

DOI 10.69536/FKR.2025.98.18.001

УДК 595.7

DOI 10.69536/FKR.2025.98.18.001

UDC 595.7

Возможность использования энтомофауны средней полосы России в биологическом контроле на примере хищных клопов-щитников

* ВОЛКОВ О.Г.

ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»),
р. п. Быково, м. о. Раменский,
Московская обл., Россия, 140150
ORCID ID: 0000-0002-1539-0342;
e-mail: volkovog@mail.ru

Possibility of using the entomofauna of the Central zone of Russia in biological control using predatory bugs as an example

OLEG G. VOLKOV

All-Russian Plant Quarantine Center
(FGBU "VNIICR"), Bykovo, Ramenskoye,
Moscow Oblast, Russia, 140150
ORCID 0000-0002-1539-0342,
e-mail: volkovog@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Представлены результаты исследований хищных клопов-щитников (Hemiptera, Heteroptera, Pentatomidae, Asopinae) в Московской области Российской Федерации. Были исследованы особенности биологии и спектр питания 5 видов из 7, выявленных на территории средней России. В качестве замены интродуцированных из Северной Америки энтомофагов колорадского картофельного жука хищных клопов-щитников периллюса *Perillus bioculatus* и подизуса *Podisus maculiventris* предложены аналогичные представители местной фауны – троилус *Troilus luridus* и пикромерус двузубчатый *Picromerus bidens*. Троилус по особенностям биологии очень похож на подизуса и вполне может заменить этого энтомофага американского происхождения в лабораторной культуре и при использовании в контроле листогрызущих вредителей в защищенном грунте. Троилус, как и подизус, зимует на стадии имаго, облигатная диапауза у этих клопов отсутствует, поэтому их можно непрерывно культивировать, но сложно накапливать в количествах, достаточных для использования на больших площадях в открытом грунте, в частности на картофеле. Пикромерус двузубчатый имеет облигатную эмбриональную диапаузу, для выхода из которой яйцам энтомофага необходима обработка низкими температурами. На стадии яйца пикромеруса можно накапливать в любых количествах, транспортировать и применять для контроля вредителей растений в защищенном и открытом грунте, в том числе с использованием средств механизации. В ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР») создана лабораторная культура пикромеруса двузубчатого с измененными, по сравнению с природной популяцией, свойствами. Пикромерус может быть использован как универсальный энтомофаг, а также является альтернативным хозяином для содержания и наработки энтомофагов-яйцеедов клопа вредной черепашки *Eurygaster integriceps* и растительноядных клопов-щитников.

ABSTRACT

The article presents the results of studying the predatory bugs (Hemiptera, Heteroptera, Pentatomidae, Asopinae) in Moscow Oblast of the Russian Federation. The biological characters and nutritional spectrum of 5 of the 7 species detected in Central Russia were studied. Similar representatives of the local fauna *Troilus luridus* and *Picromerus bidens* have been suggested as a substitute for the introduced from North America entomophages of the Colorado potato beetle predatory bugs *Perillus bioculatus* and *Podisus maculiventris*. In terms of biological characters, *Troilus luridus* is very similar to *Podisus maculiventris* and can easily replace this entomophage of American origin in laboratory culture and when used to control leaf-eating pests in protected ground. Both *Troilus luridus* and *Podisus maculiventris* overwinter at the imago stage, these bugs do not have an obligate diapause, so they can be continuously cultivated, but it is difficult to accumulate in quantities sufficient for use on large areas in open ground, in particular, on potatoes. *Picromerus bidens* has an obligate embryonic diapause, from which the entomophage eggs require treatment with low temperatures. At the egg stage, *Picromerus bidens* can be accumulated in any quantities, transported and used to control plant pests in protected and open ground, including with the mechanization facilities. FGBU "VNIICR" created a laboratory culture of *Picromerus bidens* with characters modified in comparison with the natural population. *Picromerus bidens* can be used as a universal entomophage, and is also an alternative host for the maintenance and production of entomophagous egg-eating bugs *Eurygaster integriceps* and herbivorous bugs.

Ключевые слова. Биологический контроль, интродукция, местная фауна, биоразнообразие, колорадский картофельный жук, хищные клопы-щитники.

ВВЕДЕНИЕ

Биологическая защита растений осуществляется различными способами (методами). Традиционно выделяют интродукцию и акклиматизацию инородных агентов биологического контроля в зонах, где они отсутствовали, сезонную колонизацию энтомофагов внутри ареала с целью синхронизации их развития с развитием вида-мишени и массовое применение (расселение) наработанных энтомофагов и патогенов по очагам вредителей, так называемый метод живого инсектицида (Штерншиш и др., 2018). Сюда же добавляют учет естественного контроля нежелательных организмов другими организмами без вмешательства человека, что в ряде случаев позволяет сделать выводы об отсутствии необходимости применения дополнительных регуляторных приемов, а также искусственное создание условий, благоприятствующих этому контролю, например посев нектароносов (van Lenteren, 2012).

Метод интродукции и акклиматизации состоит в сборе естественных врагов вида-мишени (обычно в районе происхождения вредителя), а затем их расселения в новых районах, куда вредитель был случайно занесен. Цель акклиматизации состоит в том, чтобы потомство естественных врагов создало популяции, которые были бы достаточны для подавления популяций вредителей в течение многих последующих лет. Этот тип биологической борьбы чаще всего используется против интродуцированных вредителей, которые, как предполагается, появились в новой местности без своих естественных врагов. Поскольку это был первый тип биологической борьбы с вредителями, получивший широкое распространение, его также называют «классическим» биологическим методом защиты растений (Ижевский, 1990).

Интродукция в 1888 г. из Австралии в Калифорнию Альбертом Кебеле кокцинеллиды родолия *Rodolia cardinalis* (Mulsant) для борьбы с австралийским желобчатом червцом ицерией *Icerya purchasi* Mask., завершившаяся поразительным успехом, положила начало применению этого метода во многих странах. В 1931 г. родолия, а также паразит кровяной тли *Eriosoma lanigerum* Hausm. афелинус *Aphelinus mali* Hald. были интродуцированы в Абхазию (Рубцов, 1948). В бывшем СССР было осуществлено множество программ интродукции агентов биологического контроля, ведущей организацией в этом направлении являлся Всесоюзный (позднее – Всероссийский) НИИ карантина растений (далее – ВНИИКР). Были интродуцированы энтомофаги цитрусовой белокрылки *Dialeurodes citri* Ashmead, американской белой бабочки *Hyphantria cunea*

Key words. Biological control, introduction, native fauna, biodiversity, Colorado potato beetle, predatory bugs.

INTRODUCTION

Biological plant protection is carried out in various ways (methods). Traditionally, it is the introduction and adaptation of foreign biological control agents in areas where they were absent, seasonal colonization of entomophages within the range in order to synchronize their development with the development of the target species and the mass use (dispersal) of produced entomophages and pathogens in pest outbreaks, the so-called “live insecticide” method (Shternshis et al., 2018). Also, pest natural control by other organisms without human intervention is considered, which in some cases allows to draw conclusions about the absence of the need to use additional regulatory techniques, as well as the artificial creation of conditions favorable to this control, for example, planting nectar-bearing plants (van Lenteren, 2012).

The introduction and adaptation method involves collecting natural enemies of the target species (usually from the pest’s area of origin) and then introducing them into new areas where the pest has been accidentally introduced. The goal of adaptation is to ensure that the progeny of the natural enemies will establish populations that are sufficient to suppress pest populations for many years to come. This type of biological control is most often used against introduced pests that are assumed to have occurred in a new area without their natural enemies. As it was the first type of biological pest control to be widely used, it is also called the “classical” biological method of plant protection (Izhevsky, 1990).

Rodolia cardinalis (Mulsant) introduced in 1888 from Australia to California by Albert Koebele to control *Icerya purchasi* Mask., which was a huge success, marked the beginning of the application of this method in many countries. In 1931, *Rodolia cardinalis* and *Eriosoma lanigerum* Hausm., *Aphelinus mali* Hald. were introduced into Abkhazia (Rubtsov, 1948). In the former USSR, many programs for the introduction of biological control agents were carried out, the leading organization in this area being the All-Union (later All-Russian) Research Institute of Plant Quarantine (hereinafter referred to as VNIICR). There were introduced the entomophages of *Dialeurodes citri* Ashmead, *Hyphantria cunea* Drury, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) and other insects considered to be quarantine for the USSR. There were also programs for the introduction of phytophages of quarantine weeds into the USSR, for example, *Ambrosia artemisiifolia* L. Many programs were carried out jointly with international and foreign

Drury, колорадского картофельного жука *Leptinotarsa decemlineata* (Say) и других карантинных для СССР насекомых. Также проводились программы интродукции в СССР фитофагов карантинных сорных растений, например амброзии полыннолистной *Ambrosia artemisiifolia* L. Многие программы выполнялись совместно с международными и иностранными организациями, прежде всего с CABI (Centre for Agriculture and Bioscience International) и организациями по биологическому контролю из США, Канады и других стран. Осуществлялся обмен биологическим материалом – в частности, в эти организации были переданы фитофаги дербенника иволистного *Lythrum salicaria* L., горчака ползучего *Acroptilon repens* (Linnaeus) de Candolle, льнянки *Linaria vulgaris* Mill. Одним из последних проектов интродукции, осуществленных ВНИИКР, был сбор в Северной Корее яйцеда оэнциртуса *Ooencyrtus kuvanae* How., который затем был размножен в лаборатории института и расселен, – он акклиматизировался в ряде регионов России и других республик бывшего СССР (1987–1994). В местах акклиматизации оэнциртус стал одним из важнейших энтомофагов непарного шелкопряда *Lymantria dispar* (L.) (Сергеева, Долмонево, 2023). Эта программа стала единственной успешной интродукцией энтомофага лесного вредителя на территорию СССР.

Успехи программ интродукции привели к тому, что этот метод стали считать основным в биологическом контроле, остальным методам уделяли значительно меньше внимания (Clausen, 1940; Huffaker, 1971). Однако со временем стали выявляться и недостатки интродукции. Кроме многочисленных неудач, когда вид не акклиматизировался и потраченные ресурсы не оправдались, в ряде случаев интродуцированные агенты становились хищниками или сверхпаразитами местных энтомофагов, таким образом суммарное воздействие на вид-мишень уменьшалось, а не увеличивалось. Иногда предполагаемый энтомофаг сам начинал вредить культурам, которые должен был защищать, как жук-коровка гармония *Harmonia axyridis* (Pallas) (Koch et al., 2006). В настоящее время к программам интродукции агентов биологической борьбы относятся с большой осторожностью и из-за осознания необходимости сохранения биоразнообразия в нативных биоценозах (Лебедева и др., 2004).

Как известно, колорадский картофельный жук *Leptinotarsa decemlineata* – инвазионный в Евразии вид североамериканского происхождения. Популяцию вида впервые обнаружили в Европе в 1877 г. (г. Мюльхайм, Германия), но окончательно натурализовался на континенте жук после завоза в район г. Бордо (Франция) в 1918 г. После этого вид начал расселяться по Европейскому континенту, а в 1949 г. первые очаги *L. decemlineata* были обнаружены в бывшем СССР (Львовская область, Украина). На территории РСФСР жук начал распространяться со второй половины 1960-х гг. С 1930-х гг. в странах Европы, а затем и в СССР стали активно изучать естественных врагов колорадского жука на его родине с целью их интродукции. В США известно более 290 видов членистоногих – энтомофагов колорадского жука, подавляющее большинство которых являются хищниками, но в страны

организаций, primarily with CABI (Centre for Agriculture and Bioscience International) and biological control organizations from the United States, Canada and other countries. Biological material was exchanged, in particular, these organizations received the phytophages of *Lythrum salicaria* L., *Acroptilon repens* (Linnaeus) de Candolle, *Linaria vulgaris* Mill. One of the last introduction projects carried out by VNIICR was collection of *Ooencyrtus kuvanae* How. in North Korea, which was then propagated in the institute's laboratory, resettled and adapted in some regions of Russia and other republics of the former USSR (1987–1994). In places of adaptation, *Ooencyrtus kuvanae* became one of the most important entomophages for *Lymantria dispar* (L.) (Sergeeva, Dolmonego, 2023). This program became the only successful introduction of an entomophagous forest pest into the territory of the USSR.

The success of introduction programs led to this method being considered as the main biological control method, while other methods were given much less attention (Clausen, 1940; Huffaker, 1971). However, over time, the disadvantages of introduction also began to be revealed. In addition to numerous failures, when the species did not adapt and the resources spent were not justified, in some cases the introduced agents became predators or superparasites of local entomophages, thus the overall impact on the target species was reduced rather than increased. Sometimes the supposed entomophage itself began to harm the crops it was supposed to protect, like *Harmonia axyridis* (Pallas) (Koch et al., 2006). At present, programs for the introduction of biological control agents are treated with great caution and due to the awareness of the need to preserve biodiversity in native biocenoses (Lebedeva et al., 2004).

It is generally accepted that *Leptinotarsa decemlineata* is an invasive species of North American origin in Eurasia. The population of the species was first detected in Europe in 1877 (Mülheim, Germany), but the beetle finally naturalized on the continent after being brought to the Bordeaux region (France) in 1918. After that, the species began to spread across the European continent, and in 1949, the first outbreaks of *L. decemlineata* were reported in the former USSR (Lviv Oblast, Ukraine). The beetle began to spread on the territory of the RSFSR in the second half of the 1960s. Since the 1930s, in European countries, and then in the USSR, they began to actively study the natural enemies of the Colorado potato beetle in its homeland with the aim of introducing them. In the USA, there are more than 290 species of arthropods known to be entomophages of the Colorado potato beetle, the vast majority of which are predators, but only a few species of predators and parasites have been attempted to be introduced into European countries and the USSR. The most extensive work has been done with predatory bugs (Pentatomidae, Asopinae) – *Perillus bioculatus* Fabr. and *Podisus maculiventris* Say.

The adaptation studies of the North American predatory bug *Perillus bioculatus* began in France in the 1930s. In the USSR, work on introducing this predatory

Европы и в СССР пытались интродуцировать только несколько видов хищников и паразитов. Наиболее обширные работы были проведены с хищными клопами-щитниками (Pentatomidae, Asopinae) периллюсом *Perillus bioculatus* Fabr. и подизусом *Podisus maculiventris* Say.

Исследования по акклиматизации североамериканского хищного клопа *Perillus bioculatus* начались во Франции в 1930-е гг. В СССР работы по интродукции этого хищного клопа как перспективного энтомофага колорадского жука проводились в 1960–1970 гг., но добиться его акклиматизации и/или использовать сезонную колонизацию тогда не удалось. В 2000-е гг. выяснилось, что периллюс акклиматизировался в южных странах: Молдавии, Украине, Болгарии, Греции, Турции, Сербии, Индии и некоторых регионах России – Краснодарском крае, Ростовской области (Агасьева и др., 2016). В Краснодарском крае периллюс, кроме колорадского жука, питается интродуцированными туда из Северной Америки для борьбы с амброзией полыннолистной личинками и жуками амброзиевого листоеда *Calligrapha (Zygogramma) suturalis* (Fabricius) и гусеницами амброзиевой совки *Ponometia (Tarachidia) canefacta* (Hübner).

Podisus maculiventris (см. рис. 1) в Советский Союз впервые был интродуцирован из США в 1974 г. сотрудниками ВНИИКР. Повторный завоз подизуса был осуществлен сотрудниками того же института в 1979 г., после чего в течение ряда лет проводилось изучение этого энтомофага (Зискинд и др., 1989). Многолетние попытки добиться акклиматизации подизуса пока не удались ни в нашей стране, ни за рубежом. Была разработана методика сезонной колонизации подизуса против колорадского жука при защите баклажан и раннего картофеля (Ижевский и др., 1984). Прием основан на массовых выпусках личинок подизуса (см. рис. 2), которые являются эффективными хищниками яиц

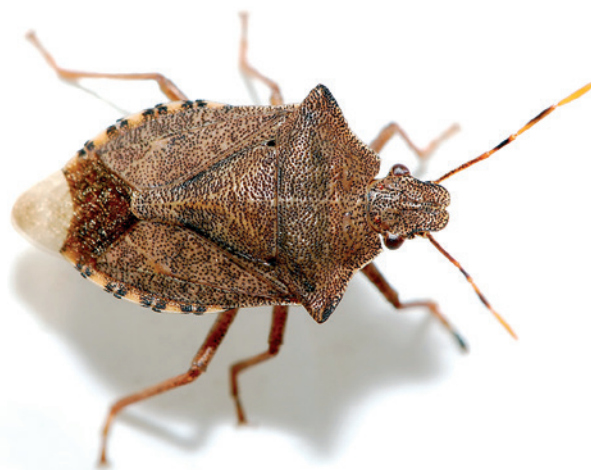


Рис. 1. Взрослый клоп-щитник подизус *Podisus maculiventris* (фото: О. Г. Волков)

Fig. 1. Adult *Podisus maculiventris* (photo by O.G. Volkov)

bug as a promising entomophage of the Colorado potato beetle was carried out in the 1960s and 1970s, but it was not possible to achieve its adaptation and/or use seasonal colonization. In the 2000s, it became clear that *Perillus bioculatus* adapted in southern countries: Moldova, Ukraine, Bulgaria, Greece, Turkey, Serbia, India and some regions of Russia – Krasnodar Krai, Rostov Oblast (Agasyeva et al., 2016). In Krasnodar Krai, *Perillus bioculatus*, in addition to the Colorado potato beetle, feeds on larvae and beetles of *Calligrapha (Zygogramma) suturalis* (Fabricius) introduced there from North America to control ragweed, and larvae of *Ponometia (Tarachidia) canefacta* (Hübner).

Podisus maculiventris (see Fig. 1) was first introduced into the Soviet Union from the USA in 1974 by specialists of the All-Russian Research Institute of Crops and Plant Protection. *Podisus maculiventris* was reintroduced by the same institute in 1979, after which this entomophage was studied for several years (Ziskind et al., 1989). Many years of attempts to achieve

its adaptation have not yet been successful either in our country or abroad. A method for seasonal colonization of *Podisus maculiventris* against the Colorado potato beetle when protecting eggplants and early potatoes was developed (Izhevsky et al., 1984). The method is based on mass releases of *Podisus maculiventris* larvae (see Fig. 2), which are effective predators of the eggs and larvae of the Colorado potato beetle. *Podisus* is bred in a laboratory or insectarium on various insects. In protected ground, *Podisus maculiventris* can be used to control *Ponometia (Tarachidia) canefacta* larvae (see Fig. 3) and other Lepidoptera (Gumennaya, 2002), especially if you have your own



Рис. 2. Личинка подизуса *Podisus maculiventris* (фото: О. Г. Волков)

Fig. 2. *Podisus maculiventris* larva (photo by O.G. Volkov)



Рис. 3. Подизус поедает гусеницу совки (фото: О. Г. Волков)

Fig. 3. *Podisus maculiventris* eats *Ponometa (Tarachidia) candefacta* larva. (Photo by O.G. Volkov)

и личинок колорадского жука. Разведение подизуса проводится в условиях лаборатории или инсектария на различных насекомых. В закрытом грунте подизуса *Podisus maculiventris* можно применять для контроля гусениц совков (см. рис. 3) и других чешуекрылых (Гуменная, 2002), особенно при наличии собственной биолaborатории. В теплицах самки подизуса откладывают на листья растений яйца, из которых выходят личинки (см. рис. 4).

Можно отметить, что сама постановка задачи – обнаружить иноземный агент биологического контроля, который при его интродукции и акклиматизации будет способен оказывать многолетнее подавляющее воздействие на вредителя пропашной культуры (в данном случае картофеля), – представляется сомнительной. Все успехи интродукции достигнуты при контроле вредителей многолетних культур, как сказано выше, или сорных растений, например зверобоя *Hypericum perforatum* L. в Северной Америке и опунции *Opuntia* spp. в Австралии. Что касается метода сезонной колонизации, то в данном случае ограничением является биология периллюса и подизуса. Эти клопы-щитники, как и большинство представителей семейства, зимуют в стадии имаго, диапауза у них не отмечена (Гусев и др., 1982). Поэтому накопление материала и его транспортировка проводится в стадии личинки или имаго, что сложно осуществить для больших площадей произрастания картофеля. Кроме того, после окрыления значительная часть имаго улетает с поля, что особенно характерно для подизуса.

Исходя из вышеизложенного и учитывая и экологические проблемы, связанные с интродукцией чужеродных видов, было принято решение о поиске энтомофагов *L. decemlineata* в средней полосе России для замены подизуса и периллюса как агентов биологического контроля вредителя при использовании методом сезонной колонизации.

biolaboratory. In greenhouses, *Podisus maculiventris* females lay eggs on the leaves of plants, from which larvae emerge (see Fig. 4).

It can be noted that the very formulation of the problem – to detect a foreign biological control agent that, upon its introduction and adaptation, will be capable of exerting a long-term suppressive effect on a pest of a row crop (in this case, potatoes) – seems questionable. All the successes of introduction have been achieved by controlling pests of perennial crops, as mentioned above, or weeds, for example, *Hypericum perforatum* L. in North America and *Opuntia* spp.

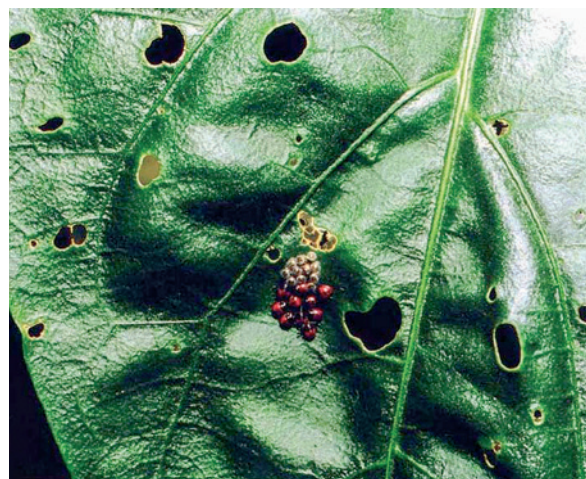


Рис. 4. На листе тепличного перца с погрызами гусениц из яиц подизуса вышли личинки (фото: О. Г. Волков)

Fig. 4. Larvae hatched from the *Podisus maculiventris* eggs on a leaf of a greenhouse pepper gnawed by larvae (photo by O.G. Volkov)

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Было решено ограничиться поиском аналогичного периллюсу и подизусу многоядного энтомофага-хищника из той же систематической группы (Pentatomidae, Asopinae). Для предварительной оценки агента биологического контроля были использованы следующие критерии:

1. Достаточно крупные размеры.
2. Агрессивность и прожорливость.
3. Легкость разведения в разных условиях.
4. Возможность накопления в больших количествах и достаточно длительного хранения энтомофага без потери качества.

5. Возможность транспортировки энтомофага на большие расстояния.

6. Оптимальное соотношение между поисковыми способностями и миграционной активностью.

Территориально поиски были ограничены восточным и юго-восточным Подмосковьем, входящим в зону средней полосы России. В этом регионе отмечено (Кержнер, 1964) 7 видов таких энтомофагов:

1. *Arma custos* (F.).
2. *Jalla dumosa* (L.).
3. *Picromerus bidens* (L.).
4. *Pinthaeus sanguinipes* (F.).
5. *Rhacognathus punctatus* (L.).
6. *Troilus luridus* (F.).
7. *Zicrona caerulea* (L.).

Удалось обнаружить и пронаблюдать в полевых условиях 5 видов из этой группы. Биология обнаруженных видов предварительно изучалась по литературным источникам, выявлялись кормовые насекомые, наиболее перспективные энтомофаги проверялись по вышеупомянутым параметрам в лаборатории отдела биометода ВНИИКР.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБСУЖДЕНИЕ

Хищные клопы-щитники *Jalla dumosa* (L.) и *Pinthaeus sanguinipes* (F.) во время обследований нами обнаружены не были. В данном регионе эти виды имеют статус очень редких (Николаева, 2006).

Arma custos (F.) – арма ольховая. Этот довольно крупный (10–14 мм), внешне похожий на подизуса клоп (см. рис. 5) нам встречался редко, в конце лета и осенью на ивах (*Salix* sp.) и липе *Tilia cordata* Mill., в литературе чаще отмечался на ольхе (*Alnus* spp.) (Иосифов, 1981). Зимует имаго и личинки, взрослые питаются разнообразными насекомыми, в основном личинками листоедов, но отмечено питание гусеницами, а мелкие личинки клопа – тлями и листоблошками. В середине мая самки начинают откладывать яйца на листья и откладывают их до середины июля, когда уже отмечается начало окрыления молодых имаго. Одна самка откладывает в среднем 200–300 яиц (Пучков, 1961). Личинки армы с II стадии постепенно расползаются и держатся поодиночке, при искусственном содержании в садках группами отмечен очень высокий уровень каннибализма на всех подвижных стадиях. Выращивать личинок до имаго удавалось только при индивидуальном содержании. Несмотря на разнообразие кормовых связей, арма почти везде отмечена как хищник ольхового листоеда (*Agelastica alni* (L.)).

in Australia. As for the seasonal colonization method, in this case the limitation is the biology of *Perillus bioculatus* and *Podisus maculiventris*. These bugs, like most representatives of the family, overwinter in the imago stage; diapause has not been observed in them (Gusev et al., 1982). Therefore, the accumulation of material and its transportation is carried out in the larval or imago stage, which is difficult to implement for large potato growing areas. In addition, after winging, a significant part of the imago flies away from the field, which is especially characteristic of *Podisus maculiventris*.

Based on the above, and taking into account the environmental problems associated with the introduction of alien species, a decision was made to search for entomophages of *L. decemlineata* in the Central zone of Russia to replace *Podisus maculiventris* and *Perillus bioculatus* as biological control agents when using the seasonal colonization method.

MATERIALS AND METHODS

It was decided to limit the search to a polyphagous entomophagous predator from the same systematic group (Pentatomidae, Asopinae) similar to *Perillus bioculatus* and *Podisus maculiventris*. The following criteria were used for the preliminary assessment of the biological control agent:

1. Quite large size.
2. Aggressiveness and active feeding.
3. Ease of breeding in different conditions.
4. Possibility of accumulation in large quantities and sufficiently long storage of the entomophage without loss of quality.
5. Possibility of transporting the entomophage over long distances.
6. Optimal balance between search capabilities and migration activity.

The search was limited to the eastern and south-eastern Moscow Oblast, which is part of the Central Belt of Russia. In this region, 7 species of such entomophages were noted (Kerzhner, 1964):

1. *Arma custos* (F.)
2. *Jalla dumosa* (L.)
3. *Picromerus bidens* (L.)
4. *Pinthaeus sanguinipes* (F.)
5. *Rhacognathus punctatus* (L.)
6. *Troilus luridus* (F.)
7. *Zicrona caerulea* (L.)

It was possible to detect and observe 5 species from this group in the field. The biology of the detected species was preliminarily studied using literary sources, food insects were identified, the most promising entomophages were tested according to the above-mentioned parameters in the Laboratory of the Biomethod Department of VNIICR.

RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

During the surveys the predator bugs *Jalla dumosa* (L.) and *Pinthaeus sanguinipes* (F.) were not detected. In this region these species have the status of very rare (Nikolaeva, 2006).



Рис. 5. Имаго армы ольховой
Arma custos (фото: О. Г. Волков)

Fig. 5. *Arma custos* imago
(photo by O.G. Volkov)

Сложность группового воспитания личинок *Arma custos*, связанная с очень высоким каннибализмом, делает бесперспективным рассмотрение этого вида в качестве замены периллюса и подизуса.

Rhacognathus (Eysarcoris) punctatus (L.) ракогнатус (эйзаркорис) ивовый (Пучков, 1961) встречается на сырых лугах и лесных полянах. Ракогнатус типичный, хотя и сравнительно редко встречающийся вид для лесолуговой зоны. Приуроченность вида к биотопам с высокой влажностью отмечена и другими авторами (Ramsay, 2013). Этот черный в желтую крапинку клоп достигает длины 10 мм. Чаще всего отмечался на ивах (*Salix* sp.), где питался личинками ивовых листоедов (*Galerucella lineola* (F.), *Plagioderma versicolora* (Laicharting), *Lochmaea caprea* (L.)) Мы обнаруживали этого клопа на сырых лугах на листьях щавеля *Rumex* sp., где ракогнатус питался яйцами и личинками щавелевого листоеда *Gastroidea viridula* De Geer. Клоп зимует во взрослой стадии, весной самка откладывает яйца, обычно на верхушечные листья низкорослых растений. Как и предыдущий вид, скоплений в природе не образует – и имаго, и личинки встречаются поодиночке. Для накопления в больших количествах, хранения и транспортировки не пригоден.

Zicrona caerulea (L.) – зикрона. Это еще более мелкий клоп, редко достигающий длины 8 мм. Цвет синий или зеленый, с металлическим блеском (см. рис. 6). В регионе обычный вид, обитает в разных биотопах, на деревьях и кустарниках и на травянистой растительности лугов и лесных полян, особенно вблизи водоемов. На сухих лугах с невысокой растительностью охотится на поверхности почвы; в высокотравье и в зарослях кустарников поднимается до вершин растений. Часто мы встречали его в зарослях иван-чая *Chamerion angustifolium* (L.) Holub. Клопы питаются личинками различных листоедов, особенно рода *Haltica* (*Altica*) и мелкими гусеницами. По нашим наблюдениям, нападают и на взрослых листоедов рода *Haltica*. В Японии использовался для истребления блошки (*Haltica fragariae* Nak.) на землянике; в Западной Европе его пытались использовать в борьбе против колорадского жука (Mayne, Breny, 1940). Как

Arma custos (F.). This rather large (10–14 mm), externally similar to *Podisus maculiventris* bug (see Fig. 5) was rarely detected by us, at the end of summer and in autumn on willows (*Salix* sp.) and linden *Tilia cordata* Mill., in literature it was more often noted on alder (*Alnus* spp.) (Iosifov, 1981). Adults overwinter as imagoes and larvae, adults feed on various insects, mainly leaf beetle larvae, but have been noted to feed on larvae, and small bug larvae feed on aphids and leafhoppers. In mid-May, females begin oviposition on leaves until mid-July, when the young imagoes begin to emerge. One female lays an average of 200–300 eggs (Puchkov, 1961). From the second stage, *Arma custos* larvae gradually disperse individually, and when artificially kept in groups, a very high level of cannibalism was noted at

all mobile stages. It was possible to raise larvae to imago only when kept individually. Despite the diversity of food sources, *Arma custos* is almost everywhere noted as a predator of *Agelastica alni* (L.).

The complexity of group breeding of *Arma custos* larvae, associated with very high cannibalism, makes it unpromising to consider this species as a replacement for *Podisus maculiventris* and *Perillus bioculatus*.

Rhacognathus (Eysarcoris) punctatus (L.) (Puchkov, 1961) occurs in damp meadows and forest clearings. *Rhacognathus (Eysarcoris) punctatus* is a typical, although relatively rare, species for the forest-meadow zone. The confinement of the species to biotopes with high humidity has been noted by other authors (Ramsay, 2013). This black, yellow-speckled bug reaches a length of 10 mm. Most often it was noted on willows (*Salix* sp.), where it fed on the larvae of willow leaf beetles (*Galerucella lineola* (F.), *Plagioderma versicolora* (Laicharting), *Lochmaea caprea* (L.)) We detected this bug in damp meadows on the leaves of sorrel *Rumex* sp. where it fed on the eggs and larvae of *Gastroidea*



Рис. 6. Имаго зикроны
Zicrona caerulea
(фото: О. Г. Волков)

Fig. 6. *Zicrona caerulea* imago
(photo by O.G. Volkov)

и другие хищные клопы, зикрона подсасывает растения. По литературным данным (Пучков, 1961), удавалось выкормить все стадии *Zicrona caerulea* при питании только на листьях иван-чая, без животной пищи. В нашей лаборатории клопы спаривались и откладывали яйца на листья растений. Но выкормить личинок ни на листьях иван-чая, ни на семядолях гороха *Pisum sativum* L. (*Lathyrus oleraceus* Lam.) без животной пищи нам не удалось. Также в лабораторных опытах нам не удалось выкармливать личинок зикроны личинками колорадского жука. На личинок жука 3–4-го возраста клоп не нападал вовсе, более мелкими личинками питался неохотно, при этом был развит каннибализм. То, что зикрона не нападает на крупных насекомых, отмечено и в литературе (Пучков, 1961). *Zicrona caerulea* нами была признана непригодной для использования методом сезонной колонизации в контроле колорадского картофельного жука.

Лесной транспалеаркт троилус *Troilus luridus* (F.) (см. рис. 7) по внешнему облику и образу жизни похож на клопов рода *Podisus*. Раньше его и включали в этот род (Oshanin, 1906). В Западной Европе троилуса, так же как и подизуса, пытались использовать для борьбы с колорадским жуком (Мауне, Breny, 1940).

Зимуют взрослые клопы. Весной по мере распускания листьев деревьев и кустарников и появления на них листогрызущих насекомых появляются и эти крупные (до 14 мм) клопы серо-бронзовой окраски. Клопы хорошо летают на большие расстояния и быстро обнаруживают места скопления личинок насекомых. Мы их часто обнаруживали на кустарниках калины обыкновенной *Viburnum opulus* L., пораженной калиновым листоедом *Galerucella viburni* Payk. Нередко троилус прилетает на такие кусты калины в сады, даже если до ближайшего леса несколько километров (см. рис. 8). Охотно посещают троилусы и крупные травы, например заросли крапивы двудомной *Urtica dioica* L. со скоплениями гусениц крапивницы *Vanessa urticae* L., дневного павлиньего глаза *Vanessa io* L. или пестрокрыльницы изменчивой *Araschnia levana* L. С конца весны на крупных травах начинают появляться личинки троилуса, с беловатым брюшком и бронзовыми пятнами на зачатках крыльев. После выхода из яиц личинки держатся вместе, затем после линьки на второй возраст разбредаются и в дальнейшем встречаются обычно поодиночке, как и взрослые клопы, если их не привлекло скопление пищи (см. рис. 9). Лабораторные опыты показали, что троилус многояден, питается личинками листоедов, в том числе колорадского жука, различными гусеницами, личинками пилильщиков.



Рис. 7. Имаго троилуса *Troilus luridus* на листе крапивы (фото: О. Г. Волков)

Fig. 7. *Troilus luridus* imago on a nettle leaf (photo by O.G. Volkov)



Рис. 8. Троилус *Troilus luridus* на листе калины высасывает личинку калинового листоеда *Galerucella viburni* (фото: О. Г. Волков)

Fig. 8. *Troilus luridus* sucks out a *Galerucella viburni* larva on a viburnum leaf (photo by O.G. Volkov)

viridula De Geer. The bug overwinters in the adult stage, in the spring the female lays eggs, usually on the apical leaves of low-growing plants. Like the previous species, it does not form clusters in nature, and both imago and larvae are found singly. It is not suitable for accumulation in large quantities, storage and transportation.

Zicrona caerulea (L.). This is an even smaller bug, rarely reaching a length of 8 mm. The color is blue or green, with a metallic sheen (see Fig. 6). In the region, it is a common species, living in various biotopes, on trees and bushes and on the grassy vegetation of meadows and forest clearings, especially near water bodies. In dry meadows with low vegetation, it hunts on the surface of the soil; in tall grass and in thickets of bushes, it rises to the tops of plants. We often detected it in thickets of *Chamerion angustifolium* (L.) Holub. The bugs feed on the larvae of various leaf beetles, especially of the genus *Haltica* (Altica), and small caterpillars. According to our observations, they also attack adult leaf beetles of the genus *Haltica*. In Japan, it was used to exterminate *Haltica fragariae* Nak. on wild strawberry; in Western Europe, an attempt was made to use it to control the Colorado potato beetle (Mayne, Breny, 1940). Like other predatory bugs, *Zicrona caerulea* sucks on

Плодовитость одной самки в лабораторных условиях достигала 500 яиц. По таким характеристикам, как прожорливость, многоядность, скорость развития и плодовитость троилус весьма близок к подизусу, но обладает и всеми его недостатками. Это лесное, как и подизус, насекомое обитает в кронах деревьев и кустарников. После окрыления клоп стремится покинуть несвойственные для него станции. Так как покоящаяся стадия клопа – имаго, достаточно сложно накапливать его в больших количествах и транспортировать на значительные расстояния. Вероятно, троилус может стать полноценной альтернативой подизусу в биолaborаториях тепличных комбинатов, производящих этих клопов в ограниченных количествах для собственных нужд – борьбы с гусеницами совков на овощных культурах.

Наиболее подходящим потенциальным агентом биологического контроля колорадского картофельного жука и других листогрызущих насекомых по всем вышеприведенным параметрам оказался пикромерус двузубчатый *Picromerus bidens* (L.).

Picromerus bidens является типовым видом рода *Picromerus* Amyot et Serville, который насчитывает 10 видов (Thomas, 1994). Этот хищный клоп широко распространен в Палеарктике и проник в Северную Америку (Larivière & Larochelle, 1989). *P. bidens* – типичный обитатель лесолуговой растительности (Кириченко, 1953). Северная граница его распространения проходит по Финляндии, Карелии, Вологодской, Кировской и Свердловской области – до Приморского края, Сахалина и южных Курил, южная граница – от Северной Африки до Китая (Кириченко, 1951). В южных регионах пикромерус обычно обитает в горах, так как ему для нормального развития необходимо зимнее понижение температуры.

Основу лабораторной культуры ВНИИКР составили около 500 экземпляров пикромеруса двузубчатого, собранные О. Г. Волковым в сентябре – октябре 1992 г. в Орехово-Зуевском районе Московской области (Волков и др., 1995; Волков, Ткачева, 1997). В дальнейшем энтомофага неоднократно собирали и в других регионах.

P. bidens – крупный клоп-щитник с выраженным половым диморфизмом (см. рис. 10). Самки достигают длины 15 мм и весят от 80 до 160 мг; самцы мельче и весят 30–80 мг. Соотношение полов в природе и в лабораторных условиях обычно равное (1/1). Основной цвет тела – бурый; вершина головы и вершины боковых углов переднеспинки бронзовые или зеленые. Усики рыжеватые, с темной вершиной и более светлыми основаниями члеников. В центре переднеспинки расположены два маленьких светлых пятна, такие же пятна (светлые мозолистые бугорки) расположены на передних углах щитка. Вершина щитка светлая. Низ брюшка и бедра с рассеянной, не сливающейся в пятна и ряды темной и светлой пунктировкой. Ноги темные, с широкими светлыми кольцами на середине



Рис. 9. Личинка троилуса *Troilus luridus* на листе крапивы высасывает гусеницу пестрокрыльницы изменчивой *Araschnia levana* (фото: О. Г. Волков)

Рис. 9. *Troilus luridus* larva sucks out a *Araschnia levana* larva on a nettle leaf (photo by O.G. Volkov)

plants. According to literary data (Puchkov, 1961), it was possible to feed all stages of *Zicrona caerulea* by feeding only on fireweed leaves, without animal food. In our laboratory, the bugs mated and laid eggs on the leaves of plants. But we were unable to feed the larvae either on the leaves of fireweed or on the cotyledons of peas *Pisum sativum* L. (*Lathyrus oleraceus* Lam.), without animal food. Also, in laboratory experiments, we were unable to feed the *Zicrona caerulea* larvae with the larvae of the Colorado potato beetle. The bug did not attack the larvae of the 3–4th instar beetle at all, and was reluctant to feed on smaller larvae, although cannibalism was developed. The fact that *Zicrona caerulea* does not attack large insects is also noted in the literature (Puchkov, 1961). We recognized *Zicrona caerulea* as unsuitable for use by the seasonal colonization method in controlling the Colorado potato beetle.

Troilus luridus (F.) (see Fig. 7) in appearance and biology it is similar to bugs of the genus *Podisus*. Previously, it was included in this genus (Oshanin, 1906). In Western Europe, *Troilus luridus*, like *Podisus maculiventris*, was used to control the Colorado potato beetle (Mayne, Breny, 1940).

It is known that adult bugs overwinter. In spring, as the leaves of trees and shrubs blossom and leaf-eating insects appear on them, these large (up to 14 mm) gray-bronze bugs also appear. Bugs fly well over long distances and quickly detect places where insect larvae accumulate. We often detected them on shrubs of *Viburnum opulus* L., affected by

Galerucella viburni Payk. *Troilus luridus* often flies to such viburnum bushes in gardens, even if the nearest forest is several kilometers away (see Fig. 8). *Troilus luridus* also willingly visit large grasses, for example, thickets of *Urtica dioica* L. with larvae of *Vanessa urticae* L., *Vanessa io* L. or *Araschnia levana* L. From late spring, *Troilus luridus* larvae begin to appear on large grasses, with a whitish abdomen and bronze spots on the rudiments of the wings. After hatching from the eggs, the larvae stay together, then, after molting into the second instar, they disperse and are subsequently

голеней, рыжими вершинами голеней и основаниями лапок. Брюшко самок округлое, широко выступает за края крыльев. Брюшко самцов вытянутое, слегка выступает за края крыльев.

Природная популяция этого клопа имеет два вида диапаузы: летнюю имагинальную (репродуктивную) – эстивацию; зимнюю – в стадии яйца (овариальную). Летняя репродуктивная диапауза не позволяет самкам в природе преждевременно откладывать диапаузирующие яйца. В средней полосе России имаго пикромеруса появляются в июле – августе, но откладывание яиц самками происходит не ранее конца августа – начала сентября. В 1994 г. в СПбГУ нами было передано 600 диапаузирующих яиц *P. bidens* лабораторной популяции, после чего было проведено изучение воздействия фотопериода на развитие этого клопа (Мусолин, 1996, 1997; Musolin, Saulich, 2000). Было установлено, что при выращивании личинок *P. bidens* в разных фотопериодических режимах при 24,5° наблюдались незначительные задержки длительности личиночного развития при увеличении продолжительности дня. В короткодневных режимах (12:12 и 14:10) все самки синхронно приступили к яйцекладке на 11–19-й день после окрыления, тогда как при длиннодневном режиме (18:6 и 20:4), несмотря на активное питание и подвижность клопов, яйцекладка задерживалась. Самки приступали к яйцекладке в длиннодневных лабораторных режимах в среднем на 30–53-й день с момента окрыления. Также было обнаружено, что из части отложенных самками пикромеруса яиц личинки выходят без реактивации холодом, причем процент таких яиц был значительно выше у «короткодневных» самок (17,7 и 20,9%), чем у «длиннодневных» (5,7 и 6,0%).

usually found singly, like adult bugs, if they are not attracted by a food accumulation (see Fig. 9). Laboratory experiments have shown that *Troilus luridus* is polyphagous, feeding on leaf beetle larvae, including the Colorado potato beetle, various caterpillars, and sawfly larvae. The fertility of one female in laboratory conditions reached 500 eggs. *Troilus luridus* is very close to *Podisus maculiventris* in such characteristics as active feeding, polyphagous nature, development speed and fertility, but it also has all its disadvantages. This forest insect, like *Podisus maculiventris*, lives in the crowns of trees and bushes. After winging, the bug seeks to leave stations that are not natural for it. Since the dormant stage of the bug is an imago, it is quite difficult to accumulate it in large quantities and transport it over significant distances. *Troilus luridus* can probably become a full-fledged alternative to *Podisus maculiventris* in the biolaboratories of greenhouse complexes that produce these bugs in limited quantities for their own needs – to control *Ponometia (Tarachidia) candefacta* on vegetable crops.

The most suitable potential biological control agent for the Colorado potato beetle and other leaf-eating insects based on all the above parameters was *Picromerus bidens* (L.).

Picromerus bidens is the type species of the genus *Picromerus* Amyot et Serville, which includes 10 species (Thomas, 1994). This predatory bug is widespread in the Palearctic and has been introduced into North America (Lariviere & Laroche, 1989). *P. bidens* is a typical inhabitant of forest-meadow vegetation (Kirichenko, 1953). The northern border of its distribution runs through Finland, Karelia, Vologda Oblast, Kirov Oblast and Sverdlovsk Oblast – to Primorsky Krai, Sakhalin and the southern Kuril Islands, the southern border – from North Africa to China (Kirichenko, 1951).



Рис. 10. Два самца и самка пикромеруса двузубчатого *Picromerus bidens* на листе сливы. Спаривание и поедание гусеницы (фото: О. Г. Волков)

Fig. 10. Two males and a female of *Picromerus bidens* on a plum leaf. Mating and eating of the caterpillar. (photo by O.G. Volkov)

Эстивация у пикромеруса не стойкая и достаточно легко преодолевается в лабораторных условиях. При содержании во ВНИИКР в круглосуточном освещении и температуре +26 °С образовалась лабораторная популяция *P. bidens*, в которой спаривание имаго происходит через 3–4 суток после окрыления, а через 1–2 суток после спаривания самки начинают откладывать яйца. Такая лабораторная популяция гораздо удобнее для содержания в качестве агентов биологического контроля.

В природных популяциях в конце лета – начале осени клопы спариваются, процесс спаривания длительный и может занимать до 4 ч и более. Самки откладывают яйца на опавшие листья, сучья и другие сухие растительные остатки (см. рис. 11). Для откладки яиц самка зарывается вглубь растительного опада, откладывая яйца ближе к почве. Таким образом яйца клопа оказываются защищенными от высыхания и от воздействия слишком низких температур зимой. Случаи откладки яиц самками открыто на вегетирующие растения (Коломиец, 1962) нами ни разу зафиксированы не были. В лабораторных условиях при подсчете числа яиц, отложенных самками в разных местах садка, выяснилось, что наибольшее число яиц самки одного поколения откладывают в самом темном месте самой светлой части садка. Интерпретируя эти данные на природные условия, можно предположить, что клопы предпочитают откладывать яйца в глубине опада на возвышенных, хорошо освещенных участках, избегая ям, оврагов, густой растительности и прочих затенений. Вероятно, в затененных местах весной слишком долго тает снег и прогревается почва, а в понижениях, кроме того, существует опасность затопления яиц. С наступлением холодов взрослые клопы погибают, зимуют только диапаузирующие яйца. Во всем ареале *P. bidens* развивается только в одном поколении (моновольтинный).

В садках имаго живут до 4 месяцев, но наибольшее число яиц самки откладывают в первые два месяца жизни. Спаривание происходит многократно. Одна кладка состоит в среднем из 35–40 яиц (от 1–2 до 60 яиц), по Пучкову (1961) – до 150 яиц, плодовитость самки достигает 300 яиц, средняя плодовитость – 107,5 яйца на самку. Промежутки времени между откладкой двух очередных яиц составляют 3–5 мин. На завершение одной средней кладки самке требуется около 2 ч. Репродуктивный потенциал полностью не реализуется. Обычно у погибших самок имеются сформировавшиеся яйца, которые они не отложили. Так, при вскрытии нами в лаборатории погибшей самки в ее яичниках были обнаружены 42 сформировавшихся яйца.

Для того чтобы в яйцах начали развиваться личинки, им необходимо пройти период охлаждения. В природных условиях яйца остаются в неактивном состоянии до 8 месяцев и более, причем в зимнее время подвергаются промерзанию. В лаборатории достаточно двухмесячного содержания кладок при температуре +2...+4 °С для того, чтобы могли развиваться более 50% яиц. После одного месяца содержания в подобных условиях развиваются около 30% яиц. При внесении яиц в течение 1–2 недель после откладки в морозильную камеру с температурой –10...–15 °С все они погибают. При

в южных регионах, *Picromerus bidens* обычно inhabits the mountains, since it needs a decrease in winter temperature for normal development.

The basis of the laboratory culture of VNIICR was about 500 specimens of *Picromerus bidens* collected by O.G. Volkov in September–October 1992 in the Orekhovo-Zuevsky district of Moscow Oblast (Volkov et al., 1995; Volkov, Tkacheva, 1997). Subsequently, the entomophage was repeatedly collected in other regions.

P. bidens is a large bug with pronounced sexual dimorphism (see Fig. 10). Females reach a length of 15 mm and weigh from 80 to 160 mg; males are smaller and weigh 30–80 mg. The sex ratio in nature and in laboratory conditions is usually equal (1/1). The main body color is brown; the top of the head and the tops of the lateral angles of the pronotum are bronze or green. The antennae are reddish, with a dark top and lighter bases of the segments. There are two small light spots in the center of the pronotum, the same spots (light calloused tubercles) are located on the anterior corners of the scutellum. The apex of the scutellum is light. The bottom of the abdomen and femora with scattered, not merging into spots and rows, dark and light puncture. The legs are dark, with wide light rings in the middle of the shins, reddish tops of the shins and bases of the paws. The abdomen of females is rounded, protruding widely beyond the edges of the wings. The abdomen of males is elongated, slightly protruding beyond the edges of the wings.

The natural population of this bug has two types of diapause: summer imaginal (reproductive) – aestivation and winter – at the egg stage (ovarian). Summer reproductive diapause does not allow females in nature to prematurely lay diapausing eggs. In Central Russia, *P. bidens* adults appear in July–August, but females do not lay eggs until late August – early September. In 1994, we transferred 600 diapausing eggs of *P. bidens* from the laboratory population to St. Petersburg State University, after which we studied the effect of photoperiod on the development of this bug (Musolin, 1996, 1997; Musolin, Saulich, 2000). It was found that when growing *P. bidens* larvae in different photoperiodic regimes at 24.5°, minor delays in the duration of larval development were observed with an



Рис. 11. Яйцекладка пикромеруса двузубчатого *Picromerus bidens* на фрагменте сухого листа (фото: О. Г. Волков)

Fig. 11. Eggs of *Picromerus bidens* on a dry leaf fragment (Photo by O.G. Volkov)



Рис. 12. Свежеотложенные (слева) и потемневшие (справа) яйца пикромеруса двузубчатого (фото: О. Г. Волков)

Fig. 12. Freshly laid (left) and darkened (right) eggs of *P. bidens* (photo by O.G. Volkov)

перемещении материала из лаборатории (+25 °C) сразу в рефрижератор (+2 °C) качество материала начинает быстро ухудшаться после двухмесячного хранения. Через 5 месяцев такого хранения выход личинок составляет только 27–31%.

Руководствуясь тем, что в природе понижение температуры обычно происходит постепенно, мы разработали оптимальный режим хранения диапаузирующих яиц пикромеруса, а кроме того, определили верхнюю температурную границу режима диапаузы (Волков, 2011). В результате экспериментов выяснилось, что верхней температурной границей для нашей культуры пикромеруса является +8 °C. Через 2 месяца хранения в таком режиме при повышении температуры из яиц выходит от 50% личинок. Постепенный выход на режим рефрижерации улучшает качество материала. Из яиц клопа, хранившихся 2 месяца при +8 °C, а затем 3 месяца при +2 °C, выходит более 60% личинок, то есть в 2 раза больше, чем при обычном режиме рефрижерации. Кроме того, в этом случае возможно замораживание яиц. При хранении материала 2 месяца при температуре +8 °C, 2 месяца при +2 °C и 2 недели при –15 °C из яиц вышло 50% личинок.

Яйца *P. bidens* обычной для клопов-щитников боченковидной формы, крышечка окружена венцом длинных тонких зубцов. Средний вес одного яйца – 0,7 мг, размеры – около 1,2 мм в длину и 0,9 мм в диаметре. Сразу после откладки яйца белые, но затем быстро темнеют, становясь почти черными. Однако в отличие от яиц многих других щитников это не признак развития личинки, в зимнюю диапаузу яйца уходят в эмбриональном состоянии, развитие личинки начинается после охлаждения яиц. Темнеют выделения самки, которые покрывают яйца, склеивают их между собой и приклеивают к субстрату. Потемнение особенно быстро происходит под воздействием света и при высокой влажности и, вероятно, маскирует яйца клопа на субстрате (см. рис. 12).

Весной из перезимовавших яиц выходят личинки пикромеруса. Личинки проходят пять возрастов. В окраске личинок преобладают

increase in day length. In short-day regimes (12:12 and 14:10 h), all females synchronously began to lay eggs on the 11th–19th day after fledging, whereas in the long-day regime (18:6 and 20:4), despite the active feeding and mobility of the bugs, egg laying was delayed. Females began to lay eggs in long-day laboratory regimes on average on the 30th–53rd day after fledging. It was also found that some of the eggs laid by *P. bidens* females hatched without being reactivated by cold, and the percentage of such eggs was significantly higher in “short-day” females (17.7 and 20.9%) than in “long-day” females (5.7 and 6.0%).

Aestivation in *P. bidens* is not stable and is quite easily overcome in laboratory conditions. When kept in VNIKR in 24-hour lighting and a temperature of +26 °C, a laboratory population of *P. bidens* was formed in which imago mating occurs 3–4 days after fledging, and 1–2 days after mating, females begin to lay eggs. Such a laboratory population is much more convenient for keeping as biological control agents.

In natural populations, bugs mate in late summer and early autumn. The mating process is long and can take up to 4 hours or more. Females lay eggs on fallen leaves, branches and other dry plant debris (see Fig. 11). To lay eggs, the female burrows deep into the plant litter, laying eggs closer to the soil. In this way, the bug eggs are protected from drying out and from the effects of too low temperatures in winter. We have never recorded cases of females laying eggs openly on vegetative plants (Kolomiets, 1962). In laboratory conditions, when counting the number of eggs laid by females in different places of the cage, it turned out that females of one generation lay the greatest number of eggs in the darkest place of the lightest part of the cage. Interpreting these data on natural conditions, it can be assumed that the bugs prefer to lay eggs deep in the litter in elevated, well-lit areas, avoiding pits, ravines, dense vegetation and other shading. Probably, in shaded areas in the spring the snow melts too slowly and the soil warms up, and in depressions, in addition, there is a risk of flooding the eggs. With the onset of cold weather, adult bugs die, only diapausing eggs overwinter. Throughout its range, *P. bidens* develops in only one generation (monovoltine).

In cages, adults live up to 4 months, but females lay the largest number of eggs in the first two months of life. Mating occurs repeatedly. One clutch consists of an average of 35–40 eggs (from 1–2 to 60 eggs), according to Puchkov (1961) – up to 150 eggs, the female's fertility reaches 300 eggs, the average fertility is 107.5 eggs per female. The time intervals between the laying of two successive eggs are 3–5 minutes. It takes

красно-коричневые тона. Голова, грудь с зачатками крыльев, щитки на сегментах брюшка и лапки темные. С III возраста видны светлые перевязи на голених лапок и на усиках, туловище личинок V возраста окружено светлой каймой. Так как самки предпочитают осенью откладывать яйца в подстилке на открытых местах, эти участки прогреваются солнечными лучами и микроклимат, в котором находятся яйцекладки, может значительно отличаться от общей температуры окружающего воздуха. В лаборатории при +20° выход личинок из яиц происходит через 14 суток, при +25° – через 9 суток, при +30° – через 7 суток. В средней России выход личинок пикромеруса из яиц завершается в течение мая. Личинки первого возраста не питаются животной пищей, а пьют воду и соки растений. Обычно они находятся вблизи яйцекладки, иногда разбредаясь на небольшие расстояния, а затем вновь образуя скопление. Если соседние яйцекладки находятся недалеко друг от друга, в таком скоплении может находиться несколько сот личинок пикромеруса. При 20° личинки переходят в II возраст, в среднем через трое суток при понижении температуры развитие замедляется. Личинки II возраста переходят к питанию животной пищей, хотя могут подсасывать растения для восполнения дефицита влаги. Для этих личинок также характерен групповой образ жизни и групповое питание (см. рис. 13).

Следует отметить, что подобный образ жизни, в отличие от других клопов-азопин, характерен для вида в целом. Группами держатся личинки всех возрастов. Даже имаго, хотя и не образуют скоплений, присутствуют в небольших природных стациях, типа лесной поляны, в количестве нескольких сот особей. Возможно, это связано с тем, что взрослые пикромерусы обладают весьма слабыми летными способностями (имея укороченные крылья, являются практически не летающими), и, если бы личинки разбредались поодиночке, взрослым клопам в дальнейшем было бы трудно найти партнера для спаривания. Работая в нашей лаборатории с нашей культурой *P. bidens* профессор Национального института биологии (National Institute of Biology) (Любляна, Словения) А. Чокл выявил, что коммуникация между полами этого вида происходит акустическим методом, путем так называемых вибрационных сигналов, причем диапазон этих сигналов шире, чем у других исследованных *Asopinae* (Čokl et al., 2011).

В лаборатории при +23–25° личинки проходят все 5 возрастов примерно за месяц, но развитие неравномерное даже у одновозрастных личинок, содержащихся в одинаковых условиях. В природе первые имаго появляются обычно в июле. Вопреки утверждению некоторых авторов (Пучков, 1961),



Рис. 13. Личинки 2-го возраста пикромеруса двузубчатого атакуют личинку картофельной коровки *Henosepilachna vigintioctomaculata* (фото: О. Г. Волков)

Fig. 13. 2nd instar larvae of *P. bidens* attack the larva of *Henosepilachna vigintioctomaculata*. (photo by O.G. Volkov)

the female about two hours to complete one average clutch. Reproductive potential is not fully realized. Usually, dead females have formed eggs that they did not lay. Thus, when we dissected a dead female in the laboratory, 42 formed eggs were found in her ovaries.

In order for the larvae to start developing in the eggs, they need to go through a cooling period. In natural conditions, the eggs remain inactive for up to 8 months or more, and in winter they are subject to freezing. In the laboratory, 2 months of keeping the clutches at a temperature of +2+4 °C is enough for more than 50% of the eggs to develop. After one month of keeping in such conditions, about 30% of the eggs develop. If the eggs are placed in a freezer with a temperature of -10–15 °C within one or two weeks after laying, they all die. When moving the material from the laboratory (+25 °C) directly to the refrigerator (+2 °C), the quality of the material begins to deteriorate rapidly after two months of storage. After 5 months of such storage, the yield of larvae is only 27–31%.

Guided by the fact that in nature the temperature decrease usually occurs gradually, we developed an optimal storage mode for diapausing *P. bidens* eggs, and, in addition, determined the upper temperature limit of the diapause mode (Volkov, 2011). As a result of experiments, it turned out that the upper temperature limit for our *P. bidens* culture is +8°C. After two months of storage in this mode, with an increase in temperature, 50% of larvae emerge from the eggs. Gradually switching to the refrigeration mode improves the quality of the material. More than 60% of larvae emerge from bug eggs stored for 2 months at +8°C and then 3 months at +2°C, i.e. twice as many as with the usual refrigeration mode. In addition, in this case, freezing of eggs is possible. When storing the material for two months at a temperature of +8°C, two months at +2°C and two weeks at -15°C, 50% of larvae emerged from the eggs.

каннибализм у личинок и имаго пикромеруса выражен, во всяком случае, в садках, хотя и не в такой степени, как, например, у подизуса. Особенно уязвимы клопы во время линьки на следующий возраст, которая является довольно длительным процессом. Например, линька личинки V возраста на имаго, до полного потемнения, занимает 4–5 ч. Минимален каннибализм при развитии одновозрастных личинок из одной группы яиц в одном объеме, при смешивании таких микропопуляций каннибализм резко возрастает.

Обычные места обитания пикромеруса – приречные заросли трав и кустарников, вырубки, лесные поляны. Личинки младших возрастов чаще обитают в травянистом ярусе, личинки IV–V возрастов и имаго поднимаются выше, в такие крупные травы, как иван-чай, в заросли малины и ежевики, на стволы и в кроны деревьев. Начиная с конца лета и осенью взрослые клопы в течение дня совершают определенные миграции по растительности. После восхода солнца, когда травы, в которых ночуют пикромерусы, обильно усеяны росой, клопы поднимаются на верхушечные листья, обсыхающие раньше других. Затем до полудня клопы находятся в среднем и верхнем ярусе травянистой и кустарниковой растительности, где происходит поиск добычи и спаривание клопов. Ближе к вечеру, когда верхний слой подстилки хорошо просыхает, клопы спускаются на нее и откладывают яйца на растительные остатки. На подстилке в это время можно собирать не только самок, но и самцов пикромеруса.

Спектр насекомых, употребляемых пикромерусом двузубчатым в качестве пищи, весьма широк и насчитывает, по данным разных авторов, свыше 250 видов (Пучков, 1961; Lariviere & Larochelle, 1989) (см. табл. 1). Уже со второго возраста личинки пикромеруса начинают нападать на личинок других насекомых, часто значительно превосходящих их по размерам. Групповой способ нападения и питания позволяет личинкам справляться с такой крупной добычей, как, например, гусеницы малого ночного павлиньего глаза *Saturnia pavonia* L. Предпочитаемый корм – личинки пилильщиков, жесткокрылых и гусеницы самых разнообразных чешуекрылых. Еще в XVIII веке рекомендовали использовать *Picromerus bidens* для борьбы с постельными клопами в помещениях. Для этой цели предлагали выпускать по 6–8 особей взрослых клопов в помещение на несколько недель (Clausen, 1940). За этот срок, как утверждалось, хищники полностью очищают помещение от постельных клопов, даже при их высокой численности. Это утверждение представляется достаточно правдоподобным, так как пикромерус охотно и сам проникает в бревенчатые избы и имеет обыкновение обшаривать щели в бревнах своим хоботком в поисках добычи (постельные клопы обычно в этих щелях и скрывались). Нападение этого хищника на клопов с мягкими покровами, таких как красноклоп-солдатик *Pyrrhocoris apterus* L., мы фиксировали сами (см. рис. 14).

В наших опытах пикромерус не питался тлями и при отсутствии другого корма погибал. Ошибочным является мнение (Schumacher, 1910), что пикромерус не питается волосатыми гусеницами.

The *P. bidens* eggs are typically barrel-shaped for shield bugs, with the operculum surrounded by a crown of long, thin teeth. The average weight of one egg is 0.7 mg, and the size is about 1.2 mm in length and 0.9 mm in diameter. Immediately after laying, the eggs are white, but then quickly darken, becoming almost black. However, unlike the eggs of many other shield bugs, this is not a sign of larval development; the eggs go into winter diapause in an embryonic state, and larval development begins after the eggs have cooled. The female's secretions darken, covering the eggs, gluing them together and sticking them to the substrate. Darkening occurs especially quickly under the influence of light and at high humidity and probably masks the bug eggs on the substrate (see Fig. 12).

In spring, *P. bidens* larvae emerge from overwintered eggs. The larvae go through five instars. The larval coloration is dominated by red-brown tones. The head, chest with wing rudiments, shields on the abdominal segments and legs are dark. From the 3rd instar, light bands are visible on the shins of the legs and on the antennae, the body of the 5th instar larvae is surrounded by a light border. Since females prefer to lay eggs in the litter in open places in autumn, these areas are warmed by the sun's rays and the microclimate in which the egg-laying areas are located can differ significantly from the general ambient air temperature. In the laboratory, at +20°, the larvae emerge from the eggs after 14 days, at +25° – after 9 days, at +30° – after 7 days. In Central Russia, the emergence of *P. bidens* larvae from eggs is completed during May. The first-stage larvae do not feed on animal food, but drink water and plant juices. They are usually detected near the egg-laying site, sometimes wandering off over short distances and then forming a cluster again. If neighboring egg-laying sites are close to each other, such a cluster may contain several hundred *P. bidens* larvae. At 20°, the larvae enter the second stage, on average, after three days; when the temperature drops, development slows down. The second-stage larvae switch to feeding on animal food, although they can suck up plants to replenish the moisture deficit. These larvae are also characterized by a group lifestyle and group feeding (see Fig. 13).

It should be noted that this lifestyle, unlike other azopine bugs, is typical for the species as a whole. Larvae of all ages stay in groups. Even imago, although they do not form clusters, are present in small natural habitats, such as forest clearings, in quantities of several hundred individuals. Perhaps this is due to the fact that adult *P. bidens* have very weak flight abilities (having shortened wings, they are practically flightless) and if the larvae wandered off alone, it would be difficult for adult bugs to find a partner for mating. Working in our laboratory with our *P. bidens* culture, Professor of the National Institute of Biology (Ljubljana, Slovenia) A. Čokl found that communication between the sexes of this species occurs acoustically, by so-called vibration signals, and the range of these signals is wider than that of other Asopinae studied (Čokl et al., 2011).



Рис. 14. Самка пикромеруса двузубчатого нападает на личинку красноклопа-солдатика *Pyrrhocoris apterus* (фото: О. Г. Волков)

Fig. 14. *P. bidens* female attacks the larvae of *Pyrrhocoris apterus* (photo by O.G. Volkov)

В лаборатории и личинки, и имаго охотно нападают на гусениц медведиц и непарного шелкопряда (см. рис. 15), о питании пикромеруса в Тувинской тайге гусеницами сибирского коконопряда сообщает Коломиец (1962).

Питание яйцами различных насекомых имеет место в первую очередь для личинок клопа. Пикромерус охотно питается куколками и другой неподвижной, в том числе мертвой, добычей. В лабораторных условиях пикромерусу также были предложены личинки двукрылых: мухи-дрозофилы *Drosophila* sp., комнатной мухи *Musca domestica* L. и мух-каллифорид протоформии *Protophormia terraenovae* R.-D. и каллифоры красноголовой *Calliphora vicina* R.-D. Личинками дроздофилы пикромерус не питался даже в условиях голодания, личинки комнатной мухи и особенно более крупные личинки каллифорид вполне подошли в качестве дешевой кормовой базы.

Когда голодным клопам были предложены дождевые черви *Eisenia fetida* (Savigny) (из лабораторной культуры), они делали попытку проколоть червя, но тут же отступали, причем за его хоботком тянулась слизь. Но в природе мы наблюдали питание имаго пикромеруса покрытыми слизью ложногусеницами вишневого слизистого пилильщика *Caliroa cerasi* (L.) (см. рис. 16).

Ложногусениц рыжего соснового пилильщика имаго пикромеруса охотно поедали в садках. Но в полевых опытах при расселении на ветки сосны с личинками пилильщика личинок 3–4-го возраста пикромеруса выяснилось, что при попытке напасть на ложногусеницу она выпускает на личинку клопа смолистую жидкость из ротового отверстия, после чего личинка прекращает атаку, начинает чиститься и старается перебраться на другие растения.

Личинки лучше передвигаются по гладким поверхностям, чем тяжелые взрослые клопы. При помещении на кочаны капусты, заселенные

In the laboratory at +23...+25° the larvae pass through all 5 instars in about a month, but the development is uneven even in the same-aged larvae kept in the same conditions. In nature the first imagoes usually appear in July. Contrary to the assertion of some authors (Puchkov, 1961), cannibalism in larvae and imagoes of *P. bidens* is expressed, at least in cages, although not to the same extent as, for example, in *P. maculiventris*. Bugs are especially vulnerable during molting to the next instar, which is a rather long process. For example, the molt of a 5th instar larva to imago, until complete darkening, takes 4–5 hours. Cannibalism is minimal during the development of same-aged larvae from one group of eggs in one volume, when such micro-populations are mixed cannibalism increases sharply.

The usual habitats of *P. bidens* are riverine thickets of grass and shrubs, clearings, forest clearings. Younger larvae often live in the grass layer,

while larvae of the fourth and fifth instars and adults rise higher, into large grasses such as fireweed, into raspberry and blackberry thickets, onto tree trunks and crowns. Beginning in late summer and autumn, adult bugs make certain migrations through the vegetation during the day. After sunrise, when the grasses in which *P. bidens* spend the night are abundantly covered with dew, the bugs rise to the apical leaves, which dry out earlier than others. Then, until midday, the bugs are in the middle and upper tiers of grassy and shrubby vegetation, where they search for prey and mate. Closer to evening, when the upper layer of the litter dries well, the bugs descend onto it and lay eggs on plant remains. At this time, you can collect not only females, but also *P. bidens* males on the litter.

The range of insects consumed by *P. bidens* as food is very wide and, according to various authors, includes over 250 species (Puchkov, 1961; Lariviere & Laroche, 1989) (Table 1). Already from the second instar, *P. bidens* larvae begin to attack the larvae of other insects, often significantly larger than them. The group method of attack and feeding allows the larvae to cope with such large prey as, for example, larvae of *Saturnia pavonia* L. The preferred food is the larvae of sawflies, beetles and caterpillars of a wide variety of Lepidoptera. As early as the 18th century, it was recommended to use *P. bidens* to control bedbugs indoors. For this purpose, it was suggested to release 6–8 adult bugs into the room for several weeks (Clausen, 1940). During this period, it was claimed, the predators completely clear the room of bedbugs, even if their numbers are high. This claim seems quite plausible, since *P. bidens* willingly penetrates log huts and has a habit of searching through cracks in the logs with its proboscis in search of prey (bedbugs usually hid in these cracks).

гусеницами репной белянки, имаго постепенно соскальзывают с гладких листьев и эффективность оказывается невысокой. Личинки II–IV возраста, помещенные на эти же кочаны, свободно перемещаются по ним и быстро очищают кочаны от гусениц.

Согласно Miller (1942) (из Пучкова, 1961), личинок пикромеруса можно выкармливать вплоть до имаго только на растительной пище – на дробке красильном *Genista tinctoria* L. Самому Пучкову не удалось выкормить личинок пикромеруса, начиная с III возраста, на растениях. Однако Пучков не указывает, на каких именно растениях он пытался выкармливать личинок, – Miller выкармливал на бобовых. Нами была предпринята попытка выкормить личинок пикромеруса, начиная с I возраста, на растениях гороха посевного *Pisum sativum* L. В емкости было помещено по 100 личинок – на растения гороха и на горох с зебринией

The attack on soft-shelled bugs such as *Pyrrhocoris apterus* L. was witnessed by us (see fig. 14).

In our experiments, *P. bidens* did not feed on aphids and, in the absence of other food, died. The opinion (Schumacher, 1910) that the *P. bidens* does not feed on hairy caterpillars is erroneous. In the laboratory, both larvae and imago readily attack caterpillars of the bear and gypsy moth (see Fig. 15); Kolomiets (1962) reports that *P. bidens* feeds on *Dendrolimus sibiricus* larvae in the Tuva taiga).

Feeding on eggs of various insects occurs primarily for bug larvae. *P. bidens* readily feeds on pupae and other motionless, including dead, prey. In laboratory conditions, *P. bidens* was also offered dipteran larvae: *Drosophila* sp., *Musca domestica* L. and *Protophormia terraenovae* R.-D. and *Calliphora vicina* R.-D. *P. bidens* did not feed on *Drosophila* larvae even under starvation conditions; housefly larvae and, especially, larger calliphorid larvae were quite suitable as a cheap food source.

When hungry bugs were offered earthworms *Eisenia fetida* (Savigny) (from a laboratory culture), they attempted to pierce the worm, but immediately retreated, with mucus trailing behind its proboscis. But in nature, we observed the feeding of *P. bidens* imagoes on slime-covered false caterpillars of *Caliroa cerasi* (L.) (see Fig. 16).

P. bidens imagoes actively fed on false caterpillars of the red pine sawfly in cages. But in field experiments, when settling *P. bidens* larvae of 3rd–4th instars on pine branches with sawfly larvae, it turned out that, when trying to attack the false caterpillar, it releases a resinous liquid from the mouth opening onto the bug larva, after which the larva stops attacking, begins to clean itself and tries to move to other plants.

But the larvae move better on smooth surfaces than heavy adult bugs. When placed on cabbage heads inhabited by turnip white caterpillars, the adults gradually slide off the smooth leaves and the effectiveness is low. Larvae of the 2nd to 4th instars, placed on the same heads of cabbage, move freely on them and quickly clear the heads of cabbage of caterpillars.

According to Miller (1942) (from Puchkov, 1961), *P. bidens* larvae can be reared up to imago only on plant food – on *Genista tinctoria* L. Puchkov himself failed to rear *P. bidens* larvae, starting from the third instar, on plants. However, Puchkov does not indicate on which plants he tried to rear the larvae – Miller reared them on legumes. We attempted to rear *P. bidens*



Рис. 15. Имаго пикромеруса двузубчатого нападают на гусеницу непарного шелкопряда *Lymantria dispar* на ветке липы (фото: О. Г. Волков)

Fig. 15. *P. bidens* imagoes attack the caterpillar of *Lymantria dispar* on a linden branch (photo by O.G. Volkov)



Рис. 16. *Picromerus bidens* питается личинкой вишневого слизистого пилильщика *Caliroa cerasi* на листе боярышника (фото: О. Г. Волков)

Fig. 16. *Picromerus bidens* feeds on the *Caliroa cerasi* larva on a hawthorn leaf (photo by O.G. Volkov)

Табл. 1. Некоторые виды – хозяева *Picromerus bidens* в лабораторных и полевых условиях

Table 1. Some host species of *Picromerus bidens* in laboratory and field conditions

Вид насекомого Insect species	Личинка Larva	Куколка Pupa	Имаго Imago	Источник Source	Вид насекомого Insect species	Личинка Larva	Куколка Pupa	Имаго Imago	Источник Source
HEMIPTERA					Сибирский коконопряд <i>Dendrolimus sibiricus</i> Tschetv.	+	?	?	Коломиец, 1962 Kolomiets, 1962
Красноклоп- солдатик <i>Pyrrhocoris apterus</i> L.	+	–	?	С. д. o.d.	Непарный шелкопряд <i>Lymantria dispar</i> L.	(+)	?	?	С. д.; Пучков, 1961 o.d.; Puch- kov, 1961
Клоп постельный <i>Cimex lectularius</i> L.	+	–	+	Clausen 1940.	Зимняя пяденица <i>Operophtera brumata</i> L.	?	?	+	Пучков, 1961 Puchkov, 1961
COLEOPTERA					<i>Agrotis</i> sp.	(+)	?	?	С. д. o.d.
Колорадский картофельный жук + <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say	+	?	+	С. д. o.d.	Совка-гамма <i>Autographa gamma</i> L.	+	?	?	Поспелов, 1989 Pospelov, 1989
Калиновый листоед <i>Galerucella viburni</i> Payk.	+	?	?	С. д. o.d.	Огородная совка <i>Lacanobia oleracea</i> (L.)	+	?	?	С. д. o.d.
Тополевый листоед <i>Melasoma populi</i> L.	(+)	?	?	С. д. o.d.	Капустная совка <i>Mamestra brassicae</i> (L.)	(+)	?	?	С. д. o.d.
Картофельная коровка <i>Henosepilachna vigintioctomaculata</i> (Motschulsky)	+	?	+	С. д. o.d.	Hymenoptera				
Большой мучной хрущак <i>Tenebrio molitor</i> L.	(+)	(+)	(+)	С. д. o.d.	Крыжовниковый пилильщик <i>Nematus ribesii</i> Scop.	+	?	?	С. д. o.d.
Lepidoptera					Ивовый пилильщик <i>Nematus salicis</i> L.	+	?	?	С. д. o.d.
Большая вошинная огневка <i>Galleria mellonella</i> L.	(+)	(+)	(+)	С. д. o.d.	Рыжий сосновый пилильщик <i>Neodiprion sertifer</i> Geoffr.	+	?	?	Коломиец и др., 1972 Kolomiets et al., 1972
Огневка самшитовая <i>Cydalima perspectalis</i> (Walker)	(+)	?	?	С. д. o.d.	Вишневый слизистый пилильщик <i>Caliroa cerasi</i> (L.).	+	?	?	С. д. o.d.
Горностаевая моль яблонная <i>Yponomeuta malinellus</i> Z.	(+)	?	?	С. д. o.d.	DIPTERA				
Крапивница <i>Vanessa urticae</i> L.	+	?	?	С. д. o.d.	Муха комнатная <i>Musca domestica</i> L.	(+)	(+)	(+)	С. д. o.d.
Павлиний глаз <i>Vanessa io</i> L.	+	?	?	С. д. o.d.	Муха ранневесенняя <i>Protophormia terraenovae</i> R.-D.	(+)	(+)	(+)	С. д. o.d.
Многоцветница <i>Vanessa polychloros</i> L.	(+)	?	?	С. д. o.d.	Синяя мясная муха красноголовая <i>Calliphora vicina</i> R.-D.	(+)	(+)	(+)	С. д. o.d.
Репная белянка <i>Pieris rapae</i> L.	(+)	?	?	С. д. o.d.	Примечание: + обозначает питание в естественных условиях; (+) обозначает питание в лабораторных условиях; – обозначает «стадия отсутствует»; ? обозначает «сведений нет»; с. д. – собственные данные. + : natural feeding; (+): laboratory feeding; -: stage absent; ? : no information; o. d.: original data.				
Боярышница <i>Aporia crataegi</i> L.	+	?	?	Пучков, 1961 Puchkov, 1961					
Малый ночной павлиний глаз <i>Saturnia pavonia</i> L.	(+)	?	?	С. д. o.d.					
Лунка серебристая <i>Phalera bucephala</i> L.	(+)	?	?	С. д. o.d.					

Zebrinia pendula Schnizl. Ни в одном случае не удалось довести личинок до V возраста. Во всех вариантах большая часть личинок погибала уже в II возрасте, немногие за счет каннибализма переходили в III возраст и единицы – в IV. Не было выявлено никаких преимуществ гороха по сравнению с зебринией и при использовании их в качестве дополнительной подкормки при питании личинок животной пищей. По-видимому, клопы используют растения только как источник влаги.

Поисковое поведение пикромеруса очень характерно: клоп передвигается по растениям с вытянутым вперед усиками и опущенным хоботком. Как уже было сказано, клопы практически не летают и поэтому, если не заметили добычу, передвигаются медленно, тщательно исследуя поверхность, на которой находятся. Узкие полости в растениях и щели в стволах деревьев (и в стенах зданий) клопы исследуют при помощи хоботка. Если клопы обнаруживают неподвижную добычу, например куколок, они исследуют ее при помощи усиков, а затем приступают к прокалыванию. Мы наблюдали прокалывание пикромерусом куколок галлерии даже через стенки их кокона. Любопытно поведение пикромеруса при обнаружении добычи, находящейся в паутинных гнездах, что характерно для ряда видов чешуекрылых и перепончатокрылых. На ветку яблони с гнездом яблонной горностаевой моли были посажены *P. bidens*. Клопы передвигались по гнезду снаружи, не проникая внутрь. Однако, поскольку гусеницы горностаевой моли питаются на периферии гнезда, клопы таскали их сквозь паутину одну за другой и за 10 суток истребили колонию почти полностью – из нескольких десятков гусениц окуклились только три (см. рис. 17). В других опытах, когда мы предлагали пикромерусу гнезда яблонной моли с гусеницами,

larvae, starting from the first instar, on pea plants *Pisum sativum* L. We placed 100 larvae in a container – on pea plants and on peas with *Zebrinia pendula* Schnizl. In neither case did we manage to bring the larvae to the fifth instar. In all variants, most of the larvae died already in the second instar, a few, due to cannibalism, passed to the third instar, and a few – to the fourth. No advantages of peas were found in comparison with *Zebrinia pendula* and when using them as additional feeding when feeding larvae with animal food. Apparently, the bugs use plants only as a source of moisture.

The searching behavior of *P. bidens* is very characteristic: the bug moves along the plants with its antennae extended forward and its proboscis lowered. As has already been said, bugs practically do not fly and therefore, if they have not noticed prey, they move slowly, carefully examining the surface on which they are. Bugs examine narrow cavities in plants and cracks in tree trunks (and in the walls of buildings) with the help of their proboscis. If the bugs find motionless prey, for example, pupae, they examine it with the help of antennae, and then begin to pierce it. We observed *P. bidens* piercing *Galleria* pupae even through the walls of their cocoon. The behavior of *P. bidens* when detecting prey located in web nests is curious, which is typical for a number of species of Lepidoptera and Hymenoptera. *P. bidens* were planted on an apple tree branch with a nest of the apple ermine moth. The bugs moved around the nest from the outside, without penetrating inside. However, since *Yponomeuta* spp. larvae feed on the periphery of the nest, the bugs dragged them through the web one by one and in 10 days almost completely exterminated the colony – out of several dozen larvae, only three pupated (see Fig. 17). In other experiments, when we offered *P. bidens* nests of *Hyponomeuta malinella* with larvae that had almost finished feeding, the effectiveness was low – most of the larvae managed



Рис. 17. Личинки и имаго *Picromerus bidens* уничтожают гусениц яблонной горностаевой моли *Yponomeuta malinellus* в паутинном гнезде на ветке яблони (фото: О. Г. Волков)

Fig. 17. Larvae and imagoes of *Picromerus bidens* feeding on *Yponomeuta malinellus* in a spider's nest on an apple tree branch (photo by O.G. Volkov)

почти завершившими питание, эффективность была невысокой – большая часть гусениц успевала окуклиться. Плотные пачки коконов моли, прикрытые паутиной, по-видимому, малодоступны для пикромеруса.

Взрослые пикромерусы способны обнаружить крупную добычу, например гусениц совок, на расстоянии 2–3 м. Для поиска добычи используется обоняние. После обнаружения клопы быстро приближаются к добыче до расстояния в 2–4 см, после чего начинают двигаться чрезвычайно медленно и осторожно. При этом их хоботок вытянут по направлению к добыче, а усики отведены в стороны и назад. Осторожно дотронувшись хоботком до добычи, клоп прокалывает ее покровы своими зазубренными мандибулами. Если покровы в данной точке не поддаются прокалыванию, как, например, у жуков, пикромерус начинает передвигать хоботок по поверхности тела добычи в поисках уязвимого места. Если добыча обнаружила нападение и пытается скрыться, клоп упорно ее преследует. После прокалывания покровов мандибулами клоп через максиллы впрыскивает в жертву слюну, содержащую протеолитические ферменты. Процесс впрыскивания чрезвычайно болезнен для жертвы, и она активно обороняется. Гусеницы обычно пытаются схватить челюстями место укола, а затем уползают. Клоп, быстро передвигаясь, подставляет челюстям добычи только свой хоботок, который, по-видимому, очень тверд, так как ни одной гусенице не удалось его перекусить. При попытке жертвы скрыться, клоп препятствует этому, цепляясь лапами за поверхность, а при слишком сильном сопротивлении добычи, следует за ней. Мандибулы пикромеруса закрепляются в покровах тела добычи очень прочно, так как не приходилось наблюдать, чтобы какому-либо насекомому удалось освободиться от укола личинки старшего возраста или молодого взрослого клопа. Клоп стремится лишить добычу опоры, поэтому обычная поза питания клопа на растениях – вниз головой, когда добыча, даже очень крупная, висит на хоботке. Крупное насекомое может вырваться после укола личинки младшего возраста или очень старого взрослого клопа, у которого мандибулы, по-видимому, уже изношены. Однако, поскольку слюна уже впрыснута, гибель добычи неизбежна. Если взрослого колорадского жука отобрать у клопа сразу же после укола, гибель жука происходит в течение от 0,5 до 2 ч. Такой механизм повышает эффективность пикромеруса в качестве агента биологического контроля.

Обычно, если один пикромерус атаковал добычу, к нему присоединяются другие клопы. Особенно это характерно для личинок, которые ведут групповой образ жизни. Возрастной состав группы неодинаков, однако совершенно не обязательно, что первыми нападение на добычу осуществляют личинки старшего возраста или взрослые клопы. Нередко первыми атакуют крупную добычу младшие личинки. Другие клопы присоединяются к общей трапезе в любое время, вплоть до полного высасывания добычи. Групповое питание особенно характерно для лабораторных условий содержания пикромеруса, однако и в природных условиях мы наблюдали групповое питание, как личинок,

to pupate. Dense packs of moth cocoons, covered with web, are apparently not very accessible to *P. bidens*.

Adult *P. bidens* are able to detect large prey, such as *Ponometia (Tarachidia) candefacta* larvae, at a distance of 2–3 meters. They also use their sense of smell to find prey. After detecting it, the bugs quickly approach the prey to a distance of 2–4 cm, after which they begin to move extremely slowly and carefully. Their proboscis is extended towards the prey, and the antennae are pulled back and to the sides. Carefully touching the prey with its proboscis, the bug pierces its integument with its serrated mandibles. If the integument at this point is not amenable to piercing, as, for example, in beetles, *P. bidens* begins to move its proboscis along the surface of the prey's body in search of a vulnerable spot. If the prey has detected the attack and is trying to escape, the bug persistently pursues it. After piercing the integument with its mandibles, the bug injects saliva containing proteolytic enzymes into the victim through its maxillae. The injection process is extremely painful for the victim, and it actively defends itself. The larvae usually try to grab the injection site with their jaws and then crawl away. The bug, moving quickly, exposes only its proboscis to the jaws of the prey, which is apparently very hard, since no larva has managed to bite it off. When the prey tries to escape, the bug prevents this by clinging to the surface with its paws, and if the prey resists too much, it follows it. The mandibles of *P. bidens* are fixed in the integument of the prey very firmly, since no insect has ever been able to free itself from the injection of an older larva or a young adult bug. The bug strives to deprive the prey of support, so the usual feeding position of the bug on plants is upside down, when the prey, even a very large one, hangs on the proboscis. A large insect may escape after being pricked by a young larva or a very old adult bug whose mandibles are apparently worn out. However, since the saliva has already been injected, the death of the prey is inevitable. If an adult Colorado potato beetle is removed from the bug immediately after the prick, the beetle dies within 0.5 to 2 hours. This mechanism increases the effectiveness of *P. bidens* as a biological control agent.

Usually, if one *P. bidens* attacks the prey, other bugs join it. This is especially true for larvae, which lead a group lifestyle. The age composition of the group is not the same, but it is not at all necessary that the first to attack the prey are older larvae or adult bugs. Often, younger larvae are the first to attack large prey. Other bugs join the common meal at any time, up to the complete sucking out of the prey. Group feeding is especially characteristic of laboratory conditions of keeping *P. bidens*, but in natural conditions we have also observed group feeding of both larvae and imagoes. This property can be considered both a positive and a negative feature of the entomophage. Group feeding allows *P. bidens* to successfully attack prey that is significantly larger than it, but also increases the time it takes to eliminate the phytophage colony: the bugs prefer to join the feeding of an already fixed victim, ignoring other individuals until the prey is completely sucked out.



Рис. 18. Личинка II возраста *Picromerus bidens* атакует личинку IV возраста колорадского картофельного жука *Leptinotarsa decemlineata* на картофеле (фото: О. Г. Волков)

Fig. 18. 2nd instar larva of *Picromerus bidens* attacking the 4th instar larva of *Leptinotarsa decemlineata* on potato (photo by O.G. Volkov)

так и взрослых особей клопа. Такое свойство можно рассматривать как положительную, так и отрицательную особенность энтомофага. Групповое питание не только позволяет пикромерусу успешно атаковать добычу, значительно превосходящую его по размерам, но и увеличивает время ликвидации колонии фитофага: клопы предпочитают присоединяться к питанию уже зафиксированной жертвой, игнорируя другие особи до полного высасывания добычи.

Основными врагами пикромеруса в природных условиях являются, по-видимому, пауки и, возможно, хищные насекомые. Попав в паутину, пикромерус не делает попыток защиты от паука своим мощным хоботком. Также в отличие от, например, клопов-хищнецов Reduviidae пикромерус не пытается уколоть хоботком взявшего его в руки человека. Пучков (1961) приводит в качестве природного врага пикромеруса осу-сфециду *Astatus boops* Schr., которая выкармливает своих личинок личинками клопов-пентатомид. По природной паразитофауне пикромеруса сведений практически нет. Сроки откладки яиц делают их неуязвимыми для многочисленных яйцеедов. Для других азопин, например для *Troilus luridus*, известно заражение яиц сцелионидами *Trosscilus grandis* Thorns. Открытым остается вопрос о поражении взрослых клопов мухами тахинами. Пучков (1961) высказывает мнение о возможной перезимовке имаго пикромеруса, зараженных фазиями и кастрированных, но не уточняет источник этой информации.

В связи с вышеизложенным необходимо более подробно рассмотреть вопрос о диапаузе и перезимовке у *P. bidens*, имеющий важное теоретическое и практическое значение. Общепринято, что пикромерус, как и, например, непарный шелкопряд, имеет одно поколение в год, независимо от географической широты обитания. Зимуют диапазирующие яйца; затем, в весенне-летний период, развивается одно поколение пикромеруса, взрослые

In natural conditions, the main enemies of *P. bidens* are apparently spiders and, possibly, predatory insects. Once caught in a web, *P. bidens* does not attempt to defend itself from the spider with its powerful proboscis. Also, unlike, for example, the Reduviidae bugs, *P. bidens* does not try to prick a person who picks it up with its proboscis. Puchkov (1961) lists *Astatus boops* Schr. as a natural enemy of *P. bidens*, which feeds its larvae with the larvae of pentatomid bugs. There is practically no information on the natural parasitofauna of *P. bidens*. The oviposition timing makes them invulnerable to numerous egg-eaters. Other azopines, for example, *Troilus luridus*, are known to be infected with *Trosscilus grandis* Thorns. The question of adult bugs being infected by tachinid flies remains open. Puchkov (1961) expresses an opinion about the possible overwintering of *P. bidens* imagoes infected with phasia and castrated, but does not specify the source of this information.

Taking into account the above, it is necessary to consider in more detail the issue of diapause and overwintering in *P. bidens*, which has important theoretical and practical significance. It is generally accepted that *P. bidens*, like, for example, the gypsy moth, has one generation per year regardless of the geographical latitude of its habitat. Diapausing eggs overwinter, then, in the spring-summer period, one *P. bidens* generation develops, and adult individuals die off after with cold weather. However, some researchers report detecting adult *P. bidens* individuals in the spring-early summer period (Musolin, 1996, 1997; Musolin, Saulich, 2000). Thus, Musolin (1997) reports that early collections of *P. bidens* imagoes were detected in the collections of the Zoological Institute – 9 specimens caught in various regions of Russia in April-June. The interpretation of such finds may be different:

1. Denial of the obligatory monovoltinity of the species;
2. Assertion that only phasia-infected and castrated *P. bidens* individuals survive the winter (Puchkov, 1961);
3. Supposing that the labels on these bedbug specimens are filled out incorrectly.

In our opinion, the second and third conclusions are most likely to be true. This is supported by the extreme rare detections (in collections) of such anomalous specimens. During our observations of this species, we have collected hundreds of live specimens of *P. bidens* at different development stages, but we have never encountered *P. bidens* imagoes in Moscow Oblast before July. At the same time, in Southern Kazakhstan, we collected *P. bidens* imagoes at the beginning of June, which is nothing special, given the timing of *P. bidens* development depending on temperature. Also, in this

особи после наступления холодов отмирают. Однако некоторые исследователи сообщают о нахождении взрослых особей пикромеруса в весенне-раннелетний период (Мусолин, 1996, 1997; Musolin, Saulich, 2000). Так, Мусолин (1997) сообщает о том, что в коллекциях Зоологического института были обнаружены ранние сборы имаго пикромеруса – 9 экземпляров, пойманные в различных регионах России в апреле – июне. Интерпретация таких находок может быть различной:

1. Отрицание обязательной моновольтинности вида.

2. Утверждение, что перезимовывают только зараженные фазиями и кастрированные особи пикромеруса (Пучков, 1961).

3. Предположение, что этикетки на этих экземплярах клопов заполнены неверно.

По нашему мнению, наиболее вероятны второй и третий выводы. В пользу этого выступает крайняя редкость обнаружения (в коллекциях) подобных аномальных экземпляров. Нами за время наблюдений над этим видом собраны сотни живых экземпляров пикромеруса двузубчатого на разной стадии развития, но никогда нам в Московской области не встречались имаго пикромеруса раньше июля. В то же время в Южном Казахстане мы собирали имаго пикромеруса в начале июня, что не представляет ничего особенного, учитывая сроки развития пикромеруса в зависимости от температуры. Также в этом регионе значительно раньше, чем в средней России, происходит лет непарного шелкопряда, однако никем не оспаривается моновольтинность этого вида.

И. М. Кержнером, ранее куратором коллекции полужесткокрылых Зоологического института РАН, было предложено Д. М. Мусолину (личное сообщение) вскрыть «весенние» экземпляры *P. bidens*, имеющиеся в коллекции, на предмет обнаружения личинок фазий. Однако это предложение не было реализовано.

Вероятно, можно создать бездиапаузную популяцию пикромеруса двузубчатого, отбирая немногочисленных личинок, выходящих из яиц клопа, не прошедших охлаждения. Но именно диапауза на стадии яйца делает, на наш взгляд, *P. bidens* наиболее перспективным агентом биологического контроля среди всех Asopinae. В стадии яйца, учитывая многомесячную диапаузу, пикромеруса можно накапливать практически в неограниченных количествах, пересылать на любое расстояние и применять на больших площадях. На пикромеруса, как эффективного хищника колорадского жука, уже давно обратили внимание в Европе (Mayne, Breny, 1948), но первоначальный успех синтетических пестицидов заставила свернуть эти, как и многие другие, исследования. Наши опыты показали высокую эффективность пикромеруса двузубчатого в контроле колорадского картофельного жука на картофеле в лабораторных и полевых условиях (Volkov et al., 2013) и в контроле гусениц на овощных культурах в защищенном грунте (Волков, 1998; Гуменная, 2002; Volkov, 2006). Кроме того, диапаузирующие яйца пикромеруса удалось использовать для выращивания яйцееда клопа вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Pat. теленомуса зеленоватого

регион, the flight of the gypsy moth occurs much earlier than in Central Russia, but no one disputes the monovoltinity of this species.

I.M. Kerzhner, previously the curator of the Hemiptera collection at the Zoological Institute of the Academy of Sciences, suggested to D.M. Musolin (personal communication) dissecting the “spring” specimens of *P. bidens* in the collection to detect phasia larvae. However, this suggestion was not implemented.

It is probably possible to create a non-diapause *P. bidens* population by selecting a few larvae emerging from uncooled bug eggs. However, in our opinion, it is precisely the diapause at the egg stage that makes *P. bidens* the most promising biological control agent among all Asopinae. At the egg stage, given the many-month diapause, *P. bidens* can be accumulated in virtually unlimited quantities, sent over any distance, and applied to large areas. *P. bidens* has long been noticed in Europe as an effective predator of the Colorado potato beetle (Mayne, Breny, 1948), but the initial success of synthetic pesticides forced these, like many other, studies to be paused. Our experiments have shown the high efficiency of *P. bidens* in controlling the Colorado potato beetle on potatoes in laboratory and field conditions (Volkov et al., 2013) and in controlling caterpillars on vegetable crops in protected ground (Volkov, 1998; Gumnennaya, 2002; Volkov, 2006). In addition, diapausing *P. bidens* eggs were successfully used to grow *Eurygaster integriceps* Pat., *Telenomus chloropus* Thoms. (Hymenoptera, Scelionidae) (Volkov, Smirnov, 2014). The success was facilitated by the fact that the *P. bidens* eggs undergo diapause in the embryonic state, and therefore are suitable for infection for a long time by many species of parasitoids of bug eggs, unlike such species as, for example, the gypsy moth, in which the first-instar larva quickly forms in the eggs, which overwinters under the cover of the egg shell.

CONCLUSIONS

Studying the bugs (Hemiptera, Heteroptera, Pentatomidae, Asopinae) in Moscow Oblast allowed to reveal two entomophages species resembling by their morphological and biological characteristics the introduced from the North America bugs *Perillus bioculatus* and *Podisus maculiventris*. These are *Arma custos* and especially *Troilus luridus*. The latter in terms of breeding in laboratory conditions, is as easy as *Podisus maculiventris*, and even surpasses it in fertility. *Troilus luridus* is quite capable of replacing *Podisus maculiventris* in biological control of larvae on vegetable crops in protected ground, especially in those greenhouse complexes that have their own production biolaboratory. At the same time, like *Podisus maculiventris*, it is of little use for use by the seasonal colonization method to control the Colorado potato beetle on fairly large areas: it can only be used in the form of larvae, given the application rate of 50–100 thousand per hectare, the use of *Troilus luridus* on potatoes, like *Podisus maculiventris*, becomes not only very labor-intensive, but also economically unfeasible.

Only *Picromerus bidens* fully complies with the above parameters. Larvae, starting from the second

Telenomus chloropus Thoms. (Hymenoptera, Scelionidae) (Волков, Смирнов, 2014). Успеху способствовало то, что яйца пикромеруса диапаузируют в эмбриональном состоянии, поэтому долго пригодны для заражения многими видами паразитоидов яиц клопов-щитников в отличие от таких видов, как, например, непарный шелкопряд, у которого в яйцах быстро формируется гусеница первого возраста, которая и зимует под покровом яичевой оболочки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Изучение хищных клопов-щитников (Hemiptera, Heteroptera, Pentatomidae, Asopinae) в Московской области позволило выявить два вида энтомофагов, которые по своим морфологическим и биологическим особенностям очень похожи на интродуцированных из Северной Америки клопов периллюса *Perillus bioculatus* и подизуса *Podisus maculiventris*. Это арма ольховая *Arma custos* и особенно троилус *Troilus luridus*. Последний по легкости разведения в лабораторных условиях не уступает подизусу, а по плодовитости даже превосходит его. Троилус вполне способен заменить подизуса в биологическом контроле гусениц на овощных культурах в защищенном грунте, особенно в тех тепличных комплексах, у которых имеются собственная производственная биолaborатория. В то же время он, как и подизус, мало пригоден для использования методом сезонной колонизации для контроля колорадского жука на достаточно больших площадях: его можно применять только в виде личинок, учитывая норму применения – 50–100 тыс. на гектар, применение на картофеле троилуса, как и подизуса, становится не только весьма трудоемким, но и экономически нецелесообразным.

Полностью соответствует вышеуказанным параметрам только пикромерус двузубчатый *Picromerus bidens*. Личинки, начиная с II возраста, и имаго этого крупного клопа питаются яйцами, личинками всех возрастов и имаго колорадского жука. Возможность накапливать, перемещать и применять этого энтомофага на стадии яйца позволяет механизировать ряд процессов по аналогии с использованием трихограммы *Trichogramma* spp. в яйцах зерновой моли *Sitotroga cerealella* (Oliv.). Чрезвычайная многоядность, толерантность к размерам добычи, нападение на покоящиеся стадии видов-хозяев делают пикромеруса своеобразным универсальным энтомофагом-хищником, пригодным для биологического контроля в первую очередь листогрызущих насекомых в самых разных условиях. Безэстивационная культура *Picromerus bidens*, созданная в отделе биометода ВНИИКР, позволяет непрерывно в течение года осуществлять наработку этого энтомофага, моновольтинного в природной популяции.

«Классический биометод», метод интродукции иноземных агентов биологического контроля для борьбы с инвазионными нежелательными организмами в современном мире уже не рассматривается как наиболее предпочтительный способ решения проблемы. К интродукции оправдано прибегать только после тщательного изучения предполагаемого интродуцента в условиях карантинной лаборатории и твердой уверенности,

instar, and adults of this large bug feed on eggs, larvae of all instars and adults of the Colorado potato beetle. The ability to accumulate, move and use this entomophage at the egg stage allows for the mechanization of some processes by analogy with the use of *Trichogramma* spp. in the eggs of *Sitotroga cerealella* (Oliv.). Extreme polyphagous feeding, tolerance to the size of prey, and attacks on dormant stages of host species make *Picromerus bidens* a kind of universal entomophagous predator, suitable for biological control, primarily of leaf-eating insects in a variety of conditions. An aestivation-free culture of *Picromerus bidens*, created in the Department of Biomethods of the All-Russian Research Institute of Insect Reproduction, allows for the continuous production of this entomophage, monovoltine in the natural population, throughout the year.

“Classical biomethod”, the method of introducing foreign biological control agents to control invasive unwanted organisms is no longer considered the most preferable way to solve the problem in the modern world. It is justified to resort to introduction only after a thorough study of the suspected introducer in a quarantine laboratory and a firm belief that the agent will only affect the target organism. The level of study of the local fauna in many cases allows us to find the necessary agents among it according to the specified parameters, without making additional changes to the existing biodiversity. In the future, the natural population can be purposefully changed to optimize the technological processes of development and use of the entomophage.

Acknowledgements

The author expresses his sincere gratitude to all those who provided support in conducting these studies: all specialists of the Biological Method Department of VNIICR, current and former; chief agronomist for plant protection of the agroholding “Moskovsky” O.V. Volkova, head of the biolaboratory of ZAO “Belaya Dacha” G.N. Gumennaya, head of OOO APK “Agroecoscience” M.A. Shiltsova, head of the laboratory of the Russian Republican Station for Plant Protection L.B. Tkacheva, head of the laboratory of acarology and entomology of VNIIF I.N. Yakovleva and senior researcher of the laboratory Yu.I. Meshkov.

Special gratitude is given to the former head of the Biological Method Department of VNIICR, Sergei Sergeevich Izhevsky, who provided comprehensive assistance in this and other endeavors.

REFERENCES

1. Agasyeva I.S., Ismailov V.Ya., Nefedova M.V., Fedorenko E.V. The species composition and bioregulatory activity of entomophages in potato pest control system (*Solanum tuberosum* L.) [Vidovoy sostav i bioregulyatornaya aktivnost entomofagov v sisteme upravleniya chislennostyu vreditel'ey kartofelya] // Agricultural Biology. 2016; 51-3: 401–403. (In Russ.)
2. Volkov O.G. *Picromerus bidens* L. as a new means of controlling leaf-eating insects in protected ground [Picromerus bidens L. kak novoye sredstvo kontrolya

что агент будет оказывать воздействие только на целевой организм. Уровень изученности местной фауны во многих случаях позволяет находить среди нее необходимых агентов по заданным параметрам, не внося дополнительных изменений в существующее биоразнообразие. В дальнейшем природную популяцию можно направленно изменить для оптимизации технологических процессов наработки и применения энтомофага.

Благодарность

Автор выражает искреннюю благодарность всем, кто оказывал поддержку в проведении данных исследований: всем сотрудникам отдела биометода ВНИИКР, настоящим и бывшим; главному агроному по защите растений агрохолдинга «Московский» О. В. Волковой, начальнику биологической лаборатории ЗАО «Белая Дача» Г. Н. Гуменной, руководителю ООО АПК «Агроэколайн» М. А. Шильцовой, начальнику лаборатории Российской республиканской станции защиты растений Л. Б. Ткачевой, заведующей лабораторией акарологии и энтомологии ВНИИФ И. Н. Яковлевой и старшему научному сотруднику лаборатории Ю. И. Мешкову.

Особую благодарность автор выражает бывшему начальнику отдела биологического метода ВНИИКР Сергею Сергеевичу Ижевскому, оказавшему всестороннюю помощь в этом и в других начинаниях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агасьева И.С., Исмаилов В.Я., Нефедова М.В., Федоренко Е.В. Видовой состав и биорегуляторная активность энтомофагов в системе управления численностью вредителей картофеля (*Solanum tuberosum* L.) // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51, № 3. С. 401–403.
2. Волков О.Г. *Picromerus bidens* L. как новое средство контроля листогрызущих насекомых в защищенном грунте. // «Гавриш». 1998. № 3. С. 15–17.
3. Волков О.Г. Некоторые проблемы сохранения культур насекомых на примере пикромеруса двузубчатого *Picromerus bidens* L. (Hemiptera, Pentatomidae, Asopinae) // В кн.: Беспозвоночные животные в коллекциях зоопарков и инсектариумов. Материалы Четвертого Международного семинара, г. Москва, 18–23 октября 2010 г. М. 2011. С. 79–81.
4. Волков О.Г., Смирнов Ю.В. 2014. Культура паразитоида *Telenomus chloropus* Thoms. – яйцеда клопа вредной черепашки *Eurygaster integriceps* Pat. на яйцах хищного клопа *Picromerus bidens* L. // В сб.: Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. Выпуск 8. Материалы международной научно-практической конференции: «Инновационные технологии применения биологических средств защиты растений в производстве органической сельскохозяйственной продукции». Краснодар. С. 216–219.
5. Волков О.Г., Ткачева Л.Б. Энтомофаг колорадского жука – пикромерус двузубчатый // Защита растений. 1997. № 3. С. 30.
6. Волков О.Г., Ткачева Л.Б., Борисова И.П. Пикромерус двузубчатый – перспективный энтомофаг листогрызущих вредителей. // В кн. Экологизация сельскохозяйственного производства Северо-Кавказского региона. Анапа. 1995. С. 79–81.

listogryzushchikh nasekomykh v zashchishchennom grunte] // «Gavrish». 1998; 3: 15–17. (In Russ.)

3. Volkov O.G. Some problems of preserving insect cultures on the example of *Picromerus bidens* L. (Hemiptera, Pentatomidae, Asopinae) [Nekotoryye problemy sokhraneniya kul'tur nasekomykh na primere pikromerusa dvuzubchatogo *Picromerus bidens* L. (Hemiptera, Pentatomidae, Asopinae)] // In the book: Invertebrates in the collections of zoos and insectariums. Proceedings of the Fourth International Seminar, Moscow, October 18–23, 2010. Moscow, 2011: 79–81. (In Russ.)

4. Volkov O.G., Smirnov Yu.V. Culture of the parasitoid *Telenomus chloropus* Thoms. – egg-eater of *Eurygaster integriceps* Pat. on the eggs of the predatory bug *Picromerus bidens* L. [Kul'tura parazitoida *Telenomus chloropus* Thoms. – yaysyeda klopa vrednoy cherepashki *Eurygaster integriceps* Pat. na yaysakh khishchnogo klopa *Picromerus bidens* L.] // In the collection: Biological plant protection – the basis for stabilizing agroecosystems. Issue 8. Proceedings of the international scientific and practical conference: “Innovative technologies for the use of biological plant protection products in the production of organic agricultural products”. Krasnodar. 2014: 216–219. (In Russ.)

5. Volkov O.G., Tkacheva L.B. Entomophage of the Colorado potato beetle – *Picromerus bidens* [Entomofag koloradskogo zhuka – pikromerus dvuzubchatyy] // Plant Protection. 1997; 3: 30. (In Russ.)

6. Volkov O.G., Tkacheva L.B., Borisova I.P. *Picromerus bidens* – a promising entomophage of leaf-eating pests [Pikromerus dvuzubchatyy – perspektivnyy entomofag listogryzushchikh vreditel'ey] // In the book Greening of agricultural production in the North Caucasus region. Anapa. 1995: 79–81. (In Russ.)

7. Gumennaya G.N. Complex for the production of biological plant protection products ZAO Belaya Dacha [Kompleks po proizvodstvu biologicheskikh sredstv zashchity rasteniy ZAO “Belaya Dacha”] // Gavrish, 2002; 5: 24–25. (In Russ.)

8. Gusev G.V., Shmetzer N.V., Zayats Yu.V., Perepelitsa L.V. Methodical instructions for breeding and storing *Podisus maculiventris* [Metodicheskiye ukazaniya po razvedeniyu i khraneniyu khishchnogo klopa podizusa]. L.: VIZR. 1982. 17 p. (In Russ.)

9. Ziskind L.A., Izhevskiy S.S., Rybak V.L. 1989. Use of the predatory bug *Podisus maculiventris* against the Colorado potato beetle on eggplant [Ispol'zovaniye khishchnogo klopa podizusa protiv koloradskogo zhuka na baklazhane]. Moscow: Agropromizdat. 5 p. (In Russ.)

10. Izhevskiy S.S. Introduction and use of entomophages [Introduktsiya i primeneniye entomofagov]. Moscow: Agropromizdat, 1990, 223 p. (In Russ.)

11. Izhevskiy S.S., Ziskind L.A., Filippov N.A. Methodical instructions for breeding and production testing of the predatory bug *Podisus maculiventris* against the Colorado potato beetle on early potatoes and eggplants [Metodicheskiye ukazaniya po razvedeniyu i proizvodstvennomu ispytaniyu khishchnogo klopa podizusa protiv koloradskogo zhuka na rannem

7. Гуменная Г.Н., 2002. Комплекс по производству биологических средств защиты растений ЗАО «Белая Дача» // Гавриш, № 5. С. 24–25.
8. Гусев Г.В., Шметцер Н.В., Заяц Ю.В., Перепелица Л.В. Методические указания по разведению и хранению хищного клопа подизуса. Л.: ВИЗР. 1982. 17 с.
9. Зискинд Л.А., Ижевский С.С., Рыбак В.Л. 1989. Использование хищного клопа подизуса против колорадского жука на баклажанах. М.: «Агропромиздат». 5с.
10. Ижевский С.С. Интродукция и применение энтомофагов. М.: Агропромиздат, 1990, 223 с.
11. Ижевский С.С., Зискинд Л.А., Филиппов Н.А. Методические указания по разведению и производственному испытанию хищного клопа подизуса против колорадского жука на раннем картофеле и баклажанах. М.: Тип. ВАСХНИЛ, 1984, 28 с.
12. Иосифов М.В. Фауна на България. 12. Heteroptera, Pentatomoidea. София: Издателство на Българската Академия на науките. 1981. 206 с.
13. Кержнер И.М. Подсем. Asopinae. // В кн. «Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. I. М.-Л., изд. «Наука». 1964. С. 844–845.
14. Кириченко А.Н. Настоящие полужесткокрылые Европейской части СССР. М.-Л.; изд. АН СССР. 1951. 424 с.
15. Коломиец Н.Г. Паразиты и хищники сибирского шелкопряда. Новосибирск. Изд. СО АН СССР. 1962. 176 стр.
16. Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А. Биологическое разнообразие. 2004. М.: Гуманитарный издательский центр «Владос», 432 с.
17. Мусолин Д.Л. 1996. Фотопериодическая индукция эстивации у щитника двузубчатого (*Picromerus bidens* L.) // Зоологический журнал. Т. 75. Вып. 12. С. 1901–1903.
18. Мусолин Д.Л. 1997. Сезонные циклы полужесткокрылых (Heteroptera): разнообразие и экологическая регуляция: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПбГУ. 19 с.
19. Николаева А.М. Полужесткокрылые Мещерской низины // Труды Окского государственного природного заповедника. Вып. 25. Рязань. 2006. 231 с.
20. Пospelov С.М. Совки – вредители сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат. 1989. 112 с.
21. Пучков В.Г. Фауна Украины. Щитники. Киев: Наукова думка. 1961. 338 с.
22. Рубцов И.А. Биологический метод борьбы с вредными насекомыми. М.-Л.: Огиз Сельхозгиз, 1948, 412 с.
23. Сергеева Ю.А., Долмонево С.О. Применение *Ooencyrtus kuvanae* Howard против непарного шелкопряда // Изв. вузов. Лесн. журн. 2023. № 3. С. 69–83.
24. Штерншиш М.В., Андреева И.В., Томилова О.Г. Биологическая защита растений. Учебник. СПб: Издательство «Лань», 2018, 332 с.
25. Clausen C.P. Entomophagous insects. New York-London: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1940, 688 p.
26. Čokl A., Žunič A., Virant-Doberlet M. Predatory bug *Picromerus bidens* communicates at different frequency levels // Central European Journal of Biology, 2011. Vol. 6, Issue 3. P. 431–439.
27. kartofele i baklazhanakh]. Moscow: VASKhNIL, 1984, 28 p. (In Russ.)
12. Iosifov M.V. Fauna in Bulgaria. 12. Heteroptera, Pentatomoidea. Sofia: Publishing house on Bulgarskata Academy on Naukite. 1981. 206 p. (In Russ.)
13. Kerzhner I.M. Subfamily Asopinae. // In the book “Key to insects of the European part of the USSR. T. I. M.-L., ed. “Science”. 1964: 844–845. (In Russ.)
14. Kirichenko A.N. True Hemiptera of the European part of the USSR [Nastoyashchiye poluzhestkokrylyye Yevropeyskoy chasti SSSR]. Moscow-Leningrad; ed. USSR Academy of Sciences. 1951. 424 p. (In Russ.)
15. Kolomiets N.G. Parasites and predators of *Dendrolimus superans* [Parazity i khishchniki sibirskogo shelkopryada]. Novosibirsk Ed. Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences. 1962. 176 p. (In Russ.)
16. Lebedeva N.V., Drozdov N.N., Krivolutsky D.A. Biological diversity [Biologicheskoye raznoobraziye]. 2004. M.: Humanitarian Publishing Center «Vlados», 432 p. (In Russ.)
17. Musolin D.L. Photoperiodic induction of aestivation in *Picromerus bidens* L. [Fotoperiodicheskaya induktsiya estivatsii u shchitnika dvuzubchatogo (*Picromerus bidens* L.)] // Zoological journal. 1996; 75–12: 1901–1903. (In Russ.)
18. Musolin D.L. 1997. Seasonal cycles of Heteroptera: diversity and ecological regulation [Sezonnyye tsikly poluzhestkokrylykh (Heteroptera): raznoobraziye i ekologicheskaya regulyatsiya]: Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation. St. Petersburg State University. 19 p. (In Russ.)
19. Nikolaeva A.M. Hemiptera of the Meshchera Lowland [Poluzhestkokrylyye Meshcherskoy niziny] // Works of the Oka State Nature Reserve. Ryazan. 2006; 25: 231 p. (In Russ.)
20. Pospelov S.M. Noctuidae – pests of agricultural crops [Sovki – vrediteli sel'skokhozyaystvennykh kul'tur]. Moscow: Agropromizdat. 1989. 112 p. (In Russ.)
21. Puchkov V.G. Fauna of Ukraine. Pentatomoidea [Fauna Ukrainy. Shchitniki]. Kyiv: Naukova Dumka. 1961. 338 p. (In Russ.)
22. Rubtsov I.A. Biological pest control method [Biologicheskyy metod bor'by s vrednymi nasekomymi]. Moscow-Leningrad: Ogiz Selkhozgiz, 1948, 412 p. (In Russ.)
23. Sergeeva Yu.A., Dolmonego S.O. Using *Ooencyrtus kuvanae* Howard against gypsy moth [Primeneniye Ooencyrtus kuvanae Howard protiv neparnogo shelkopryada] // News of universities. Forestry journal. 2023; 3: 69–83. (In Russ.)
24. Shternshis M.V., Andreeva I.V., Tomilova O.G. Biological protection of plants [Biologicheskaya zashchita rasteniy]. Textbook. St. Petersburg: Lan Publishing House, 2018, 332 p. (In Russ.)
25. Clausen C.P. Entomophagous insects. New York-London: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1940, 688 p.
26. Čokl A., Žunič A., Virant-Doberlet M. Predatory bug *Picromerus bidens* communicates at different frequency levels // Central European Journal of Biology, 2011. Vol. 6, Issue 3. P. 431–439.

27. Huffaker C.B. (Edited) Biological control. New York-London: Plenum Press, 1971, 511 p.
28. Koch R.L., Venette R.C., Hutchison W.D. Invasions by *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) in the Western Hemisphere: implications for South America. // Neotropical Entomology. 2006. Vol. 35(4). P. 421–434.
29. Lariviere M.-C., Larochelle A. *Picromerus bidens* (Hemiptera: Pentatomidae) in North America, with a world review of distribution and bionomics // Entomol. News. 1989: V. 100. N. 4 P. 133–146.
30. Mayne R., Breny R. Predateurs et parasites du doryphore. // Bull. Inst. Agron. Lembloux. 1940. Vol. 9, N. 1–4, P. 60–80.
31. Mayne R., Breny R. *Picromerus bidens* L. La vielarvaile au premier age. // Parasitica. 1948. Vol. 4. P. 1–20.
32. Musolin D. L. Photoperiodic Induction of Aestivation in the Stink Bug *Picromerus bidens* (Heteroptera, Pentatomidae). A Preliminary Report. // Entomological Review. 1996. Vol. 76, No. 8. P. 1058–1060.
33. Musolin D.L. & Saulich A.H. Summer dormancy ensures univoltinism in the predatory bug *Picromerus bidens*. // Entomologia Experimentalis et Applicata. 2000. Vol. 95. P. 259–267.
34. Oshanin B. Verzeichnis der palaearktischen Hemipteren mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verteilung im Russische Reiche. // Приложение к «Ежегоднику Зоологического музея Императорской академии наук», 1906. Т. XI, Bd. I, Lieferung 1. St.-Petersburg. I–LXXIV + 394 S.
35. Ramsay A. J. Habitat preference and distribution of *Rhacognathus punctatus* (Hemiptera: Pentatomidae) in Wales // British Journal of Entomology & Natural History. 2013. Vol. 26. P. 91–95.
36. Schumacher F. 1910. Beitrage zur Kenthis der Biologie der Asopiden. // Zeitschr. f. Wiss. Insectenbiologie. T. 6. Bd. 11. 263–266 S.
37. Thomas B. Taxonomic synopsis of the Old World asopine genera (Heteroptera: Pentatomidae) // Insecta mundi, 1994. Vol.8. No 3–4. P. 145–212.
38. van Lenteren J. The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake // BioControl. 2012. Vol. 57(1). P. 1–20.
39. Volkov O. 2006. Application of the predatory bugs for the control of the leaf-gnawing pests in Russian federation //In book: New Achievements in Biological Control of Plant Diseases. Bydgoszcz, Poland. P. 28–29.
40. Volkov O. G., Meshkov Y. I. & Yakovleva I. N. Development and Predation of *Picromerus bidens* (Hemiptera: Pentatomidae) on *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) // Russian Entomological Journal. 2013. Vol. 22 (1). P. 43–50.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Волков Олег Геннадьевич, агроном научно-методического отдела энтомологии ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия; ORCID ID: 0000-0002-1539-0342; e-mail: volkovog@mail.ru

27. Huffaker C.B. (Edited) Biological control. New York-London: Plenum Press, 1971, 511 p.
28. Koch R.L., Venette R.C., Hutchison W.D. Invasions by *Harmonia axyridis* (Pallas) (Coleoptera: Coccinellidae) in the Western Hemisphere: implications for South America. // Neotropical Entomology. 2006. Vol. 35(4). P. 421–434.
29. Lariviere M.-C., Larochelle A. *Picromerus bidens* (Hemiptera: Pentatomidae) in North America, with a world review of distribution and bionomics // Entomol. News. 1989: V. 100. N. 4 P. 133–146.
30. Mayne R., Breny R. Predateurs et parasites du doryphore. // Bull. Inst. Agron. Lembloux. 1940. Vol. 9, N. 1–4, P. 60–80.
31. Mayne R., Breny R. *Picromerus bidens* L. La vielarvaile au premier age. // Parasitica. 1948. Vol. 4. P. 1–20.
32. Musolin D. L. Photoperiodic Induction of Aestivation in the Stink Bug *Picromerus bidens* (Heteroptera, Pentatomidae). A Preliminary Report. // Entomological Review. 1996. Vol. 76, No. 8. P. 1058–1060.
33. Musolin D.L. & Saulich A.H. Summer dormancy ensures univoltinism in the predatory bug *Picromerus bidens*. // Entomologia Experimentalis et Applicata. 2000. Vol. 95. P. 259–267.
34. Oshanin B. Verzeichnis der palaearktischen Hemipteren mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verteilung im Russische Reiche. // Приложение к «Ежегоднику Зоологического Музея Императорской Академии Наук», 1906. Т. XI, Bd. I, Lieferung 1. St.-Petersburg. I – LXXIV + 394 S.
35. Ramsay A. J. Habitat preference and distribution of *Rhacognathus punctatus* (Hemiptera: Pentatomidae) in Wales // British Journal of Entomology & Natural History. 2013. Vol. 26. P. 91–95.
36. Schumacher F. 1910. Beitrage zur Kenthis der Biologie der Asopiden. // Zeitschr. f. Wiss. Insectenbiologie. T. 6. Bd. 11. 263–266 S.
37. Thomas B. Taxonomic synopsis of the Old World asopine genera (Heteroptera: Pentatomidae) // Insecta mundi, 1994. Vol.8. No 3–4. P. 145–212.
38. van Lenteren J. The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake // BioControl. 2012. Vol. 57(1). P. 1–20.
39. Volkov O. 2006. Application of the predatory bugs for the control of the leaf-gnawing pests in Russian federation //In book: New Achievements in Biological Control of Plant Diseases. Bydgoszcz, Poland. P. 28–29.
40. Volkov O. G., Meshkov Y. I. & Yakovleva I. N. Development and Predation of *Picromerus bidens* (Hemiptera: Pentatomidae) on *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) // Russian Entomological Journal. 2013. Vol. 22 (1). P. 43–50.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Oleg Volkov, Agronomist, Research and Methodology Department of Entomology, FGBU “VNIKР”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia; ORCID 0000-0002-1539-0342, e-mail: volkovog@mail.ru