



UDC 595.754 (477)

© Barkar V.P., Markina T.Yu., 2020

2020, № 1-2 (18): 80-87

DOI: <https://doi.org/10.15421/282010>

**PREDATORY BUG *PERILLUS BIOCULATUS*
(HETEROPTERA, PENTATOMIDAE) AS AN AGENT
OF BIOLOGICAL PLANT PROTECTION**

V.P. Barkar¹, T.Yu. Markina²

¹Engineering and Technological Institute "Biotechnica" Ukrainian Academy of Agrarian Sciences, Odesa, Ukraine.

²H. S. Scovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Kharkiv, Ukraine.

E-mail: t.yu.markina@gmail.com

This article presents an analysis of scientific literature on the ecological and biological features of the predatory bug *Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775), a known entomophagous of Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824). The expediency of using this species as an agent of biological protection of plants, in particular potato plantations (*Solanum tuberosum* L, 1753) is considered. Domestic and European experience of stinkbug acclimatization in the 60-70s of the XX century is analyzed. In Ukraine, local populations of *Perillus bioculatus* are found in the Steppe and Forest-steppe zones, which indicates the ecological flexibility and adaptation of the species to local conditions, their favorable for the full development of insects. At this time, the biological features of *P. bioculatus* have been studied in sufficient detail, which is the basis for its economic use. The trophic specialization of the stinkbug is members of the family of Chrysomelidae, in particular the Colorado potato beetle. But in European countries there is a use of predators as food for other insect species. In parallel with the work on acclimatization in the second half of the last century in many countries began active research to determine the possibility of using *Perillus bioculatus* as an agent of biological plant protection. These studies are currently ongoing. Peculiarities of stinkbug breeding in artificial conditions, storage, methods of its introduction into agrocenoses are determined. Optimal modes of stinkbug retention have been developed. Air temperature + 25–27 °C, relative humidity 70-75%, photoperiod - 16 hours day / 8 hours night. According to the experience of domestic technical entomology, it is proposed to use the larvae of the mealworm beetle (*Tenebrio molitor*, Linnaeus, 1758) and the greater wax moth (*Galleria mellonella* Linnaeus, 1758) to feed the stinkbug under artificial conditions. The prospects of making artificial nutrient mixtures are noted. There is no need for sophisticated equipment to breed the stinkbug. It is quite suitable available, which is used to develop other entomophagous. For the needs of the biomethod, the most appropriate use of *P. bioculatus* in the preimaginal stage, as adult insects are able to leave the place of release, especially at high densities. It is shown that there is no effective technology of mass breeding and use of this species to this day.

Keywords: Heteroptera, *Perillus bioculatus*, artificial breeding, technocenosis, biomethod.

**ХИЖИЙ КЛОП *PERILLUS BIOCULATUS* (HETEROPTERA, PENTATOMIDAE)
ЯК АГЕНТ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН**

В.П. Баркар¹, Т.Ю. Маркіна²

¹Інженерно-технологічний інститут "Біотехніка" НААН України, Одеса, Україна

²Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, Харків, Україна.

E-mail: t.yu.markina@gmail.com

Наведено аналіз наукових літературних джерел щодо еколого-біологічних особливостей хижого клопа *Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775) – відомого ентомофага колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824). Розглянуто доцільність використання даного виду як агента біологічного захисту рослин, зокрема насаджень картоплі (*Solanum tuberosum* L, 1753). Проаналізовано вітчизняний та європейський досвід акліматизації клопів у 60–70 роках ХХ сторіччя. В Україні локальні популяції *Perillus bioculatus* виявлені в Степу та Лісостепу, що вказує на екологічну гнучкість та адаптацію виду до місцевих умов, їх сприятливість для його повноцінного розвитку. На цей час біологічні особливості периллюса вивчено досить детально, що є підставою для його господарського використання. Трофічна спеціалізація клопа – представники родини листоїди, зокрема колорадський жук, але у

країнах Європи спостерігається живлення іншими видами комах. У другій половині минулого сторіччя в багатьох країнах розпочались активні дослідження з визначення можливостей штучного розведення даного виду *Perillus bioculatus* як агента біологічного захисту рослин. Особливу увагу було приділено умовам зберігання особин. Оптимальним режимом утримання клопів є: температура повітря – +25–27°C, відносна вологість повітря – 70–75%, фотоперіод – 16 годин день/8 годин ніч. Як свідчить досвід вітчизняної технічної ентомології, для годування клопа у штучних умовах можливе використання личинок мучного хрущака (*Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758.) та великої вошинної молі (*Galleria mellonella* Linnaeus, 1758). Відзначено перспективність виготовлення штучних поживних сумішей. Для вирощування клопа цілком придатним є обладнання, що використовується для розведення інших ентомофагів. Для потреб біометоду найдоцільніше використання клопа в личинковій стадії, оскільки дорослі комахи здатні покидати місця випуску, особливо за своєї високої щільності. Проте, ефективної технології масового розведення та використання даного виду до цього часу не існує.

Ключові слова: Heteroptera, *Perillus bioculatus*, штучне розведення, техноценоз, біометод.

Глобальне забруднення довкілля хімічними реагентами під час виробництва сільсько-господарської продукції вимагає від наукової спільноти пошуку альтернативних засобів боротьби зі шкідниками-фітофагами. Останніми роками значно розширився список видів комах-ентомофагів, яких з успіхом культивують у штучних умовах та ефективно використовують для знищення шкідників. За даними Міжнародної організації біологічного захисту рослин це близько 230 видів (Lenteren, 2012). Активне вивчення біологічних особливостей як ентомофагів, так і фітофагів, розуміння консортивних зв'язків між елементами агроєкосистеми, розробка технологій масового розведення комах, можуть сприяти більш продуктивному використанню біологічного методу захисту рослин в агросекторі України.

Однією з поширених культур в Україні є картопля (*Solanum tuberosum* L, 1753), бульби якої стали традиційним та невід'ємним продуктом харчування. Впродовж декількох сторіч, насадження картоплі становлять значну частину сільськогосподарських угідь. На початку XX сторіччя в Європу був завезений колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata* Sey, 1824), який наразі в Україні є найнебезпечнішим шкідником картоплі, що здатен знищити майже весь врожай. На даний час сільгоспвиробники найчастіше використовують для боротьби з *L. decemlineata* інсектициди. Очевидно, що це негативно впливає на екологічну чистоту продукції та навколишнє середовище. Крім того, шкідник проявляє високу резистентність до багатьох хімічних речовин (Wegorek, 2002; Alyokhin et al., 2007; Almady, 2012; Rinkevich et al., 2012; Cingel et al., 2016). В якості альтернативи використанню інсектицидів в усьому світі розглядається використання природних ворогів колорадського жука. Ще в XX столітті хижий клоп *Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775) (Heteroptera, Pentatomidae: Asopinae) привернув увагу науковців, як ефективний ентомофаг колорадського жука (Franz, 1957). За сприятливих умов клоп здатен знищити більше 90% популяції жука на окремих ділянках (Agasieva et al., 2017). Саме тому дослідження з екології, етології, фізіології, масового вирощування та випуску хижака в природу є вкрай актуальними (Rabitsch, 2010). І хоча проблему розробляли, починаючи з 60 років минулого сторіччя, ефективної технології масового розведення та використання даного виду до нашого часу не існує.

Метою даної роботи є аналітичний огляд наукової літератури щодо вивченості питань особливостей екології *P. bioculatus*, результатів його акліматизації, сучасного стану поширення виду, існуючих методів культивування та цільових програм використання в Україні.

Природний ареал *P. bioculatus* охоплює країни Північної Америки (Coudron and Kim, 2004). В природних умовах клоп зимує з вересня-жовтня до квітня-травня, як правило, в рослинній підстильці, але імаго в стані діапаузи знаходять також і всередині будівель. Вид має дві-три генерації за рік. Тривалість життя дорослої комахи сягає 1–2 місяці. За цей час самка здатна відкласти 100–300 яєць, кладками по 10–25 штук, іноді в два ряди. Яйця чорнуваті, бочкоподібні, злегка витягнуті. В середньому довжина яйця сягає 1,2 мм, а ширина – 0,9 мм (De Clercq, 2008). За середньої температури +24°C, час розвитку яйця *P. bioculatus* становить близько 8 діб (Tamaki and Butt, 1978). Існує п'ять личинкових віків. Личинки – овальної форми,

довжина тіла яких становить від 1,5 мм (I вік) до 7–9 мм (V вік). В першій віковій групі, личинки досить вразливі і тримаються групами, особливо перед льонкою та за низьких температур. В цьому віці личинки потребують лише вологи, яку здобувають з соків рослин. Хижацтво починає проявлятися в другій віковій групі. Дрібні особини часто об'єднуються з метою колективного полювання. Це дає можливість більш дрібним личинкам прискорити свій розвиток завдяки використанню потенціалу більш розвинених особин (De Clercq, 2008). За середньої температури +24°C строк розвитку личинки складає близько 17 діб (Tamaki and Butt, 1978). За іншими даними, за температури – +20–25°C, цей термін складає близько трьох тижнів і залежить від кількості та якості їжі (De Clercq, 2008).

В наш час акліматизація хижаків визнана успішною в багатьох країнах Європи, зокрема Балканського півострова (Rabitsch, 2010). Крім того, відбувається швидке розповсюдження клопа територією Туреччини (Kivan, 2004; Duursun and Fent, 2018).

В нашій країні роботи з акліматизації клопа проводились у 60–70-тих роках ХХ сторіччя. Хижака було інтродуковано в західних та північних регіонах України. Однак, численні спроби його акліматизації та сезонної колонізації, як вважалось, не дали позитивних результатів (Gusev, 1991). Комахи гинули взимку. Проте, у 2008 році, імаго периллюса було знайдено на півдні Росії, а в 2013 – в Молдові (Elisovczkaya et al., 2015). На теперішній час в Україні, клопа виявлено в Криму та Донецькій області, де фіксується розширення його ареалу (Levchenko and Martynov, 2018). Також відомі знахідки *P. bioculatus* на території Харківської та Полтавської областей (Markina et al., 2018). В 2020 р. авторами виявлено клопа і в Одеській області. Таким чином, вид зустрічається в різних агрокліматичних умовах Степу та Лісостепу, де клімат змінюється від жаркого та сухого до теплого та недостатньо вологого (Velyka ukrainska entsyklopediia). Це без сумніву свідчить про поступову адаптацію даного виду клопа до природних умов та можливість його використання, як агента біометоду. Але представники природної популяції хижаків не здатні ефективно контролювати чисельність фітофага, а його використання все ж пов'язано з необхідністю культивування *P. bioculatus* у штучних умовах. При цьому, найважливішими питаннями яким необхідно приділяти увагу є:

- визначення оптимальних гідротермічних умов довготривалого утримання культури;
- пошук ефективного корму для личинок;
- пошукова здатність личинок та імаго;
- пошук методів оптимізації культур комарів;
- селекція та створення ліній хижаків для цільових програм біологічного захисту.

Ефективність використання хижаків перш за все залежить від його мисливських якостей. Клоп-периллюс – не дуже активний хижак, і він уникає полювання на високомобільну чи агресивну жертву. Проте, колорадський жук є оптимальним об'єктом для полювання периллюса. Клоп атакує жука на всіх стадіях розвитку, але існують твердження, що він віддає перевагу яйцям. Швидкість розселення, тобто розповсюдження у біотопах – запорука вдалого полювання. На цей показник впливають норми випуску хижаків. Встановлено, що личинки IV віку, випущені по 10 особин на рослину та II віку, випущені по 25 особин на рослину, залишались в місцях випуску приблизно вдвічі довше ніж випущені поодинокі (Lachance and Cloutier, 1997). Визначено, що на відстані більше 5 см клоп не здатен візуально визначити жертву. Переважно він реагує на хімічні речовини, що виділяються рослинами, пошкодженими личинками колорадського жука (Van Loon et al., 2000). Зазвичай, на успішність полювання хижаків значно впливає розмір її здобичі. Середня вага німфи II вікової групи складає 2,0 мг, IV – 18,0 мг, а личинок колорадського жука – 3,2 та 105,4 мг відповідно. Крім того, личинки колорадського жука захищаються нижньощелепними виділеннями, які спочатку діють як подразник, а при висиханні «цементують» суглоби хижаків, що зменшує його рухливість та навіть може призвести до загибелі дрібних особин. Існують дані, що у німфи III віку успішність полювання на

личинок колорадського жука I віку складала майже 100%, а IV віку – 27%. Вживання личинок клопа до стадії імаго при живленні личинками колорадського жука I вікової групи склала 90%, зі строком розвитку 13,22 діб, а личинками клопа IV вікової групи – 12%, зі строком розвитку 17,32 діб. При цьому, групове живлення порівняно з індивідуальним, суттєво не вплинуло на життєздатність та строки розвитку особин (Matlock, 2005). Підраховано, що в личинковий період хижак може споживати більше 300 яєць колорадського жука. Це вказує на значний потенціал клопів при знищенні популяції шкідника за умов присутності периллюса на початку сезону вегетації картоплі у великій кількості.

Одна з основних вимог при напрацюванні матеріалу ентомофагів – наявність кормової бази. Тому в технологічних циклах культивування хижаків обов'язковим є наявність ліній вирощування фітофагів. Більше того, перш ніж розпочати вирощування ентомофагів, необхідно налагодити безперебійне виробництво їхніх жертв. Це вимагає вивчення трофічної спеціалізації *P. bioculatus*. Відомо, що периллюс – олігофаг жуків-листоїдів, і при живленні віддає перевагу представникам триби Doryphorini, зокрема *L. decemlineata* (Ismailov et al., 2014; Elisovczkaya et al., 2015). Визначена генетична схильність хижака в виборі їжі, яку можна знизити вирощуванням батьківської культури на альтернативній дієті, збільшуючи шанси на виживання за відсутності цільової жертви (Saint-Cyr and Cloutier, 1996). Але, колорадський жук – не єдина жертва клопа в природному середовищі. В європейській частині Туреччини визначено, що, окрім *L. decemlineata*, хижак живиться також личинками та яйцями жука-сонечка *Henosepilachna elaterii* (Rossi, 1794) та гусінню метелика *Papilio machaon* (Linnaeus, 1758) (Kivan, 2004). Існують твердження, що в Анатолії (азійська частина Туреччини), периллюс живиться личинками топольового листоїда (*Chrysomela populi* Linnaeus, 1758) (Tarla and Tarla, 2018). В природі, крім колорадського жука, відзначено живлення периллюса личинками та імаго амброзієвого листоїда (*Zygogramma suturalis* Fabricius, 1775) (Bhusal et al., 2019; Ismailov et al., 2019) і гусеницями амброзієвої совки (*Tarachidia candefacta* Hübner, 1831), видами, що були акліматизовані для боротьби з амброзією (*Ambrosia artemisiifolia* Linnaeus, 1753) (Ismailov et al., 2019).

В штучних умовах, широкого застосування набуло використання для годування хижака гусеницями великої вощинної молі (*Galleria mellonella* Linnaeus, 1758) (Agasieva et al., 2016). Досить високі результати отримані при годуванні *P. bioculatus* личинками совки *Trichoplusia ni* (Hübner, 1803). Життєздатність клопа була практично стовідсотковою з високими репродуктивними якостями самиць (кількість яєць на самицю виявилась близько 150 шт. при 100% фертильності), отриманих при вживанні даного корму. З використанням штучної живильної суміші (ШЖС), репродуктивні якості самиць, були практично вдвічі нижчі (Coudron and Kim, 2004). Подібні результати спостерігались при годуванні самиць периллюса представниками іншого шкідливого метелика американського походження – *Heliothis virescens* (Fabricius, 1777) та штучним кормом на основі печінки тварин. Годовані личинками самиці відклали більше 140 яєць при стовідсотковій фертильності, тоді як при живленні штучною поживною сумішшю 43,8% самок відклали по 110 яєць (Adams, 2000). Слід зазначити, що використання ШЖС привертає увагу багатьох ентомологів (Rojas et al., 2000; Yocum et al., 2006). Було досліджено живлення периллюса на стадії личинки подрібненими личинками IV віку колорадського жука, мучними хробаками (*Tenebrio molitor* Linnaeus, 1758) та домашніми цвіркунами (*Acheta domesticus* Linnaeus, 1758). Вживання в їжу кожного з вказаних об'єктів достатнє для повноцінного розвитку клопа, але все ж таки у своєму раціоні хижак віддає перевагу колорадському жуку (Saint-Cyr and Cloutier, 1996).

Абіотичні умови за яких доведено ефективність культивування даного виду непогано визначені. Більшість дослідників проводять розведення хижака за температури – +25–+27°C, відносної вологості повітря 70–75%, тривалості світлового періоду за добу не менше 16 годин (Biever and Chauvin, 1992; Agasieva et al., 2016).

Необхідно відмітити, що культура периллюса не вимагає складного обладнання для культивування на всіх стадіях розвитку. Відомо досвід вирощування комах в паперових коробках, ємністю 0,5 л, накритих пластиковою кришкою. Імаго утримували в групах по 10 пар для годування та відкладання яєць. Яйця по 200–300 штук поміщали в 0,5-літрові коробки для інкубації. Після відродження, личинок вирощували сумісно до початку третього віку, після чого вони були розподілені на групи по 25–30 особин на коробку (Biever and Chauvin, 1992).

Вирощування комах для досліджень та боротьби зі шкідниками часто вимагає накопичення та збереження великих популяцій та транспортування живих особин. В технічній ентомології найчастіше це досягається завдяки використанню температур, нижчих за поріг розвитку комах (Rathee and Ram, 2018).

Дослідниками було вивчено вплив температур та фотоперіоду на життєздатність та подальший розвиток личинок периллюса другої вікової групи. Комах утримували за температур $+9^{\circ}\text{C}$, $+12^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$. Температури зберігання в інтервалі від $+9$ до $+15^{\circ}\text{C}$ суттєво не вплинули на життєздатність впродовж 8 діб. Але за 10 діб зберігання, смертність личинок складала майже 20%. Після зберігання за температури $+15^{\circ}\text{C}$ термін подальшого розвитку (до настання наступного віку) зменшився в середньому на 1,5 доби у порівнянні з варіантом зберігання за температур $+9$ або $+12^{\circ}\text{C}$. Цей факт свідчить на користь проходження повільного розвитку личинок за температури $+15^{\circ}\text{C}$. Особливості фотоперіоду суттєво не вплинули на життєздатність або терміни розвитку личинок (De Ladurantaye et al., 2010).

Досить цікаві результати демонструє вплив живлення хижака на його зберігання за знижених температур. Життєздатність личинок третього віку, які вживали штучну суміш (вітаміни, сіль, цукор, яловичина, печінка, цільне яйце, зародки пшениці, казеїновий гідролізат) після зберігання за температур $+4^{\circ}\text{C}$ та $+10^{\circ}\text{C}$, впродовж тижня суттєво не відрізнялась від життєздатності комах, які розвивались за температури $+26^{\circ}\text{C}$, і сягала більше 90%. В той же час, життєздатність личинок, що попередньо живились гусінню *Trichoplusia ni*, після утримання за знижених температур, була значно нижчою, і не перевищувала 40%. При зберіганні імаго за аналогічних температур впродовж одного тижня значної різниці в показниках не спостерігалось, але після трьох тижнів найбільша життєздатність (понад 90%) спостерігалась у дорослих особин, що попередньо харчувались штучним кормом та утримувались за температури $+10^{\circ}\text{C}$ (Coudron et al., 2009).

Аналіз літературних джерел з досліджуваного питання показав, що особлива увага приділяється методам інтродукції *P. bioculatus* в агроценози. Існує припущення, що одна з ймовірних причин повільної акліматизації клопа – швидка дисперсія імаго (Jermy, 1980). Ця особливість не дозволяє утримувати велику кількість дорослих комах на певній площі, що дало б змогу суттєво впливати на чисельність колорадського жука. Тому більшість досліджень були спрямовані на використання преімагінальних стадій хижака. Було визначено оптимальну норму щільності випуску комах. Після випуску п'яти личинок хижака на рослину з 130 личинками колорадського жука, кількість шкідника була зменшена на 44% (Biever and Chauvin, 1992).

На цей час відомі результати дослідження щодо оптимізації інтродукції клопа, зокрема з використанням яєць хижака. Очевидно, що це несе певні ризики, оскільки в агроценозах існує велика кількість хижих видів комах, що здатні знищити більш як 60% яєць *P. bioculatus*. Отже постає необхідним визначити методи захисту яєць та щойно відроджених личинок в польових умовах. Для запобігання попаданню у пластикові, накриті фібергласовою сіткою склянки з яйцями хижака, запропоновано спосіб їх оптимального розміщення по відношенню до стебла (Hough-Goldstein et al., 1996).

Ведуться дослідження, спрямовані на запобігання проявів канібалізму у клопа (Cloutier and Bauduin, 1995), внесення та розповсюдження хижака у агроценозах. Співробітниками Університету Лавалля, провінції Квебек (Канада), запропоновано механічний метод з вико-

ристанням спеціального розповсюджувача. У цьому розповсюджувачі личинок поміщають у невеликі контейнери і змішують з матеріалом-носієм, в якості якого використовується попкорн, оскільки він легкий (не травмує комах), недорогий у виробництві, розкладається в природі, містить лакуни, де хижаки можуть сховатися, і легко падає, не чіпляючись за стінки контейнера. Хижаки, які сягають землі разом з матеріалом-носієм, піднімаються на рослини картоплі, щоб оселитися та шукати їжу, в цьому випадку – колорадського жука (De Ladurantaye and Khelifi, 2010).

В Україні картоплярство – один з найважливіших напрямків сільського господарства. Більшість насаджень картоплі зосереджені в приватному секторі, тобто на невеликих ділянках. Тому відпадає необхідність в використанні для інтродукції клопа потужних високовартісних технічних засобів. Більш доцільне використання малої механізації, або навіть ручного внесення.

Висновки

Викладений матеріал вказує, що на сьогодні досить детально вивчені біологічні особливості *P. bioculatus* та проведена робота з його акліматизації. Комаха привертає увагу дослідників, як агент біологічного захисту рослин. Ведуться активні дослідження щодо методики розведення, зберігання та інтродукції клопа в агроценози. В той самий час, багато питань, пов'язаних з особливостями біології та екології виду в умовах техноценозу, селекцією цільових ліній, створенням технології промислового розведення даного виду, залишаються не вирішеними. Проте, акліматизація клопа в деяких областях України з різними кліматичними умовами, не тільки підтверджує адаптацію периллюса до умов нашої країни, а й дає можливість засновувати природні резервати, що досить важливо для створення та підтримки маточних культур. Цей факт відкриває нові можливості та підходи для експериментального обґрунтування доцільності використання *P. bioculatus* у агросекторі України.

Література

- Adams, T.S., 2000. Effect of Diet and Mating on Oviposition in the Twospotted Stink Bug *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 93 (6): 1288–1293. DOI: 10.1603/0013-8746(2000)093.
- Agasieva, I.S., Ismailov, V.Y., Nefedova, M.V. and Fedorenko, E.V., 2016. Development of elements biocenotic regulation main pests of solanaceous crops. Issue 9. Proceedings of the International Conference “Biological Plant Protection as the Basis of Ecosystem Stabilization” with Strategic Youth Session “Manpower, Resources, Opportunities, Innovations”: (20-22 September 2016. Krasnodar): 103–106. (in Russian: Агасьева, И.С., Исмаилов, В.Я., Неведова, М.В., Федоренко Е.В. Разработка элементов биоценотической регуляции численности основных вредителей картофеля).
- Agasieva, I.S., Nefedova, M.V., Fedorenko, E.V. and Umarova, A.O., 2017. Biological features of pentatomide predaceous bugs and new methods of their cultivation. *International research journal*, 7 (61): 6–8. (in Russian: Агасьева, И.С., Неведова, М.В., Федоренко, Е.В., Умарова, А.О. Биологические особенности хищных клопов пентатомид и новые методы их культивирования на ипс.). DOI: 10.23670/IRJ.2017.61.079.
- Almady, S., Khelifi, M. and Beaudoin, M.P., 2012. Control of the Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), Using Predator Insects Released by a Mechanical Prototype. *Journal of Environmental Science and Engineering*, 1(11): 1279–1287. [online] Available at: < <https://www.researchgate.net> > [Accessed 20 November 2012].
- Alyokhin, A., Dively, G., Patterson, M., Castaldo, C., Rogers, D., Mahoney, M. and Wollam, J., 2007. Resistance and cross-resistance to imidacloprid and thiamethoxam in the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata*. *Pest Management Science*, 63(1): 32–41. DOI: 10.1002/ps.1305.
- Biever, K.D. and Chauvin, R.L., 1992. Suppression of the Colorado Potato Beetle (Coleoptera:Chrysomelidae) with Augmentative Releases of Predaceous Stinkbugs (Hemiptera:Pentatomidae). *Journal of Economic Entomology*, 85(3): 720–726. DOI: 10.1093/jee/85.3.720.
- Bhusal, D.R., Patel P., Ghimire, K.C., Bista, M. and Kumar, B., 2019. Size-based intraspecific variations along altitudinal gradient and follow of Bergmann's rule in Parthenium beetle, *Zygogramma bicolorata* Pallister. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 22(4): 1173–1179. [online] Available at: < www.elsevier.com/locate/jape > [Accessed 17 October 2019]. DOI: 10.1016/j.aspen.2019.10.008.

- Cingel, A., Savić, J., Lazarević, J., Cosić, T., Raspor, M., Smigočki, A. and Ninković, S., 2016. Extraordinary Adaptive Plasticity of Colorado Potato Beetle: “Ten-Striped Spearman” in the Era of Biotechnological Warfare. *International Journal of Molecular Sciences*. [online] Available at: < <https://www.mdpi.com/journal/ijms>>. [Accessed 5 September 2016]. DOI: 10.3390/ijms17091538.
- Cloutier, C. and Bauduin, F., 1995. Biological control of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Quebec by augmentative releases of the two-spotted stinkbug *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae). *The Canadian Entomologist*, 127: 195-212. DOI: 10.4039/Ent127195-2.
- Coudron, T. A. and Kim, Y., 2004. Life History and Cost Analysis for Continuous Rearing of *Perillus bioculatus* (Heteroptera: Pentatomidae) on zoophylogenous Artificial Diet. *Journal of Economic Entomology*, 97(3): 807-812. DOI: 10.1603/0022-0493(2004)097[0807:lhacaf]2.0.co;2.
- Coudron, T.A., Popham, H. J.R. and Ellersieck, M.R., 2009. Influence of diet on cold storage of the predator *Perillus bioculatus* (F.). *BioControl*, 54 (6): 773–783. DOI: 10.1007 / s10526-009-9227-8.
- De Clercq, P., 2008. In: Capinera, J.L ed. *Encyclopedia of Entomology*. 2008. *Two-Spotted Stink Bug, Perillus bioculatus* (Fabricius) (Hemiptera: Pentatomidae, Asopinae): 4004–4006.
- De Ladurantaye, Y., Khelifi, M., Cloutier, C. and Coudron, T.A., 2010. Short-term storage conditions for transport and farm delivery of the stink bug *Perillus bioculatus* for the biological control of the Colorado potato beetle. *Canadian Biosystems Engineering*, 52: 4.1-4.5. [online] Available at: <<http://www.csbe-scgab.ca/docs/journal/52/C0814.pdf>> [Accessed 20 July 2010]. Identifier: C0814
- Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Rehionalna statystyka. Silske, lisove ta rybne hospodarstvo. Roslynnystvo. [online] Available at: <<http://www.ukrstat.gov.ua/>> (in Ukrainian: Державна служба статистики України)
- Duursun, A. and Fent, M., 2018. Erst nach weis von *Perillus bioculatus* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae) für Anatolien (Türkei). In: *Mitteilungsblatt der Arbeitsgruppe Mitteleuropäischer Heteropterologen*. 53, Köln, Deutschland: 18–20.
- Elisoveczkaya, D.S., Derzhanskij, V.V. and Doroshenko, V.N., 2015. *Perillus bioculatus* in Moldova: the problems of preservation of the population and the use of predator to protect potatoes against Colorado potato beetle. In: *Materials of the III International Conference, dedicated to the 110 th anniversary of the birth of Academician N.V. Smolsky. “Biodiversity conservation problems and use of biological resources”*. Minsk, Belarus, 7–9 October: 116–118. (in Russian: *Елисовецкая, Д.С., Держанский, В.В., Дорошенко, В.Н. Perillus bioculatus в Молдове: проблемы сохранения популяции и возможность использования хищника для защиты картофеля от колорадского жука*).
- Franz, J., 1957. Beobachtungen über die natürliche Sterblichkeit des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata*, Say) in Kanada. *Entomograph*, 2: 197–212.
- Gusev, G.V., 1991. *Entomophages of the Colorado potato beetle*. Moscow: Agropromizdat (in Russian: *Гусев, Г.В. Энтомофаги колорадского жука*).
- Hough-Goldstein, J., Janis, J.A. and Eilers, C.D., 1996. Release Methods for *Perillus bioculatus* (F.), a Predator of the Colorado Potato Beetle. *Biological control*, 6(1):114–122 DOI: 10.1006/bcon.1996.0014.
- Ismailov, V.I., Agasieva, I.S., Kiel, V.I., Fedorenko, E.V. and Besedina, E.N., 2014. The Studies of Biological Characteristics and Morphogenetic Structure of Predatory Stinkbug *Perillus bioculatus*. *Agro XXI*, 4-6: 26–28. (in Russian: *Исмаилов, В.Я., Агасьева, И.С., Киль, В.И., Федоренко, Е.В., Беседина, Е.Н. Биологические особенности и результаты морфогенетического анализа хищного клопа Perillus bioculatus*).
- Ismailov, V.Ya., Agas'eva, I.S., Kil, V.I., Fedorenko, E.V., Nefedova, M.V. and Besedina, E.N., 2019. Biological Characterization, Phenotypic and Genotypic Structure of Predatory Stinkbug *Perillus bioculatus* Fabr. (Heteroptera, Pentatomidae) Population in Krasnodar Region. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 54(1): 110-120. (in Russian: *Исмаилов, В.Я., Агасьева, И.С., Киль, В.И., Федоренко, Е.В., Беседина, Е.Н. Биология, фенотипическая и генотипическая структура популяций хищного клопа Perillus bioculatus Fabr. (Heteroptera, Pentatomidae) в Краснодарском крае*). doi: 10.15389
- Jermy, T., 2008. The introduction of *Perillus bioculatus* into Europa to control the Colorado beetle. *EPP0 Bulletin*, 10 (4): 475-479. DOI: 10.1111/j.1365-2338.1980.tb01733.x
- Kivan, M., 2004. Some observations on *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) a new record for the entomofauna of Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 28(2): 95–98.
- Lachance, S. and Cloutier, C., 1997. Factors Affecting Dispersal of *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae), a Predator of the Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *Environmental entomology*, 26(4): 946–954. DOI: 10.1093/ee/26.4.946.
- Lenteren, J., 2012. The state of commercial augmentative biological control: Plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake. *BioControl*, 57(1): 1–20. DOI: 10.1007/s10526-011-9395-1.
- Levchenko, I.S. & Martynov, V.V., 2018. New and interesting records of stink bugs (Heteroptera: Pentatomoidea) in Donbass. *Caucasian Entomological Bulletin*, 14(2): 141–145. (in Russian: *Левченко, И.С., Мартынов В.В. Новые и интересные находки клопов-щитников (Heteroptera: Pentatomoidea) в Донбассе*.) DOI: 10.23885/181433262018142-141145.

- Loon, J.J.A, De Vos, E.W. and Dicke, M., 2000. Orientation behavior of the predatory hemipteran *Perillus bioculatus* to plant and prey odours. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 96(1): 51–58. DOI: 10.1046/j.1570-7458.2000.00678.x.
- Matlock, R. B., 2005. Impact of Prey Size on Prey Capture Success, Development Rate, and Survivorship in *Perillus bioculatus* (Heteroptera: Pentatomidae), a Predator of the Colorado Potato Beetle. *Environmental entomology*, 34(5): 1048–1056. DOI: 10.1603/0046-225X(2005)034[1048:IOPSOP]2.0.CO;2
- Markina, T.Yu., Putchkov, O.V. and Fedya, I.O., 2018. New and little-known species of the bugs (Insecta, Heteroptera) of fauna of Ukraine. *Biologiya ta valeologiya*, 20: 43–48. (in Ukrainian: Маркіна, Т.Ю., Пучков, О.В. та Федя, І.О. Нові та маловідомі види клопів (Insecta: Hemiptera, Heteroptera) для фауни України) DOI: 10.5281/zenodo.2543598
- Tamaki, G. and Butt, B. A., 1978. A source of information. In: Technical Bulletin, 1581. 1978. Impact of *Perillus bioculatus* on the Colorado Potato Beetle and Plant Damage. U.S. Department of Agriculture.
- Rabitsch, W., 2010. True bugs (Hemiptera, Heteroptera). *BioRisk*, 4(1): 407–433. DOI: 10.3897/biorisk.4.44
- Rathee, M. and Ram, P., 2018. Impact of cold storage on the performance of entomophagous insects: an overview. *Phytoparasitica*, 46: 421–449. [online] Available at: <<https://www.springer.com/journal/12600>>. [Accessed 13 July 2018]. DOI: 10.1007/s12600-018-0683-5
- Rinkevich, F.D., Cathy, Su., Lazo, T.A., Hawthorne, D.J., Tingey, W.M., Naimov, S. and Scott, J.G., 2012. Multiple evolutionary origins of knockdown resistance (kdr) in pyrethroid-resistant Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 104(3): 192–200. DOI: 10.1016/j.pestbp.2012.08.001
- Rojas, M.G., Morales-Ramos, J.A. and King, E.G., 2000. Two Meridic Diets for *Perillus bioculatus* (Heteroptera: Pentatomidae), a Predator of *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Biological Control*, 17: 92–99. [online] Available at: <<http://www.idealibrary.com>> [Accessed 12 August 1999]. DOI: 10.1006/bcon.1999.0780
- Saint-Cyr, J.F. and Cloutier, C., 1996. Prey Preference by the Stinkbug *Perillus bioculatus*, a Predator of the Colorado Potato Beetle. *Biological Control*, 7(3): 251–258. DOI: 10.1006/bcon.1996.0091.
- Tarla, S. and Tarla, G., 2018. Detection of *Perillus bioculatus* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae) on a New Host in Anatolia. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 7(3): 317–319. [online] Available at: <www.researchgate.net/publication/330281223> [Accessed 20 December 2018].
- Velyka ukrainska entsyklopediia. Silskohospodarski nauky. Ahronomiia. Ahroklimatychni raionuvannia. [online] Available at: <<https://vue.gov.ua/>> (in Ukrainian: Велика українська енциклопедія).
- Wegorek, P., 2002. Insecticide resistance management strategy for Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) in Poland. *Resistant Pest Management Newsletter*, 11(2): 22–30.
- Yocum, G.D., Coudron, T.A. and Brandt, S.L., 2006. Differential gene expression in *Perillus bioculatus* nymphs fed a sub-optimal artificial diet. *Journal of Insect Physiology*, 52: 586–592. [online] Available at: <<http://scienctdirect.com>> [Accessed 13 February 2006]. DOI: 10.1016/j.jinsphys.2006.02.00.

ORCID

Баркар В. П. <https://orcid.org/0000-0002-0965-9755>

Маркіна Т.Ю. .: <http://orcid.org/0000-0002-6313-9814>

Отримано 16.11.2020

Підписано до друку 18.12.2020

Received 16.11.2020

Accepted 18.12.2020