ЗАЩИТА PACTEHUЙ/PLANT PROTECTION

https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.561-569 УДК 632.937



Биологические агенты контроля численности Halyomorpha halys Stål.

© 2021. И. С. Агасьева, М. В. Нефёдова⊠

ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений», г. Краснодар, Российская Федерация

Исследования, направленные на изучение контроля численности вредителя многих сельскохозяйственных культур — Halyomorpha halys Stål., проводили в течение 2018-2020 гг. на территории Центральной зоны Краснодарского края. В экспериментах использовали особей коричнево-мраморного клопа, отловленных вручную и с помощью феромонной ловушки в различных стациях (древесно-кустарниковая растительность, посевы сои). В 2020 г. проводили наблюдения за динамикой численности коричнево-мраморного клопа в период с конца мая (время появления первых особей H. halys) до третьей декады октября. Среди природных энтомофагов на территории Краснодарского края обнаружены два вида паразитических насекомых: Pediobius cassidae Erdos. (Hymenoptera: Eulophidae) и Anastatus bifasciatus Geoffroy (Hymenoptera: Eupelmidae), заражающих около 5-10 % яйцекладок Н. halys в полевых условиях, что не оказывало существенного влияния на численность коричнево-мраморного клопа. В лабораторных условиях проводили испытания эфирных масел из нескольких ботанических семейств: Зонтичные (Umbelliferae), Сложноцветные (Compositae), Сосновые (Abies). Токсический эффект по отношению к коричнево-мраморному клопу проявили эфирное масло полыни, кориандра и пихты сибирской: гибель имаго на десятые сутки составила 100,0; 95,0 и 93,7 % соответственно. Также на посевах сои сорта Арлета были проведены полевые исследования по изучению эффективности препаратов Биостоп, П и экспериментального, разработанного в Федеральном научном центре биологической защиты растений (ФНЦБЗР). Экспериментальный препарат ФНЦБЗР вызвал гибель 64,2 % особей H. halys, Биостоп, П – 70,1 %.

Ключевые слова: коричнево-мраморный клоп, биорациональные инсектициды, эфирные масла

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений» (тема № 0686-2019-0013).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Агасьева И. С., Нефёдова М. В. Биологические агенты контроля численности *Halyomorpha halys* Stål. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(4):561-569. DOI: https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.561-569

Поступила: 16.03.2021 Принята к публикации: 20.07.2021 Опубликована онлайн: 26.08.2021

Biological control agents of the number of Halyomorpha halys Stål.

© 2021. Irina S. Agasyeva, Maria V. Nefedova⊠

Federal Research Center of Biological Plant Protection, Krasnodar, Russian Federation

Research aimed at studying the control of the number of pests of many agricultural crops - Halyomorpha halys Stål, was carried out during 2018-2020 on the territory of the Central zone of Krasnodar Krai. In the experiments, there were used individuals of a brown marmorated stink bug, caught by hand and using a pheromone trap at different stations (tree and shrub vegetation, soybean crops). In 2020, the dynamics of the abundance of the brown marmorated stink bug was monitored since the end of May (the time of the appearance of the first individuals of H. halys) to the third decade of October. Among the natural entomophages in Krasnodar Krai, two species of parasitic insects were found: Pediobius cassidae Erdos. (Hymenoptera: Eulophidae) and Anastatus bifasciatus Geoffroy (Hymenoptera: Eupelmidae), infecting about 5-10 % of H. halys eggs in the field, which did not significantly affect the abundance of the brown marmorated stink bug. In the laboratory, essential oils from several botanical families were tested: Umbelliferae, Compositae, Abies. Essential oils of wormwood, coriander and Siberian fir showed a toxic effect against the brown marmorated stink bug; the death of adults on the tenth day was 100, 95.0 and 93.7 %, respectively. Also, on the soybean crops of the Arleta variety, field tests were carried out to study the efficacy of bio-rational preparations Biostop, P and an experimental preparation developed at the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center of Biological Plant Protection" (FSBSI FRCBPP). The experimental preparation of FRCBPP caused the death of 64.2 % of individuals of H. halys, Biostop, P – 70.1 %.

Key words: brown marmorated stink bug, bio-rational insecticides, essential oils

Acknowledgments: the research was supported by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Scientific Center of Biological Plant Protection (theme No. 0686-2019-0013).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citations: Agasyeva I. S., Nefedova M. V. Biological control agents of the number of Halyomorpha halys Stål. Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(4):561-569. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.4.561-569

Received: 16.03.2021 Accepted for publication: 20.07.2021 Published online: 26.08.2021

Коричнево-мраморный клоп (Halyo-morpha halys Stål.) является широким полифагом, поэтому вредоносность данного объекта очень высока. Питаясь соками растений из различных семейств, вредитель не только ухудшает качество сельскохозяйственной продукции (яблони, инжира, мандаринов, хурмы, сливы, алычи, сладкого перца, сои и проч.), но и может являться распространителем различных заболеваний, в том числе фитоплазменных и вирусных [1, 2], что в совокупности наносит огромный экономический ущерб [3].

В местах изначального природного обитания *H. halvs* не наносит такого вреда, как на новых освоенных им территориях. Это связано с давно сформировавшейся экологией вида, с тем что он занимает определенную нишу в первоначальном ареале своего обитания и имеет своих консументов второго порядка. К ним относятся энтомофаги, в т. ч. паразитические насекомые [4, 5, 6, 7], а также патогены (Beauveria bassiana и Metarhizium anisopliae), которые сдерживают его размножение. На территории Краснодарского края естественных врагов, способных эффективно сдерживать численность коричнево-мраморного клопа, пока не обнаружено. Из потенциальных агентов регулирования числа особей *H. halys* рядом авторов отмечаются представители семейств Scelionidae, Eulophidae и Eupel-midae [8, 9, 10, 111. Данные насекомые-яйпеелы являются неспецифическими и в природных условиях не демонстрируют высокого эффекта по сдерживанию размножения вредителя. Таким образом, основными путями контроля его численности на настоящий момент являются применение биологических, химических препаратов, механический сбор из мест зимовки [8], а также использование феромонных ловушек [9, 12].

В связи с недостаточной эффективностью природных энтомофагов-яйцеедов, обитающих на территории Краснодарского края, и ограничением применения химических инсектицидов на территории рекреационных зон, а также отрицательными последствиями от использования химических препаратов, возникает потребность в поиске иных методов ограничения его размножения и вредоносности.

Такими методами могут стать использование препаратов на основе живых организмов

и продуктов их жизнедеятельности (грибы, бактерии, вирусы), а также веществ природного происхождения, к которым относятся эфирные масла растений или их синтетические аналоги.

Инсектициды на основе бактерий, грибов и вирусов или их биоактивных соединений давно известны в качестве альтернативы синтетическим препаратам для борьбы с беспозвоночными вредителями. Понимание рисков для окружающей среды и здоровья человека от применения химических пестицидов, изменение стандартов по остаткам химических веществ в продуктах питания и увеличение спроса на органическую продукцию сельскохозяйственной отрасли способствуют значительному росту использования биологических и биорациональных препаратов [13].

Эфирные масла имеют важное значение в природе и использовались человеком для различных целей: в фармацевтических, косметических, как ароматизаторы, а также в сельском хозяйстве для подавления патогенных микроорганизмов, в качестве гербицидов, акарицидов и инсектицидов [14, 15]. Эфирные масла обладают низкой токсичностью для млекопитающих, быстро разлагаются в окружающей среде [16] и содержат сложные смеси биологически активных компонентов с мультимодальной активностью против целевых популяций насекомых [17]. Исследования в области применения эфирных масел растений в качестве инсектицидных агентов или репеллентных веществ имеют положительные результаты и рекомендуются рядом авторов для применения в интегрированных системах защиты растений [17, 18, 19, 20, 21].

Цель исследований — поиск альтернативных химическим инсектицидам биологически активных веществ (БАВ) и биорациональных препаратов, эффективных в сдерживании численности коричнево-мраморного клопа.

Материал и методы. В природных условиях Центральной зоны Краснодарского края в 2020 г. (табл. 1) изучали динамику численности коричнево-мраморного клопа.

Учеты и подсчет особей проводили каждую неделю, начиная с момента обнаружения первых особей *H. halys*, с помощью феромонной ловушки (рис. 1).

 $Tаблица\ 1-$ Метеоданные периода вегетации 2020 года (ФНЦБЗР, г. Краснодар) / $Table\ 1-$ Meteorological data for 2020 growing season (FRCBPP, Krasnodar)

		Месяц / Month											
Основные показатели / Main indicators	май / тау			июнь / june			июль / july			август / august			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Температура воздуха, С° /Air temperature, С°													
Среднее многолетнее / Average long term	16,8	18,5	16,8	19,5	20,4	21,3	20,3	23,2	5,0	23,7	21,6	21,6	
Текущего года / Current year	20,0	21,5	23,1	25,0	26,6	27,7	28,2	30,5	31,2	32,8	31,3	29,7	
Осадки, мм / Precipitation, mm													
Среднее многолетнее / Average long-term	18	19	20	22	23	22	21	20	19	19	16	19	
Текущего года / Current year	7,8	-	31,0	9,0	7,9	2,0	68,0	26,0	17,5	6,0	-	0,0	
Относительная влажность воздуха, % / Relative humidity, %													
Среднее многолетнее / Average long-term	67	67	67	66	66	65	65	65	64	63	63	65	
Текущего года / current year	70	71	71	66	65	62	59	41	41	35	49	51	



Puc. 1. Феромонная ловушка для отлова *H. halys*, ФГБНУ ФНЦБЗР, 2020 г. / *Fig. 1.* Pheromone trap for catching *H. halys*, FSBSI FRCBPP, 2020

Одновременно с изучением динамики численности вредителя производили поиск яйцекладок коричнево-мраморного клопа с целью учета количества зараженных природными паразитическими насекомыми из общего числа обнаруженных. Для этого в ходе маршрутных обследований в различных стациях обитания коричнево-мраморного клопа (древесно-кустарниковая растительность, полевые участки с соей) собирали яйцекладки *Н. halys* (всего удалось собрать 40 яйцекладок) и в лабораторных условиях проводили дальнейшие наблюдения. О зара-

женности яиц судили по более темной окраске и последующему вылету паразитов (метод выведения паразитов).

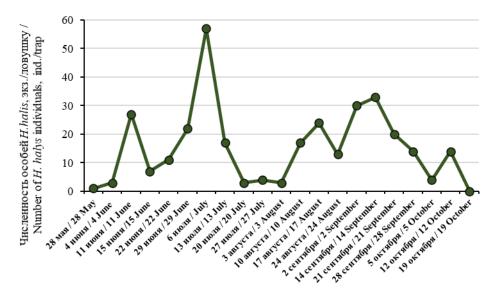
Для поиска активных действующих веществ (д. в.), способных оказывать влияние на жизнедеятельность коричнево-мраморного клопа, был проведен лабораторный скрининг ряда растительных эфирных масел и их композиций. В полевых условиях испытывали биорациональные препараты – Биостоп, П и экспериментальный ФНЦБЗР (на основе растительных масел) [10, 11].

Лабораторные исследования выполняли в течение 2018-2020 гг. на базе ФГБНУ ФНЦБЗР (г. Краснодар) согласно традиционным энтомологическим методикам $^{1,\hat{2}}$. В экспериментах были использованы имаго *H. halvs*. собранные вручную с древесно-кустарниковой растительности, на посевах сои и приусадебных участках, а также с помощью феромонной ловушки (рис. 1). На брюшко имаго микрошприцем-аппликатором наносили строго объем испытуемого заданный вещества. Об эффективности каждого БАВ судили по выживаемости клопов на первые, третьи, пятые сутки после нанесения. Контролем служили имаго *H. halys* без нанесения БАВ. Эксперимент проводили в четырехкратной повторности (не менее 15 особей в каждом варианте). Достоверность различий между вариантами проверяли с помощью теста Дункана.

Полевые испытания малоопасных биорациональных препаратов происходили на опытном участке ФГБНУ ФНЦБЗР (г. Краснодар) (восьмипольный научный севооборот, 2018-2020 гг.) в посевах сои сорта Арлета. Площадь каждой делянки составляла 10 м². Опыт проводили в трехкратной повторности. Обработку выполняли с помощью ручного опрыскивателя модели 77330, 5 л (производитель FIT IT, Китай). В опыте использовали препараты: экспериментальный ФНЦБЗР с нормой применения 2 л/га (действующее веще-

ство – комплекс эфирных растительных масел); Биостоп, П (действующее вещество – комплекс биологических объектов: Bacillus thuringiensis, Beauveria bassiana, Streptomyces sp. штамм 3NN), норма применения – 100 г/га (ООО «Инвиво», Россия). Контрольная делянка ничем не обрабатывалась. Учеты проводили трижды: на третьи, пятые и десятые сутки после обработок. Статистическая обработка по результатам учетов проведена с помощью теста Дункана с использованием пакета программ «STATIS-TICA» версия 13 («StatSoft, Inc.», США).

Результаты и их обсуждение. Первые особи H. halys были обнаружены в конце мая и их численность составляла 1-2 экз/ловушку (рис. 2). Следует отметить, что феромон коричнево-мраморного клопа является агрегационным и привлекает взрослых насекомых (самок и самцов) и личинок (преимущественно старших IV-V возрастов). Ко второй декаде июня количество насекомого возросло до 27 экз/ловушку и затем резко упало. Пик численности наблюдали в середине первой декады июля, причем в ловушку отлавливались в основном личинки коричнево-мраморного клопа. Затем численность щитника упала. Далее до середины сентября происходило постепенное наращивание числа особей, отловленных в ловушку. С третьей декады сентября численность клопа начала падать и в начале октября составляла 4 экз/ловушку.



Puc. 2. Динамика численности H. halys, 2020 г. / Fig. 2. Dynamics of the number of H. halys, 2020

¹Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве. Под ред. В. И. Долженко. СПб.: ВИЗР, 2009. 321 с.

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: «Агропромиздат», 1985. С. 214-215.

В 2019-2020 гг. в Краснодарском крае было зафиксировано два вида паразитических насекомых: Pediobius cassidae Erdos. (Hymenoptera: Eulophidae) и Anastatus bifasciatus Geoffroy (Hymenoptera: Eupelmidae), заражающих яйцекладки коричнево-мраморного клопа. В лабораторных условиях заражение паразитом P. cassidae составило 68,4 %, паразитом A. bifasciatus - 75,0 % [10]. Заражение яиц коричнево-мраморного клопа природными популяциями яйцеедов в полевых условиях 2020 г. наблюдалось во второй-третьей декаде мая и первой декаде июня. Из 40 яйцекладок, собранных в результате маршрутных обследований, три яйцекладки были заражены паразитами (P. cassidae вылетел из одной яйцекладки, A. bifasciatus – из двух). В среднем зараженность яиц составляла 5-10 %, что не приводило к значительному снижению численности *H. halys*. С наступлением высоких температур и низкой влажности, которые наблюдались большую часть летнего периода (табл. 1), заражение яйцекладок вредителя не отмечалось.

В экспериментах, направленных на поиск биологически активных веществ, способных оказывать угнетающее действие на жизнедеятельность коричнево-мраморного клопа, использовались эфирные масла растений из следующих семейств: Зонтичные (Umbelliferae) — масла кориандра, укропа, фенхеля; Сложноцветные (Compositae) — масло полыни; Сосновые (Abies) — масло пихты сибирской. Высокую эффективность показало эфирное масло полыни, пихты сибирской и кориандра (табл. 2).

 $Taблица\ 2$ — Лабораторная оценка биологической активности препаратов на основе эфирных растительных масел против имаго $H.\ halys\ (2018-2020\ rr.)$ / $Table\ 2$ — Laboratory assessment of the biological activity of preparations based on essential oils against adults of $H.\ halys\ (2018-2020)$

Вариант /	Доза применения, мг/особь / Dose, mg / individual	тки, экз. / tment, ind.	После обработки, сут / After treatment, days									
				ество на mber of i		-		ибель насекомых, %/ the death of insects, %				
Variant	Доза прим мг/особь, mg / indi	До обработки, экз. Before treatment, inc	1	3	5	10	1	3	5	10		
Эфирное масло / Essential oil:												
- полыни / wormwood	1,0	4,5 ^{cde}	0,25a*	0,25a	0 a	0 ^a	95,8 ^{cd}	95,8 ^{cd}	100 ^d	100 ^d		
- пихты сибирской / siberian fir	1,0	3,8 ^{cd}	2,5 ^b	0,25ª	0,25ª	0,25ª	37,5 ^{ab}	93,7 ^{cd}	93,7 ^{cd}	93,7 ^{cd}		
- кориандра / coriander	2,0	4,8 def	4,3 ^{cde}	2,5 ^b	$0,75^{a}$	0,25ª	10,0ª	48,7 ^b	85,0°	95,0 ^{cd}		
- укропа / dill	1,0	$6,0^{f}$	5,5 ^{ef}	4,8 ^{def}	4,8 ^{def}	3,8 ^{cd}	8,3ª	20,8ab	20,8ab	37,5ab		
- фенхеля / fennel	1,0	5,0 ^{def}	4,8 ^{de}	4,8 ^{de}	4,3 ^{cde}	3,3 ^{bc}	5,0a	5,0ª	15,0ª	35,0ab		
Экспериментальный препарат ФНЦ БЗР / FRCBPP experimental preparation	2,0	11,3 ^g	1,25ª	0,5 a	0,5 ª	0,5ª	89,3°	96,7 ^{cd}	96,7 ^{cd}	96,7 ^{cd}		
Контроль / Control	-	4,0 ^{cd}	4,0 ^{cd}	4,0 ^{cd}	4,0 ^{cd}	4,0 ^{cd}	-	-	-	-		

^{*} Между вариантами, обозначенными одинаковыми буквенными индексами, нет статистически достоверных различий по критерию Дункана при уровне вероятности 95 % / * There are no statistically significant differences between the variants marked with the same letter indices according to Duncan's test at a 95 % probability level.

На первые сутки в варианте с использованием эфирного масла полыни гибель насекомых достигала 95,8%, на пятые -100%, эфирное масло пихты сибирской привело к гибели 93,7% особей $H.\ halys$, эфирное масло кориандра на пятые сутки вызвало 85%-ую смертность клопов. Применение экспери-

ментального препарата ФНЦБЗР вызвало гибель 96,7 % насекомых. Эфирные масла фенхеля и укропа проявили слабый токсический эффект по отношению к имаго коричнево-мраморного клопа.

Растения с биоактивными соединениями давно успешно применяются для борьбы

с различными вредителями сельскохозяйственных культур и инфекциями человека [14, 22, 23]. Полынь является примером растения, которое успешно использовалось в качестве источника безопасных инсектицидов для борьбы с насекомыми-вредителями [21]. В данном исследовании токсическое действие эфирного масла полыни по отношению к коричнево-мраморному клопу также показало высокую эффективность в лабораторных условиях, что делает его перспективным агентом

для исследований в области контроля численности *H. halys* в интегрированных и биологических технологиях защиты растений.

Начиная с 2017 г., в ФГБНУ ФНЦБЗР ведется работа по подбору наименее опасных для окружающей среды и полезных организмов препаратов, способных регулировать численность *Н. halys.* В 2018-2020 гг. изучалось действие препаратов Биостоп, П и экспериментального ФНЦБЗР в агроклиматических условиях Центральной зоны Краснодарского края (табл. 3).

Таблица 3 — Испытание биорациональных препаратов против коричнево-мраморного клопа Halyomorpha halys Stål., научный севооборот ФГБНУ ФНЦБЗР (2018-2020 г.) / Table 3 — Testing of bio-rational preparations against the brown marmorated stink bug Halyomorpha halys Stål., scientific crop rotation of the FSBSI FRCBPP (2018-2020)

-эwndu bwndu Bapuaнт / Variant	риме- !/ in rate		тение / Ли	к и имаго I umber of H lts, ind./pla	Снижение численности с поправкой на контроль после обработки по суткам				
	Норма при нения / 1pplication	до обра- ботки / before	учето	работки п в / after tre ays of reco	atment	учетов, % / Decrease in number adjusted for control after treat- ment by days of recording, %			
	, 7	treatment	3	5	10	3	5	10	
Биостоп, П / Biostop, Р	100 г/га / 100 g /ha	2,8 abc*	1,8ªb	1,6ªb	0,5 a	37,4 a	54,1 ^{ab}	70,1 ^{ab}	
Экспериментальный препарат ФНЦ БЗР / FRCBPP experimental preparation	2,0 л/га / 2.0 l/ha	2,5 ^{ab}	0,8 ª	0,6 a	0,5 ª	68,1 ^{ab}	81,9 b	64,2 ^{ab}	
Контроль / Control	-	3,4 bc	3,8 ^{bc}	5,1 °	2,9abc	-	_	-	

^{*}Между вариантами, обозначенными одинаковыми буквенными индексами, нет статистически достоверных различий по критерию Дункана при уровне вероятности 95 % / There are no statistically significant differences between the variants marked with the same letter indices according to Duncan's test at a 95 % probability level.

Наибольшую эффективность на третьи сутки проявил экспериментальный препарат ФНЦБЗР (68,1 %), при этом эффективность Биостоп, П составила 37,4 %. Однако на 10-е сутки гибель насекомых в вариантах составила 64,2 % (экспериментальный препарат ФНЦБЗР) и 70,1 % (Биостоп, П).

В ранее проведенных исследованиях испытывался химический препарат Эфория, КС (относится к группе пиретроидов и неоникотиноидов) и его сочетание при уменьшенной концентрации с экспериментальными препаратами ФНЦБЗР, показавшие 100%-ую эффективность в полевых условиях [10, 11]. В экспериментах ученых Лазаревской опытной станции описан положительный эффект целого ряда химических препаратов различных групп: пиреритроиды, неоникатиноиды, фосфорорганические соединения, ингибитор синтеза хитина и их сочетания [8].

Однако несмотря на высокий эффект, полученный при использовании препаратов

химического происхождения, негативные последствия для окружающей среды и здоровья человека способствуют тому, чтобы отказываться от использования химических инсектицидов. Во всем мире прослеживается тенденция, заключающаяся в потреблении продуктов питания, произведенных с использованием безопасных и предпочтительно натуральных средств защиты растений [21]. Поэтому поиск эффективных биологических средств должен быть продолжен.

Выводы. Паразитические насекомые *P. cassidae* и *A. bifasciatus* в природных условиях Краснодарского края заражали около 5-10 % яйцекладок коричнево-мраморного клопа, что не приводило к значительному снижению численности *H. halys* и не оказывало существенного влияния на динамику численности вредителя в 2020 г. Однако оба вида являются перспективными в качестве биологических агентов для контроля

численности коричнево-мраморного клопа и других щитников при искусственном их размножении в лабораторных условиях и последующем выпуске.

Из шести испытанных БАВ на основе эфирных масел высокую эффективность по отношению к коричнево-мраморному клопу показали эфирное масло полыни (гибель имаго *H. halys* на десятые сутки составила 100 %),

масло кориандра (95,0%) масло пихты сибирской (93,7%).

Обработки посевов сои в условиях Центральной зоны Краснодарского края экологически безопасными препаратами позволили добиться гибели 70,1% особей коричневомраморного клопа при использовании препарата Биостоп, П и 64,2% в варианте с экспериментальным препаратом ФНЦБЗР.

Список литературы

- 1. Jones J. R. Lambdin P. L. New County and State Records for Tennessee of an Exotic Pest, Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae), with Potential Economic and Ecological Implications. Florida Entomologist. 2009;92(1):177-178. URL: https://journals.flvc.org/flaent/article/view/75927/73585
- 2. Коричнево-мраморный клоп *Halyomorpha halys Stål* в России: распространение, биология, идентификация, меры борьбы. Коллектив авторов. М., 2018. 28 с. Режим доступа: http://depcxsev.ru/pdf/halyomorpha halys stal.pdf
- 3. Нейморовец В. В. Восточноазиатский мраморный клоп *Halyomorpha halys* (*Heteroptera, Pentatomidae*): морфология, биология, расширение ареала и угрозы для сельского хозяйства Российской Федерации (аналитический обзор). Вестник защиты растений. 2018;1(95):11-16. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35016538
- 4. Roversi P. F., Binazzi F., Marianelli L., Costi E., Maistrello L., Sabbatini P. G. Searching for native egg-parasitoids of the invasive alien species Halyomorpha halys Stál (Heteroptera Pentatomidae) in Southern Europe. Redia. 2016;99:63-70. DOI: https://doi.org/10.19263/REDIA-99.16.01
- 5. Botch P. S., Delfosse E. S. Host-Acceptance Behavior of Trissolcus japonicus (Hymenoptera: Scelionidae) Reared on the Invasive Halyomorpha halys (Heteroptera: Pentatomidae) and Nontarget Species. Environmental Entomology. 2018;47(2):403-411. DOI: https://doi.org/10.1093/ee/nvy014
 6. Pezzini D. T., Nystrom Santacruz E. C., Koch R. L. Predation and Parasitism of Halyomorpha halys
- 6. Pezzini D. T., Nystrom Santacruz E. C., Koch R. L. Predation and Parasitism of Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae) Eggs in Minnesota. Environmental Entomology. 2018;47(4):812-821. DOI: https://doi.org/10.1093/ee/nvy085
- 7. Gariepy T. D., Bruin A., Konopka J., Scott-Dupree C., Fraser H., Bon M. C., Talamas E. A modified DNA barcode approach to define trophic interactions between native and exotic pentatomids and their parasitoids. Molecular ecology. 2019;28(2):456-470. DOI: https://doi.org/10.1111/mec.14868
- 8. Игнатьева Т. Н., Кашутина Е. В., Слободянюк Г. А., Бугаева Л. Н. Биоэкологические особенности коричнево-мраморного клопа и меры борьбы с ним. Международный научно-исследовательский журнал. 2018;10-1(76):70-73. DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.76.10.014
- 9. Тодоров Н. Г., Атанов Н. М., Кузина Н. П., Федосеев Н. З., Лобур А. Ю. Испытание феромона коричнево-мраморного клопа. Защита и карантин растений. 2019;(5):32-35. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37613652
- 10. Агасьева И. С., Исмаилов В. Я., Нефедова М.В., Федоренко Е. В. Разработка методов контроля численности коричнево-мраморного клопа *Halyomorpha halys* Stal. Достижения науки и техники АПК. 2020;34(5):42-46. DOI: https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10508
- 11. Агасьева И. С., Нефедова М. В., Федоренко Е. В., Исмаилов В. Я. Оценка биологической эффективности биологических средств защиты растений против особо опасного адвентивного вредителя коричневомраморного клопа *Halyomorpha halys* Stål. Успехи современного естествознания. 2019;(3-2):182-187. DOI: https://doi.org/10.17513/use.37090
- 12. Синицына Е. В., Проценко В. Е., Карпун Н. Н., Митюшев И. М., Лобур А. Ю., Тодоров Н. Г. Первые полевые испытания феромонных препаратов российского производства для мониторинга и борьбы с коричнево-мраморным клопом Halyomorpha halys Stal. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019;(3):60-79. DOI: https://doi.org/10.34677/0021-342X-2019-3-60-79
- 13. Arthurs S., Dara S. K. Microbial biopesticides for invertebrate pests and their markets in the United States. Journal of invertebrate pathology. 2019;165:13-21. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.01.008
- 14. Васина А. Н. Использование растений диких видов для борьбы с вредителями садовых и овощных культур. М.: Колос, 1972. 128 с.
- 15. Barbosa L. C., Filomeno C. A., Teixeira R. R. Chemical Variability and Biological Activities of Eucalyptus spp. Essential Oils. Molecules. 2016;21(12):1671. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules21121671
- 16. Георгиеш Е. В., Хлиева О. Я., Кузнецов И. О. Перспективы использования экстрактов аира обыкновенного и тысячелистника обыкновенного в качестве инсектицидов. Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. 2014;45(1):105-110. Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np 2014 45%281%29 22

- 17. Muturi E. J., Ramirez J. L., Doll K. M., Bowman M. J. Combined Toxicity of Three Essential Oils Against Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) Larvae. Journal of Medical Entomology. 2017;54(6):1684-1691. DOI: https://doi.org/10.1093/jme/tjx168
- 18. Zhao H. Z., Luo J. Y., Liu Q. T., Lv Z. L., Yang S. H., Yang M. H. Study on essential oils of medicinal plants in insect repellent. Zhongguo Zhong Yao Za Zhi. 2016;41(1):28-34. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28845635/
- 19. Dhakad A. K., Pandey V. V., Beg S., Rawat J. M., Singh A. Biological, medicinal and toxicological significance of Eucalyptus leaf essential oil: a review. Journal of The Science of Food and Agriculture. 2018;98(3):833-848. DOI: https://doi.org/10.1002/jsfa.8600
- 20. Sileem T. M., Mehany A. L., Hassan R. S. Fumigant toxicity of some essential oils against Red Flour Beetles, Tribolium castaneum (Herbst) and its safety to mammals. Braz J Biol. 2020;80(4):769-776. DOI: https://doi.org/10.1590/1519-6984.219529
- 21. Lengai G. M. W., Muthomi J. W., Mbega E. R. Phytochemical activity and role of botanical pesticides in pest management for sustainable agricultural crop production. Scientific African. 2020;7:e00239. DOI: https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00239
- 22. Thiruppathi S., Ramasubramanian V., Sivakumar T., Thirumalai A. V. Antimicrobial activity of *Aloe vera* (L.) Burm. f. against pathogenic microorganisms. J. Biosci. Res. 2010;1(4):251-258. URL: https://ru.scribd.com/document/124713419/Antimicrobial-activity-of-Alo-e-v-e-ra-L-Burm-f-against-pathogenic-microorganisms
- 23. Karpagam T., Devaraj A. Studies on the efficacy of Aloe vera on antimicrobial activity. Int. J. Res. Ayurveda and Pharm. 2011;2(4):1286-1289. URL: https://www.ijrap.net/admin/php/uploads/590_pdf.pdf

References

- 1. Jones J. R. Lambdin P. L. New County and State Records for Tennessee of an Exotic Pest, Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae), with Potential Economic and Ecological Implications. Florida Entomologist. 2009;92(1):177-178. URL: https://journals.flvc.org/flaent/article/view/75927/73585
- 2. Korichnevo-mramornyy klop Halyomorpha halys Stål v Rossii: rasprostranenie, biologiya, identifikatsiya, mery bor'by. [Brown marmorated stink bug Halyomorpha halys Stål in Russia: distribution, biology, identification, control measures]. Kollektiv avtorov. Moscow, 2018. 28 p. URL: http://depcxsev.ru/pdf/halyomorpha halys stal.pdf
- 3. Neymorovets V. V. Vostochnoaziatskiy mramornyy klop Halyomorpha halys (Heteroptera, Pentatomidae): morfologiya, biologiya, rasshirenie areala i ugrozy dlya sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii (analiticheskiy obzor). [Brown marmorated stink bug Halyomorpha halys (Heteroptera: Pentatomidae): morphology, biology, distribution and threats to agriculture in the Russian Federation (analytical review)]. Vestnik zashchity rasteniy = Plant Protection News. 2018;1(95):11-16. (In Russ.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35016538
- 4. Roversi P. F., Binazzi F., Marianelli L., Costi E., Maistrello L., Sabbatini P. G. Searching for native eggparasitoids of the invasive alien species Halyomorpha halys Stál (Heteroptera Pentatomidae) in Southern Europe. Redia. 2016;99:63-70. DOI: https://doi.org/10.19263/REDIA-99.16.01
- 5. Botch P. S., Delfosse E. S. Host-Acceptance Behavior of Trissolcus japonicus (Hymenoptera: Scelionidae) Reared on the Invasive Halyomorpha halys (Heteroptera: Pentatomidae) and Nontarget Species. Environmental Entomology. 2018;47(2):403-411. DOI: https://doi.org/10.1093/ee/nvy014
- 6. Pezzini D. T., Nystrom Santacruz E. C., Koch R. L. Predation and Parasitism of Halyomorpha halys (Hemiptera: Pentatomidae) Eggs in Minnesota. Environmental Entomology. 2018;47(4):812-821. DOI: https://doi.org/10.1093/ee/nvy085
- 7. Gariepy T. D., Bruin A., Konopka J., Scott-Dupree C., Fraser H., Bon M. C., Talamas E. A modified DNA barcode approach to define trophic interactions between native and exotic pentatomids and their parasitoids. Molecular ecology. 2019;28(2):456-470. DOI: https://doi.org/10.1111/mec.14868
- 8. Ignat'eva T. N., Kashutina E. V., Slobodyanyuk G. A., Bugaeva L. N. *Bioekologicheskie osobennosti korichnevo-mramornogo klopa i mery bor'by s nim*. [Bioecological features of brown marmorated stink bug and measures to fight them]. *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal* = International Research Journal. 2018;10-1(76):70-73. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.23670/IRJ.2018.76.10.014
- 9. Todorov N. G., Atanov N. M., Kuzina N. P., Fedoseev N. Z., Lobur A. Yu. *Ispytanie feromona korichnevo-mramornogo klopa*. [Testing the pheromones of Halyomorpha halys]. *Zashchita i karantin rasteniy*. 2019;(5):32-35. (In Russ.). URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37613652
- 10. Agas'eva I. S., Ismailov V. Ya., Nefedova M. V., Fedorenko E. V. *Razrabotka metodov kontrolya chislennosti korichnevo-mramornogo klopa Halyomorpha halys Stal*. [Development of methods for controlling the population of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* Stal.]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2020;34(5):42-46. (In Russ.).

 DOI: https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10508
- 11. Agas'eva I. S., Nefedova M. V., Fedorenko E. V., Ismailov V. Ya. Otsenka biologicheskoy effektivnosti biologicheskikh sredstv zashchity rasteniy protiv osobo opasnogo adventivnogo vreditelya korichnevo-mramornogo klopa Halyomorpha halys Stål. [Assessment of the efficacy of biological plant protection rpoducts against the most harmful adventive pest brown marbled bug Halyomorpha halys Stål.]. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2019;(3-2):182-187. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.17513/use.37090

- 12. Sinitsyna E. V., Protsenko V. E., Karpun N. N., Mityushev I. M., Lobur A. Yu., Todorov N. G. *Pervye polevye ispytaniya feromonykh preparatov rossiyskogo proizvodstva dlya monitoringa i bor'by s korichnevo-mramornym klopom Halyomorpha halys Stal*. [First field trials of Russian-produced pheromone preparations for monitoring and control of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* Stål.]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2019;(3):60-79. (In Russ.). DOI: https://doi.org/10.34677/0021-342X-2019-3-60-79
- 13. Arthurs S., Dara S. K. Microbial biopesticides for invertebrate pests and their markets in the United States. Journal of invertebrate pathology. 2019;165:13-21. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jip.2018.01.008
- 14. Vasina A. N. *Ispol'zovanie rasteniy dikikh vidov dlya bor'by s vreditelyami sadovykh i ovoshchnykh kul'tur*. [The use of wild plants for pest control of garden and vegetable crops]. Moscow: *Kolos*, 1972. 128 p.
- 15. Barbosa L. C., Filomeno C. A., Teixeira R. R. Chemical Variability and Biological Activities of Eucalyptus spp. Essential Oils. Molecules. 2016;21(12):1671. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules21121671
- 16. Georgiesh E. V., Khlieva O. Ya., Kuznetsov I. O. *Perspektivy ispol'zovaniya ekstraktov aira obyknovennogo i tysyachelistnika obyknovennogo v kachestve insektitsidov*. [Prospects for the use of extracts of common calamus and yarrow as insecticides]. *Naukovi pratsi [Odes'koï natsional'noï akademiï kharchovikh tekhnologiy*]. 2014;45(1):105-110. (In Ukraina). URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np 2014 45%281%29 22
- 17. Muturi E. J., Ramirez J. L., Doll K. M., Bowman M. J. Combined Toxicity of Three Essential Oils Against Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) Larvae. Journal of Medical Entomology. 2017;54(6):1684-1691. DOI: https://doi.org/10.1093/jme/tjx168
- 18. Zhao H. Z., Luo J. Y., Liu Q. T., Lv Z. L., Yang S. H., Yang M. H. Study on essential oils of medicinal plants in insect repellent. Zhongguo Zhong Yao Za Zhi. 2016;41(1):28-34. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28845635/
- 19. Dhakad A. K., Pandey V. V., Beg S., Rawat J. M., Singh A. Biological, medicinal and toxicological significance of Eucalyptus leaf essential oil: a review. Journal of The Science of Food and Agriculture. 2018;98(3):833-848. DOI: https://doi.org/10.1002/jsfa.8600
- 20. Sileem T. M., Mehany A. L., Hassan R. S. Fumigant toxicity of some essential oils against Red Flour Beetles, Tribolium castaneum (Herbst) and its safety to mammals. Braz J Biol. 2020;80(4):769-776. DOI: https://doi.org/10.1590/1519-6984.219529
- 21. Lengai G. M. W., Muthomi J. W., Mbega E. R. Phytochemical activity and role of botanical pesticides in pest management for sustainable agricultural crop production. Scientific African. 2020;7:e00239. DOI: https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00239
- 22. Thiruppathi S., Ramasubramanian V., Sivakumar T., Thirumalai A. V. Antimicrobial activity of *Aloe vera* (L.) Burm. f. against pathogenic microorganisms. J. Biosci. Res. 2010;1(4):251-258. URL: https://ru.scribd.com/document/124713419/Antimicrobial-activity-of-Alo-e-v-e-ra-L-Burm-f-against-pathogenic-microorganisms
- 23. Karpagam T., Devaraj A. Studies on the efficacy of Aloe vera on antimicrobial activity. Int. J. Res. Ayurveda and Pharm. 2011;2(4):1286-1289. URL: https://www.ijrap.net/admin/php/uploads/590_pdf.pdf

Сведения об авторах

Агасьева Ирина Сергеевна, кандидат биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории Государственной коллекции энтомоакарифагов и первичной оценки биологических средств защиты растений, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений», улица ВНИИБЗР, д. 1, г. Краснодар, Краснодарский край, Российская Федерация, 350039, e-mail: vniibzr@mail.ru,

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1216-1106

№ Нефёдова Мария Владимировна, кандидат биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории Государственной коллекции энтомоакарифагов и первичной оценки биологических средств защиты растений, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологической защиты растений», улица ВНИИБЗР, д. 1, г. Краснодар, Краснодарский край, Российская Федерация, 350039, e-mail: vniibzr@mail.ru,

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5390-233X, e-mail: dollkaSneba@yandex.ru

Information about the authors

Irina S. Agasyeva, PhD in Biology, leading researcher, Laboratory of the State Collection of Entomoacariphages and Primary Assessment of Biological Plant Protection Products, Federal Research Center of Biological Plant Protection, 1 VNIIBZR st., Krasnodar, Krasnodar Krai, Russian Federation, 350039, e-mail: vniibzr@mail.ru, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1216-1106

Maria V. Nefedova, PhD in Biology, senior researcher, Laboratory of the State Collection of Entomoacariphages and Primary Assessment of Biological Plant Protection Products, Federal Research Center of Biological Plant Protection, 1 VNIIBZR st., Krasnodar, Krasnodar Krai, Russian Federation, 350039, e-mail: vniibzr@mail.ru,

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5390-233X, e-mail: dollkaSneba@yandex.ru

□ Для контактов / Corresponding author