

ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА КОРИЧНЕВО-МРАМОРОНОГО КЛОПА *HALYOMORPHA HALYS* (STÅL) С ПОМОЩЬЮ ФЕРОМОННЫХ ЛОВУШЕК В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Е.В. Синицына✉, Н.З. Федосеев

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), Россия, 140150, Московская обл., пос. Быково, ул. Пограничная, д. 32

katesinitsyna@gmail.com

Представлены результаты испытаний двух различных типов феромонных ловушек для отлова опасного карантинного вредителя — коричнево-мраморного клопа *Halyomorpha halys* в условиях Северного Кавказа. Показано, что использование малой (подвесной) накопительной пирамидальной ловушки в посадках лесного ореха приводит к увеличению отлова имаго *Halyomorpha halys* на 94 %, а нимф — на 75 %, по сравнению с большой (наземной) накопительной пирамидальной ловушкой. Определены условия, при которых осуществлялся активный отлов нимф и имаго вредителя в феромонные ловушки. Основной отлов нимф (83 %) проходил при температуре от +20 до +25 °С, а имаго (52 %) — при +25...+30 °С. Установлен процент имаго и нимф коричнево-мраморного клопа, отловленных в ловушки, который составил 53 % и 47 %, соответственно.

Ключевые слова: коричнево-мраморный клоп, *Halyomorpha halys*, лесной орех, Северный Кавказ, феромонная ловушка, мониторинг, карантин растений

Ссылка для цитирования: Синицына Е.В., Федосеев Н.З. Особенности мониторинга коричнево-мраморного клопа *Halyomorpha halys* (Stål) с помощью феромонных ловушек в условиях Северного Кавказа // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2023. Т. 27. № 2. С. 87–95. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-2-87-95

В связи с обнаружением очагов на территории Российской Федерации в пределах Северного Кавказа и широким распространением в соседних регионах — в Республике Абхазия, Грузии, и других странах Европы, а также в Китае, опасного инвазивного вида насекомого-вредителя — коричнево-мраморного клопа *Halyomorpha halys* (Stål, 1855), актуальной проблемой является мониторинг данного вида, увеличение численности которого может привести к значительным экономическим потерям [1–8]. Вредоносность *H. halys* на юге России в таких регионах, как Краснодарский край и Ставропольский край, Ростовская обл. и Республика Крым, где условия для его развития являются благоприятными, оценивается как высокая [9, 10]. Широкий полифаг наносит существенный вред многим ценным сельскохозяйственным и декоративным культурам, а также лесным породам деревьев, значительно вредит виноградникам [11]. В связи с этим, применение наиболее эффективного метода мониторинга, способного в кратчайшие сроки выявить и уничтожить вредителя, является необходимой и актуальной задачей.

Феромонные ловушки помогают оценить динамику численности *H. halys*, а при масштабных обследованиях территорий обнаружить вредителя в кратчайшие сроки и своевременно

принять меры по локализации и ликвидации очагов его распространения [12–20]. При сравнении и оценке работы различных типов ловушек в полевых условиях наиболее эффективными оказались феромонные ловушки пирамидальной формы [19, 21].

Цель работы

Цель работы — определить, какой тип конструкции ловушки обладает наибольшей улавливающей способностью для нимф и имаго коричнево-мраморного клопа в посадках лесного ореха на территории Северного Кавказа.

Материалы и методы

Полевые испытания проводили в условиях Краснодарского края (г. Сочи) в посадках лесного ореха (лещины) площадью 3 га. При изучении уловистости двух различных типов ловушек для нимф и имаго коричнево-мраморного клопа в полевых условиях использовали малую (подвесную) (рис. 1, а) и большую (наземную) накопительные пирамидальные ловушки (рис. 1, б), разработанные и произведенные в отделе синтеза и применения феромонов ФГБУ «ВНИИКР».

При отлове *H. halys* в плодовых садах наибольшей уловистостью обладала большая наземная ловушка черного цвета по сравнению с прозрачной двухсторонней клеевой пластиной [19]



а



б

Рис. 1. Экспериментальные образцы феромонных ловушек для отлова *Halyomorpha halys* на участке произрастания лещины: а — малая (подвесная) накопительная ловушка пирамидальной формы; б — большая (наземная) накопительная ловушка пирамидальной формы

Fig. 1. Experimental pheromone traps for catching *Halyomorpha halys* in the hazelnut planting: а — a small (hanging) accumulative pyramid shaped trap; б — a large (ground) accumulative pyramid shaped trap

и другими видами ловушек для отлова коричнево-мраморного клопа [21, 22]. Поскольку нимфы и имаго *H. halys* имеют тенденцию к передвижению снизу вверх к источнику феромона, количественный отлов возможен и с использованием больших наземных конструкций ловушек [17, 23–26]. В частности, это касается нелетающих форм, т. е. нимф. Привлекаемые источником феромона, они способны преодолевать значительные расстояния до ловушки. При привлечении нимф в подвесные малые ловушки существует вероятность их рассеивания на ветвях и стволе деревьев по пути к аттрактанту, что иногда приводит к снижению отлова [27].

Большая (наземная) пирамидальная ловушка (БНПЛ) в опыте являлась аналогом большой наземной ловушки (оригинальное название — «Dead-Inn black pyramid trap»). В ходе модернизации конструкции ловушки были изменены ее материал, цвет и другие параметры (таблица) [28].

Наземная часть большой ловушки состояла из пластиковых трапов, образующих каналы, которые сужаются от нижнего наземного широкого основания к более узкой вершине на верхнем конце ловушки (см. таблицу, рис. 1, б). Установленная на участке и закрепленная на поверхности почвы специальными железными скобами для фиксации, ловушка направляет насекомых вверх, где находится закрытая прозрачная накопительная колба объемом 1,1 дм³ с ячеистым прозрачным конусом внутри (15,5×12,5 см) с входным отверстием для насекомых диаметром 2 см (см. рис. 1, б). Внутри колбы на ячеистый конус закрепляли диспенсер с нанесенным феромонным препаратом.

Характеристика экспериментальных образцов ловушек для отлова коричнево-мраморного клопа

Characteristics of the trial traps for brown marmorated stink bug catching

Тип ловушки	Характеристика
Малая (подвесная) накопительная пирамидальная ловушка	<p>Высота (общая) — 39,0 см Высота трапов — 15,0 см Ширина одного трапа — 8,5 см Количество трапов — 3 шт. Цвет трапов — темно-зеленый Размер накопительной колбы — 24×8,5 см Объем накопительной колбы — 0,8 дм³ Цвет колбы — прозрачная Высота ячеистого конуса — 15,0 см Диаметр ячеистого конуса, верхняя часть — 1,2 см Диаметр ячеистого конуса, нижняя часть — 8,5 см Цвет ячеистого конуса — белый Кольцо отсекающее — светло-зеленый</p>
Большая (наземная) накопительная пирамидальная ловушка	<p>Высота (общая) — 55,0 см Высота трапов — 50,5 см Ширина одного трапа — 20 см Количество трапов — 4 шт. Цвет трапов — коричневый Размер накопительной колбы — 13,5×13×10,5 см Объем накопительной колбы — 1,1 дм³ Цвет колбы — прозрачная Высота ячеистого конуса — 15,5 см Диаметр ячеистого конуса, верхняя часть — 2,0 см Диаметр ячеистого конуса, нижняя часть — 12,5 см Цвет ячеистого конуса — прозрачный</p>

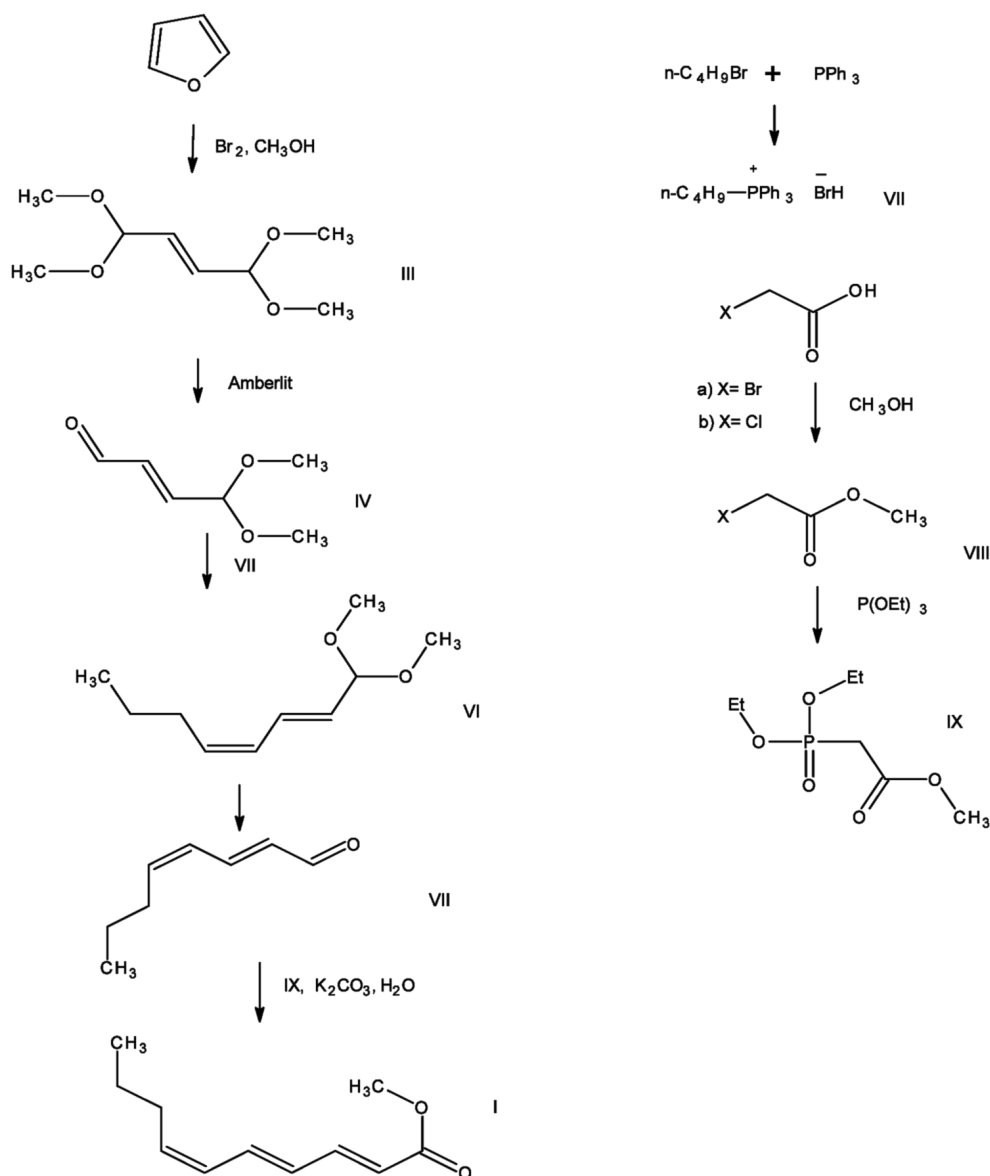


Рис. 2. Схема синтеза метил(*E,E,Z*)-2,4,6-декатриеноата, разработанная в отделе синтеза и применения феромонов ФГБУ «ВНИИКР» [30]

Fig. 2. The scheme of methyl synthesis (*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate, developed in the synthesis and application of pheromones department of FGBU «VNIICR» [30]

Малая накопительная пирамидальная ловушка (МНПЛ) показала себя эффективной в отлове имаго и нимф *H. halys* при установке в плодовых садах (см. рис. 1, а) [22]. В отличие от нимф взрослые особи *H. halys* перед приземлением на почву или на поверхность совершают полет к привлекающему их источнику. Такое же поведение наблюдается при уходе вредителя в места зимовки, когда насекомые предпочитают верхние этажи зданий нижним [25, 26]. Малая ловушка имеет схожий с БНПЛ механизм работы, но отличается методом установки — ее фиксируют с помощью прорезиненной проволоки в кроне или на ветвях деревьев, на столбах или шпалерах, на высоте 1,5–2,0 м от поверхности почвы. В связи

с этим имаго, которые в естественных условиях предпочитают скапливаться в кроне деревьев, эффективнее отлавливались именно в МНПЛ, нежели в БНПЛ [29].

Малая ловушка включает в себя входной ячеистый конус для скопления насекомых и их продвижения по трапам в улавливающую камеру, выполненную из жесткого прозрачного пластика в виде колбы объемом 0,8 дм³ с входным отверстием снизу, которая входит в зацепление с нижней частью корпуса светло-зеленого цвета для их плотного соединения (см. таблицу, рис. 1, а). На входном отверстии для насекомых диаметром 1,2 см ячеистого конуса (15×8,5 см) смонтировано кольцо-отсекатель светло-зеленого цвета, которое способствует быстрому

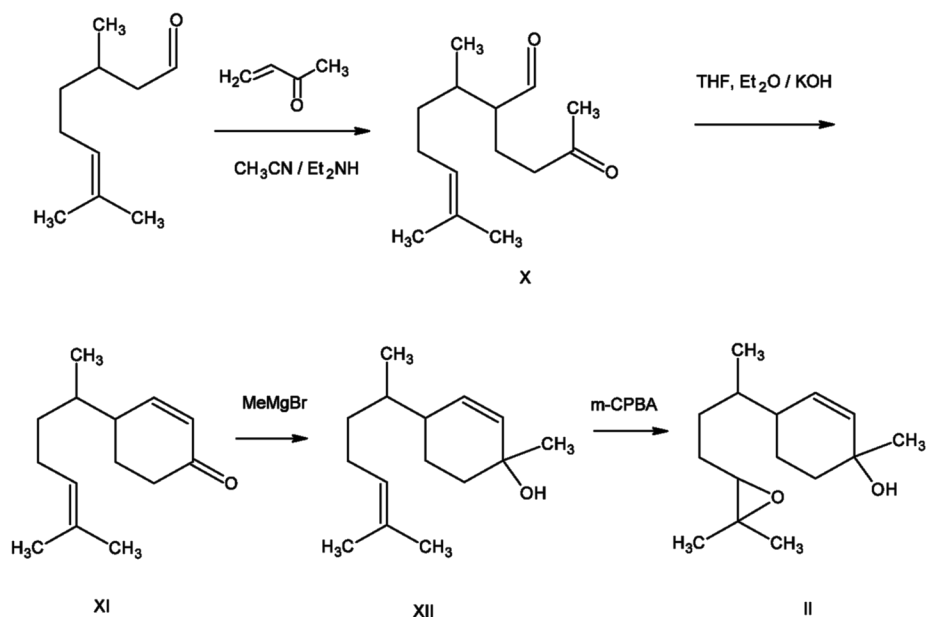


Рис. 3. Схема четырехстадийного синтеза смеси 10,11-эпокси-1-бисаболен-3-олов, разработанная в отделе синтеза и применения феромонов ФГБУ «ВНИИКР» [30]

Fig. 3. The scheme of four-stage synthesis of a mixture of 10,11-epoxy-1-bisabolene-3-ol, developed in the synthesis and application of pheromones department of FGBU «VNIKR» [30]

проникновению насекомых внутрь ловушки и препятствует их выходу наружу (см. рис. 1, а).

Малые ловушки фиксировали на ветвях деревьев на высоте 1,5 м от поверхности почвы. Большие ловушки устанавливали и закрепляли на поверхности почвы с помощью специальных металлических скоб.

В качестве диспенсера для обоих типов ловушек применяли бромбутилкаучук с нанесением смеси двух основных химических компонентов феромонного препарата: метил(*E,E,Z*)-2,4,6-декатриеноата (рис. 2) и 10,11-эпокси-1-бисаболен-3-ола из рацемического цитронеллала (рис. 3), которые были разработаны и произведены в отделе синтеза и применения феромонов Всероссийского центра карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»), в соотношении 1:1 в дозировке 4 мг/диспенсер.

Феромонные ловушки размещали рандомизированно по всей площади насаждений на расстоянии 30–50 м одну от другой [31, 32]. Учет нимф и имаго *H. halys* в ловушках проводили один раз в неделю. Данные статистически обрабатывали с использованием программы PAST (Paleontological Statistics) — версия 3.17 [33]. Для сравнения применяли однофакторный непараметрический анализ (Kruskal-Wallis) с использованием апостериорного теста значимости (Dunn's post hoc test). Для проверки достоверных различий между двумя группами выборок применялся непараметрический попарный анализ данных (Mann-Whitney test) [34]. Установленный уровень значимости — $\alpha = 0,05$.

Результаты и обсуждение

В условиях Краснодарского края развитие коричнево-мраморного клопа от стадии яйца до имаго при минимальной температуре воздуха $+13\text{ }^\circ\text{C}$ и продолжительности светового дня 12 и 15 ч требует накопления суммы эффективных температур (СЭТ) 530 и 590 $^\circ\text{C}$ соответственно [35]. В посадках лесного ореха в 2018 г. первые особи имаго коричнево-мраморного клопа начали отлавливаться в ловушки примерно с начала июня, при достижении минимальной температуры воздуха от $+13\text{ }^\circ\text{C}$ и выше при накоплении СЭТ 205 $^\circ\text{C}$ (рис. 4).

Июнь был достаточно засушливым — выпало 35 мм осадков, что составляет 33 % нормы, а в июле количество выпавших осадков составило 204 мм — 160 % нормы.

Всего за период проведения опыта, который длился 48 сут (с 31.05 по 07.07), в МНПЛ было отловлено 199 нимф *H. halys*, из них: II возраста — 156 экз., III возраста — 24 экз., IV возраста — 19 экз., имаго *H. halys* — 178 экз. В БНПЛ попало 49 нимф *H. halys*, из них: II возраста — 34 экз., III возраста — 13 экз., IV возраста — 2 экз., имаго *H. halys* — 10 экз.

В посадках лесного ореха количество нимф и имаго составило 53 и 47 % от общего числа отловленных особей коричнево-мраморного клопа в феромонные ловушки соответственно. Большая часть нимф были II возраста — 78 %, затем III — 12 и IV — 10 % от общего числа отловленных нимф. Установившиеся благоприятные погодные

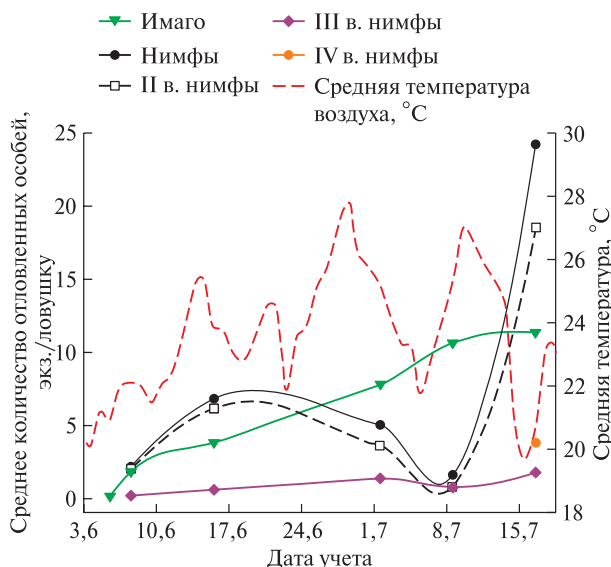


Рис. 4. Динамика отлова нимф и имаго коричнево-мраморного клопа *H. halys* в феромонные ловушки в посадках лещины за период с 3 июня по 15 июля 2018 г. (г. Сочи)

Fig. 4. The dynamics of catching nymphs and adults of the brown marmorated stink bug *H. halys* in pheromone traps in hazelnut planting for the period from June 3 to July 15, 2018 (Sochi)

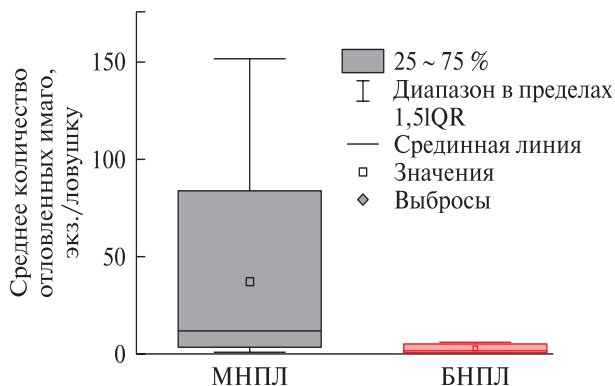


Рис. 5. Сравнение двух типов ловушек — малой накопительной пирамидальной ловушки и большой накопительной пирамидальной ловушки, их эффективность в отлове имаго *Halyomorpha halys* (г. Сочи, 2018 г.)

Fig. 5. Comparison of two trap types — the Small Accumulative Pyramid Trap and the Large Accumulative Pyramid Trap, their effectiveness in capturing adults of the *Halyomorpha halys* (Sochi, 2018)

условия июня — июля со среднемесячной температурой воздуха +23,3...+24,6 °C, соответственно, способствовали активному лёту и увеличению отлова коричнево-мраморного клопа в феромонные ловушки (рис. 4).

Мониторинг коричнево-мраморного клопа показал, что основной отлов нимф (83 %) происходил при температуре воздуха от +20 до +25 °C, 17 % нимф — при +25...+30 °C, 52 % имаго *H. halys* отлавливались при температуре +25...+30 °C, а 48 % — от +20 до +25 °C.

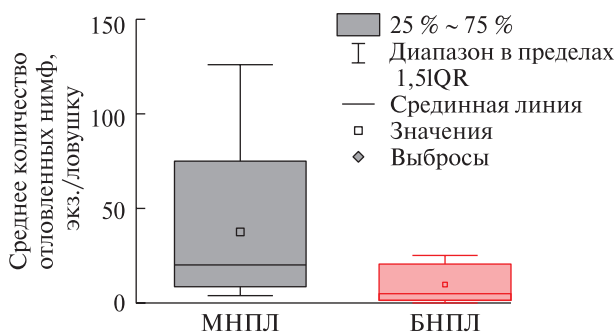


Рис. 6. Сравнение двух типов ловушек — малой накопительной пирамидальной ловушки и большой накопительной пирамидальной ловушки, их эффективность в отлове нимф *Halyomorpha halys* (г. Сочи, 2018 г.)

Fig. 6. Comparison of two trap types — the Small Accumulative Pyramid Trap and the Large Accumulative Pyramid Trap, and their effectiveness in capturing nymphs of the *Halyomorpha halys* (Sochi, 2018)

В ходе полевых испытаний МНПЛ была в 18 раз эффективнее в отлове имаго *H. halys*, чем БНПЛ, в среднем по 36 и 2 экз. особей на ловушку соответственно ($p = 0,0397$) (рис. 5). Однако различия в отлове нимф между вариантами опытных образцов ловушек не удалось выявить ($p = 0,3095$), по 40 и 10 экз./ловушку соответственно (рис. 6).

Выводы

1. Результаты опыта показали, что предпочтительным является применение наиболее практичной с точки зрения трудозатрат — малой (подвесной) накопительной пирамидальной ловушки, которая показала себя эффективнее в отлове имаго, чем большая наземная. Кроме того, малая ловушка дешевле в производстве и проще в применении и установке на участке, чем большая наземная, что является немаловажным фактором при масштабных обследованиях территорий.

2. В летний период в посадках лесного ореха в условиях Северного Кавказа использование малой накопительной ловушки по сравнению с большой позволило увеличить отлов имаго *H. halys* в среднем на 94 % и нимф — на 75 %.


3. К использованию также можно рекомендовать модифицированную универсальную накопительную ловушку для отлова клопов-щитников (патент № 207900 от 23.11.2021 г.) [36]. С помощью предлагаемой полезной модели повышается эффективность отлова, транспортировки и уничтожения клопов-щитников за счет использования мягкой емкости-накопителя различных размеров вместо прозрачной пластиковой колбы, которая может быть утилизирована вместе с отловленным материалом, что в свою очередь ускоряет обслуживание ловушек.

Список литературы

- [1] Митюшев И.М. Первый случай обнаружения клопа *Halyomorpha halys* Stål на территории Российской Федерации // Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике: Материалы Всерос. конф. с междунар. участием, Москва, 18–22 апреля, 2016. М.: Институт леса имени В.Н. Сукачева СО РАН, 2016. С. 147–148.
- [2] Митюшев И.М. Первый случай обнаружения мраморного клопа в России // Защита и карантин растений, 2016. № 3. С. 48.
- [3] Kriticos D., Kean J., Phillips C., Senay S., Acosta H., Haye T. The potential global distribution of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, a critical threat to plant biosecurity // J. of Pest Science, 2017, v. 90, no. 4, pp. 1033–1043.
- [4] Bosco L., Moraglio S., Tavella L. *Halyomorpha halys*, a serious threat for hazelnut in newly invaded areas // J. of Pest Science, 2018, v. 91, no. 2, pp. 661–670.
- [5] Murvanidze M., Krawczyk G., Inasaridze N., Dekanoidze L., Samsonadze N., Macharashvili M., Khutsishvili S., Shengelaia S. Preliminary data on the biology of brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Hemiptera, Pentatomidae) in Georgia // Turkish Journal of Zoology, 2018, v. 42, no. 6, pp. 617–624.
- [6] Мусолин Д.Л., Долговская М.Ю., Проценко В.Е., Карпун Н.Н., Резник С.Я., Саулич А.Х. Инвазия мраморного щитника *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae) в Россию и Абхазию: пути проникновения, ранние этапы акклиматизации, фотопериодический контроль личиночного развития и индукции имагинальной диапаузы // X Чтения памяти О.А. Катаева: Материалы междунар. конф. Том 1. Под ред. Д.Л. Мусолина, А.В. Селиховкина, Санкт-Петербург, 22–25 октября, 2018. Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2018. С. 74–75.
- [7] Сеницына 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* Stål // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии, 2019. № 3. С. 60–79.
- [8] Streito J., Chartois M., Pierre E., Dusoulier F., Armand J., Gaudin J., Rossi J. Citizen science and niche modeling to track and forecast the expansion of the brown marmorated stinkbug *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) // Scientific reports, 2021, v. 11, no. 1, pp. 1–14.
- [9] Жимерикин В.Н., Смирнов Ю.В. Анализ фитосанитарного риска коричневого мраморного клопа *Halyomorpha halys* Stål для территории Российской Федерации (отчет). М.: ФГБУ «ВНИИКР», 2013
- [10] Жимерикин В.Н., Гулий В.В. Мраморный клоп // Защита и карантин растений, 2014. № 4. С. 40–43.
- [11] NP CABI. *Halyomorpha halys* Hosts. База данных вредных организмов. URL: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/27377#tohostPlants> (дата обращения 05.05.2022)
- [12] Lee K.C., Kang C.H., Lee D.W., Lee S.M., Park C.G., Choo H.Y. Seasonal occurrence trends of hemipteran bug pests monitored by mercury light and aggregation pheromone traps in sweet persimmon orchards // Korean J. of Applied Entomology, 2002, v. 41, no. 4, pp. 233–238.
- [13] Aldrich J.R., Khirman A., Chen X., Camp M.J. Semiochemically based monitoring of the invasion of the brown marmorated stink bug and unexpected attraction of the native green stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) in Maryland // Florida Entomologist, 2009, pp. 483–491.
- [14] Nielsen A.L., Hamilton G.C., Shearer P.W. Seasonal Phenology and Monitoring of the Non-Native *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in Soybean // Environmental Entomology, 2011, v. 40, no. 2, pp. 231–238.
- [15] Nielsen A.L., Holmstrom K., Hamilton G.C., Cambridge J., Ingerson-Mahar J. Use of black light traps to monitor the abundance, spread, and flight behavior of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) // J. of Economic Entomology, 2013, v. 106, no. 3, pp. 1495–1502.
- [16] Leskey T.C., Agnello A., Bergh J.C., Dively G.P., Hamilton G.C., Jentsch P., Khirman A., Krawczyk G., Kuhar T.P., Lee D.H., Morrison III W.R., Polk D.F., Rodriguez-Saona C., Shearer P.W., Short B.D., Shrewsbury P.M., Walgenbach J.F., Weber D.C., Welty C., Whalen J., Wiman N., Zaman F. Attraction of the invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) to traps baited with semiochemical stimuli across the United States // Environmental entomology, 2015, v. 44, no. 3, pp. 746–756.
- [17] Acebes-Doria A.L., Leskey T.C., Bergh J.C. Development and comparison of trunk traps to monitor movement of *Halyomorpha halys* nymphs on host trees // Entomologia Experimentalis et Applicata, 2016, v. 158, no. 1, pp. 44–53.
- [18] Acebes-Doria A.L., Morrison W.R., Short B.D., Rice K.B., Bush H.G., Kuhar T.P., Duthie C., Leskey T.C. Monitoring and biosurveillance tools for the brown marmorated stink bug // *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), 2018, v. 9, no. 3, p. 82.
- [19] Acebes-Doria A.L., Agnello A.M., Alston D.G., Andrews H., Beers E.H., Bergh J.C., Bessin R., Blaauw B.R., Buntin G.D., Burkness E.C., Chen S., Cottrell T.E., Daane K.M., Fann L.E., Fleischer S.J., Guédot C., Gut L.J., Hamilton G.C., Hilton R., Hoelmer K.A., Hutchison W.D., Jentsch P., Krawczyk G., Kuhar T.P., Lee J.C., Milnes J.M., Nielsen A.L., Patel D.K., Short B.D., Sial A.A., Spears L.R., Tatman K., Toews M.D., Walgenbach J.D., Welty C., Wiman N.G., Zoeren J.V., Leskey T.C. Season-long monitoring of the brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) throughout the United States using commercially available traps and lures // J. of economic entomology, 2020, v. 113, no. 1, pp. 159–171.
- [20] Kirkpatrick D.M., Acebes-Doria A.L., Rice K.B., Short B.D., Adams C.G., Gut L.J., Leskey T.C. Estimating monitoring trap plume reach and trapping area for nymphal and adult *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in crop and non-crop habitats // Environmental entomology, 2019, v. 48 (5), pp. 1104–1112.
- [21] Morrison III W., Cullum J., Leskey T. Evaluation of trap designs and deployment strategies for capturing *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) // J. of Economic Entomology, 2015, v. 108, no. 4, pp. 1683–1692.
- [22] Rice K.B., Morrison III W., Short B., Acebes-Doria A., Bergh J., Leskey T. Improved trap designs and retention mechanisms for *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) // J. of economic entomology, 2018, v. 111, no. 5, pp. 2136–2142.
- [23] Lee D.H., Wright S.E., Leskey T.C. Impact of insecticide residue exposure on the invasive pest, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): analysis of adult mobility. Impact of insecticide residue exposure on the invasive pest, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): analysis of adult mobility // J. of Economic Entomology, 2013, v. 106, no. 1, pp. 150–158.
- [24] Lee D.H., Nielsen A.L., Leskey T.C. Dispersal capacity and behavior of nymphal stages of *Halyomorpha halys*

- (Hemiptera: Pentatomidae) evaluated under laboratory and field conditions // *J. of Insect Behavior*, 2014, v. 27, no. 5, pp. 639–651.
- [25] Cambridge J., Payenski A., Hamilton G.C. The distribution of overwintering brown marmorated stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in college dormitories // *Florida Entomologist*, 2015, v. 98, no. 4, pp. 1257–1259.
- [26] Chambers B.D. The influence of thermal and physical characteristics of buildings on overwintering brown marmorated stink bugs (*Halyomorpha halys*): Doctoral dissertation, Virginia Tech., 2018, 113 p.
- [27] Leskey T.C., Nielsen A.L. Impact of the invasive brown marmorated stink bug in North America and Europe: history, biology, ecology, and management // *Annual Review of Entomology*, 2018, v. 63, pp. 599–618.
- [28] Синицына Е.В. Совершенствование феромонного мониторинга коричнево-мраморного клопа *Halyomorpha halys* (Stål, 1855): дис. ... канд. биол. наук 06.01.07. Москва, 2022. 179 с.
- [29] Leskey T.C., Short B.D., Butler B.R., Wright S.E. Impact of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål), in mid-Atlantic tree fruit orchards in the United States: Case Studies of Commercial Management // *Psyche: A J. of Entomology*, 2012, v. 2012, p. 14.
- [30] МР 79–2019 ВНИИКР. Методика синтеза агрегационного феромона коричнево-мраморного клопа *Halyomorpha halys* St. Быково, 2019. 23 с.
- [31] Miller J.R., Adams C.G., Weston P.A., Schenker J.H. Trapping of small organisms moving randomly: principles and applications to pest monitoring and management. Springer, 2015, 114 p.
- [32] МР 13–2018 ВНИИКР. Методика полевых испытаний биологической активности феромона коричнево-мраморного клопа *Halyomorpha halys* STAL. Быково, 2018. 21 с.
- [33] Hammer Ø., Harper D.A., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // *Palaeontologia electronica*, 2001, v. 4, no. 1, p. 9.
- [34] Реброва О.Ю. Описание статистического анализа данных в оригинальных статьях. Типичные ошибки // *Медицинские технологии. Оценка и выбор*, 2011. № 4. С. 36–40
- [35] Musolin D.L., Dolgovskaya M.Yu., Protsenko V.Ye., Karpun N.N., Reznik S.Ya., Saulich A.Kh. Photoperiodic and temperature control of nymphal growth and adult diapause induction in the invasive Caucasian population of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* // *J. of Pest Science*, 2019, v. 92, no. 2, pp. 621–631.
- [36] Синицына Е.В., Чалкин А.А., Зинников Д.Ф., Абасов М.М. Универсальная накопительная ловушка для отлова клопов-щитников. Патент на полезную модель № 207900 от 23 ноября 2021 г. Заявитель и патентообладатель ФГБУ «ВНИИКР», № 2021113119.

Сведения об авторах

Синицына Екатерина Витальевна  — науч. сотр. отдела синтеза и применения феромонов, Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»), katesinitsyna@gmail.com

Федосеев Назар Зиновьевич — ст. науч. сотр. отдела синтеза и применения феромонов, Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»), nazfed@mail.ru

Поступила в редакцию 25.11.2022.

Одобрено после рецензирования 16.12.2022.

Принята к публикации 25.01.2023.

MONITORING FEATURES OF BROWN MARMORATED STINK BUG *HALYOMORPHA HALYS* (STÅL) USING PHEROMONE TRAPS IN NORTH CAUCASUS

E.V. Sinitsyna , **N.Z. Fedoseev**

All-Russian Plant Quarantine Center, 32, Pogranichnaya st., 140150, Bykovo village, Moscow reg., Russia

katesinitsyna@gmail.com

The article presents the results of testing two different types of pheromone traps for catching a dangerous quarantine pest — the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* in the North Caucasus conditions. The data showed that the use of a small (hanging) accumulative pyramid shaped trap in hazelnut planting allowed increasing the catches of adults of *Halyomorpha halys* by 94 % and nymphs by 75 %, in comparison with a large (ground) accumulative pyramid shaped trap. During the trial, the conditions under which the pests nymphs and adults were actively caught in pheromone traps were determined. The main catch of nymphs — 83 % was fixed at temperatures from +20 to +25 °C, while 52 % adults — at +25...+ 30 °C. The percentage of adults and nymphs of the brown marmorated stink bug caught in the traps was about the same level and amounted to 53 % and 47 %, respectively.

Keywords: brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, hazelnut, North Caucasus, pheromone trap, monitoring, plant quarantine

Suggested citation: Sinitsyna E.V., Fedoseev N.Z. *Osobennosti monitoringa korichnevo-mramornogo klopa Halyomorpha halys (Stål) s pomoshch'yu feromonnykh lovushek v usloviyakh Severnogo Kavkaza* [Monitoring features of brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* using pheromone traps in North Caucasus]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2023, vol. 27, no. 2, pp. 87–95. DOI: 10.18698/2542-1468-2023-2-87-95

References

- [1] Mityushev I.M. *Pervyy sluchay obnaruzheniya klopa Halyomorpha halys Stål na territorii Rossiyskoy Federatsii* [The first case of detection of the bug *Halyomorpha halys* Stål on the territory of the Russian Federation]. Monitoring i biologicheskie metody kontrolya vreditel'nykh i patogenov drevesnykh rasteniy: ot teorii k praktike: materialy vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem [Monitoring and biological methods for controlling pests and pathogens of woody plants: from theory to practice: materials of the All-Russian conference with international participation], Moscow, April 18–22, 2016. Moscow: Forest Institute named after Sukachev V.N. SO RAN, 2016, pp. 147–148.
- [2] Mityushev I.M. *Pervyy sluchay obnaruzheniya mramornogo klopa v Rossii* [The first case of finding a marble bug in Russia]. Zashchita i karantin rasteniy [Plant Protection and Quarantine], 2016, no. 3, p. 48.
- [3] Kriticos D., Kean J., Phillips C., Senay S., Acosta H., Haye T. The potential global distribution of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, a critical threat to plant biosecurity. *J. of Pest Science*, 2017, v. 90, no. 4, pp. 1033–1043.
- [4] Bosco L., Moraglio S., Tavella L. *Halyomorpha halys*, a serious threat for hazelnut in newly invaded areas. *J. of Pest Science*, 2018, v. 91, no. 2, pp. 661–670.
- [5] Murvanidze M., Krawczyk G., Inasaridze N., Dekanoidze L., Samsonadze N., Macharashvili M., Khutsishvili S., Shengelaia S. Preliminary data on the biology of brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Hemiptera, Pentatomidae) in Georgia. *Turkish Journal of Zoology*, 2018, v. 42, no. 6, pp. 617–624.
- [6] Musolin D.L., Dolgovskaya M.Yu., Protsenko V.E., Karpun N.N., Reznik S.Ya., Saulich A.Kh. *Invaziya mramornogo shchitnika Halyomorpha halys (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) v Rossiyu i Abkhaziyu: puti proniknoveniya, rannye etapy akklimatizatsii, fotoperiodicheskiy kontrol' lichinochnogo razvitiya i induksii imaginal'noy diapauzy* [Invasion of the marbled stink bug *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) into Russia and Abkhazia: ways of penetration, early stages of acclimatization, photoperiodic control of larval development and induction of imaginal diapause]. *X Chteniya pamyati O.A. Kataeva* [X Readings in memory of O.A. Kataeva], 2018, pp. 74–75.
- [7] Sinitsyna E.V., Protsenko V.E., Karpun N.N., Mityushev I.M., Lobur A.Yu., Todorov N.G. *Pervye polevye ispytaniya feromonnykh preparatov rossiyskogo proizvodstva dlya monitoringa i bor'by s korichnevo-mramornym klopom Halyomorpha halys Stål* [The first field trials of Russian-made pheromone preparations for monitoring and combating the brown marble bug *Halyomorpha halys* Stål]. *Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [News of the Timiryazev Agricultural Academy], 2019, no. 3, pp. 60–79.
- [8] Streito J., Chartois M., Pierre E., Dusoulier F., Armand J., Gaudin J., Rossi J. Citizen science and niche modeling to track and forecast the expansion of the brown marmorated stinkbug *Halyomorpha halys* (Stål, 1855). *Scientific reports*, 2021, v. 11, no. 1, pp. 1–14.
- [9] Zhimerikin V.N., Smirnov Yu.V. *Analiz fitosanitarnogo riska korichnevo-mramornogo klopa Halyomorpha halys Stål dlya territorii Rossiyskoy Federatsii* [Phytosanitary risk analysis of the brown marbled bug *Halyomorpha halys* Stål for the territory of the Russian Federation]. Ed. T.V. Artemyeva. Bykovo: VNIKR, 2013, 55 p.
- [10] Zhimerikin V.N., Guliy V.V. *Mramornyy klop* [Marble bug]. *Zashchita i karantin rasteniy* [Protection and quarantine of plants], 2014, no. 4, pp. 40–43.
- [11] HP CABI. *Halyomorpha halys* Hosts. База данных вредных организмов. Available at: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/27377#tohostPlants> (accessed 05.05.2022)
- [12] Lee K.C., Kang C.H., Lee D.W., Lee S.M., Park C.G., Choo H.Y. Seasonal occurrence trends of hemipteran bug pests monitored by mercury light and aggregation pheromone traps in sweet persimmon orchards. *Korean J. of Applied Entomology*, 2002, v. 41, no. 4, pp. 233–238.
- [13] Aldrich J.R., Khirman A., Chen X., Camp M.J. Semiochemically based monitoring of the invasion of the brown marmorated stink bug and unexpected attraction of the native green stink bug (Heteroptera: Pentatomidae) in Maryland. *Florida Entomologist*, 2009, pp. 483–491.
- [14] Nielsen A.L., Hamilton G.C., Shearer P.W. Seasonal Phenology and Monitoring of the Non-Native *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in Soybean. *Environmental Entomology*, 2011, v. 40, no. 2, pp. 231–238.
- [15] Nielsen A.L., Holmstrom K., Hamilton G.C., Cambridge J., Ingerson-Mahar J. Use of black light traps to monitor the abundance, spread, and flight behavior of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *J. of Economic Entomology*, 2013, v. 106, no. 3, pp. 1495–1502.
- [16] Leskey T.C., Agnello A., Bergh J.C., Dively G.P., Hamilton G.C., Jentsch P., Khirman A., Krawczyk G., Kuhar T.P., Lee D.H., Morrison III W.R., Polk D.F., Rodriguez-Saona C., Shearer P.W., Short B.D., Shrewsbury P.M., Walgenbach J.F., Weber D.C., Welty C., Whalen J., Wiman N., Zaman F. Attraction of the invasive *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) to traps baited with semiochemical stimuli across the United States. *Environmental Entomology*, 2015, v. 44, no. 3, pp. 746–756.
- [17] Acebes-Doria A.L., Leskey T.C., Bergh J.C. Development and comparison of trunk traps to monitor movement of *Halyomorpha halys* nymphs on host trees. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2016, v. 158, no. 1, pp. 44–53.
- [18] Acebes-Doria A.L., Morrison W.R., Short B.D., Rice K.B., Bush H.G., Kuhar T.P., Duthie C., Leskey T.C. Monitoring and biosurveillance tools for the brown marmorated stink bug. *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera: Pentatomidae), 2018, v. 9, no. 3, p. 82.
- [19] Acebes-Doria A.L., Agnello A.M., Alston D.G., Andrews H., Beers E.H., Bergh J.C., Bessin R., Blaauw B.R., Buntin G.D., Burkness E.C., Chen S., Cottrell T.E., Daane K.M., Fann L.E., Fleischer S.J., Guédot C., Gut L.J., Hamilton G.C., Hilton R., Hoelmer K.A., Hutchison W.D., Jentsch P., Krawczyk G., Kuhar T.P., Lee J.C., Milnes J.M., Nielsen A.L., Patel D.K., Short B.D., Sial A.A., Spears L.R., Tatman K., Toews M.D., Walgenbach J.D., Welty C., Wiman N.G., Zoeren J.V., Leskey T.C. Season-long monitoring of the brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) throughout the United States using commercially available traps and lures. *J. of economic entomology*, 2020, v. 113, no. 1, pp. 159–171.
- [20] Kirkpatrick D.M., Acebes-Doria A.L., Rice K.B., Short B.D., Adams C.G., Gut L.J., Leskey T.C. Estimating monitoring trap plume reach and trapping area for nymphal and adult *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) in crop and non-crop habitats. *Environmental Entomology*, 2019, v. 48 (5), pp. 1104–1112.

- [21] Morrison III W., Cullum J., Leskey T. Evaluation of trap designs and deployment strategies for capturing *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *J. of Economic Entomology*, 2015, v. 108, no. 4, pp. 1683–1692.
- [22] Rice K.B., Morrison III W., Short B., Acebes-Doria A., Bergh J., Leskey T. Improved trap designs and retention mechanisms for *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *J. of economic entomology*, 2018, v. 111, no. 5, pp. 2136–2142.
- [23] Lee D.H., Wright S.E., Leskey T.C. Impact of insecticide residue exposure on the invasive pest, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): analysis of adult mobility. Impact of insecticide residue exposure on the invasive pest, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae): analysis of adult mobility. *J. of Economic Entomology*, 2013, v. 106, no. 1, pp. 150–158.
- [24] Lee D.H., Nielsen A.L., Leskey T.C. Dispersal capacity and behavior of nymphal stages of *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) evaluated under laboratory and field conditions. *J. of Insect Behavior*, 2014, v. 27, no. 5, pp. 639–651.
- [25] Cambridge J., Payenski A., Hamilton G.C. The distribution of overwintering brown marmorated stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in college dormitories. *Florida Entomologist*, 2015, v. 98, no. 4, pp. 1257–1259.
- [26] Chambers B.D. The influence of thermal and physical characteristics of buildings on overwintering brown marmorated stink bugs (*Halyomorpha halys*): Doctoral dissertation, Virginia Tech., 2018, 113 p.
- [27] Leskey T.C., Nielsen A.L. Impact of the invasive brown marmorated stink bug in North America and Europe: history, biology, ecology, and management. *Annual Review of Entomology*, 2018, v. 63, pp. 599–618.
- [28] Sinitsyna E.V. *Sovershenstvovanie feromonного monitoringа коричнево-мраморного клопа Halyomorpha halys (STÅL, 1855)* [Improvement of pheromone monitoring of the brown marbled bug *Halyomorpha halys* (STÅL, 1855)]. Dis. Cand. Sci. (Biol.), 06.01.07. Moscow, 2022, 179 p.
- [29] Leskey T.C., Short B.D., Butler B.R., Wright S.E. Impact of the invasive brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Stål), in mid-Atlantic tree fruit orchards in the United States: Case Studies of Commercial Management. *Psyche: A J. of Entomology*, 2012, v. 2012, p. 14.
- [30] MP 79–2019 VNIKR *Metodika sinteza agregatsionного feromona korichnevo-mramornого клопа Halyomorpha halys St.* [Synthesis of the aggregation pheromone of the brown marbled bug *Halyomorpha halys* St.] Bykovo, 2019, 23 p.
- [31] Miller J.R., Adams C.G., Weston P.A., Schenker J.H. Trapping of small organisms moving randomly: principles and applications to pest monitoring and management. Springer, 2015, 114 p.
- [32] MR 13–2018 VNIKR *Metodika polevykh ispytaniy biologicheskoy aktivnosti feromona korichnevo-mramornого клопа Halyomorpha halys STAL.* [Methodology for field testing of the biological activity of the pheromone of the brown marbled bug *Halyomorpha halys* STAL.] Bykovo, 2018, 21 p.
- [33] Hammer Ø., Harper D.A., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 2001, v. 4, no. 1, p. 9.
- [34] Rebrova O.Yu. *Opisanie statisticheskogo analiza dannykh v original'nykh stat'yakh. Tipichnye oshibki* [Description of statistical data analysis in original articles. Typical mistakes]. *Meditainskie tekhnologii. Otsenka i vybor* [Medical technologies. Evaluation and Choice], 2011, no. 4, pp. 36–40.
- [35] Musolin D.L., Dolgovskaya M. Yu., Protsenko V. Ye., Karpun N. N., Reznik S. Ya., Saulich A. Kh. Photoperiodic and temperature control of nymphal growth and adult diapause induction in the invasive Caucasian population of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*. *J. of Pest Science*, 2019, v. 92, no. 2, pp. 621–631.
- [36] Sinitsyna E.V., Chalkin A.A., Zinnikov D.F., Abasov M.M. *Universal'naya nakopitel'naya lovushka dlya otlova klopov-shchitnikov* [Universal accumulative trap for catching bed bugs]. Utility model patent No. 207900 dated November 23, 2021. Applicant and patent holder FGBU VNIKR, no. 2021113119.

Authors' information

Sinitsyna Ekaterina Vital'evna  — Research Associate of the Department of Synthesis and application of pheromones, FSBI «All-Russian Plant Quarantine Center», katesinitsyna@gmail.com

Fedoseev Nazar Zinov'evich — Senior Research Associate of the Department of synthesis and application of pheromones, FSBI «All-Russian Plant Quarantine Center», nazfed@mail.ru

Received 25.11.2022.

Approved after review 16.12.2022.

Accepted for publication 25.01.2023.

Вклад авторов: все авторы в равной доле участвовали в написании статьи
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов
Authors' Contribution: All authors contributed equally to the writing of the article
The authors declare that there is no conflict of interest