

РАСШИРЕНИЕ АРЕАЛОВ И ПОВЫШЕНИЕ ВРЕДНОСТИ
РАСТИТЕЛЬНЫХ КЛОПОВ-ЩИТНИКОВ
(Heteroptera: Pentatomidae)*
(обзор)

Н.Н. КАРПУН¹ ✉, Б.А. БОРИСОВ², Е.Н. ЖУРАВЛЕВА¹, И.П. БОРИСОВА³,
В.Д. НАДЫКТА⁴, Д.Л. МУСОЛИН⁵

В последние десятилетия во многих регионах мира наблюдается расширение ареалов и повышение вредности различных видов клопов-щитников (Heteroptera: Pentatomidae) (A.R. Panizzi, 2015; J.E. McPherson, 2018). Ключевую роль в этих процессах, вероятно, играют изменение климата и непреднамеренная интродукция фитофагов в результате интенсификации перевозок различных грузов и развития туризма на фоне присущих многим щитникам полифагии и высокого миграционного потенциала (Д.Л. Мусолин с соавт., 2012; А.М. Walner с соавт., 2014; Т. Haue с соавт., 2015; Т.С. Leskey с соавт., 2018). На юге России с начала XXI века фиксируют подъемы численности и высокую вредность на сое, ряде овощных, плодовых и ягодных культур щитника *Nezara viridula* (L.), прежде ограниченно распространенного в этом регионе (М.В. Пушня с соавт., 2017; А.С. Замотайлов с соавт., 2018). В Краснодарском крае и республиках Адыгея и Крым потери урожая томата, фасоли, капусты, винограда, малины и других культур от этого клопа в 2017-2019 годах местами достигали 70-90 %. На Черноморском побережье Кавказа (Россия, Абхазия, Грузия) серьезный ущерб сельскохозяйственным и декоративным культурам причиняет завезенный менее 10 лет назад инвазионный клоп *Halyomorpha halys* (Stål) (И.М. Митюшев, 2016; D.L. Musolin с соавт., 2018). В различных частях вторичного ареала этот полифаг демонстрирует тенденции к расширению трофических связей (D. Lupi с соавт., 2017; М.-А. Aghaee с соавт., 2018; S. Francati с соавт., 2021; V. Zakharchenko с соавт., 2020). При этом на Кавказе основными резерватами *N. viridula* и *H. halys* стали разнообразные растения природной и рудеральной флоры по окраинам лесных массивов и вдоль старовозрастных лесополос, что сильно усложняет борьбу с ними (Б.А. Борисов с соавт., 2020). Аборигенный полосатый щитник *Graphosoma lineatum* (L.) в лесостепной зоне Белгородской области на рубеже XX и XXI веков стал нередко развиваться в двух поколениях за сезон, хотя прежде это наблюдалось только в годы с температурой выше среднегодовых значений (D.L. Musolin с соавт., 2001). В настоящее время в странах Европы и в России происходит всплеск численности таких щитников, как зеленый древесный щитник *Palomena prasina* (L.), ягодный клоп *Dolycoris baccarum* (L.), разукрашенный клоп *Eurydema ornata* (L.), красноногий щитник *Pentatomia rufipes* (L.) и пестрый щитник *Rhaphigaster nebulosa* (Poda), что сопровождается усилением их вредности в отношении культурных и дикорастущих видов растений. В Центральной Америке щитника *Antiteuchus innocens* Engelman et Rolston прежде не считали серьезным вредителем, однако в последние годы в Мексике отмечают повышенную численность этого вида, что приводит к ослаблению сосновых лесов (F. Holguín-Meléndez с соавт., 2019). Росту численности клопов-щитников и усилению их негативного влияния на растениеводство также способствует отсутствие или запаздывание в разработке защитных мер в отношении инвазионных видов фитофагов.

Ключевые слова: Hemiptera, Heteroptera, Pentatomidae, фитофаги, вредители, вредность, динамика численности популяции, инвазионные виды, изменение климата, *Nezara viridula*, *Halyomorpha halys*.

Клопы-щитники (Heteroptera: Pentatomidae) — крупнейшее семейство полужесткокрылых насекомых, насчитывающее 10 подсемейств, 940 родов и около 4 950 видов фитофагов, реже хищников или зоофитофагов (1-6). Для большинства видов щитников характерен однолетний жизненный цикл, синхронизированный с сезонными циклами развития кормовых растений, и зимовка в стадии имаго (7). В отечественной энтомологической литературе XX века щитники фигурировали в основном как второстепенные

* Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках Государственного задания ФИЦ СЦ РАН, тема № FGRW-2022-0006 (мониторинг популяций), и Российского научного фонда, грант № 21-16-00050 (анализ динамики распространения и степени вредности, <https://rscf.ru/project/21-16-00050/>).

вредители практически всех групп сельскохозяйственных культур (8-9): зерновых (10), технических (11), овощных и картофеля (12), однолетних и многолетних трав (13), плодовых и ягодных (14), сахарной свеклы (15).

По данным наиболее полной сводки по сельскохозяйственным вредителям (16), к периодически экономически значимым относили всего 10-15 видов щитников. Это несколько представителей рода *Eurydema* (*E. oleracea* (L.), *E. ventralis* Kolenati, *E. ornata* (L.), *E. maracandica* Osh. и др.), трофически связанные с видами сем. *Brassicaceae*; клопы рода *Aelia* (*A. acuminata* (L.), *A. klugii* Hahn, *A. rostrata* Boheman, *A. sibirica* Reuter) на хлебных злаках; *Graphosoma lineatum* (L.), вредящая растениям сем. *Apiaceae*; полифаги *Carpocoris purpureipennis* (De Geer) и *Dolycoris baccarum* (L.). Тем не менее по размеру причиняемого экономического ущерба все они сильно уступали клопам из близкого семейства щитников-черепашек (Scutelleridae) — *Eurygaster integriceps* Puton, *E. austriaca* (Schrank) и *E. maura* (L.) (17).

Зарубежные исследователи также указывали на относительно невысокую в прошлом вредоносность пентатомид (18, 19). К наиболее опасным видам в различных регионах ранее относили *Murgantia histrionica* (Hahn) (питание на крестоцветных культурах) (20); *Mormidea quinqueluteum* (Lichtenstein) и *Arvelius albopunctatus* (De Geer) (соответственно на пасленовых и рисе) (21, 22); *Aelia furcula* Fieb. (на пшенице *Triticum* L. и ячмене *Hordeum vulgare* L.) (23); *Agonoscelis pubescens* (Thunberg) (на сорго *Sorghum* Moench и кунжуте *Sesamum indicum* L.) (24).

Однако с конца XX в. у многих видов насекомых, в том числе и клопов-щитников, произошло заметное расширение ареалов (18, 25-28), повышение численности (29-31) и/или усиление вредоносности (30-32) в разных частях их видовых ареалов. Вероятно, это связано с глобальным изменением климата (что обычно проявляется в более мягких зимних условиях, удлинении вегетационного периода и т.п.) (26, 27, 33-36), интенсификацией мировых транспортных потоков и активизацией массового туризма (35, 37).

Цель настоящего обзора — всесторонне выявить и проанализировать причины и масштаб многочисленных, но разрозненных примеров изменения ареалов и уровня вредоносности щитников в России и зарубежных странах в начале XXI века.

Незара зеленая *Nezara viridula* L. (рис., а-в), происходящая с севера Африки (38), еще во второй половине XX века одной из первых среди пентатомид стала распространяться по миру, нанося экономический ущерб разным сельскохозяйственным культурам, особенно сое (*Glycine max* (L.) Merr.) (39). В последние десятилетия ситуация с этим фитофагом обострилась во многих европейских странах: Великобритании (40), Румынии (41), Германии (42), Словакии (43), Польше (44), Чехии (45), а также в Турции (46), на Кубе (47), в Аргентине (48), Бразилии (49), Индии (50), Японии (51, 52), Австралии (53) и других странах. Вредоносность этого вида сильно усугубляет способность переносить фитопатогенные микроорганизмы (54-56). Как было показано, смещение северной границы ареала незары зеленой напрямую связано с повышением зимних температур (57).

В бывшем СССР незара зеленая была известна как малочисленный обитатель в естественных экосистемах на юге Крыма и в Закавказье и лишь изредка причиняла ущерб посевам фасоли в Грузии (16), но с 2006 года ее стали фиксировать в степных районах Краснодарского края как значимого вредителя сои (58, 59). В последние годы участились случаи массового заселения *N. viridula* овощных культур, таких как томат (*Solanum lycopersi-*

cum L.), перец (*Capsicum annuum* L.), баклажан (*Solanum melongena* L.), причем повреждения растений незарой весьма существенны (59, 60). В Краснодарском крае этот вредитель приносит серьезные убытки фермерам, которым приходится завершать возделывание томатов на месяц-полтора раньше обычного срока (32). На Ставрополье с 2017 года очаговые вспышки размножения *N. viridula* имели место и в тепличных хозяйствах, где клоп повреждал зеленцы огурца (*Cucumis sativus* L.) до нетоварного состояния (Н.И. Будынков, ВНИИ фитопатологии, персональное сообщение). Нарастание вредности вида отмечено также на табаке (*Nicotiana tabacum* L.) (61).



Клопы-щитники на повреждаемых ими растениях. Незара зеленая *Nezara viridula*: а — имаго на плодах бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare*) (Республика Адыгея, 2019 год), б — имаго на плоде томата (*Solanum lycopersicum*) (Республика Адыгея, 2018 год), в — личинка на листе периллы кустарниковой (*Perilla frutescens* (L.) Britton) (г. Сочи, 2021 год); коричнево-мраморный

клоп *Halyomorpha halys* (г. Сочи, 2018 год): г — имаго на плодах актинидии сладкой (киви) (*Actinidia deliciosa*), д — имаго на листе катальпы (*Catalpa bignonioides*), е — личинки на дурнишнике обыкновенном (*Xanthium strumarium*); ж — полосатый щитник *Graphosoma lineatum* в соцветиях дикой моркови обыкновенной (*Daucus carota*) (Белгородская обл., 2021 год); зеленый древесный щитник *Palomena prasina* (Московская обл., 2018 год): з — имаго и личинка на шиповнике (*Rosa* sp.), и — личинка на цветке розы (*Rosa* sp.), к — внешний вид цветов розы после повреждения клопом; л — щитник красноногий *Pentatoma rufipes* (Белгородская обл., 2020 год).

В настоящее время адаптация незары зеленой к новым для нее условиям на юге России продолжается, наблюдается расширение состава кормовых растений. Вид характеризуется высокой плодовитостью, способностью собираться в агрегации и поливольтинностью (в благоприятные годы может развиваться в трех генерациях за сезон). В большей степени вредность проявляется в сухую жаркую погоду (57, 59).

В летние месяцы 2017-2019 годов в Адыгее на приусадебных участках численность личинок и имаго *N. viridula* местами достигала 40-50 экз/м², что повлекло ощутимые потери урожая томатов (до 30-70 %), сладкого перца, патиссона (*Cucurbita pepo* L. subsp. *ovifera* (L.) D.S. Decker), фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.), капусты (*Brassica oleraceae* L.), ягод винограда (*Vitis vinifera* L.), малины (*Rubus idaeus* L.) и других культур (62). Подобное наблюдали в 2019 году в Крыму, где недобор урожая томатов на приусадебных участках достигал 70-90 % (Е.Н. Журавлева, неопубликованные данные).

Основным резерватом этого фитофага в южных регионах России оказались не сельскохозяйственные культуры, а разнообразные растения природной и рудеральной флоры по окраинам лесных массивов и вдоль старовозрастных лесополос, где наибольшие скопления отмечались на бузине черной (*Sambucus nigra* L.) и бирючине обыкновенной (*Ligustrum vulgare* L.) (62). В зоне влажных субтропиков численность *N. viridula* пока на порядок ниже, но закономерности проявляются те же (62).

В 2014 году в России, на Черноморском побережье Кавказа, вслед за США и странами Европы появился чужеродный, очень опасный вредитель восточноазиатского происхождения — коричнево-мраморный клоп *Halyomorpha halys* (Stål) (см. рис., г-е) (63, 64). При этом потенциал вида к дальнейшему расселению оценивается как очень высокий не только зарубежными исследователями (65), но и российскими учеными: предполагается, что фитофаг может адаптироваться на территории европейской части России, вплоть до Курской, Белгородской, Воронежской и Саратовской областей (66).

Начиная с 2016 года, этот фитофаг во влажных субтропиках России вызывает внушительные потери урожая цитрусовых (в первую очередь мандарина — *Citrus reticulata* subsp. *unshiu* (Marcow.) D. Rivera & al.), яблони (*Malus domestica* Borkh.), груши (*Pyrus communis* L.), персика (*Prunus persica* (L.) Batsch), хурмы (*Diospyros kaki* Thunb.), инжира (*Ficus carica* L.), фундука (*Corylus avellana* var. *pontica* (K. Koch) H.J.P. Winkl.), фасоли, томатов, сладкого перца, кукурузы (*Zea mays* L.) и других (64). За 6-7 лет присутствия во влажных субтропиках России спектр кормовых растений клопа превысил 100 видов из многих семейств. Среди древесно-кустарниковых пород он часто встречается на лавровишне (*Prunus laurocerasus* L.), катальпе (*Catalpa bignonioides* Walter), павлонии (*Paulownia tomentosa* Steud.), шелковице (*Morus alba* L. и *Morus nigra* L.), лещине (*Corylus avellana* L.), буке (*Fagus orientalis* Lipsky), липе (*Tilia begoniifolia* Steven), ясене (*Fraxinus excelsior* L.), ежевике (*Rubus caucasicus* Focke и другие виды), а среди травянистых растений — на дурнишнике (*Xanthium strumarium* L.), бодяке (*Cirsium*

spp.), ежовнике (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.), паслене сладко-горьком (*Solanum dulcamara* L.) (67).

В других частях инвазионного ареала *H. halys* также наблюдается расширение трофических связей этого вида. Так, он впервые стал отмечаться как вредитель риса (*Oryza sativa* L.) с 2017 года в северной Италии (68), а с 2018 года — в Калифорнии (69). В 2018-2019 годах в Италии были зарегистрированы существенные повреждения актинидии сладкой (киви) (*Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C.F. Liang & A.R. Ferguson) этим видом (70). В Румынии с 2019 года, то есть спустя 4-5 лет после своего появления в стране, *H. halys* стал проявлять повышенную вредоносность в отношении садовых и декоративных растений (71).

Серьезные опасения вызывает способность *H. halys* (как и ряда других пентатомид) переносить дрожжевой гриб *Eremothecium coryli* (Peglion) Kurtzman (*Ascomycota*, *Saccharomycetales*), который может вызывать массовую гниль плодов томатов (72) и приводить к экономически значимой потере ядра орехов фундука (73).

В Восточном Причерноморье основными резерватами *H. halys* служат естественные насаждения, где его численность неизмеримо выше, чем в аграрном секторе и на декоративных посадках. Значительные скопления фитофага отмечали на особо охраняемых природных территориях (в лесах Сочинского национального парка и Кавказского государственного природного биосферного заповедника), где, согласно современному законодательству, применение пестицидов недопустимо (62). Из этого следует, что искоренить *H. halys* невозможно, хотя это требуется согласно положениям Россельхознадзора в отношении карантинных вредителей. В силу высокой миграционной способности клопа на стадии имаго и его широкой полифагии даже скоординированная между разными ведомствами система защиты обречена на низкую эффективность. Единственная мера борьбы с *H. halys*, которая при слаженной организации дает положительный результат, — это ручной сбор имаго в местах его массовой зимовки (чердаки домов, сараи, склады лесоматериалов, штабеля дров и т.п.) с последующим уничтожением (62), что не решает проблему кардинально.

Продление вегетационного периода — одно из важных следствий потепления климата, особенно в умеренных широтах (26, 74). Это, в свою очередь, может способствовать увеличению числа генераций, реализуемых насекомыми-фитофагами в течение года (36). Так, в 1990-е годы было показано, что в условиях лесостепи Белгородской области моновольтинный полосатый щитник *Graphosoma lineatum* (L.) (см рис., ж) может давать два поколения за сезон только в наиболее теплые годы (75). Спустя два десятилетия, в 2019-2021 годах, по наблюдениям в Шебекинском районе этой области, бивольтинность вида, вероятно, стала обычным явлением. Массовое окрыление наблюдалось не в середине июля, а почти на месяц раньше (в конце июня), и в конце сентября отмечалась очень высокая численность имаго (особенно на повсеместно встречающейся дикой моркови *Daucus carota* L.), которая в конце вегетации вряд ли могла быть таковой при развитии только одной генерации за сезон (Б.А. Борисов, неопубликованные данные).

Частым следствием неуклонного повышения средних температур становится лучшая выживаемость многих насекомых во время зимовки, а летом — рост плодовитости, которая сильно зависит у пойкилотермных организмов от доступной суммы эффективных температур (34). Вероятно, именно этим можно объяснить наблюдающийся в последние годы в разных регионах России рост численности некоторых видов клопов-пентатомид.

По многолетним наблюдениям в разных районах Московской области, обилие прежде относительно малочисленного, хоть и обычного, аборигенного зеленого древесного щитника *Palomena prasina* (L.) (см. рис., з-к) многократно возросло в 2016-2020 годах как на приусадебных участках (на фасоли *Phaseolus* L., бобах *Vicia faba* L., малине, аронии *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott, розах *Rosa* spp., дёрене белом *Cornus alba* L.), так и на опушках лесных массивов (на крапиве *Urtica dioica* L., яснотке *Lamium* spp., пикульнике *Galeopsis tetrahit* L., черede *Bidens tripartita* L., недотроге *Impatiens noli-tangere* L., лопухе *Arctium lappa* L., малине, ежевике, шиповнике *Rosa* spp., ирге *Amelanchier ovalis* Medik., рябине *Sorbus aucuparia* L., крушине *Frangula alnus* Mill., калине обыкновенной *Viburnum opulus* L.). В местах скоплений этого вида выявлены многочисленные симптомы болезней растений: на малине — сильное развитие переносимых клопом вирусных инфекций (морщинистость и хлороз листьев), на ирге — поражение ягод монилиозом, на розах — побурение и усыхание наколотых клопами цветов вследствие развития бактериозов (см. рис., к) (62).

Аналогичная ситуация складывается в последние годы в Подмосковье и с аборигенным ягодным клопом *Dolycoris baccarum* (L.) (Б.А. Борисов, неопубликованные данные). В ряде мест Белгородской области в июле 2020 года на фермерских полях численность этого вида и щитника черноусого *Carpocoris purpureipennis* (De Geer) на колосьях озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) была заметно выше, чем «традиционного» вредителя — клопа вредной черепашки *Eurygaster integriceps*, чего не наблюдали ранее (Б.А. Борисов, неопубликованные данные).

В последние годы также указывают не только на повышение вредности *P. prasina*, *D. baccarum*, *Eurydema ornata*, *Aelia acuminata*, *Rhaphigaster nebulosa* (Poda) и характерного для средиземноморского региона *Graphosoma semipunctatum* (F.), но и на высокую плотность и распространенность этих видов в Азербайджане (76).

Обычный транспалеарктический вид щитник красноногий *Pentatoma rufipes* (L.) (см. рис., л), тяготеющий к древесно-кустарниковым породам в лесных экосистемах (8, 77-79), прежде в мировой литературе как экономически значимый вредитель практически не упоминался (16, 80), однако в последние годы в Европе он стал серьезным вредителем плодовых деревьев (яблони, груши) (79, 81). В отличие от многих других щитников, этот вид облигатно зимует на личиночной стадии (79). Заметный рост его численности в Республике Чувашия и в г. Перми в 2019 году связывают со смягчением условий зимовки, что способствует повышению выживаемости личинок (82, 83).

Вспышка массового размножения *P. rufipes* отмечалась нами также в условиях Белгородской области в 2020 году. В летний период клоп часто встречался по опушкам лесных массивов на листьях клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) и ягодах тёрна (*Prunus spinosa* L.), которые к осени были значительно повреждены. О массовости размножения *P. rufipes* можно судить по тому, что в начале сентября в различных местах на тенистых лесных дорогах и тропях отмечалось множество погибших имаго этого вида: их среднее число составляло около 4 экз/м², но местами было в 6-8 раз больше. Причина столь высокой смертности имаго осталась неизвестной; лишь несколько экземпляров из сотен собранных оказались пораженными энтомопаразитическим грибом *Beauveria bassiana* s.l. (Ascomycota: Нурocreales: Cordycipitaceae) (Б.А. Борисов, неопубликованные данные).

Аналогичным примером может служить обычный в Центральной Америке вид *Antiteuchus innocens* Engleman et Rolston, которого прежде

не считали серьезным вредителем (84, 85), однако в последние годы в сосновых лесах Мексики отмечают повышенную численность данного вида, что приводит к ослаблению деревьев (86). Причины роста численности *A. innocens* пока не выявлены.

Как уже отмечалось выше, важнейшим фактором появления насекомых-фитофагов в новых для них регионах становится возрастающая интенсификация транспортных (автомобильных, морских, железнодорожных и авиа) перевозок, благодаря чему фитофагов непреднамеренно переносят за сотни и тысячи километров. Затем они имеют шанс успешно адаптироваться к местному климату и чуждой для них растительности и приумножить численность популяций. В отсутствии естественных врагов (хищников, паразитов, патогенов) нередко случаются вспышки массового размножения и расширение инвазионного ареала (62). Подобным образом продолжают распространяться по миру *N. viridula* и *H. halys*, а также многие другие виды пентатомид (28, 44, 87).

Пустынный клоп, или брахинема зеленая, *Brachynema germarii* (Kolepatis) широко распространен от Канарских островов и стран Средиземноморья через Закавказье и азиатские пустыни до Монголии и Северного Китая (4, 16). В 2017 году этот вид был обнаружен в Забайкалье (Даурский государственный природный заповедник) и на юге Красноярского края (88), а в 2020 году — в Воронежском государственном природном биосферном заповеднике (89). Предполагается, что на юг Красноярского края брахинема могла попасть с личными вещами авиапассажиров из соседней Тывы, а в Воронежскую область самостоятельно, в результате саморасселения в северо-западном направлении в условиях аномально жаркой погоды.

Щитник пестрый *Rhaphigaster nebulosa* (Poda) широко распространен в центральной, южной и юго-восточной Европе, на Кавказе и в Закавказье, Казахстане, Турции, Иране, Пакистане, в Азии и северной Африке (4). В последние два десятилетия появлялись указания на расширение ареала этого вида к северу в разных частях Европы (90, 91). В России до недавних пор *R. nebulosa* никогда не находили в Воронежской области, однако, в 2010–2020 годах на территории региона было собрано 73 экз. этого щитника и 5 экз. его облигатного паразита — мухи-тахины *Cylindromyia bicolor* (Olivier) (Diptera: Tachinidae) (92).

Дальние перемещения в последние годы совершил восточно-азиатский (Малайзия, Таиланд, Камбоджа, Вьетнам, Лаос, юг Китая и Японии) многоядный щитник *Erthesina fullo* (Thunberg). С 2017 года его неоднократно находили в Албании (93), а с ноября 2020 года — в Бразилии вблизи портового города Сантус (94). Клоп представляет опасность для цитрусовых, груши, хурмы, зизифуса (*Ziziphus jujuba* Mill.), коричника цейлонского (*Cinnamomum verum* J. Presl), сосен (*Pinus* spp.) и других растений (95). Если этому виду удастся натурализоваться в странах южной Европы, то есть риск его вторжения на территорию России и акклиматизации по меньшей мере на юге европейской части.

Среди пентатомид опасения вызывает и многоядный, но чаще вредящий капусте и другим культурам семейства *Brassicaceae*, африканский клоп *Bagrada hilaris* (Burmeister), который около 15 лет назад попал в США, а позже в Мексику, Чили и Индию (96). В Европе его уже фиксировали на Мальте и на итальянском острове Пантелеррея (97). Вид представляет большую угрозу для стран средиземноморского бассейна (97), а в дальнейшем и для южных регионов России.

Таким образом, можно выделить несколько наиболее вероятных причин, приводящих к расширению ареалов, росту численности и вредности клопов-щитников. В первую очередь это глобальное изменение климата (прежде всего, потепление), во многих случаях способствующее увеличению числа реализуемых за сезон генераций, расширению возможностей адаптироваться к условиям более высоких широт, нередко способствующее повышению плодовитости насекомых. К другим причинам относятся полифагия клопов-пентатомид, их высокая миграционная способность на имагинальной стадии, непреднамеренная интродукция в результате интенсификации перевозок различных грузов и развития туризма, отсутствие естественных врагов (хищников, паразитов, патогенов) в регионах завоза, низкая скоординированность систем карантина и защиты растений. Актуальным вопросом для дальнейших исследований и практики защиты растений становится разработка мер эффективного контроля популяций вредителей, которые представляют особую угрозу для сельскохозяйственных культур, но при этом имеют высокую численность в естественных экосистемах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Henry T.J. Biodiversity of Heteroptera. In: *Insects biodiversity: science and society* /R.G. Foottit, P.H. Adler (eds.). Blackwell Publ., Oxford (Hoboken), 2009: 279-336 (doi: 10.1002/9781118945568.ch10).
2. Винокуров Н.Н., Канюкова Е.В., Голуб В.Б. *Каталог полужесткокрылых насекомых (Heteroptera) Азиатской части России*. Новосибирск, 2010.
3. Пучков В.Г. *Щитники*. Фауна України. Т. 21. Вып. 1. Київ, 1961.
4. Rider D.A. Family Pentatomidae Leach, 1815. In: *Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic region* /B. Aukema, C. Rieger (eds.). Netherlands Entomological Society, Amsterdam, 2006, 5: 233-402.
5. Rider D.A., Schwertner C.F., Vilimová J., Rédei D., Kment P., Thomas D.B. Higher systematics of the Pentatomoidea. In: *Invasive stink bugs and related species (Pentatomoidea): biology, higher systematics, semiochemistry, and management* /J.E. McPherson (ed.). CRC Press, Boca Raton, Florida, 2018: 25-201.
6. Кухарук Е.В. *Экология клопов-щитников (Heteroptera: Pentatomidae) Центрального Предкавказья*. Автореф. канд. дис. М., 2009.
7. Мусолин Д.Л. *Щитники (Heteroptera: Pentatomoidea): разнообразие сезонных адаптаций, механизмов контроля сезонного развития и реакций на изменение климата*. Докт. дис. СПб, 2017.
8. Петрова В.П. Видовой состав и биология клопов-щитников (Hemiptera, Pentatomidae) южной части лесной зоны и лесостепи Западной Сибири. В кн.: *Фауна Сибири*. Новосибирск, 1970: 53-81.
9. *Определитель сельскохозяйственных вредителей по повреждениям культурных растений* /Г.Е. Осмоловский (ред.). Л., 1976.
10. *Определитель вредных и полезных насекомых и клещей зерновых культур в СССР* /Л.М. Копанева (сост.). Л., 1980.
11. *Определитель вредных и полезных насекомых и клещей технических культур в СССР* /Л.М. Копанева (сост.). Л., 1981.
12. *Определитель вредных и полезных насекомых и клещей овощных культур и картофеля в СССР* /Л.М. Копанева (сост.). Л., 1982.
13. *Определитель вредных и полезных насекомых и клещей однолетних и многолетних трав и зернобобовых культур в СССР* /Л.М. Копанева (сост.). М., 1983.
14. *Определитель вредных и полезных насекомых и клещей плодовых и ягодных культур в СССР* /Л.М. Копанева (сост.). М., 1984.
15. *Определитель вредных и полезных насекомых и клещей сахарной свеклы в СССР* /Л.М. Копанева (сост.). Л., 1986.
16. *Насекомые и клещи вредители сельскохозяйственных культур. Т. 1. Насекомые с неполным превращением* /Г.Я. Бей-Биенко, В.Н. Вишнякова, Е.М. Данциг и др. (сост.). Л., 1972.
17. Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Нефедова Л.А., Капусткина А.В. *Вредная черепашка и другие хлебные клопы*. СПб, 2015.
18. Panizzi A.R. Growing problems with stink bugs (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae): Species invasive to the U.S. and potential Neotropical invaders. *American Entomologist*, 2015, 61(4): 223-233 (doi: 10.1093/ae/tmv068).

19. Panizzi A.R., McPherson J.E., James D.G., Javahery M., McPherson R.M. Stink bugs (Pentatomidae). In: *Heteroptera of Economic Importance* /C.W. Schaefer, A.R. Panizzi (eds.). CRS Press, Boca Raton etc., 2000: 421-474.
20. Ludwig S.W., Kok L.T. Harlequin bug, *Murgantia histrionica* (Hahn) (Heteroptera: Pentatomidae) development on three crucifers and feeding damage on broccoli. *Crop Protection*, 2001, 20(3): 247-251 (doi: 10.1016/S0261-2194(00)00150-2).
21. da Silva A.G., Gonçalves C.R., Galvão D.M., Gonçalves A.J.L., Silva M. do N., de Simoni I. *Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil — seus parasitos e predadores*. Vol. 1, pt. 2. Rio de Janeiro, Brazil, 1968.
22. Cruz F.Z., Corseuil E. Notas sobre o percevejo grande do arroz. *Lavoura Arrozeira*, 1970, 23(258): 53-56.
23. Brown E.S. Notes on the systematics and distribution of some species of *Aelia* Fabr. (Hemiptera, Pentatomidae) in the middle East, with special reference to the rostrata group. *Annals and Magazine of Natural History*, 1962, 5: 129-145 (doi: 10.1080/00222936208651226).
24. Mariod A.A., Mirghani M.E.S., Hussein I. *Agonoscelis pubescens* Sorghum bug as a source of edible protein and oil. In: *Unconventional oilseeds and oil sources* /A.A. Mariod, M.E.S. Mirghani, I. Hussein (eds.). Academic Press, 2017: 315-321 (doi: 10.1016/B978-0-12-809435-8.00047-0).
25. *Invasive stink bugs and related species (Pentatomidae)*. *Biology, higher systematics, semiochemistry, and management* /J.E. McPherson (ed.). CRC Press, 2018.
26. Мусолин Д.Л., Саулич А.Х. Реакции насекомых на современное изменение климата: от физиологии и поведения до смещения ареалов. *Энтомологическое обозрение*, 2012, 91(1): 3-35.
27. Mack R.N., Simberloff D., Lonsdale W.M., Evans H., Clout M., Bazzaz F.A. Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecological Applications*, 2000, 10(3): 689-710 (doi: 10.1890/1051-0761(2000)010[0689:BICEGC]2.0.CO;2).
28. Wallner A.M., Hamilton G.C., Nielsen A.L. Hahn N., Green E.J., Rodriguez-Saona C.R. Landscape factors facilitating the invasive dynamics and distribution of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae), after arrival in the United States. *PLoS ONE*, 2014, 9(5): e95691 (doi: 10.1371/journal.pone.0095691).
29. Penca C., Hodges A. First report of brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) reproduction and localized establishment in Florida. *Florida Entomologist*, 2018, 101(4): 708-711 (doi: 10.1653/024.101.0413).
30. Haye T., Garipey T., Hoelmer K. Rossi J.-P., Streito J.-C., Tassus X., Desneux N. Range expansion of the invasive brown marmorated stinkbug, *Halyomorpha halys*: an increasing threat to field, fruit and vegetable crops worldwide. *Journal of Pest Science*, 2015, 88: 665-673 (doi: 10.1007/s10340-015-0670-2).
31. 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, 63: 599-618 (doi: 10.1146/annurev-ento-020117-043226).
32. Замотайлов А.С., Белый А.И., Есипенко Л.П. О вредоносности растительоядных клопов семейства Pentatomidae (Insecta, Heteroptera) на томатах. В сб.: *Итоги научно-исследовательской работы за 2017 год*. Краснодар, 2018: 43-44.
33. Musolin D.L., Fujisaki K. Changes in ranges: trends in distribution of true bugs (Heteroptera) under conditions of the current climate warming. *Russian Entomol. J.*, 2006, 15(2): 175-179.
34. Musolin D.L. Insects in a warmer world: ecological, physiological and life-history responses of true bugs (Heteroptera) to climate change. *Global Change Biology*, 2007, 13(8): 1565-1585 (doi: 10.1111/j.1365-2486.2007.01395.x).
35. Bebbler D.P., Holmes T., Gurr S.J. The global spread of crop pests and pathogens. *Global Ecol. Biogeogr.*, 2014, 23(12): 1398-1407 (doi: 10.1111/geb.12214).
36. Laštuvka Z. Climate change and its possible influence on the occurrence and importance of insect pests. *Plant Protection Science*, 2009, 45: 53-62 (doi: 10.17221/2829-PPS).
37. Bebbler D.P., Ramotowski M., Gurr S.J. Crop pests and pathogens move polewards in a warming world. *Nature Climate Change*, 2013, 3(11): 985-988 (doi: 10.1038/nclimate1990).
38. Kavar T., Pavlovčič P., Sušnik H.C., Meglič V., Virant-Doberlet M. Genetic variation of geographically separated populations of the southern green bug *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae). *Bulletin of Entomological Research*, 2006, 96(2): 117-128 (doi: 10.1079/BER2005406).
39. DeWitt N.B., Godfrey G.L. The literature of arthropods associated with soybeans. II. A bibliography of the southern green stink bug *Nezara viridula* (Linnaeus) (Hemiptera: Pentatomidae). *Illinois Nat. History Survey, Biol. Notes*, 1972, 78: 1-23.
40. Shardlow M.E.A., Taylor R. Is the southern green shield bug, *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) another species colonizing Britain due to climate change? *British Journal of Entomology and Natural History*, 2004, 17: 143-146.
41. Grozea I., Ștef R., Virteiu A.M. Cărăbeț A., Molnar L. Southern green stink bugs (*Nezara viridula* L.), a new pest of tomato crops in western Romania. *Research Journal of Agricultural Science*, 2012, 44(2): 24-27.

42. Hanselmann D. Aliens and citizens in Germany: *Halyomorpha halys* (Stål, 1855) and *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) new to Rhineland-Palatinate, *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) new to Saxony, *Arocatus longiceps* Stål, 1872 new to Hesse. *Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv*, 2016, 53: 159-177.
43. Hemala V., Kment P. First record of *Halyomorpha halys* and mass occurrence of *Nezara viridula* in Slovakia (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae). *Plant Protection Science*, 2017, 53(4): 247-253 (doi: 10.17221/166/2016-PPS).
44. Gierlasiński G., Sokołowski T. *Nezara viridula* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) w Polsce. *Heteroptera Poloniae — Acta Faunistica*, 2019, 13: 9-11 (doi: 10.5281/zenodo.2559583).
45. Kment P., Vik R. First record of the alien southern green stink bug (*Nezara viridula*) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) in the Czech Republic. *Klapalekiana*, 2019, 55: 207-211.
46. Birgücü A.K., Karsavuran Y. Food preference of *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of Natural & Applied Science*, 2015, 19(3): 85-91 (in Turkish).
47. Artale L.M., Martínez M. de los A. Occurrence de heteropteros en agroecosistemas Cubanos de soya (*Glycine max* (L.) Merrill). *Revista de Protección Vegetal*, 2003, 18(2): 98-103.
48. Aragon J. Soybean integrated pest management implementation in Argentina. *Proc. VII World Soybean Res. Conference, IV Int. Soybean Proc. and Utilization Conference, III Congresso Brasileiro de Soja Brazilian Soybean Congress*. Brazil, Foz do Iguassu, 2004: 183-190.
49. Vivan L.M., Panizzi A.R. Geographical distribution of genetically determined types of *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) in Brazil. *Neotropical Entomology*, 2006, 35(2): 175-181 (doi: 10.1590/S1519-566X2006000200004).
50. Chandel R.S., Chandla V.K., Verma K.S., Pathania M. Insect pests of potato in India: biology and management. In: *Insect pests of potato* /A. Alyokhin, C. Vincent, P. Giordanengo (eds.). Academic Press, 2013: 227-268 (doi: 10.1016/B978-0-12-386895-4.00008-9).
51. Tougou D., Musolin D.L., Fujisaki K. Some like it hot! Rapid climate change promotes changes in distribution ranges of *Nezara viridula* and *Nezara antennata* in Japan. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2009, 130(3): 249-258 (doi: 10.1111/j.1570-7458.2008.00818.x).
52. Yukawa J.K., Kiritani K., Kawasawa T., Higashiura Y., Sawamura N., Nakada K., Gyotoku N., Tanaka A., Kamitani S., Matsuo K., Yamauch S., Tamatsu Y. Northward range expansion by *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) in Shikoku and Chugoku District, Japan, possibly due to global warming. *Applied Entomology and Zoology*, 2009, 44(3): 429-437.
53. Chanthy P., Martin R.J., Gunning R.V., Andrew N.R. Influence of temperature and humidity regimes on the developmental stages of green vegetable bug, *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) from inland and coastal populations in Australia. *General and Applied Entomology: The Journal of the Entomological Society of New South Wales*, 2015, 43: 37-55.
54. O'Leary P.F. *Biological associations of Nematospira coryli Peglion, Nezara viridula (L.), and Glycine max (L.) Merrill. PhD dissertation*. Mississippi State University, 1988.
55. Medrano E.G., Esquivel J.F., Bell A., Greene J., Roberts P., Bacheler J., Marois J., Wright D., Nichols R., Lopez J. Potential for *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) to transmit bacterial and fungal pathogens into cotton bolls. *Current Microbiology*, 2009, 59(4): 405-412 (doi: 10.1007/s00284-009-9452-5).
56. Prom L.K., Lopez J.D., Mayalagu G.P. Passive transmission of sorghum ergot (*Claviceps africana*) by four species of adult stink bugs. *Southwestern Entomologist*, 2005, 30(1): 29-34.
57. Musolin D.L. Surviving winter: diapause syndrome in the southern green stink bug *Nezara viridula* in the laboratory, in the field, and under climate change conditions. *Physiological Entomology*, 2012, 37(4): 309-322 (doi: 10.1111/j.1365-3032.2012.00846.x).
58. Пушня М.В., Шириян Ж.А. *Nezara viridula* L. — новый вредитель сои в Краснодарском крае. *Защита и карантин растений*, 2015, 10: 27-29.
59. Пушня М.В., Исмаилов В.Я., Снесарева Е.Г. Влияние изменения климата на распространение адвентивных видов клопов-пентатомид (Heteroptera, Pentatomidae) в Краснодарском крае. *Успехи современной науки*, 2017, 1(10): 162-166.
60. Снесарева Е.Г., Пушня М.В., Родионова Е.Ю. Инвазивные виды клопов-пентатомид (Heteroptera, Pentatomidae) в Центральной зоне Краснодарского края. В сб.: *Биосфера и человек*. Майкоп, 2019: 122-124.
61. Плотникова Т.В., Саломатин В.А., Пушня М.В., Исмаилов В.Я., Снесарева Е.Г., Родионова Е.Ю. Распространенность клопов-пентатомид (Heteroptera, Pentatomidae) на табаке и разработка приемов биологической борьбы с ними. *Успехи современного естествознания*, 2019, 2: 30-34.
62. Борисов Б.А., Карпун Н.Н., Борисова И.П. Об усилении негативной роли растительноядных клопов-щитников (Heteroptera: Pentatomidae). В сб.: *Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О.А. Катаева)*. СПб, 2020: 96-97 (doi: 10.21266/SPBFTU.2020.КАТАЕВ).
63. Митюшев И.М. Первый случай обнаружения мраморного клопа в России. *Защита и карантин растений*, 2016, 3: 48.

64. Musolin D.L., Konjević A., Karpun N.N., Protsenko V.Ye., Ayba L.Ya., Saulich A.Kh. Invasive brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) in Russia, Abkhazia, and Serbia: Range expansion, early stages of establishment and first records of damage to local crops. *Arthropod-Plant Interactions*, 2018, 12(4): 517-529 (doi: 10.1007/s11829-017-9583-8).
65. Kistner E.J. Climate change impacts on the potential distribution and abundance of the brown marmorated stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) with special reference to North America and Europe. *Environmental Entomology*, 2017, 46(6): 1212-1224 (doi: 10.1093/ee/nvx157).
66. Карпун Н.Н., Гребенников К.А., Проценко В.Е., Айба Л.Я., Борисов Б.А., Митюшев И.М., Жимерикин В.Н., Пономарев В.Л., Чекмарев П.А., Долженко В.И., Каракотов С.Д., Малько А.М., Говоров Д.Н., Штундюк Д.А., Живых А.В., Сапожников А.Я., Абасов М.М., Мазурин Е.С., Исмаилов В.Я., Евдокимов А.Б. *Коричнево-мраморный клоп Halyomorpha halys Stål в России: распространение, биология, идентификация, меры борьбы*. М., 2018.
67. Zakharchenko V., Karpun N., Borisov B. Trophic connections of the brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* Stål in the conditions of the invasive area on the Black Sea coast of the Caucasus. *BIO Web Conf.*, 2020, 21: 00007 (doi: 10.1051/bioconf/20202100007).
68. Lupi D., Dioli P., Limonta L. First evidence of *Halyomorpha halys* (Stål) (Hemiptera Heteroptera, Pentatomidae) feeding on rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Entomological and Acarological Research*, 2017, 49(1): 67-71 (doi: 10.4081/jeur.2017.6679).
69. Aghaee M.-A., Lee Rice S., Milnes J.M., Goding K.M., Godfrey L.D. Is *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) a threat to California rice? *Crop Protection*, 2018, 111: 1-5 (doi: 10.1016/j.cropro.2018.04.014).
70. Francati S., Masetti A., Martinelli R., Mirandola D., Anteghini G., Busi R., Dalmonte F., Spinelli F., Burgio G., Dindo M.S. *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on kiwifruit in Northern Italy: phenology, infestation, and natural enemies assessment. *Journal of Economic Entomology*, 2021, 114(4): 1733-1742 (doi: 10.1093/jeec/toab126).
71. Neacsu M., Grozea I., Stef R. Pre-wintering behavior of *Halyomorpha halys* (Insecta: Hemiptera: Pentatomidae). *Research Journal of Agricultural Science*, 2019, 51(4): 97-103.
72. Brust G.E., Rane K.K. First report of the yeast *Eremothecium coryli* associated with brown marmorated stink bug feeding injury on tomato and apple. *Phytopathology*, 2011, 101(6S): 22 (2011 APS-IPPC Joint Meeting Abstracts and Presentations) (doi: 10.1094/PHYTO.2011.101.6.S1).
73. Scarpari M., Giambattista G.D., Vitale S., Luongo L., De Gregorio T., Schreiber G., Belisario A. First report of kernel dry rot caused by *Eremothecium coryli* on hazelnut in northwestern Italy. *Plant Disease*, 2018, 102(12): 1-4 (doi: 10.1094/PDIS-05-18-0773-PDN).
74. Соколов Л.В. *Климат в жизни растений и животных*. СПб, 2010.
75. Musolin D.L., Saulich A.H. Environmental control of voltinism of the stinkbug *Graphosoma lineatum* in the forest-steppe zone (Heteroptera: Pentatomidae). *Entomologia Generalis*, 2001, 25(4): 255-264.
76. Mammedova T.R., Mustafaeva E.F. Study of Pentatomidae (Heteroptera) species distributed in different regions of Azerbaijan. *Agrarian Science*, 2021, 10: 74-77.
77. Васильева Г.П. Материалы по фауне клопов-щитников Среднего Заволжья. В сб.: *Ученые записки Чувашского государственного педагогического института им. И.Я. Яковлева*. Чебоксары, 1970, XXXI: 142-147.
78. *Атлас-определитель беспозвоночных животных города Перми: монография* /М.Я. Лямин (ред.). Пермь, 2014.
79. Powell G. The biology and control of an emerging shield bug pest, *Pentatoma rufipes* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae). *Agr. Forest Entomol.*, 2020, 22(4): 298-308 (doi: 10.1111/afe.12408).
80. Sankey J.H.P. Observations on *Pentatoma rufipes* L. (Hem., Pentatomidae) on cherry trees. *Entomologist's Monthly Magazine*, 1945, 81: 86-87.
81. Alkarrat H., Kienzle J., Zebitz C.P.W. Biology, abundance and control strategy of *Pentatoma rufipes* L. (Hemiptera, Pentatomidae) in organic pome fruit orchards in Germany. *Proc. 19th Int. Conference on Organic Fruit-growing*. Hohenheim, 2020: 111-117.
82. Смирнова Н.В. Массовое размножение клопа *Pentatoma rufipes* (Heteroptera: Pentatomidae) в Чувашской Республике в 2019 году. *Научные труды Государственного природного заповедника «Присурский»*, 2019, 34: 210-213.
83. Козьминых В.О. Массовое появление красного щитника *Pentatoma rufipes* (Heteroptera: Pentatomidae) в городе Перми. *Фауна Урала и Сибири*, 2020, 1: 13-17 (doi: 10.24411/2411-0051-2020-10102).
84. Engleman H.D., Rolston L.H. Eight new species of *Antiteuchus* Dallas (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal of the Kansas Entomology Society*, 1983, 56: 175-189.
85. Ortega-León G. Estadios ninfales de *Antiteuchus innocens* (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae: Discoccephalinae: Discoccephalini) recolectados en *Persea americana* (Lauraceae). *Anales del Instituto de Biología. Serie Zoología*, 2001, 72: 199-207.
86. Holguín-Meléndez F., González-Gómez R., Valle-Mora J., Infante F., Huerta-Palacios G. The biology of *Antiteuchus innocens* (Hemiptera: Pentatomidae) under field conditions. *Florida Entomologist*, 2019, 102(1): 85-89 (doi: 10.1653/024.102.0113).

87. Захарченко В.Е. *Биоэкологические особенности коричнево-мраморного клопа (Halyomorpha halys Stål) во влажных субтропиках России и меры борьбы с ним. Канд. дис.* Сочи, 2021.
88. Vinokurov N.N., Dubatolov V.V. Desert shield bug *Brachynema germarii* (Heteroptera: Pentatomidae) is found in the south of Eastern Siberia, Russia. *Zoosystematica Rossica*, 2018, 27(1): 146–149 (doi: 10.31610/zsr/2018.27.1.146).
89. Емец В.М. Находка пустынного щитника *Brachynema germari* (Heteroptera: Pentatomidae) в Воронежском заповеднике (Центральная Россия). *Российский журнал биологических инвазий*, 2020, 13(4): 62–65.
90. Aukema B., Hermes D. New and interesting Dutch bugs III (Hemiptera: Heteroptera). *Nederlandse Faunistische Mededelingen*, 2009, 31: 53–88 (in Dutch).
91. Pełka A., Markowicz M., Chróścik M. Pierwsze stanowiska *Rhaphigaster nebulosa* (Poda, 1761) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) na Nizinie Mazowieckiej [First records of *Rhaphigaster nebulosa* (Poda, 1761) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) in the Eastern Beskid Mts. and the Sandomierz Plain]. *Heteroptera Poloniae — Acta Faunistica*, 2019, 13: 97–100 (in Polish).
92. Aksenenko E.V., Kondratyeva A.M., Musolin D.L. The first record of *Rhaphigaster nebulosa* (Poda, 1761) (Heteroptera: Pentatomidae) for Voronezh Region and notes about the host-parasitic relationships with *Cylindromyia bicolor* (Olivier, 1812) (Diptera: Tachinidae). *Russian Entomological Journal*, 2021, 30(2): 143–145 (doi: 10.15298/rusentj.30.2.05).
93. Lupoli R.T., van der Heyden T., Dioli P. Confirmation of *Erthesina fullo* (Thunberg, 1783) (Hemiptera: Pentatomidae) in Albania and its host plants. *Heteroptera Poloniae — Acta Faunistica*, 2021, 15: 101–102 (doi: 10.5281/zenodo.4918310).
94. Brugnera R., Lima Y., Grazia J., Schwertner C.F. Occurrence of the yellow-spotted stink bug *Erthesina fullo* (Thunberg) (Hemiptera: Pentatomidae) in Brazil, a polyphagous species from Asia. *Neotrop. Entomol.*, 2021 (doi: 10.1007/s13744-021-00924-9).
95. Mi Q., Zhang J., Gould E., Chen J., Sun Z., Zhang F. Biology, ecology, and management of *Erthesina fullo* (Hemiptera: Pentatomidae): a review. *Insects*, 2020, 11(6): 346 (doi: 10.3390/insects11060346).
96. Carvajal M.A., Alaniz A.J., Núñez-Hidalgo I., González-Céspedes C. Spatial global assessment of the pest *Bagrada hilaris* (Burmeister) (Heteroptera: Pentatomidae): current and future scenarios. *Pest Management Science*, 2019, 75(3): 809–820 (doi: 10.1002/ps.5183).
97. Bragard C., Baptista P., Chatzivassiliou E., Di Serio F., Gonthier P., Miret J.A.J., Justesen A.F., Magnusson C.S., Milonas P., Navas-Cortes J.A., Parnell S., Potting R., Reignault P.L., Stefani E., Thulke H.-H., Van der Werf W., Civera A.V., Yuen J., Zappalà L., Grégoire J.-C., Malumphy C., Kertész V., Maiorano A., MacLeod A. Pest categorisation of *Bagrada hilaris*. *EFSA Journal*, 2022, 20(2): 7091 (doi: 10.2903/j.efsa.2022.7091).

¹ФГБУН ФИЦ Субтропический научный центр РАН,
354002 Россия, г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 2/28,
e-mail: nkolem@mail.ru ✉;

Поступила в редакцию
26 марта 2022 года

²ООО «АгроБиоТехнология»,
125212 Россия, г. Москва, Кронштадтский бульвар, 7-4,
e-mail: borborisov@mail.ru;

³ООО НБЦ «Фармбиомед»,
129226 Россия, г. Москва, ул. Сельскохозяйственная, 12а,
e-mail: iriborisova08@mail.ru;

⁴ФГБНУ Федеральный научный центр
биологической защиты растений,
350039 Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, п/о 39, ВНИИБЗР,
e-mail: vnadykta46@mail.ru;

⁵ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный
лесотехнический университет им. С.М. Кирова,
194021 Россия, г. Санкт-Петербург, Институтский пер., 5,
e-mail: musolin@gmail.com

Sel'skokhozyaystvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2022, V. 57, № 3, pp. 542–554

RANGE EXPANSION AND INCREASING DAMAGE POTENTIAL OF PHYTOPHAGOUS SHIELD BUGS (Heteroptera: Pentatomidae) (review)

N.N. Karpun¹ ✉, B.A. Borisov², E.N. Zhuravleva¹, I.P. Borisova³, V.D. Nadykta⁴,
D.L. Musolin⁵

¹Federal Research Centre the Subtropical Scientific Centre RAS, 2/28, ul. Yana Fabriciusa, Sochi, 354002 Russia, e-mail nkolem@mail.ru ✉ (corresponding author);

²AgroBioTechnology LLC, 7-4, Kronshadtstkiy Bul., Moscow, 125212 Russia, e-mail borborisov@mail.ru;

³PharmBioMed LLC, ul. Sel'skochozjaistvennaya, 12a, Moscow, 129226 Russia, e-mail iriborisova08@mail.ru;

⁴Federal Scientific Centre of Biological Plant Protection, VNIIBZR, Krasnodar-39, 350039 Russia, e-mail vnadykta46@mail.ru;

⁵Saint Petersburg State Forest Technical University, Institutskiy per., 5, St. Petersburg, 194021 Russia, e-mail musolin@gmail.com

ORCID:

Karpun N.N. orcid.org/0000-0002-7696-3618

Borisov B.A. orcid.org/0000-0002-9328-385X

Zhuravleva E.N. orcid.org/0000-0001-8970-8205

The authors declare no conflict of interests

Borisova I.P. orcid.org/0000-0002-4971-6128

Nadykta V.D. orcid.org/0000-0002-4480-3070

Musolin D.L. orcid.org/0000-0002-3913-3674

Acknowledgements:

Supported financially by the State assignment of the Federal Research Centre of the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, project No. FGRW-2022-0006 (population monitoring), and the Russian Science Foundation, grant No. 21-16-00050 (analysis of distribution dynamics and damage, <https://rscf.ru/project/21-16-00050/>)

Received March 26, 2022

doi: 10.15389/agrobiologia.2022.3.542eng

Abstract

During a few recent decades, in many regions of the world, there have been recorded expansion of ranges and an increase in the harmfulness of many species of shield bugs (Heteroptera: Pentatomidae) (A.R. Panizzi, 2015; J.E. McPherson, 2018). A leading role in these processes is probably played by the current climate change and unintentional introduction of phytophagous pentatomids as a result of intensified transportation of goods and development of tourism coupling with natural polyphagy and high migratory potential of many pentatomids (D.L. Musolin, A.Kh. Saulich, 2012, A.M. Wallner et al., 2014; T. Haye et al., 2015; T.C. Leskey and A.L. Nielsen, 2018). In the south of Russia, since the start of the XXI century there have been numerous records of increased population density and substantial damage caused to soybean, vegetable, fruit, and berry crops caused by the southern green stink bug *Nezara viridula* (L.) that previously had only limited distribution and damage in the region (M.V. Pushnya et al., 2017; A.S. Zamotailov et al., 2018). In the Krasnodar Territory and Republics of Adygea and Crimea, losses of tomato, beans, cabbage, grapes, raspberries and other crops caused by this pest reached 70-90 % in some places in 2017-2019. On the Black Sea coast of the Caucasus (in Russia, Abkhazia, and Georgia), agricultural and ornamental crops are currently also seriously damaged by the invasive brown marmorated stink bug *Halyomorpha halys* (Stel) that was introduced to the region less than 10 years ago (I.M. Mityushev, 2016; D.L. Musolin et al., 2018). In different parts of its invasive range, this polyphagous pentatomid demonstrates tendencies to expand its' host plant range (D. Lupi et al., 2017; M.-A. Aghaee et al., 2018; S. Francati et al., 2021; V. Zakharchenko et al., 2020). At the same time, various wild plant species growing along forest edges and forest belts have recently become the major reserves of *N. viridula* and *H. halys* in the Caucasus and this greatly complicates the control of these pests (B.A. Borisov et al., 2020). Studies of seasonal development of the native shield bug *Graphosoma lineatum* (L.) in the forest-steppe zone of the Belgorod Region demonstrated that currently this species often produces two annual generations, whereas in the 1990s the species had two generations during the growing season only in the exceptionally warm years with temperatures above the mean level (D.L. Musolin, A.Kh. Saulich, 2001). Currently, in European countries and Russia, a number of pentatomids, e.g., *Palomena prasina* (L.), *Dolycoris baccarum* (L.), *Eurydema ornata* (L.), *Pentatoma rufipes* (L.), and *Rhaphigaster nebulosa* (Poda), have increased population densities what is accompanied by increased damage caused by these species to cultivated crops and wild plants. In Central America, the stink bug *Antiteuchus innocens* Engleman et Rolston was not previously considered a serious pest, but in recent years an increased abundance of this pentatomid has been recorded in Mexico, what lead to a weakening of pine forests (F. Holguín-Meléndez et al., 2019). High population densities and increased damage caused by stink bugs to crop production is also facilitated by the absence or slow development of control measures against these invasive pests.

Keywords: Hemiptera, Heteroptera, Pentatomidae, phytophagous insects, pests, harmfulness, population density dynamics, invasive species, climate change, *Nezara viridula*, *Halyomorpha halys*.