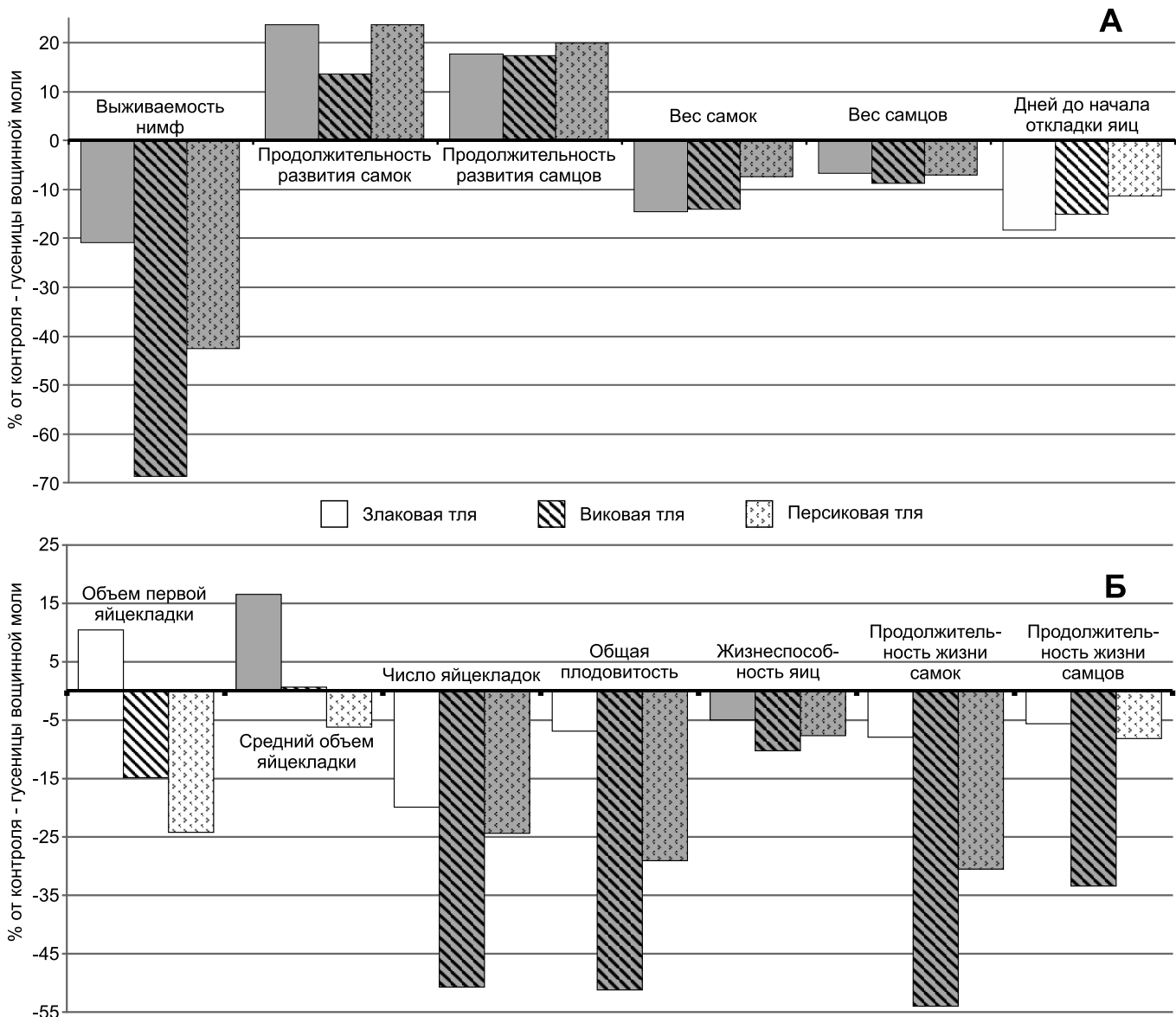


Рисунок 1. Изменение показателей развития и репродуктивного потенциала (% от контроля) подизуса при кормлении нимф 3-мя видами тлей до 3-его возраста включительно (заливкой обозначено достоверное отличие от контроля, $p < 0.05$ по t-критерию Стьюдента)

персиковой тлей (на 11.5%) достоверно снижается и средний объем кладки яиц.

При использовании злаковой тли число яйцекладок тоже снижается (на 20%) по отношению к контролю, но не достоверно. Это снижение (если оно есть) компенсируется большим средним объемом яйцекладок, который в варианте со злаковой тлей достоверно выше, чем в контроле (на 9.7%). Преимущества использования злаковой тли, над вариантами с виковой и персиковой тлей по этому показателю еще больше (на 14.7% и 21.2%, соответственно) и высоко достоверно ($p < 0.01$ и 0.001 , соответственно).

Жизнеспособность яиц достоверно снижается во всех опытных вариантах, но это снижение не значительно: 4.9%, 10.2% и 7.6% для вариантов с злаковой, виковой и персиковой тлями, соответственно.

Из представленных материалов также видно, что средняя продолжительность жизни имаго хищных клопов, которые на стадии нимф выкармливались до 3-его возраста злаковой тлей, снижается по сравнению с контролем мало (на 7.9% у самок и 5.6% у самцов) и не достоверно. При использовании виковой тли продолжительность жизни

самок подизуса снижается высоко достоверно ($p < 0.001$) на 59.6%, как по сравнению с контролем, так и с вариантами, где использовали злаковую и даже персиковую тлю (-30.5%). Для самцов наблюдаются, в целом, сходные закономерности, но менее выраженные, особенно при использовании персиковой тли.

Результаты аналогичных экспериментов, но при выкармливании нимф подизуса тлями до 4-ого возраста включительно, представлены в таблице 2, а выраженные в процентах отклонения от контроля иллюстрируются рисунком 2.

Как видно из представленных материалов, при более длительном кормлении нимф подизуса тлями показатели развития и репродуктивного потенциала хищных клопов изменяются еще больше, но не по всем показателям и в разной степени. Так выживаемость нимф снижается по сравнению с контролем уже на 66.5%, 83.3% и 77.7% при использовании злаковой, виковой и персиковой тлей, соответственно (различия высоко достоверны; $p < 0.001$ для всех вариантов), а относительно соответствующих вариантов, где нимф подизуса кормили тлями до 3-его возраста

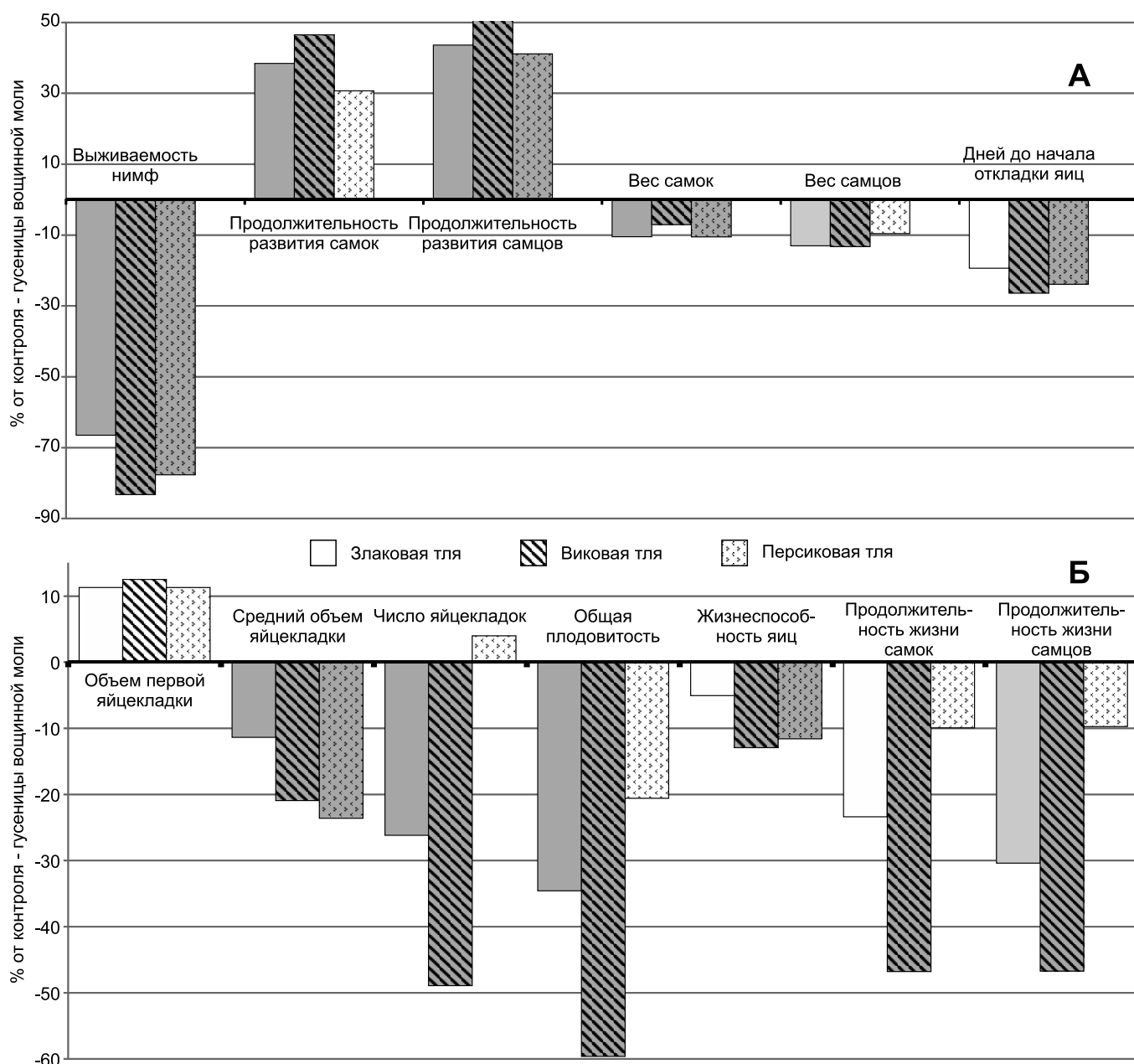


Рисунок 2. Изменение показателей развития и репродуктивного потенциала (% от контроля) подизуса при кормлении нимф 3-мя видами тлей до 4-ого возраста включительно (обозначения как на рисунке 1)

включительно, на 59.0%, 63.7% и 62.3%, соответственно ($p < 0.001$ для всех вариантов).

При кормлении нимф подизуса до 4-ого возраста включительно продолжительность развития самок клопов увеличивается на 38.4%, 46.5% и 30.7%, а самцов на 43.6%, 50.9% и 41.2% по сравнению с контролем для вариантов со злаковой, виковой и персиковой тлей, соответственно (для всех вариантов различия высоко достоверны, кроме самок питавшихся персиковой тлей). По сравнению с питанием тлей менее продолжительный период, достоверное увеличение продолжительности развития нимф подизуса отмечается для самок в вариантах со злаковой и виковой тлями (на 13.6% и 31.0%, соответственно), а для самцов со злаковой и персиковой тлями (на 23.4% и 19.1%, соответственно).

По сравнению с контролем достоверно снижается вес самок (на 7–10%) и самцов (на 9–13%). Вес самок, питавшихся персиковой тлей до 4-го нимфального возраста, достоверно не отличается от контрольных (рис. 2А).

Достоверных различий по весу у клопов, питавшихся тлями до 4-го или до 3-его возраста нимф, не происходит ни в одном варианте.

Наблюдается снижение интервала времени от момента появления имаго подизуса до начала откладки ими яиц, причем во всех опытных вариантах при кормлении нимф тлями до 4-ого возраста включительно. Для вариантов со злаковой и персиковой тлями сокращение на 26.4% и 23.9%, соответственно, высоко достоверно ($p < 0.01$). В варианте с персиковой тлей, достоверное ($p < 0.05$) сокращение преовипозиционного периода (на 15.4%) наблюдается и по отношению к варианту с питанием нимф подизуса тлями до 3-его возраста включительно.

При выкармливании нимф подизуса тлями до 4-ого возраста плодовитость также снижается по отношению к контролю в вариантах со злаковой тлей на 34.6% ($p < 0.05$), виковой на 59.6% ($p < 0.001$) и персиковой на 20.6% (не достоверно). Относительно соответствующих вариантов, где нимф подизуса кормили тлями до 3-его возраста

включительно, в вариантах с виковой и персиковой тлей достоверных изменений не проявляется, а в варианте со злаковой тлей наблюдается достоверное ($p < 0.05$) снижение общей плодовитости на 29.4% (рис. 2Б).

Отмеченное снижение плодовитости имаго подизуса, при питании нимф тлями до 4-го возраста, определяется снижением среднего объема яйцекладок и их числа в вариантах: со злаковой тлей на 11.4% и 26.2% ($p < 0.05$), соответственно, с виковой – на 20.9% и 48.9% ($p < 0.001$), а с персиковой только за счет снижения объема яйцекладок на 23.6% ($p < 0.001$), т.к. их среднее число в этом варианте даже немного превышает контрольный уровень (на 4.0%; не достоверно).

Относительно соответствующих вариантов, где нимф подизуса кормили тлями до 3-его возраста включительно, по числу яйцекладок в вариантах со злаковой и виковой тлями достоверных изменений не проявляется (–5.5% и +6.3%), а в варианте с персиковой тлей наблюдается достоверное ($p < 0.01$) увеличение на 41.0%. По среднему объему яйцекладок во всех вариантах отмечается высоко достоверное ($p < 0.001$) снижение: на 25.3%, 23.0% и 20.2%, соответственно.

Жизнеспособность яиц достоверно снижается во всех опытных вариантах, но это снижение не значительно:

5.1%, 12.9% и 11.6% для вариантов с злаковой, виковой и персиковой тлями, соответственно. Относительно соответствующих вариантов, где нимф подизуса кормили тлями до 3-его возраста различия не достоверны.

Что касается средней продолжительности жизни имаго хищных клопов, которые на стадии нимф выкармливались тлями до 4-ого возраста, то ее резкое падение по сравнению с контролем наблюдается только при использовании виковой тли на 50.0% и 51.2% для самок и самцов, соответственно. Это снижение высоко достоверно ($p < 0.001$) больше, чем в вариантах с персиковой тлей (8.9% и 7.2% для самок и самцов, соответственно) и чем в вариантах со злаковой тлей (22.3% и 22.2%, $p < 0.05$ и < 0.01 , для самок и самцов, соответственно).

Относительно соответствующих вариантов, где нимф подизуса кормили тлями до 3-его возраста включительно, при продолжении использования «тлевой» диеты до 4-ого возраста продолжительность жизни самок и самцов подизуса достоверно не изменяет, хотя в вариантах со злаковой тлей она снижается на 18.3% и 17.7% для самок и самцов, в вариантах с виковой тлей для самок увеличивается на 5.2%, а для самцов снижается на 21.1%, а в вариантах с персиковой тлей увеличивается у самок на 26.9% и у самцов на 0.8% (рис. 2Б).

Обсуждение

До начала наших экспериментов было известно, что при выкармливании нимф подизуса только тлей (персиковой) они не могут полностью закончить развитие до стадии имаго (De Clercq et al., 2003), поэтому мы ограничились их использованием на ранних стадиях развития хищного клопа.

Проведенные нами эксперименты показали, что использование тлей в процессе разведения подизуса, ухудшает большинство показателей развития (продолжительность развития нимф, вес и продолжительность жизни имаго) и репродуктивного потенциала (выживаемость нимф, плодовитость имаго, жизнеспособность яиц) хищного клопа, по сравнению с гусеницами галлерии, но в разной степени в зависимости от вида тли и продолжительности их использования в качестве единственного корма.

При выкармливании тлями нимф подизуса до 4-ого возраста включительно, снижение репродуктивного потенциала составило неприемлемо (для массового производства хищника) высокие величины: 79%, 84% и 94% для злаковой, персиковой и виковой тлей, соответственно. При выкармливании нимф подизуса тлей до 3-его возраста включительно, репродуктивный потенциал также снижается, но менее сильно.

Хуже всего в качестве корма для нимф подизуса ранних возрастов подходит виковая тля. При ее использовании для кормления нимф 2-ого и 3-его возрастов репродуктивный потенциал снижается на 80%, в основном за счет низкой выживаемости нимф и плодовитости имаго. Кроме того, такая диета сильнее снижала продолжительность жизни имаго подизуса по сравнению с другими исследованными нами видами тлей. Негативное влияние виковой тли отмечается и на более специализированных к питанию тлей хищных кокциеллид (Dixon, 1958; Blackman, 1967; Tsaganou et al., 2004). Это объясняется присутствием

токсических для хищника компонентов в растении-хозяине, защитных веществ, вырабатываемых самой тлей, или толщиной кутикулярного воска (Blackman, 1967; De Clercq et al. 1998; Dixon, 2000), хотя попытка выделить токсические вещества из *M. viciae* успехом не увенчалась (Dixon, 1958).

На второе место следует поставить персиковую тлю. Ее использование при кормлении нимф подизуса 2-ого и 3-его возрастов приводит к снижению репродуктивного потенциала хищного клопа на 62%, также за счет низкой выживаемости нимф и плодовитости имаго, но в меньшей степени, чем при использовании виковой тли. Продолжительность жизни имаго снижается уже не так значительно, а продолжительность развития нимф увеличивается сравнимо с использованием злаковой тли. Сходные результаты получены Де Клерком с соавторами (De Clercq et al., 2003), отметившие замедление развития нимф подизуса при питании персиковой тлей и снижение их выживаемости, которое объясняют возрастанием каннибализма среди нимф старших возрастов, не получающих достаточно качественной пищи. Они считают, что в экстренных случаях персиковую тлю можно использовать в качестве жертвы для *P. maculiventris*.

Лучшим, из трех исследованных видов, следует считать злаковую тлю. Кормление нимф подизуса злаковой тлей до 3-его возраста включительно. При таком использовании тлей снижается выживаемость нимф на 20.6%, а продолжительности их развития увеличивается на 20–25%. Остальные, важные для массового разведения хищного клопа показатели развития (продолжительность жизни имаго) и репродуктивного потенциала (плодовитость) существенно не меняются, или меняются незначительно. Так, небольшое снижение жизнеспособности яиц практического значения не имеет, т.к. основные затраты на компоненты корма при массовом разведении подизуса,

приходятся на выкармливание нимф и кормление взрослых клопов. Несомненно, положительным фактом является снижение интервала времени от момента появления имаго подизуса до начала откладки яиц следующего поколения, который позволит ускорить процесс массового разведения хищных клопов и компенсировать увеличение продолжительности развития нимф.

Таким образом, можно считать, что нам удалось найти вариант использования тлей в технологии массового

разведения хищного клопа подизуса. Конечно, этот прием имеет смысл использовать в тех биологических лабораториях, где достаточно масштабно культивируется злаковая тля. Показатели выживаемости и продолжительности развития хищных клопов можно улучшить путем адаптации подизуса к «тлевой» диете селекционно-генетическим методом. Определенные успехи в этом направлении нами уже достигнуты (Козлова и др., 2018).

Библиографический список (References)

- Агасьева ИС, Исмаилов ВЯ (2012) Хищные насекомые и их роль в биологической защите растений. Мат. междунар. научно-практ. конф. «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
- Агасьева ИС, Исмаилов ВЯ, Федоренко ЕВ, Нефедова МВ (2013) Разведение и применение хищных клопов пентатомид против колорадского жука. *Защита растений* 11:21–23
- Анисимов АИ, Касем АЭС, Козлова ЕГ (2016) Использование трех видов тлей для выкармливания нимф подизуса до 3-его возраста. Мат. междунар. научно-практ. конф. «Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем». Краснодар: ВНИИБЗР. 204–207
- Асякин БП, Красавина ЛП, Козлова ЕГ, Белякова НА и др (2001) Технологический регламент на производство галлицы афидимизы. СПб: ВИЗР. 12 с.
- Белякова НА (2013) Производство энтомофагов для тепличного растениеводства. *Защита и карантин растений* 5:9–12
- Бондаренко НВ, Воронова ОВ (1989) Галлица афидимиза: методика массового разведения и применения против тлей на тепличных овощных культурах. Биологический метод борьбы с вредителями овощных культур. Сборник научных статей. М.: Агропромиздат. 8–19
- Гусев ГВ, Заяц ЮВ, Перепелица ЛВ, Шметцер НВ (1982) Методические указания по разведению и хранению хищного клопа подизуса. Л.: ВИЗР. 18 с.
- Козлова ЕГ, Анисимов АИ, Ходжаш АА (2018) Адаптация хищного клопа подизуса *Podisus maculiventris* к питанию тлей *Schizaphis graminum* на ранних стадиях развития. Мат. междунар. научно-практ. конф. «Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем». Краснодар: ВНИИБЗР. 233–236
- Нефедова 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. 24с.
- Blackman RL (1967) Selection of aphid prey by *Adalia bipunctata* L. and *Coccinella 7-punctata* L. *Ann Appl Biol* 59(3):331–338. <http://www.doi.org/10.1111/j.1744-7348.1967.tb04449.x>
- 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. <http://www.doi.org/10.1006/bcon.1998.0611>
- De Clercq P, Peeters I, Vergauwe G, Thas O (2003) Interaction between *Podisus maculiventris* and *Harmonia axyridis* two predators used in augmentative biological control in greenhouse crops. *J Biol Control* 48(1):39–55
- De Clercq P, Coudron TA, Riddick EW (2013) Heteropteran predator production: status and contributions to mass production of insects. Conference: Entomological Society of America Annual Meeting 1:57–100
- Evans EW, Stevenson AT, Richards DR (1999) Essential versus alternative foods of insect predators: benefits of a mixed diet. *Oecologia* 121:107–112
- Dixon AFG. (2000) *Insect Predator-Prey Dynamics*. Ladybird Beetles & Biological Control. Cambridge. University Press. 257 p.
- Dixon AFG (1958) The escape responses shown by certain aphids to the presence of the coccinellid *Adalia decempunctata* (Linnaeus). *Trans R Entomol Soc Lond* 110(11):319–334. <http://www.doi.org/10.1111/j.1365-2311.1958.tb00786.x>
- Kasem AES, Anisimov AI (2016) Development and reproductive potential of a generalist predator, *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Aspionae) feeding adult of grain moth. Abstracts and Program of the 14th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology. Saint-Petersburg. p. 35
- Li LY, Zhu DF, Zhang ML, Guo MF (1997) Biology and rearing methods of *Eocanthecona furcellata* (Wolff) (Hemiptera: Pentatomidae). In: Li LY (ed.) *Parasitoids and Predators (Insecta) of Agricultural and Forestry Arthropod Pests*. Guangzhou. Guangdong High Education Press. 234–240.
- Lundgren JG (2011) Reproductive ecology of predaceous *Heteroptera*. *Biol Control* 59(1):37–52. <http://www.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2011.02.009>
- Orr DB, Russin JS, Boethel DJ (1986) Reproductive biology and behavior of *Telenomus calvus* (Hymenoptera: Scelionidae), a phoretic egg parasitoid of *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Can Entomol* 118:1063–1072. <http://www.doi.org/10.4039/Ent1181063-10>
- Pascual-Ruiz S, Carrillo LIV, Álvarez-Alfageme F, Ruíz MF et al (2009) The effects of different prey regimes on the proteolytic digestion of nymphs of the spined soldier bug, *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Bull Entomol Res* 99(5):487–491. <http://www.doi.org/10.1017/S0007485308006561>
- Richman DB, Whitcomb WY (1978) Comparative life cycles of four species of predatory stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae). *Florida Entomologist* 61(3):113–119
- Warren LO, Wallis G (1971) Biology of the spined soldier bug, *Podisus maculiventris* (Hemiptera: Pentatomidae). *J Georgia Entomol Soc* 6:109–116

Zanuncio J, Molina-Rugama AJ, Serrão JE, Pratisoli D (2001) Nymphal development and reproduction of *Podisus nigrispinus* (Heteroptera: Pentatomidae) fed with combinations of *Tenebrio molitor* (Coleoptera:

Tenebrionidae) pupae and *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) larvae. *Biocontrol Sci Technol* 11(3):331–337. <http://www.doi.org/10.1080/09583150120055736>

Translation of Russian References

Agasyeva IS, Ismailov VYa (2012) [Predatory insects and their role in the biological plant protections.]. In: *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Biologicheskaya zashchita rasteniy – osnova stabilizatsii agroekosistem»*. Krasnodar: VNIIBZR. 68–71 (In Russian)

Agasyeva IS, Ismailov VYa (2016) [The role of biotechnology in the biological plant protection] *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 58:67–74 (In Russian)

Agasyeva IS, Ismailov VYa, Fedorenko EV, Nefedova MV (2013) [Breeding and use of predatory bugs of pentatomids against the Colorado potato beetle] *Zashchita rasteniy* 11:21–23 (In Russian)

Anisimov AI, Kasem AES, Kozlova EG (2016) [The use of three species of aphids for feeding nymphs of the podysus up to the 3rd instar stage] In: *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Biologicheskaya zashchita rasteniy – osnova stabilizatsii agroekosistem»*. Krasnodar: VNIIBZR. 204–207 (In Russian)

Asyakin BP, Krasavina LP, Kozlova EG, Belyakova NA i dr. (2001) [Technological regulations for the production of gall midges of aphidymysis]. SPb.: VIZR. 12 s. (In Russian)

Belyakova NA (2013) [Production of entomophages for greenhouse crop production] *Zashchita i karantin rasteniy* 5:9–12 (In Russian)

Bondarenko NV, Voronova OV (1989) [*Gallica aphidimysis*: a method of mass breeding and use against aphids in greenhouse vegetable crops]. *Biologicheskii metod borby s vreditelyami ovoshchnykh kultur*. Sbornik nauchnykh statey. M.: Agropromizdat. 8–19 (In Russian)

Gusev GV, Zayats YuV, Perepelitsa LV, Shmettser NV (1982) [Guidelines for the breeding and storage of a predatory bug *Podysus*]. L.: VIZR. 18 s. (In Russian)

Kozlova EG, Anisimov AI, Hodzhash AA (2018) [Adaptation of the predatory bug of the *Podisus maculiventris* to the nutrition of *Schizaphis graminum* aphids in the early stages of development]. In: *Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Biologicheskaya zashchita rasteniy – osnova stabilizatsii agroekosistem»*. Krasnodar: VNIIBZR. 233–236 (In Russian)

Nefedova MV (2018) [Development of methods for breeding and use of predatory bugs *Perillus bioculatus* Fabr. and *Podisus maculiventris* Say for biological control of the Colorado potato beetle considering the efficiency of natural entomophage populations] 24s. (In Russian)

Plant Protection News, 2019, 3(101), p. 50–57

OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy)

[http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-3\(101\)-50-57](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-3(101)-50-57)

Full-text article

THE USE OF THREE APHID SPECIES FOR THE PREDATORY BUG PODISUS BREEDING

E.G. Kozlova¹, A.E.S. Kassem², A.I. Anisimov^{2*}

¹All-Russian institute of plant protection, St. Petersburg, Russia

²St. Petersburg Agrarian University, St. Petersburg, Russia

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

Podisus maculiventris, the spined soldier bug, is one of the most promising entomophages for agricultural plants protection. Most often the larvae of *Galleria mellonella* are used for *Podisus maculiventris* rearing, but this method is rather expensive and sometimes not reliable. The comparative tests of 3 aphid species (*Schizaphis graminum*, *Megoura viciae* and *Myzus persicae*) as food for predatory bug nymphs have been conducted. The study used the following criteria: nymphs survival and developmental time; emerging bugs weight; preoviposition period duration; adult bugs fecundity and longevity; egg batches volume and number; egg viability. It is shown that the development and reproductive potential of predatory bug are decreasing in the majority of cases. However, an option to use aphids for spined soldier bug rearing has been found, namely feeding the nymphs until the 3rd instar, inclusively. The survival rate of nymphs was reduced by 20.6% and the nymph development time was increased by 20–25% but can be improved by predatory bug adaptation to the aphid diet during artificial selection. The other indicators of development and reproductive potential important for mass rearing of predator did not change significantly. A slight decrease in the viability of eggs is not practically important since the nymphs and adults feeding are most costly. in spined soldier bug mass rearing. Undoubtedly, a positive effect of predator nymphs feeding with aphids is the decrease of preoviposition period.

Keywords. Plant protection, *Podisus maculiventris*, mass rearing, aphid

Received: 06.04.2019

Accepted: 13.09.2019

REARING OF TRILOBED MALE UNCUS *OSTRINIA* SPECIES IN LABORATORY FOR EXPERIMENTAL PURPOSES

A.N. Frolov*, M.N. Berim, I.V. Grushevaya

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

corresponding author, e-mail: vizrspb@email.ru

Insect rearing on artificial diets allows to solve a wide range of entomological tasks. During decades passed after publication of the pioneer paper written by G. Bottger (1942) devoted to cultivation of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, a lot of diets have been developed both for laboratory and mass rearing of insects. The paper briefly reviews published material dedicated to technique of rearing harmful *Ostrinia* species in the world as well as contains detailed description of procedures used in All-Russian Institute of Plant Protection for rearing the European corn borer, *O. nubilalis*, the Asian corn borer, *O. furnacalis* and adzuki bean borer, *O. scapularis* on the basis of the universal diet including mix of wheat germs, soybean and corn flour. The paper describes rearing details of *Ostrinia* representatives providing live material of a various genetic origin which exhibit reactions statistically indistinguishable from those displayed by individuals taken from nature.

Key words: corn borer, artificial nutrient medium, laboratory rearing

Received: 24.06.2019

Accepted: 13.09.2019

Design of technologies of laboratory and large-scale rearing of agricultural pests is an important task of technical entomology (Tamarina, 1990). Insect rearing on artificial diets has the purpose to solve a wide range of theoretical and applied tasks (Zlotin, 1989). During decades passed after publication of the pioneer paper written by G. Bottger (1942) devoted to rearing of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, a lot of diets have been developed both for laboratory and mass cultivation of insects (Singh, 1977; Singh, Moore, 1985; Cohen, 2015). However, when using these diets, it is necessary to take into consideration specific alimentary needs displayed by closely related species or even intra-specific forms (Edelman, 1972).

Species group of the genus *Ostrinia* (Lepidoptera, Crambidae) with male trilobed uncus includes a number of dangerous agricultural pests, such as European corn borer *Ostrinia nubilalis* (Hübner), Asian corn borer *O. furnacalis* (Guenée) and adzuki bean borer *O. scapularis* (Walker) (Mutuura, Munroe, 1970). These species are different in their spreading as well as in ranges of preferred host plants (Frolov, 1993). The European corn borer, widely distributed in Europe and introduced into North America and North Africa, is acknowledged above all as a pest of maize, millet and sorghum (Brindley, Dicke, 1963). Maize is also a primary damaged plant by Asian corn borer but the host range for this species is remarkably broader (Wang et al., 2000). Spreading of adzuki bean borer is largely overlapped with ranges of *O. nubilalis* in Europe and *O. scapularis* in Asia. In contrast to the latter two species, however, *O. scapularis* damages neither maize, nor other large-stem cereals, being an important pest of hemp and hop (Frolov, 1984; Ishikawa et al., 1999).

The European and Asian corn borers as well as the allied species of the genus *Ostrinia* have acquired status of rather popular model objects to examine diverse topics of insect evolutionary ecology, including formation of trophic interactions with host plants, establishment and maintenance of relations in systems “insects – microorganisms”, evolution of pheromone communication, etc (Frolov, 1994; Lassance, 2010). Accordingly, rearing of these insects is important not

only for utilitarian purposes, such as supplying trials in plant resistance to pests or toxicity assays with live material (Shapiro et al., 1980; Mihm, 1985; Georgescu et al., 2017). Thorough scientific investigations, in which the insect is the primary object of the research, need adequate quality of insects as well. Goal of the present work is to review briefly the publications devoted to rearing of representative of the genus *Ostrinia*, and to describe technological approaches used in All-Russian Institute of Plant Protection (VIZR) for insect cultivation as live material for scientific purposes.

Different ways of sampling of live insects in nature are given in the literature to provide starting material for the stock cultures, from collection of eggs on host plants (e.g., Hirai, Legacion, 1985) to capture of gravid female adults (e.g., Win, Ishikawa, 2015). Among other methods, collection of diapausing larvae is considered more appropriate due to the following benefits: 1) high searching efficacy in nature as damaged plants are well-seen; 2) simplicity of storage; 3) ability to initiate the research in a desired timeframe after the necessary period of hibernation (Khomyakova, 1971; Beck, 1985). In *Ostrinia* spp. the diapause termination needs a period of certain longevity for keeping larvae under low temperatures. Insect reactivation should not therefore be started before the beginning of March as increased mortality rate and extended pupation timeframe is expected. Basing upon these considerations, the larvae collected in the autumn which have stopped their feeding completely and entered the diapause are used as the initial starting material (Shapiro et al., 1980).

Insect collection is being performed on the preferred host plant (depending upon the species): maize in European (Northern Caucasus, Central Black-Earth (“Chernozem”) Region) and Asian parts of Russia (Far East from Amur Region to Primorye) in case of *O. nubilalis* and *O. furnacalis*, respectively. When *O. scapularis* is needed, dicotyledonous plants are to be chosen, including hemp and hop among the crops and mugwort and cocklebur among the weeds. These plants should not be taken in vicinity to maize, millet and sorghum stands to exclude contamination of samplings with

O. nubilalis or *O. furnacalis* larvae (Frolov, 1991). Species identity is clarified using male morphology according to Frolov et al., 2007). When the collected insects are abundant, risks of mass infection by insect pathogens is minimal and the rearing is solely for applied (technical) needs, storage of hibernating larvae within the stems is acceptable. Then the collected plants with evident signs of larval damage (indicating insect presence) are maintained during the winter under nature-like conditions (Georgescu et al., 2015).

When the final goal of insect cultivation is scientific research, this is advisable to recover hibernating larvae from the stems during sampling and to place them into glass vials (preferred over plastic as its toxicity, depending upon chemical composition, may be deteriorating to the larvae expressing gnawing activity even without feeding). Not more than 40 specimens should be placed per 0.5 L vials. Paper sheets (180 g/cm²) folded into several layers are inserted into the vials so that the larvae weave loose cocoons as a hideout during hibernation. Plastic caps with small holes for ventilation are used to cap the vials. After several days of incubation at RT (needed for the cocoon formation), the insects are placed to a refrigerator at +0–4 °C prior to diapause termination.

For reactivation, vials with larvae are removed to a thermostat and the temperature is gradually increased up to +26–28 °C during 2–3 days. For pupation, insect need thorough moistening and the vial contents are to be soaked in tap water and the excess liquid is removed, leaving the folded paper completely wet but without layer of water at the bottom of the vial. This procedure is performed at least twice within the first week of diapause termination. Lack of moisture impedes the pupation while excessive moistening (augmented by insufficient ventilation) causes increasing mortality. First pupae are formed after 1–2 weeks of reactivation (depending upon the population) which are to be transferred to separate “emerging” vials for collection of emerging adults. When insect numbers are few, adults may be collected from vials with larvae but the distance between the upper margin of the folded paper and the vial cap must be not less than 5 cm to provide the space needed to eclosing adults (Frolov, 1984).

Moth maintenance, as well as egg collection and storage for laboratory rearing (under 5000 adults per generation) is described in a number of publications, including Shapiro et al. (1980). Newly emerged adults, 1 or 2 pairs (to keep equal sex ratio) are placed into 0.5 L glass vials. Cylinders made of paraffined or parchment paper (with smooth surface) are inserted inside the vials as additional walls, serving as a substrate for oviposition. The vial opening is covered with a layer of gauze and a piece of moistened cotton is placed above to provide moths with water. It should be moistened regularly but without excessive watering (which makes moth unable to reproduce). The piece of cotton may be placed inside the vials but this is less desirable as manipulations with insects and control of moistening are hampered, the cotton rapidly becomes dirty due to the contact with moths, it also may touch the paper making it wet and the mold is more likely to develop. If the rearing design described above is conformed, the first egg masses appear after 2–3 days of setup of vials with moths. Eggs are to be recovered each 3–4 days, before they transit to the “black head” stage (indicating that hatching is nearing and may start within next several hours. In large-scale propagation

(over 5000 adults per generation), the use of special devices is advisable for insects handling (Reed et al., 1972; Mihm, 1985; Zhou et al., 1992; Frolov, 2008). At industrial scale (over 15000 adults per generation) the moths have better maintained in 60 cm high iron wire cages (upper side removable) with bottom size of 30 × 30 cm and 5 mm grid size. Pupae, taken every 5 days from vials with activated larvae, are placed into these cages. The acceptable pupae density is up to 300 insects per cage. The cage is covered from above with a sheet of paraffin paper, parchment paper or transparent film which is fixed with clips. The cages are sprayed with water twice a day and the females lay eggs through the grid onto the sheets which are replaced daily. At lower scale (between 5000 and 15000 adults per generation) the moths can be maintained in tin or glass cylinders 35–40 cm high with diameter of 20–25 cm (80–100 moth pairs per cylinder). The cylinder design for oviposition is similar to that for 0.5 L glass vials, with paper inside and gauze with cotton on the top. Adults are transferred to another cylinder (to recover paper sheets with eggs) using a special device, a Hoover (Fig. 1) which greatly hastens the moth transfer into new containers (Frolov, 1993, 2008).

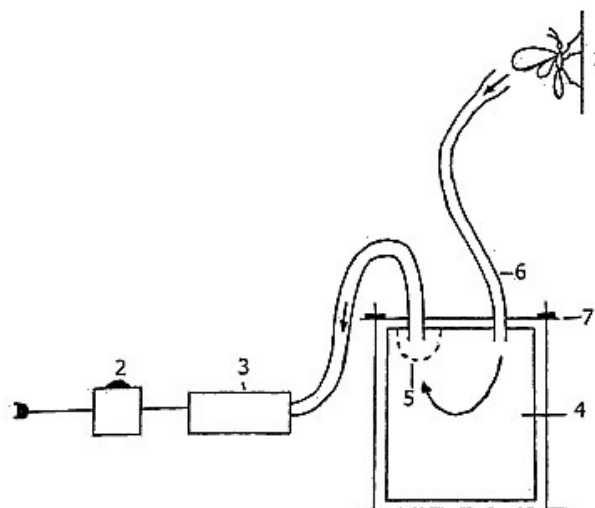


Fig. 1. Principal scheme of the device for transfer of *Ostrinia* spp. adults. 1 – an adult insect, 2 – a laboratory voltage transformer, 3 – the Hoover, 4 – insect recovery box, 5 – safety grid preventing insect uptake by the Hoover, 6 – a pipe for insect collection, 7 – upper removable lid. Arrows indicate air flow direction (Frolov, 2008)

Eggs, laid by the moths on paper or plastic, are placed into Petri dishes and incubated at RT until the “black head” stage. Upper lid of the dish should be regularly moistened to prevent increased egg mortality due to low air humidity. To simplify the manipulations, the paper pieces with egg lays are cut off from the paper sheet. At industrial scale, the thin plastic film is preferable as the egg masses can be easily separated by stretching its opposite side against a metal plate with a sharp edge. Starch is added to avoid eggs clumping. Vial walls are sprayed with distilled water and slight rotation is applied to achieve homogenous distribution of egg lay against the walls without sticking together. The top of the vial is closed with a wet sheet of paper and the egg masses are incubated at RT for 3–4 days. Eggs with larvae ready for hatching may be preserved refrigerated at +4–5 °C within a week (Mihm, 1985; Frolov, 1993, 2008).

As mentioned above, the European corn borer was the first phytophage successfully bred on artificial diet (Bottger, 1942). By now, multiple recipes and modifications have been offered, suitable both for laboratory and industrial rearing (Frolov, Vilkova 1978; Shapiro et al., 1980). The major components are wheat germs (Beck, Stauffer, 1950; Guthrie et al., 1965; Beck et al., 1968; Lewis, Lynch, 1969; Reed et al., 1972; Grisdale, 1973 etc.), dry leaves (George et al., 1960; Nagy, 1970) or seeds of Fabaceae (Salama, 1970; Georgescu et al., 2015, 2017), corn flour (Gahukar, 1975, 1976), and other products of plant origin (Isa, Khadr, 1973). A number of recipes is proposed for Asian corn borer, and wheat germs, bean seeds or corn flour are also the major constituents (Rangdang et al., 1971; Patanakamjorn, et al., 1978; Saito, Nakayama, 1981; Adalla, et al., 1984; Hirai, Legacion, 1985; Zhou et al., 1992; Park, Boo, 1993; Qiao et al., 2008; Rahayu, Trisyono, 2018; Caasi-Lit et al., 2018). In some cases, the research is focused on development of universal diets allowing breeding of a broad range of plant feeding insects (George et al., 1960; Hervet et al., 2016). This increases the importance of quality screening of the live material (Huettel, 1976). Indeed, during industrial and laboratory rearing, different physiological characteristics may change depending upon the diet, as shown on example of *O. nubilalis* (Dittrick, Chiang, 1981). Long-term continuous rearing on artificial diet may even cause loss of ability of the larvae to develop on maize (Guthrie et al., 1974, 1982, 1984). To preserve the virulence of lab colonies towards maize, one generation of the stock culture needs to be raised on this forage plant after each 8 generations fed on diets (Guthrie, Jarvis, 1989, 1990).

At the All-Russian Institute of Plant Protection, a mixture of corn and soybean flour serves as a major ingredient of the diet for *O. nubilalis*, *O. furnacalis* and *O. scapularis*. The diet recipe is the result of long-term research of VIZR and Chinese Institute of Plant Protection, Beijing, China (Frolov, Vilkova, 1978; Shapiro et al., 1980; Zhou et al., 1992). To prepare 1 kg of diet, wheat and soybean flour (65 g each) with addition of 30 g of wheat germs are thoroughly mixed into 275 mL of sterile distilled water in 1 L flask. In another flask of the same volume, 16 g of microbiological agar (50% may be replaced with food

agar) are melted in 420 mL of distilled water using water bath or microwave oven. A smaller flask is used to prepare a mixture of yeast extract (48 g), vitamins (5 g of ascorbic acid and 8 pills of vitamin complex “Vitrum Kids” by Unifarm or analogue) and antibiotics (1 pill of nistatin, 500000 Units; 1 and 2 mL of fresh kanamycin and augmentin solutions, respectively, at concentration of 0.1 g mL⁻¹) in a solution of antiseptic (benzoic acid or sodium parabenzoate, 2 g per 100 mL of water). The antiseptic solution is prepared in advance to provide complete dissolving with the use of heating, but the other ingredients of this mixture are not heated. Contents of the jars with flour and boiling agar are mixed together and thoroughly homogenized. After brief cooling of the flour-agar mixture (the agar should not congeal), the contents of the third flask are added and the product is rapidly mixed and poured, while liquid, into the 20 0.5 L vials. After the diet is solidified and ambient temperature is established, the vials are closed with caps made of sterile dense cloth, fixed with strings. After evaporation of excessive moisture, the vials are ready for inoculation with egg lays at the “black head” stage at the sterile bench. The eggs may be briefly rinsed with ethanol for surface sterilization which does not affect the viability of hatchlings. As many as 40–60 eggs per 0.5 L vial are used (Shapiro et al., 1980), on the wet paper pieces which are stick to the glass surface next to the diet layer. The vials are positioned upside-down (bottoms-up) so that the hatched larvae move directly to the diet layer due to the negative geotactic reaction. The recommended conditions include temperature of +26–28 °C and the photoperiod 18:6 hrs. The use of a longer light cycle as compared to common 16:8 hrs (Beck, 1987) is substantiated by induction of diapause under standard photoperiod in northern populations of the pest (Frolov et al., 2016).

The technologies developed by now for insect rearing on artificial diets are aimed at solving a broad scope of technical entomology goals. The procedures of cultivation of *Ostrinia* described in the present paper allow obtaining live material of a various genetic origin which exhibit reactions statistically indistinguishable from those displayed by individuals taken from nature (Zhukovskaya et al., 2017).

The research is supported by Russian Foundation of Basic Research, grant # 19-016-00128.

The authors are sincerely grateful to Dr. Yu.S. Tokarev for help with English translation of the article.

References

- Adalla CB, Caasi MT, Legacion DM (1984) Refinement of mass rearing techniques for Asiatic corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenee) (Pyraustidae: Lepidoptera). *Philipp Agric Sci* 67(3):345–349.
- Beck SD (1985) Effects of thermoperiod on photoperiodic determination of larval diapause in *Ostrinia nubilalis*. *J Insect Physiol* 31(1):41–46.
- Beck SD (1987) Developmental and seasonal biology of *Ostrinia nubilalis*. *Agric Zool Rev* 2:59–96.
- Beck SD, Chippendale GM, Swinton DE (1968) Nutrition of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis*. VI. A larval rearing medium without crude plant fractions. *Ann Entomol Soc Amer* 61(2):459–462.
- Beck SD, Stauffer JF (1950) An aseptic method for rearing European corn borer larvae. *J Econ Entomol* 43(1):4–6.
- Bottger GT (1942) Development of synthetic food media for use in nutrition studies of the European corn borer. *J Agric Res* 65(10):493–500.
- Brindley TA, Dicke FF (1963) Significant developments in European corn borer research. *Annu Rev Entomo.* 8(1):155–176.
- Caasi-Lit MT, Lontoc MBT, Erigbuagas JCS and others (2018) An improved technique for artificial infestation of test insects in bioefficacy studies of Bt corn against the Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenee), in the Philippines. *Philipp Entomol* 31(1):1–14.
- Cohen AC (2015) Insect diets: science and technology. 2nd Edition. Boca Raton: CRC Press. 473 p.
- Dittrick LE, Chiang HC (1981) Differences in the development response of the European corn borer reared on corn plant vs. meridic diet under greenhouse conditions. *Environ Entomol* 10(6):889–892.

- Edelman NM (1972) [Mass rearing of phytophagous insects]. In: Itogi nauki i tekhniki. Ser. Entomologiya. M.: VINITI. 1:120–201.
- Frolov AN (1984) [Biotaxonomic analysis of harmful species of the genus *Ostrinia* Hbn.] Ethologiya Nasekomykh, *Trudy Vsesoyuznogo Entomologitsheskogo Obshchestva* 66:4–100 (In Russian)
- Frolov AN (1991) [Analysis of trophic relations of the European corn borer and brush-leg borer (Lepidoptera, Pyraustidae) in the border of the maize field weeded with mugwort]. *Ekologiya* 3:63–69. (In Russian)
- Frolov AN (1993) [Variability of the European corn borer and resistance of maize]. Autoref. Doctor Degree Thesis. Saint Petersburg: All-Russian Plant Protection Institute (VIZR). 41 p. (In Russian)
- Frolov AN (1994) [Regularities of the race formation in phytophagous insects: *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera, Pyralidae), a model]. *Zhurnal Obshchei Biologii* 55(4-5):464–476. (In Russian)
- Frolov AN (2008) [The corn borer]. In: Radchenko EE (ed) Study of genetic resources of grain crops on resistance to harmful organisms. M. Rossel'khozakademiya. p. 282–305. (In Russian)
- Frolov AN, Vilkova NA (1978) [Methodical instructions for the study of intrapopulation variability in stem borer owing to host plant specialization]. L. VIZR. 19 p. (In Russian)
- Frolov AN, Berim MN, Grushevaya IV and others (2016) [Diapause in *Ostrinia nubilalis* from northern focus of pest outbreak on maize under long day condition]. *Plant Protection News*. 4(90):89–91. (In Russian)
- Frolov AN, Bourguet D, Ponsard S (2007) Reconsidering the taxonomy of several *Ostrinia* species in the light of reproductive isolation: a tale for Ernst Mayr. *Biol J Linn Soc* 91(1):49–72.
- Gahukar RT (1975) Nouvelles techniques adoptees pour l'elevage d'*Ostrinia nubilalis* Hubner sur milieu artificiel. *Ann Zool Ecol Anim* 7(4):491–498.
- Gahukar RT (1976) Rearing and biology of *Ostrinia nubilalis* Hbn. on five artificial diets. *Z Angew Entomol* 81(1):67–74.
- George BW, Raun ES, Peters DC and others (1960) Artificial medium for rearing some Lepidopterous corn insects. *J Econ Entomol* 53(2):318–319.
- Georgescu E, Burcea M, Cana L and others (2015) Technology of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn) mass rearing, successive generations, in controlled conditions, at Nardi Fundulea. *Bull Uni Agric Sci Vet Med Cluj-Napoca Agric* 72(1):113–121.
- Georgescu E, Toader M, Balaban N and others (2017) Testing of the new active ingredients for controlling of the *Ostrinia nubilalis* Hbn at maize crop, in conditions of artificial infestation, at Nardi Fundulea. *Ann Univ Craiova Agric Montanol Cadastre Ser* 46(2):121–127.
- Grisdale D (1973) Large volume preparation and processing of a synthetic diet for insect rearing. *Can Entomol* 105(12):1553–1557.
- Guthrie WD, Jarvis JL (1989) Recovery of virulence of European corn borer larvae (Lepidoptera: Pyralidae) to damage maize plants after being reared on a meridic diet. *J Kans Entomol Soc* 62(1):135–137.
- Guthrie WD, Raun ES, Dicke FF and others (1965) Laboratory production of European corn borer egg masses. *Iowa J Sci* 40(1):65–83.
- Guthrie WD, Rathore YS, Cox DF and others (1974) European corn borer: virulence on corn plants of larvae reared for different generations on a meridic diet. *J Econ Entomol* 67(5):605–606.
- Guthrie WD, Jarvis JL, Reed GL and others (1982) Plant damage and survival of European corn borer cultures reared for 16 generations on maize plants and for 120 generations on a meridic diet (one generation per year on resistant or susceptible maize plants, eight generations per year on the diet). *J Econ Entomol* 75(1):134–136.
- Guthrie WD, Jarvis JL, Reed GL (1984) Leaf-feeding damage by European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) larvae reared one generation each year on dent maize and eight generations each year on a meridic diet (for eight years) and then reared continuously on a meridic diet for eight additional years. *J Kans Entomol Soc* 57(2):352–354.
- Guthrie WD, Jarvis JL (1990) Plant damage and survival of European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae) larvae reared for 22 years on resistant and susceptible inbred lines of maize. *J Kans Entomol Soc* 63(1):193–195.
- Hervet VAD, Laird RA, Floate KD (2016) A review of the McMorran diet for rearing Lepidoptera species with addition of a further 39 species. *J Insect Sci* 16(1):19.
- Hirai Y, Legacion DM (1985) Improvement of the mass rearing techniques for the Asiatic corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenee), in the Philippines. *Jap Agric Res Quart* 19(3):224–233.
- Huettel MD (1976) Monitoring the quality of laboratory-reared insects: a biological and behavioral perspective. *Environ Entomol* 5(5):807–814.
- Isa AL, Khadr GD (1973) Rearing of *Ostrinia nubilalis* Hbn. on artificial diets. *Agric Res Rev (Cairo)* 51(1):15–19.
- Ishikawa Y, Takanashi T, Kim CG and others (1999) *Ostrinia* spp. in Japan: their host plants and sex pheromones. In: Proceedings of the 10th International Symposium on Insect-Plant Relationships Springer, Dordrecht. p. 237–244.
- Khomyakova VO (1871) [Factors influencing development, population and harmfulness of the European corn borer in steppe regions of Stavropol]. Autoref. Candidate Degree Thesis. Leningrad, All-Russian Plant Protection Institute (VIZR). 20 p. (In Russian)
- Lassance JM (2010) Journey in the *Ostrinia* world: from pest to model in chemical ecology. *J Chem Ecol* 36(10):1155–116.
- Lewis LC, Lynch RE (1969) Rearing the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hubner), on diets containing corn leaf and wheat germ. *Iowa St J Sci* 44(1):9–14.
- Mihm JA (1985) Breeding for host plant resistance to maize stem-borers. *Int J Trop Insect Sci* 6(3):369–377.
- Mutuura A, Munroe E (1970) Taxonomy and distribution of the European corn borer and allied species: genus *Ostrinia* (Lepidoptera: Pyralidae). *Mem Entomol Soc Can* 102:1–112.
- Nagy B (1970) Rearing of the European corn borer (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) on a simplified artificial diet. *Acta phytopathol acad sci hung* 5(1):73–79.
- Park JW, Boo KS (1993) An artificial diet and the rearing method for the Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenee)(Lepidoptera: Pyralidae). *Korean J Appl Entomol* 32(4):395–406.

- Patanakamjorn S, Guthrie WD, Young WR (1978) Meridic diets for rearing the tropical corn borer *Ostrinia furnacalis*. *Iowa St J Res* 52(4):361–370.
- Qiao L, Zheng JW, Cheng WN and others (2008) Impact of 4 different artificial fodders on life span of Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenee). *J Northwest A&F Univ* 36:109–112.
- Rahayu T, Trisyono YA (2018) Fitness of Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera: Crambidae) reared in an artificial diet. *J Asia-Pacific Entomol* 21(3):823–828.
- Rangdang Y, Jamormarn S, Granados G (1971) Mass rearing corn stem borer, *Ostrinia furnacalis*. In: Thailand National Corn and Sorghum Research Center (Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok) Annual Report. p. 264–266.
- Reed GL, Showers WB, Huggans JL, Carter SW (1972) Improved procedures for mass rearing the European corn borer. *J Econ Entomol* 65(5):1472–1476.
- Saito O, Nakayama I (1981) A simple rearing method for the oriental corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenee) (Lepidoptera, Pyralidae). *Bull Tohoku Nat Agric Exp Sta (Morioka)* 63:243–247.
- Salama HS (1970) Rearing the corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Hubn.), on a semi-artificial diet. *Z angew Entomol* 65(1-4):216–218.
- Shapiro ID, Khrolinsky LG, Frolov AN and others (1980) [Methodical guidelines for assessment of host plant resistance in potato and maize of main pests]. L: VIZR. 138 p. (In Russian)
- Singh P (1977) Artificial diets for insects, mites and spiders. IFI/Plenum Data Company, New York et al. 594 p.
- Singh P, Moore RF (eds.) (1985) Handbook of insect rearing. Vol. I, viii + 488 pp.; Vol. II, viii + 514 pp. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- Tamarina NA (1990) [Fundamentals of Technical Entomology]. Moscow, Moscow University Publishing House. 202 p. (In Russian)
- Wang Z, Lu X, He K, Zhou D (2000) Review of history, present situation and prospect of the Asian maize borer research in China. *J Shenyang Agric Univ* 31(5):402–412/
- Win AT, Ishikawa Y (2015) Effects of diapause on post-diapause reproductive investment in the moth *Ostrinia scapularis*. *Entomol exp et appl* 157(3):346–353.
- Zhou DR, Ye ZH, Wang ZY (1992) Artificial rearing technique for Asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenée) and its applications in pest management research. In: Advances in Insect Rearing for Research and Pest Management. Anderson TE, Leppla NC, eds. Boulder, San Francisco, Oxford: Westview Press; New Delhi, Bombay, Calcutta: Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., p. 173–193.
- Zhukovskaya MI, Selitskaya OG, Shchenikova AV and others (2017) [Interpopulation variation in the response of male European corn borers *Ostrinia nubilalis* Hbn. (Lepidoptera: Crambidae) to pheromone blends: an EAG study]. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology* 53(4):308–310. (In Russian)
- Zlotin AZ (1989) [Technical Entomology]. Kiev: Naukova Dumka. 183 p. (In Russian)

Вестник защиты растений 3(101) – 2019, с. 58–62

OECD+WoS: 1.06+IY (Entomology)

[http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-3\(101\)-58-62](http://doi.org/10.31993/2308-6459-2019-3(101)-58-62)

Мини-обзор

РАЗВЕДЕНИЕ ВИДОВ РОДА *OSTRINIA* С ТРЕХЛОПАСТНЫМ УНКУСОМ САМЦОВ В ЛАБОРАТОРИИ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕЛЕЙ

А.Н.Фролов*, М.Н.Берим, И.В.Грушевая

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург

*Ответственный за переписку, e-mail: vizrspb@email.ru

Воспитание насекомых на искусственных питательных средах позволяет решать широкий круг энтомологических задач, причем за десятилетия, прошедшие после опубликования пионерской работы Дж. Боттджера (Bottger, 1942), посвященной разведению кукурузного мотылька *Ostrinia nubilalis*, было предложено множество рецептов сред, предназначенных как для лабораторного, так и массового разведения насекомых. На фоне краткого обзора мировой литературы, посвященной разведению вредных видов рода *Ostrinia*, подробно описаны приемы, используемые в ВИЗР для их разведения, в т.ч. приведен состав искусственной питательной среды на основе смеси зародышей пшеницы, соевой и кукурузной муки, которая позволяет выкармливать европейского кукурузного *O. nubilalis*, восточного кукурузного *O. furnacalis* и щетконового *O. scapularis* мотыльков. В статье описаны приемы разведения представителей рода *Ostrinia*, обеспечивающие получение живого материала разного генетического происхождения, который в экспериментах обнаруживает реакции, статистически неотличимые от таковых у природных особей.

Ключевые слова: стеблевой мотылек, искусственная питательная среда, разведение

Поступила в редакцию: 24.06.2019

Принята к печати: 13.09.2019

ИССЛЕДОВАНИЯ ВИЗР ПО ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ ОТ ГРЫЗУНОВ**А.А. Яковлев, Н.В. Бабич***Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,
ООО “Инновационный центр защиты растений”, Санкт-Петербург***RESEARCH IN PLANT PROTECTION FROM RODENTS
IN ALL-RUSSIAN INSTITUTE OF PLANT PROTECTION (VIZR)****A.A. Yakovlev, N.V. Babich***All-Russian Institute of Plant Protection, St. Petersburg, Russia*

Исследования по защите растений от грызунов начались в ВИЗР с первых лет его образования. За прошедшие с тех пор годы вместе с переменами в сельскохозяйственном укладе произошли изменения в ассортименте средств защиты, которые соответствуют современному уровню требований по безопасности. Основная часть работ в этом разделе относится к разработке регламентов безопасного и эффективного применения родентицидов. Проводятся работы по изучению резистентности целевых грызунов к антикоагулянтным родентицидам. Заложено начало технологиям раннего обнаружения вредителей и точечной обработки с помощью дронов.

Исследования по защите растений от грызунов чрезвычайно значимы в истории становления ВИЗР. При создании Всесоюзного Института Защиты Растений в 1929 году, в число наиболее актуальных задач для страны, входило предотвращение потерь урожая, из-за вредоносности сусликов (*Spermophilus*). С первых лет работы института защите от грызунов были посвящены исследования лаборатории Зоологии под руководством Ю.Б. Фалькенштейна, защитившего в 1940 году докторскую диссертацию «Главнейшие мышевидные грызуны СССР и проблема борьбы с ними в сельском хозяйстве». Под его руководством на основе эколого-физиологических и токсикологических исследований разрабатывались и внедрялись в практику новые препараты и способы борьбы с сусликами и мышеобразными грызунами (Murgoidea) главнейшими вредителями сельскохозяйственных культур. Грызуны также были приоритетным направлением работы в лаборатории прогнозов размножения массовых вредителей, созданная и более 40 лет руководимая профессором И.Я. Поляковым, докторская диссертация которого «Теоретические основы прогноза численности мышевидных грызунов и мероприятий по предотвращению их вредоносности в Европейской части СССР и Закавказье» была защищена в 1950 году.

Угроза быстрого роста популяций грызунов в связи с расширением с.-х. производства дала толчок для исследования экологии более 60 видов, вошедших в классическое издание «Вредные грызуны и борьба с ними» (Поляков, 1961, 1968) Дальнейшие исследования показали, что потенциал вредоносности грызунов определяется как типом питания, так и скоростью размножения и степенью экологической пластичности видов. Всестороннему изучению влияния радикально меняющихся условий в агроэкосистемах на распространение грызунов с целью обоснования многолетнего прогноза их экономического значения была посвящена работа Т.С. Гладкиной, защитившей в 1982 году докторскую диссертацию «Биологические основы многолетнего прогноза распространения и численности мелких грызунов в связи с интенсификацией сельскохозяйственного производства». К примеру, вредоносное значение при уборке урожая видов полевых и лесных мышей рода

Apodemus, а также курганчиковых и домовых мышей рода *Mus*, изменилось, когда несовершенная технология уборки зерновых, с оставлением скошенных валков на земле до обмолота, была заменена прямым комбайнированием. Структура сельскохозяйственных угодий, включавшая в себя как посевные площади, так и целинные, создавала условия для вредоносности сусликов, потерявших экономическое значение к середине 1980-х. Снижению численности сусликов способствовали и интенсивные химические обработки, охватывавшие в СССР в 1960-е до 12 млн га.

Главным недостатком ассортимента родентицидов первых лет была их чрезвычайная опасность для теплокровных, включая человека, ведь ряд препаратов был разработан на основе боевых отравляющих веществ времен Первой Мировой войны (Фалькенштейн, 1958). Под руководством В.А. Быковского важным направлением в разработке родентицидов стало создание отечественных препаратов, соответствующих возрастающим требованиям безопасности. Научное сотрудничество ВИЗР в те годы с Московским химико-технологическим институтом им. Д.И. Менделеева и Институтом органического синтеза Латвии дали отечественному сельскому хозяйству эффективный родентицид Глифтор, не имеющий аналогов. Этот препарат был безопасен для птиц. Под руководством В.А. Быковского были разработаны и внедрены в производство технологии наземного и авиа применения глифтора (Указания..., 1978, Временные рекомендации..., 1986)

Было положено начало внедрению таких антикоагулянтных препаратов отечественного производства, как хлорфеназон, фторфеназон, этилфенацин и др. Аналоги этих родентицидов в настоящее время занимают лидирующее положение в мировой практике контроля грызунов (Market..., 2017)

В 80-е и 90-е годы сотрудники института стали авторами передовых разработок гранулированных форм родентицидов (Vykovsky, Yakovlev, 1995).

Эти годы отмечены широким внедрением в производство антикоагулянтных родентицидов, преимущественными характеристиками которых являются стабильность в среде, медленное действие на организм теплокровных и наличие антидота (препараты с витамином К.)

К настоящему времени в результате экспериментальных работ ВИЗР в лабораторных и производственных условиях разработаны регламенты и внедрены в производство 27 родентицидов (Список ..., 2019). Из них 26 – антикоагулянты, представленные пятью действующими веществами и широким спектром препаративных форм (гранулы, мягкие и твердые брикеты, капсулы, концентраты). При том, что видовой состав вредных грызунов значительно сократился в сравнении с серединой прошлого века, применяемые родентициды в основном нацелены на обыкновенную и общественную полевку (Яковлев, Бабич, 2004; Яковлев, Бабич, Покровская, Долженко, 2005).

Основными защищаемыми от грызунов культурами остаются озимые зерновые и значение их как продукта товарного производства возрастает. Современные успехи в производстве зерна во многом определены не увеличением посевных площадей, а повышением эффективности технологий, в том числе и защитных обработок (Посевные площади...)

В настоящее время изучение вопросов защиты растений от грызунов проводится в Секторе биологической регламентации использования родентицидов в составе Центра биологической регламентации использования пестицидов ВИЗР. Основные задачи подразделения включают разработку регламентов применения проходящих государственную регистрацию родентицидов. Новые препараты проходят испытание в лабораторных условиях вивария, где на целевом виде – обыкновенной полевке – определяется поедаемость родентицидных приманок и их токсичность (Бабич, Яковлев, 2018).

Завершается экспериментальное изучение регистрируемых препаратов по результатам опытов в производственных условиях с определением их биологической эффективности. В лабораторных исследованиях ведутся исследования по резистентности обыкновенной полевки к антикоагулянтным родентицидам, показавшие

устойчивость к бродифакуму у части популяции этого вида. (Бабич, Яковлев, 2013).

С целью привлечения современных технологий к практике защиты растений от грызунов проведена серия работ с дронами в Краснодарском крае и в Республике Крым. Получены результаты, подтверждающие перспективность применения аналогичной техники для мониторинга и выявления начальных этапов заселения посевов мышевидными грызунами. Показана целесообразность профилактических родентицидных обработок дронами при малых численностях грызунов. (Лысов и др., 2017).

В последние годы объемы родентицидных обработок в Российской Федерации проводят на значительных площадях: 2016 г. – 2759 тыс. га, 2017 г. – 4523.9 тыс. га, 2018 г. – 2532.8 тыс. га (Обзор..., 2017, Обзор..., 2018).

Традиционный маршрутно-наземный метод учета численности полевых грызунов не всегда позволяет своевременно обнаружить начальные стадии заселения полей мышевидными грызунами. Поэтому будущее в повышении эффективности родентицидных обработок и снижении пестицидного пресса заключено в уменьшении площадей обработок за счет начала работ при наименьших численностях вредителей. Реализация такого подхода возможна на основе применения уже существующего ассортимента коптеров и программного обеспечения к ним (Яковлев, 2018).

Высокая токсичность родентицидов для всех теплокровных, включая человека, является важным фактором сдерживающим развитие ассортимента препаратов для защиты растений от грызунов. Этим объясняется то, что необходимый уровень безопасности достигается в значительной степени совершенствованием препаративных форм, регламентов и технологий применения родентицидов. Вместе с тем не теряет своей актуальности изучение и оптимизация таких важных составляющих в управлении популяциями вредителей, как севооборот и технологии обработки почвы влияющие на численность грызунов.

Библиографический список (References)

- Бабич Н. В., Яковлев А.А., Драгомиров К.А. (2007) Устойчивость обыкновенной полевки *Microtus arvalis* Pall. к антикоагулянтным родентицидам из группы 1,3-индан-дионов. “Териофауна России и сопредельных территорий” Материалы Международного совещания КМК. М.:33.
- Бабич Н.В., Яковлев А.А. (2013) Влияние антикоагулянтных родентицидов на лабораторную популяцию обыкновенной полевки (*Microtus arvalis* Pall.) Третий Всероссийский съезд по защите растений. Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем. СПб: ВИЗР. 3:6.
- Бабич Н.В., Яковлев А.А. (2018) Лабораторные методы исследования родентицидов для защиты от полевых грызунов. Вестник защиты растений. 4 (98): 58–62.
- Временные рекомендации по авиационному применению глифтора для защиты озимых зерновых культур от мышевидных грызунов. (1986) М.: 12 с.
- Колосов А.М. (1960) Грызуны вредители сельского хозяйства. М. Изд. Мин. сельхоз. РСФСР. 216 с.
- Лысов А.К., Яковлев А.А., Бабич Н.В., Дудко В.Г. и др. (2017) Геоинформационные технологии в защите растений. “Повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутренних и внешних рынках”. Материалы международного конгресса: материалы для обсуждения. Северо-Западный центр междисциплинарных исследований проблем продовольственного обеспечения, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. ООО “Экспофорум-Интернэшнл”. 59–61.
- Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2017 г. и прогноз развития вредных объектов в 2018 г. (2017) https://rosselhoscenter.com/files/users/42/Moskva/Обзор_2017_г_объединенный-ilovepdf-compressed_63ca9.pdf (10 июня 2019 г)
- Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2018 г. и прогноз развития вредных объектов в 2019 г. (2018). https://rosselhoscenter.com/files/users/42/Moskva/2019/ОБЗОР_2018_г_compressed-сжатый_1_ec0eb.pdf (10 июня 2019 г)
- Поляков И. Я. (1961). Вредные грызуны и борьба с ними. (1-е изд.). М.; Л.: Сельхозиздат. Ленингр. отд-ние. 264 с.
- Поляков И. Я. (1968) Вредные грызуны и борьба с ними. 2-ое изд. Л.: Колос. Ленингр. отд-ние. 256 с.

Посевные площади озимой пшеницы в России (2019) <https://сельхозпортал.рф/analiz-rosevnyh-ploshhadej/?area=3> (10 апреля 2019 г.)

Список пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории Российской Федерации (2019). Приложение к журналу “Защита и карантин растений” 4: 157–169.

Указания по применению глифтора в борьбе с полевыми грызунами (1978). М.: 18 с.

Фалькенштейн Б.Ю. (1958) Новые зооциды. Защита растений. М. 1: 28.

Яковлев А.А., Бабич Н.В. (2004) Мышевидные грызуны и меры борьбы с ним на сельскохозяйственных угодьях. Рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 52 с.

Яковлев А.А., Бабич Н.В., Покровская С.Д., Долженко В.И. (2005) Биологическая эффективность антикоагулянтных родентицидов против обыкновенной и общественной полевки. Вестник защиты растений 2(96): 55–57.

Яковлев А.А. (2018) Экономические и научно-технические предпосылки для предотвращения массового размножения мышевидных грызунов на посевах озимых зерновых колосовых культур. Современные технологии и средства защиты растений – платформа для инновационного освоения в АПК России. Материалы конференции. С-Пб. 173–174.

Bykovsky V.A., Yakovlev A. A. (1995) The dry pellets are attracted to the water vole (*Arvicola terrestris*). European journal of Plant Pathology. XIII International Plant Protection Congress. The Hague-The Netherlands. Kluwer Academic Publishers: 651.

Market Research Reports Global Rodenticides Market Trends in 2017

<https://newsstand.joomag.com/ru/market-research-reports-global-rodenticides-market-trends-in-2017/0960380001493883981>

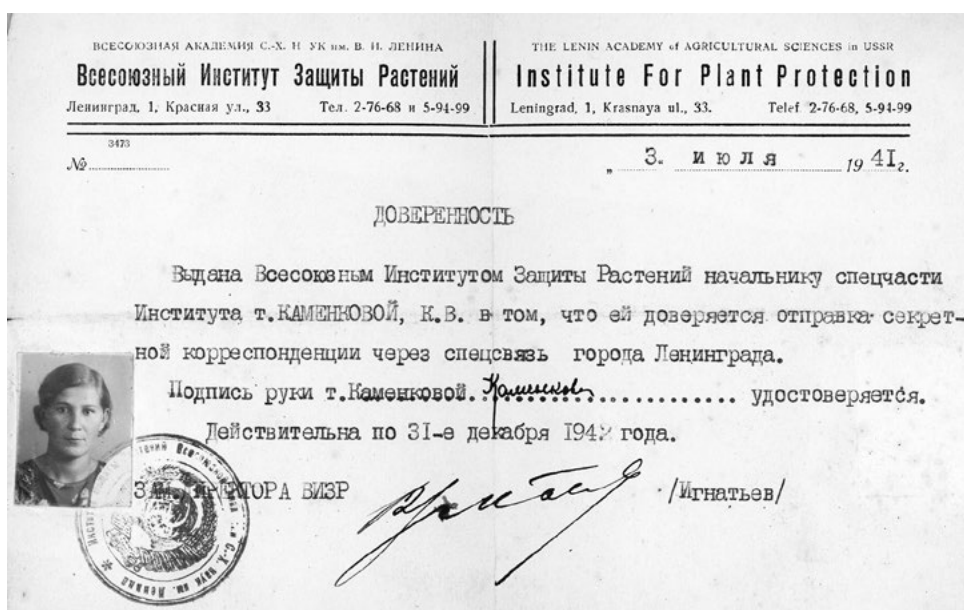
К 90-летию ВИЗР

ВИЗР В ПЕРИОД БЛОКАДЫ ЛЕНИНГРАДА (ВОСПОМИНАНИЯ К.В. КАМЕНКОВОЙ)

ALL-RUSSIAN INSTITUTE OF PLANT PROTECTION DURING THE LENINGRAD BLOCKADE (MEMOIRS OF K. V. KAMENKOVA)

К.В. Каменкова с 1934 до 1974 года работала в лаборатории биометода ВИЗР. В 1941–1942 годах являлась начальником спецчасти института, ей доверялась отправка секретной корреспонденции через спецсвязь города Ленинграда. Зимой 1942 года, в самый тяжелый период, она являлась директором Ленинградского филиала ВИЗР в блокированном городе. В послевоенные годы кандидат биологических наук К.В. Каменкова занималась разработкой биологического метода борьбы с зерновой совкой и другими вредителями. Приведённые ниже воспоминания К.В. Каменковой содержат малоизвестные факты о жизни и работе института в Ленинграде в самую тяжелую блокадную зиму 1942 года.

Подготовлено к печати Гусевой О.Г.



Доверенность на имя К.В. Каменковой на отправку секретной корреспонденции (архив ВИЗР)

Институт был эвакуирован на «Большую землю» в январе 1942 года, а нас в Ленинградском филиале ВИЗР осталось лишь 8 сотрудников, которые по разным причинам не смогли покинуть Ленинград. У меня на руках был восьмимесячный сын. Разговор с председателем комиссии

по эвакуации ВИЗР академиком Презентом был коротким: или оставить больного сына и эвакуироваться, или остаться с ним в Ленинграде. Выбор был сделан – я осталась с сыном и свекровью в Ленинграде, в осажденном городе.

Директором Ленинградского филиала ВИЗР был назначен М.П. Серканов (начальник снабжения). После отъезда сотрудников в январе на работу вышли: М.П. Серканов, Н.И. Иванова, П.В. Сабурова, М.Ф. Кожуро, Н.П. Павлова (бухгалтер), В.Е. Жернаков, кассир и я. Мы ежедневно приходили на работу к 9 часам утра и заканчивали в 4 часа дня.

В нашу задачу входило: сохранение материальных ценностей института, посылка нужных книг и отчетов эвакуированному институту, ответы на письма сотрудников, сражавшихся на фронте, высылка брони сотрудникам-воинам и т.д.

Через 5 дней после эвакуации института на работу не вышел М.П. Серканов. Он умер по дороге домой. Вспомнилось, как накануне Михаил Петрович рассказывал нам про Сибирь, где он родился и вырос, про вкусные сибирские шаньги...

Мы остались одни, месяц кончался и не было доверенностей на получение продуктовых карточек. А карточки в то время – жизнь.

Составив телеграмму на имя И.М. Полякова и сообщив о своем бедственном положении, мы отправили её за линию фронта. И хотя надежда на получение ответа была слабая, он вскоре пришел. В нем было утверждено мое назначение директором Ленинградского филиала ВИЗР в блокированном городе.

В наши обязанности, помимо указанного, входило также составление финансовых отчетов. Но как раз в это время во время обстрела Исаакиевской площади погибла наш бухгалтер Нина Павловна Павлова. ... Она ушла раньше нас. Мы не успели выйти из комнаты как начался обстрел Исаакиевской площади. Мы задержались и сразу подумали о Нине. Она погибла от первого снаряда у здания, где мы сейчас работаем. Осколок стекла попал в легкое. Через два дня не вышла на работу и кассир. Как составлять финансовые отчеты, когда мы понятия не имели о дебите и кредите? Пришлось идти в банк за консультацией, после чего мы уже составляли финансовые отчеты и планы.

Затем было получено новое задание – сдать все ценности института в фонд обороны и сообщить о состоянии

спецсклада, который находился на Елагином острове. Мы долго не могли ответить на запросы о спецскладе, так как в морозные зимние дни не было сил дойти до Елагина острова, ждали весну. Только в апреле мы с Жернаковым с большим трудом пешком добрались туда. Каково же было наше огорчение, когда мы увидели, что спецсклад разворочен и разграблен. Составили акт, погоревали и пошли пешком в обратный путь.

Зимой стали приходиться тревожные письма о П.К. Седове с просьбой прийти и помочь ему, так как он находился в госпитале в тяжелом состоянии после боев в рядах ополчения. Наши сотрудники были уже очень слабы. Тогда я взяла своего сына и пошла в госпиталь. Какая была радость для П.К. Седова, когда он увидел нас. Вместе мы плакали от радости, а потом он принес для сына два кусочка сахара. По доверенности мы получили его деньги, которые помогли ему выжить во время эвакуации госпиталя.

Наступила весна и с ней новые заботы – нужно скалывать лед около института и домов. И хотя трудно было, все выходило на работу, так как это помогало согреться и бороться с эпидемией.

Навещал нас директор М.П. Елсуков – он служил в артиллерии, командовал батареей. Оказалось, что он пишет стихи, много читал нам, запомнились строки: ... «батарея Елсукова бьет метко по врагу...». Он подбадривал нас, вселяя веру во все хорошее. Много раз навещал нас Е.М. Шумаков. Заходил в институт и И.Я. Поляков, который служил в химбатальоне, как всегда кипучий, энергичный, много рассказывал о своих делах.

Весной вернулся в строй С.М. Тупеневич, пришла на работу Е.И. Дворцова. Мы с Н.И. Ивановой стали думать о эвакуации, так как совсем обессилели (я похудела на 20 кг). 1 августа 1942 года мы эвакуировались. Во главе ВИЗР вместо меня встал С.М. Тупеневич.

О блокаде Ленинграда, о Ленинградцах и их подвиге много написано и рассказано. Я рассказала вам лишь отдельные собственные впечатления о самоотверженной работе группы сотрудников ВИЗР в период с января по август 1942 г., т.е. о самых тяжелых днях блокады и о самых тяжелых днях моей жизни.

К.В. Каменкова

К 90-летию ВИЗР

О НАУЧНОМ РУКОВОДИТЕЛЕ – НАСТОЯЩЕМ НАСТАВНИКЕ И УЧЁНОМ ТАТЬЯНЕ ГРИГОРЬЕВНЕ ГРИГОРЬЕВОЙ

Н.Ж. Ашикбаев

*ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж. Жиёмбаева»,
Алматы, Казахстан*

**ABOUT THE SCIENTIFIC SUPERVISOR – THE TRUE MENTOR AND SCIENTIST
TATYANA GRIGORYEVNA GRIGORYEVA**

N.Zh. Ashikbayev

Kazakh Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zh. Zhiembaev, Almaty, Kazakhstan

Я, после окончания в 1967 г. факультета защиты растений Казахского сельскохозяйственного института (г. Алма-Ата, ныне Алматы), в течение двух лет работая

ассистентом кафедры энтомологии у д.с.-х.н., профессора, Сергея Александровича Харина, занимался подготовкой к аспирантуре, проводил исследования в учхозе

«Джанашарское» по изучению фауны пчелиных – опылители растений, а также прорабатывал научную литературу по корневым тлям на сахарной свекле и по паукам агроценоза пшеничных полей. В этот же период сдал кандидатские минимумы по философии и иностранному языку (немецкий).

В 1971 г. участвовал в конкурсе для поступления в целевую аспирантуру. Набор кандидатур для сдачи экзамена по энтомологии и сельскохозяйственной энтомологии проходил на кафедре энтомологии института. По итогам конкурса был предложен моя кандидатура для поступления в аспирантуру при Всесоюзном научно-исследовательском институте защиты растений (ВИЗР, г. Ленинград). Вступительный экзамен по энтомологии и сельскохозяйственной энтомологии принимала комиссия в следующем составе: зам. директора по научной части института Е.М. Шумаков (председатель), члены: д.б.н., профессор И.Д. Шапиро, к.б.н. И.Б. Брянцева и Н.А. Вилкова (впоследствии д.б.н., профессор). По результату экзамена получил оценку «четыре».

В общежитии от одного из аспирантов (Н.И. Поляков) услышал отзыв о Владимире Ивановиче Танского. На другой день в отделе был на приеме у «пожилой», седовласой, яркой, симпатичной женщины. Это была Татьяна Григорьевна Григорьева. Она поинтересовалась целью моего прихода, и я объяснил, что она заключается в выборе темы и руководителя для диссертационной работы. После нескольких минут беседы она предложила свою кандидатуру, но предупредила: «не спешите названием темы, подумайте! Тема диссертационной работы рассматривается на методическом совете и утверждается ученым советом института. Это очень ответственная работа».

Мне предложили проработать научную литературу по исследуемым вопросам и по возвращении из Алматы рассмотреть вопрос исследования, подготовить материалы для обзора литературы, программы и методики научной работы. В связи с этим, пришлось провести определенную проработку научной литературы в библиотеках ВАСХНИЛ, ЗИН, в лаборатории ВИЗР и на кафедре энтомологии ЛГУ. В лаборатории кафедры энтомологии ЛГУ под руководством зав. кафедрой, доцента В.П. Тыщенко, освоил методики определения основных семейств, родов и некоторых видов пауков фауны Казахстана. Благодаря помощи руководителя, Татьяны Григорьевны, набрал опыт проведения научной работы. Татьяна Григорьевна – очень внимательная и строгая, требовательная и справедливая. Никогда не оставит без внимания мнение аспиранта и обязательно выяснит его мысли о том, что хотелось выполнить. У меня были трудности в оформлении научной статьи или в научных отчетах. При обсуждении текста Татьяна Григорьевна никогда не ругала, а вежливо и доступно разъясняла суть правок при их внесении в текст. Благодаря её помощи удалось освоить методики серологического анализа для выяснения трофической связи

хищник-жертва между пауками и гусеницами серой зерновой совки.

Мне была предложена тема научной работы «Фауна пауков пшеничных полей и их трофические связи в Кустанайской области». Я согласился с предложенной темой, так как в определенной степени состояние фауны зерновых культур мне было знакомо. В 1957–1958 годах работал агрономом в Кокчетавской (ныне Акмолинской) области. В тот период на пшеничных полях свирепствовал вредитель зерновых – серая зерновая совка. Повреждения этого вредителя были внушительны; при проверке в бункере комбайна от гусениц серой зерновой совки зерно шевелилось как живое. В мыслях тогда крутилась разработка меры борьбы с таким грозным вредителем. В связи с этим, тема научной работы пришлась по душе, однако выяснение трофических связей хищников с вредящей фазой зерновой совки требовало разработки различных методик. Было много работы; ежегодно проводилось заслушивание отчетов по результатам проведенных научных исследований и характеристики аспиранта на методической комиссии института.

Татьяна Григорьевна постоянно интересовалась ходом проведения исследований и оказывала всяческую помощь в сборе научных материалов в ходе экспедиционных работ, работы в лаборатории и оформления научных отчетов. Однажды во время экспедиции потребовались мелкие пробирки, которые по моей просьбе, при содействии Татьяны Григорьевны авиапочтой в Кустанай доставлены мне в опорный пункт – вот насколько чутко реагировала «ТГ» (обычно в коллективе аспиранты Татьяну Григорьевну уважительно звали «ТГ») на мою просьбу! За это мы сердечно благодарны Татьяне Григорьевне. Она всегда старалась уведомить о появлении новых интересных данных в научных публикациях и этом, вот какая наша ТГ. Она прививала аспирантам такие человеческие качества: честность, справедливость, правдивость, скромность. От нее всегда веяла (ощущалась) только человеческая доброта, научная правдивость (достоверность), уважение окружающим. Я этим и гордился!

Как-то, в первом году моей аспирантской подготовки, к 8-марта предподнёс хороший пышный букет цветов Татьяне Григорьевне, а она мне говорит: «не было подешевле?!». Я совсем смутился... Это был урок мне на всю жизнь! Работая в Казахском государственном сельскохозяйственном институте (ныне Казахский национальный аграрный университет) более 40 лет и в ТОО «Казахский НИИ защиты и карантина растений им. Ж. Жиембаева», студентам и сотрудникам напоминаю об этом до сих пор.

Благодаря коллективу сотрудников ВИЗР (г. Ленинград) был мною выполнена кандидатская диссертационная работа на тему «Фауна пауков пшеничных полей и их трофические связи в условиях Кустанайской области» и успешно защищена ВИЗР. Благодарю учёных ВИЗР, и прежде всего Татьяну Григорьевну Григорьеву!!! Это мое счастье в науке, что учился в ВИЗР и воспитывался у неё!!!

Рукопись изначально направлена для публикации в сборнике тезисов докладов IV Всероссийского Съезда по защите растений (Санкт-Петербург, 9–11 сентября 2019 года), организованного ФГБНУ ВИЗР. По решению редакционной коллегии, работа перенаправлена для публикации в разделе «Хроники» журнала «Вестник защиты растений».

IV ВСЕРОССИЙСКИЙ СЪЕЗД ПО ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ ПРОШЕЛ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

IV ALL-RUSSIAN PLANT PROTECTION CONGRESS WAS HELD IN ST. PETERSBURG

С 9 по 11 сентября в Санкт-Петербурге прошел IV Всероссийский Съезд по защите растений с международным участием. В нем приняло участие в качестве докладчиков, слушателей и представителей организаций-спонсоров около 450 человек – сотрудников научных, образовательных и коммерческих организаций России, Беларуси, Украины, Грузии, Азербайджана, Казахстана, Узбекистана, Финляндии, Норвегии, Германии, Польши, Венгрии, Болгарии, Ирана, Японии, США и Мексики.

Съезд был приурочен к 90-летию Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений, что отразили в пленарных докладах Ганнибал Ф.Б. «90 лет ВИЗР. Ретроспектива исследований» и Павлюшин В.А., Фролов А.Н. «Роль ВИЗР в развитии концепций и научных школ в защите растений» (ВИЗР). Значительная часть пленарных докладов была сосредоточена на наиболее актуальных проблемах различных направлений защиты растений. В частности, Каракотов С.Д. («Щёлково-Агрохим») сделал доклад о современных тенденциях создания препаратов для защиты растений, Долженко В.И. (ВИЗР) в своём докладе подвел итоги и обрисовал перспективы химической защиты растений. Биологической защите растений были посвящены доклады Глупова В.В. (ИСиЭЖ СО РАН) о значении исследований механизмов взаимодействия в системе растение-фитофаг-паразит для разработки биопрепаратов и Исмаилова В.Я. (ВНИИБЗР), Беляковой Н.А. (ВИЗР) о применении энтомофагов в интенсивном растениеводстве и органическом земледелии. Проблема борьбы с вредными саранчовыми была изложена в докладе Сергеева М.Г. (НГУ) «Где тут такая-растакая саранча?»; в докладе Сагитова А.О. (КазНИИЗиКР) рассказано о применении интегрированной защиты растений в Казахстане для получения экологически чистой продукции.

Проблему генетической защиты растений обсуждали в четырех докладах на пленарных заседаниях и на секции «Иммунитет растений к вредным организмам». Пленарные доклады были посвящены результатам исследований по проблеме расширения генетического разнообразия устойчивости с.-х. культур к болезням и мировым трендам селекции растений, связанных с использованием новых технологий идентификации и картирования генов устойчивости растений к болезням, геномного редактирования и полногеномной селекции растений (О.С. Афанасенко, ВИЗР; Е.К. Хлесткина, ВИР). Достижения НЦЗ им. П.П. Лукьяненко в практическом использовании накопленных мировым научным сообществом результатов изучения генетических ресурсов устойчивости пшеницы к наиболее вредоносным патогенам были представлены в докладе И.Б. Абловой. Созданные в НЦЗ высокопродуктивные сорта озимой мягкой пшеницы с групповой устойчивостью к видам ржавчины, фузариозу колоса и септориозу разрушают парадигму отрицательной корреляции признаков продуктивности и устойчивости растений к болезням. Необходимость комплексного изучения изменчивости популяций возбудителей болезней и генетических факторов устойчивости во взаимодействующих патосистемах для обоснования генетической защиты зерновых культур от

болезней была обоснована в докладе Г.В. Волковой (ВНИИБЗР). В секционных докладах обсуждены результаты исследований, связанные с расширением генетических ресурсов устойчивости растений к болезням и их рационального использования. Следует отметить современный методический уровень, проведенных исследований, связанный с использованием молекулярных маркеров, как для изучения изменчивости популяций фитопатогенов (Н. В. Мироненко и др., ВИЗР), так и для идентификации генов устойчивости у растений (Е.И., Гуляева, ВИЗР; Е. В. Груздев и др., ВНИИСБ, РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева; О. А. Баранова и Е. В. Зуев, ВИЗР, ВИР; Н. Н. Возжова, АНЦ «Донской»; Р. А. Абдулаев и др., ВИР). В то же время остаются нерешенные проблемы, связанные с практическим использованием накопленной информации. Необходимы исследования возможности пирамидирования определенных генов устойчивости и их эпистатических взаимодействий, селекционной ценности генов устойчивости и др. Актуальными остаются фундаментальные проблемы адаптивной изменчивости популяций фитопатогенов, механизмов образования новых рас. В связи со стремительным развитием геномики, транскриптомики, биоинформатики особенное значение приобретают комплексные междисциплинарные исследования, позволяющие объединить усилия фитопатологов и генетиков для обоснования генетической защиты с.-х. культур к болезням.

На секции «Фитосанитарный мониторинг и прогноз» было сделано 15 устных докладов, большое количество докладов было представлено как стендовые. Тематика была затронута в пленарных докладах и на других секциях съезда. В докладе И.Я. Гричанова, Е.И. Овсянниковой и М.И. Саулича (ВИЗР) продолжена тема создания комплексных карт потенциально низкого, среднего и высокого фитосанитарного риска для выращивания сельскохозяйственных культур, на этот раз – по комплексу многоядных насекомых – вредителей. О.Д. Филипчук (ВНИИФ) представила систему рисков в сфере агропроизводства, в т.ч. биологических. Названы пути минимизации рисков: импортозамещение и стимулирование отечественного семеноводства, совершенствование агротехнологий, повышение квалификации кадров и решение проблемы водного дефицита. Я.Э. Радионовская (ВНИИВиВ «Магарач») познакомила с тенденциями изменений в структуре комплекса фитофагов виноградных насаждений Крыма. Их видовое разнообразие представлено здесь 36–50 вредителями. С.В. Стулов с соавторами («Щёлково Агрохим») продемонстрировали принципы применения феромонных ловушек различной конфигурации, а также схемы экспозиции ловушек в полевых испытаниях с целью мониторинга вредных фитофагов. Основными мишенями исследования выбраны вредители экономически важных и социально значимых сельскохозяйственных культур средней и южной полосы России. Л.П. Есипенко (ВНИИБЗР) и А.М. Кецба (ИСЗ АН Абхазии) изложили свое видение источников и путей расселения инвазионных видов сорных растений на юге России в соседних регионах. В отдельных

устных и постерных докладах были показаны исследования и результаты мониторинга тех или иных вредителей (клопы черепашки, луговой мотылек, пшеничный трипс, клещи-интродуценты, короеды), болезней (питиозная гниль картофеля, бурая ржавчина и корневая гниль озимой пшеницы, септориозная листовая пятнистость пшеницы, болезни подсолнечника, фитопатогенные бактерии, фитоплазмы) и сорных растений (сеgetальные сообщества). Обсуждены некоторые методические подходы к диагностике, мониторингу и прогнозу.

На секции «Биологическая защита растений» было доложено несколько общесекционных докладов, включая сообщения Павлюшина В.А. (ВИЗР) и Асатуровой А.М. (ВНИИБЗР) о современном состоянии и перспективах развития биологической защиты в интенсивном и органическом земледелии, 14 докладов по микробиологической защите и 7 докладов по применению энтомофагов. Значительное количество работ представлено в постерной сессии. Отражены исследования по созданию и испытанию микробиологических инсектицидов на основе различных групп энтомопатогенов: вирусов (Колосов А.В., ГНЦ «Вектор»), бактерий (Плотникова Т.В., ВНИИТТИ), грибов (доклады Митиной Г.В. и Леднёва Г.Р., ВИЗР), а также комплексных препаратов (Мартемьянов В.В., ИСиЭЖ СО РАН). Доложены перспективы биологической борьбы с саранчовыми в Узбекистане (Нуржанов А.А., УзНИИЗР). Освещены возможности снижения пестицидной нагрузки (Морозов Д.О., ООО «Агробиотехнология») и современных технологий биологической защиты и органического земледелия для различных культур – пшеницы (Пушня М.В., ВНИИБЗР), картофеля (Зейрук В.Н., ВНИИКХ им. Лорха; Томилова О.Г., ИСиЭЖ СО РАН), винограда (Юрченко Е.Г., СКФНЦСВВ) и других многолетних насаждений (Странишевская Е.П., ВНИИВиВ «Магарач»), овощных для детского питания (Стручаев В.В., ООО «Агробиотехнология») и т.п. Затронуты различные аспекты разработки и применения полифункциональных био-препаратов (доклады Новиковой И.И., ВИЗР и Логинова О.Н., Уфимский Институт биологии УФИЦ РАН). Обзор современного состояния селекции энтомофагов дан в докладе Анисимова А.И. (СПбГАУ). Об изучении хищных клещей и их применении в защите растений докладывали Ахатов А.К. (АО «Шетелиг Рус»), Хаустов В.А. (ТюмГУ) и Моор В.В. (ВИЗР). Доклады о насекомых-энтомофагах касались перепончатокрылых (Агасьева И.С., ВНИИБЗР), жесткокрылых (Гусева О.Г., ВИЗР) и полужесткокрылых (Борисов Б.А., ООО «Агробиотехнология»).

На секции «Болезни растений» были представлены результаты микологических и фитопатологических исследований зерновых, овощных, масличных культур и газонных трав, и методов их защиты. Показано ухудшение фитосанитарной ситуации в посевах большинства сельскохозяйственных культур. Отмечена тенденция увеличения распространения и вредоносности грибов рода *Fusarium* на зерновых и овощных культурах (Ю.К. Шашко, НПЦ НАН Беларуси по земледелию; В.С. Сергеев, ООО Научно-Внедренческое Предприятие «БашИнком, И.В. Рукавица, НПЦЗХ им. Бараева; М.В. Дудников, ВНИИ СХБ; Y. A. Akosah et al., Казанский Университет). Показана необходимость проведения мониторинга видового состава грибов р. *Fusarium*, что позволит получить сведения

о распространении наиболее опасных представителей *Fusarium* и существующей опасности загрязнения зерна (Т.Ю. Гагкаева, ВИЗР). На юге России отмечено возрастание значимости фомоза подсолнечника, который быстро и глобально распространился в последние 10-15 лет и перешел в разряд экономически важных болезней этой культуры (Н.М. Арасланова, ФНЦ ВНИИМК). Установлено, что с подсолнечником в России могут быть ассоциированы как минимум четыре вида рода *Diaporthe*, вызывающих симптомы, сходные с симптомами фомоза, и они существенно различаются по агрессивности (М.М. Гомжина, ВИЗР). При фитосанитарной экспертизе партий клубней картофеля отмечается нарастание проявления питиоза («раневая водянистая гниль клубней») (Кузнецова М.А и др., ВНИИФ). В Западной Сибири на пшенице отмечается усиление вредоносности стеблевой ржавчины (Е.С. Сколотнева, ИЦиГ СО РАН). Ухудшение фитосанитарной обстановки в агроценозах обуславливает необходимость проведения защитных мероприятий и подбора новых биологических и химических фунгицидов (Е.И. Бурлак; Д.П. Кирьянов, ООО КОППЕРТ РУС; Кузнецова М.А и др., ВНИИФ; Т.Е. Эспеви, Норвежский институт биоэкономических исследований). Также было представлено 23 работы (включая разные секции), посвященные этиологии, диагностике и борьбе с вирусными, бактериальными и нематодными болезнями растений. Больше половины из них (13) были посвящены диагностике вирусных патогенов, 9 работ – бактериозам, и всего одна – фитопатогенным нематодам. Среди докладов, представленных на секции, посвященной болезням растений, особый интерес вызвали данные по распространенности вирусных болезней овощных (Живаева Т.С. и др., ВНИИКР, Налобова В.Л., «Институт овощеводства» БР), плодовых культур (Упадышев М.Т., ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства») и картофеля (Мазурин Е.С., ООО «Сингента»). Сделанный вне плана доклад директора СИФИБР СО РАН Воронина В.И. о распространении бактериальной водянки хвойных в районе хребта Хамар-Дабан показывает огромную угрозу, которую бактериальные болезни растений могут представлять для природных биоценозов в условиях глобальных климатических изменений. Представленные результаты убедительно свидетельствуют о росте распространенности и вредоносности вириозов и бактериозов, и увеличении в РФ общего числа опасных видов этих фитопатогенов. Для сдерживания вреда, наносимого вириозами и бактериозами сельскохозяйственному производству, необходимо увеличение числа образовательных программ по подготовке специалистов гельминтологов, вирусологов и бактериологов, создание и поддержка работы диагностических лабораторий, оснащенных современными приборами для ПЦР и ИФА диагностики, и запуск специализированных программ селекции на устойчивость к этим патогенам и разработки и испытания химическими и биологическими средствами защиты растений, обладающих противовирусным и антибактериальным действием.

За время работы секции «Вредители растений» было заслушано 9 докладов, а также рассмотрено 12 постерных сообщений специалистов из России, Беларуси, Венгрии, Казахстана, Узбекистана, в которых были представлены самые разные аспекты энтомологической науки, как

фундаментальной — экологии, физиологии, поведения, патологии насекомых, так и прикладной. Особое внимание в работе секции было уделено анализу существующих и оценке перспективности новых направлений при разработке эффективных и экологически безопасных систем защиты растений от вредных насекомых, принадлежащих к самым разным таксономическим группам из отрядов Orthoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Coleoptera, Diptera. В работе секции участвовали специалисты, представляющие самые разные регионы России, в т.ч. учреждения Москвы, Санкт-Петербурга, Новосибирска, Краснодара, Симферополя и др. городов, представляющие широкий спектр научно-исследовательских институтов и вузов России — ВИЗР, ВНИИБЗР, ЗИН РАН, ИЭФиБ им. И.М.Сеченова, МСХА, Новосибирского госуниверситета, ИСЭЖ СО РАН, ИЦиГ СО РАН, ФИЦ «Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И.Вавилова», Сочинского национального парка, ВНИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства, СКФНЦ садоводства, виноградарства, виноделия, НЦЗ им. П.П.Лукияненко, и др. Живой интерес на заседании секции вызвал доклад М.Г. Сергеева и К.В. Поповой (Новосибирский госуниверситет и ИСиЭЖ СО РАН) «Перспективы ситуационного прогноза массовых размножений саранчовых», в котором был проанализирован ряд гипотез относительно факторов, детерминирующих динамику численности итальянской саранчи. Важный вывод, к которому пришли авторы сообщения, гласит, что только вариацией абиотических факторов в мае–начале июня объяснить динамику размножения саранчовых на юге Сибири невозможно. Тема саранчовых была продолжена в докладе «Современное состояние популяции вредных саранчовых Узбекистана и меры борьбы с ними», представленного группой авторов (Ф.А.Гаппаров, Н.Х.Туфлиев, А.Ф.Хайтмуратов, Н.А.Абдалязов, Б.Эшчанов) из Узбекского института защиты растений, в котором были рассмотрены современное состояние гнездилищ и очагов размножений трех видов стадных саранчовых — мароккской, азиатской саранчи и итальянского пруса, а также освещены массовые размножения большой саксаульной горбатки на саксаульниках, высаженных на высохшем дне Арала. В докладе ученых из Венгрии – М.Toth и J.Molnar «Development of semisynthetic lures for catching both females and males of pest Lepidoptera: summary of research efforts in Hungary» были подробно представлены впечатляющие результаты, полученные в Венгерском институте защиты растений (г. Будапешт) при разработке нового направления в феромонитинге чешуекрылых – использовании семиохемиков – выделенных из растений-хозяев соединений, которые привлекают в ловушки как самцов, так и самок вредных объектов. В докладе А.Н. Фролова (ВИЗР) «Прогноз и динамика численности: анализ взаимодействий биотических и абиотических факторов» на примере стеблевого кукурузного мотылька был убедительно обоснован тезис о том, что динамика численности обитающих в агроценозах вредных насекомых детерминируется сложными взаимодействиями эффектов абиотических и биотических факторов. Особый интерес на заседании секции вызвал доклад Н.В. Ширяевой (ФГБУ «Сочинский национальный парк», Россия.) «Коллекции растений знаменитых сочинских парков “Дендрарий” и “Южные культуры” должны быть

сохранены», в котором были озвучены проблемы защиты уникальных коллекционных растений дендрологических парков г. Сочи, возникшие в результате неконтролируемого завоза инвазивных организмов в регион и существующего запрета на применение пестицидов на особо охраняемой природной территории.

На заседании “Пестициды: эффективность и особенности применения” было сделано 11 докладов. В докладах обсуждались проблемы защиты многих сельскохозяйственных культур (зерновые, плодовые, овощные, картофель, сахарная свекла, подсолнечник, виноград, пастбища). Доклады Н.В. Алейниковой “Фитосанитарная оптимизация виноградных агроценозов при использовании инновационных средств защиты в условиях Крыма”, Е.Б. Балькиной “Эффективность современных пестицидов для ограничения численности доминирующих фитофагов яблони”, Н.Н. Глазуновой “Защита озимой пшеницы от доминантных вредителей на юге России”, А.Е. Дворянкина “Современные подходы химической борьбы с церкоспорозом сахарной свеклы” были посвящены новым средствам и приемам защиты культур. Доклады А.А. Алексева “Характеристика и биологическое действие гранул, импрегнированных авермектинами, на марокканскую саранчу *Dociostaurus maroccanus*” и Ю.Н. Сочнева “Акарофунгицидная серная шашка “Пешка-С” - эффективное средство для дезинфекции теплиц” были посвящены новым технологиям в защите растений. Обработке семян для получения лучшего урожая доложил А.И. Злобин. В целом, заседание секции прошло интересно, с развернутыми дискуссиями по некоторым вопросам, и было полезно для определения путей дальнейшего развития химического метода защиты растений.

На секции «Интегрированная защита растений: инженерные, организационные и экономические аспекты» было сделано 10 докладов, которые были посвящены следующим вопросам: пути оптимизации фитосанитарных технологий; системы точного земледелия в защите растений; базы данных и программы для управления фитосанитарным процессом в защите растений; механизации технологических процессов защиты растений; применения беспилотных авиационных средств для дистанционного мониторинга и внесения средств защиты растений; системы защиты зерновых культур в различных регионах РФ; системы интегрированной защиты картофеля; системы защиты в ботанических садах и оранжереях. Свои выступления докладчики акцентировали на основных проблемах в области защиты растений. Директор ВНИИЗР Алехин В.Т. в своем докладе рассказал о современной концепции защиты растений, которая предусматривает отказ от тотального истребления вредных организмов и поэтапный переход к созданию стабильных в фитосанитарном отношении агроэкосистем. Для этих целей научными учреждениями страны разработаны системы интегрированного управления популяциями вредных организмов. Во многих странах используются принципы «диктатуры технологий» (observe technological discipline), т.е. неукоснительного исполнения всех элементов технологии возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе мероприятий по защите растений. В связи с чем остро встает вопрос о необходимости усиления исследований в области цифровизации по защите растений на основе разработки баз данных и

программного обеспечения для оптимизации управления фитосанитарными технологиями в системах интегрированной защиты основных сельскохозяйственных культур.

Руководитель сектора экономики ВИЗР Гончаров Н.Р. сделал интересный доклад о разработке в институте цифровых технологий «Базы данных и их роль в управлении фитосанитарным процессом в защите растений». Слушатели с большим интересом слушали доклад и, учитывая важность данных разработок, просили решить вопрос о публичной доступности баз данных и программ в области защиты растений, имеющихся у институтов, так как они являются их интеллектуальной собственностью. Представительницей национального института защиты растений Польши (г. Познань) Sosnowska D.E. был сделан интересный доклад «Precision agriculture with particular emphasis on remote sensing in polish integrated plant protection», в котором были изложены результаты исследований по дистанционному фитосанитарному мониторингу в системах точного земледелия, применяемых в Польше. Также были приведены результаты исследований по разработке опрыскивающей техники с электроразрядкой капель рабочей жидкости для повышения эффективности применения средств защиты растений и уменьшения норм расхода пестицидов. Зейрук В.Н. из ВНИИКХ им. Лорха сделал обстоятельный доклад по интегрированной защите картофеля с использованием новых биопрепаратов против основных болезней картофеля, который вызвал большой интерес у участников съезда. Лысов А.К. и представители фирмы Лехлер из Германии Гринь Н. и Полянская Е. сделали доклады по современным средствам механизации, новым распылителям и технологиям для рационального и безопасного внесения средств защиты растений. Докладчиками было обращено внимание участников съезда на низкую технологическую дисциплину и недостаточную квалификацию специалистов, применяющих средства защиты растений, а также на отсутствие нормативно-правовой базы в данной области, а именно: в РФ отсутствует закон о защите растений, отсутствует технический регламент на производстве и применение средств механизации для защиты растений, отсутствует технический регламент о проверке опрыскивающей техники на право эксплуатации в сельскохозяйственном производстве. Представитель фирмы Птеро Грядунов Д.А. и представитель ГУАП Федченко В.Г. в своем совместном докладе изложили основные технологические подходы по применению беспилотных авиационных систем для фитосанитарного мониторинга и внесения средств защиты растений. Были представлены результаты совместных работ с ВИЗРом и Государственным Самарским аграрным университетом по дистанционным методам съема информации о распределении сорной растительности на посевах тритикале и черном пару. Авторами доклада отмечено, что в настоящее время четко не регламентировано нормативно-законодательными актами, в связи с чем, необходимо заинтересованным министерствам и ведомствам принять нормативно-законодательные акты. Также необходимо решить вопрос по включению в перечень новых профессий «операторов беспилотных летательных аппаратов» и разработать программы их подготовки в высших и средних образовательных учреждениях.

В рамках Съезда проведен традиционный симпозиум «Резистентность вредных организмов к пестицидам»,

в котором приняло участие 27 специалистов из ВИЗР, ВНИИБЗР, СКНИИСиВ, ИБГ УНЦ РАН, НИИДЗ Роспотребнадзора МЗ, МГУ и Университета штата Мэн (США). Анализ заслушанных докладов и опубликованных тезисов, посвященных вопросам мониторинга резистентности вредных членистоногих, фитопатогенов и грызунов к пестицидам, механизмам ее детерминации и факторам, определяющим скорость развития и распространения в популяциях вредных видов, показывает, что актуальность этой проблемы для растениеводства и здравоохранения России не ослабевает и в XIX веке (Сухорученко Г.И., ВИЗР). Об этом свидетельствует продолжающееся увеличение числа резистентных вредных видов к токсикантам разных химических классов. Так с учетом полученных ранее данных число резистентных к фунгицидам фитопатогенов увеличилось до 17 видов за счет возбудителя оидиума, резистентные популяции которого к триазолам, азнафталенам, стробилуринам и бензофенонам выявлены на виноградниках Южного берега Крыма (Галкина Е.С., ВНИИВиВ «Магарач»). До 43 выросло число резистентных видов вредных членистоногих в результате развития красным паутиным клещом резистентности к клиперу в одном из тепличных хозяйств Подмосковья (устное сообщение Яковлевой И.Н., Мешкова Ю.И., ВНИИФ). Отмечается также развитие множественной резистентности с расширением ее ареала к инсектицидам из разных химических классов в популяциях колорадского жука в основных зонах картофелеводства страны, включая Северо-Запад (Т.И. Васильева, Г.П. Иванова, Г.И. Сухорученко, ВИЗР) и Сибирь (Беньковская Г.В., ИБиг УФИЦ РАН, Крюков В.Ю., ИСиЭЖ СО РАН, Дубовский И.М., Новосибирский ГАУ); азиатской саранчи и итальянского пруса в Северокавказском регионе (Коваленков В.Г., ВНИИБЗР). В ряде докладов сообщалось о формировании резистентности к фунгицидам триазолового ряда в популяциях бурой ржавчины (Волкова Г.В., ВНИИФ); к акарицидам ортусу и ниссорану - у красного плодового клеща (Подгорная М.Е., Прах С.В., СКФНЦ СВиВ) и к антикоагулянтам - у полевки обыкновенной (Бабич Н.В., Яковлев А.А., ВИЗР) в Краснодарском Крае. Установлено снижение чувствительности капустной моли к пиретроидам (Иванова Г.П., Опякин П.А., ВИЗР), обыкновенной картофельной тли к неоникотиноидам (Иванова Г.П., Васильева Т.И., ВИЗР) в Северо-Западном регионе. Выявлено прогрессирующее развитие резистентности к пиретроидам, ФОС и микробиологическим препаратам в популяциях членистоногих, имеющих медицинское и санитарное значение (Лопатина Ю.В., МГУ; Олифер В.В., Еремина О.Ю. и Рославцева С.А., Алексеев М.А., НИИД Роспотребнадзора МЗ)

В результате изучения молекулярно-генетических основ резистентности к инсектицидам у колорадского жука установлено, что для ее закрепления в популяциях вредителя и дальнейшей экспансии, наряду с отбором мутаций генов, обуславливающих устойчивость к инсектицидам, важен отбор генов, инициирующих физиологические процессы в его организме (зимняя диапауза, контроль уровня метаболизма, транспорт и депонирование жизненно важных веществ и ксенобиотиков), что повышает его жизнеспособность (Беньковская Г.В., ИБиг УФИЦ РАН). Обработки инсектицидами поддерживают отбор устойчивых особей, способствуют закреплению резистентности

в популяциях колорадского жука и дальнейшему ее распространению. Распространению резистентности способствует также завоз резистентных к пестицидам популяций аборигенных или адвентивных вредных видов из-за рубежа с растительной продукцией (Сухорученко Г.И., ВИЗР). В ряде сообщений показано, что научно обоснованная ротация препаратов разного механизма действия остается наиболее эффективной тактикой борьбы с резистентными к пестицидам популяциями вредных видов (Alyokhin A.V., штат Мен, США, Волкова Г.В., ВНИИБЗР).

В этом году организаторами съезда впервые была сформирована новая секция докладов, посвященная молекулярно-биологическому направлению защиты растений. Несмотря на некоторые опасения, насколько она получится полновесной и востребованной участниками съезда, секция «Биотехнология и молекулярная биология в защите растений» (модераторы Долгих В.В. и Нижников А.А.) оказалась одной из самых интересных и посещаемых. В первую очередь следует отметить два доклада петербургских исследователей посвященные геномному, протеомному и биоинформационному анализу инсектицидных токсинов и других факторов патогенности бактерии *Bacillus thuringiensis* (авторы докладов: Маловичко Ю.В., Шиков А.Е., Лобов А.А., Нижников А.А., Антоненко К.С.). Группа исследователей из ВИЗР представила интересный доклад о возможности использования рекомбинантных одноцепочечных мини-антител в защите растений (авторы доклада Долгих В.В., Сендерский И.В., Тимофеев С.А., Журавлев В.С.). Серия интересных докладов, посвященных взаимоотношениям бактерии *B. thuringiensis* с насекомым-хозяином и его микобиотой, а также взаимоотношениям энтопатогенных грибов с кутикулярными покровами насекомых, были представлены новосибирскими учеными (авторы докладов Дубовский И.М. Гризанова Е.В., Coates C.J., Butt T.M., Калмыкова Г.В., Кабилов

М.Р., Акулова Н.И., Литвинова Е.А., Кожевникова Е.Н.). Оригинальный молекулярный метод определения пола у представителей насекомых отряда Lepidoptera был предложен другой исследовательской группой из Новосибирска (Белоусова И.А., Ершов Н., Павлушин С., Ильинский Ю., Мартемьянов В.). Два доклада ученых из Казани были посвящены молекулярным аспектам взаимоотношений бактериальных возбудителей мягкой гнили с растительным организмом (авторы докладов Горшков В.Ю., Церс И.Д., Петрова О.Е., Парфинова О.И., Исламов Б.Р., Гоголева Н.Е., Агеева М.В., Даминова А.Г., Губаев Р.Ф., Микшина П.В., Воробьев В.Н., Гоголев, Ю.В.). Московские исследователи представили два интересных доклада, посвященных молекулярной диагностике и таксономии токсигенных грибов рода *Fusarium* (ИБХ РАН, Стахеев А.А., Самохвалова Л.В., Завриев С.К.) и использованию проточной цитометрии в определении плоидности F1-гибридов Brassica (Тимирязевская академия, Зубко О.Н., Соколов В.О., Шумеев А.Н., Ирхин С.Ю.). Очень масштабный и содержательный доклад о молекулярной диагностике вирусных фитопатогенов для получения безвирусных садовых культур был представлен группой из Никитского ботанического сада (Республика Крым, авторы Митрофанова И.В., Чирков С.Н., Закубанский А.В., Митрофанова О.В., Лесникова-Седошенко Н.П.). Научная новизна и разнообразие методических подходов, представленных на секции, свидетельствуют о том, что молекулярная защита растений динамично развивается, и нас ждут новые интересные открытия в этой области биологической и сельскохозяйственной науки.

На заключительном заседании Съезда принят проект Резолюции, окончательная версия которой будет опубликована в следующем выпуске журнала «Вестник защиты растений».

Организаторы Съезда выражают благодарность спонсорам и Российскому фонду фундаментальных исследований (проект РФФИ 19-016-20017) за финансовую поддержку.

Организационный комитет IV Всероссийского Съезда по защите растений

Научное издание
Индекс 36189

Подписано к печати 24 сентября 2019 г.
Формат 60x84/8. Объем 9 п.л. Тираж 250 экз. Заказ