УДК: 632.7:595.752
DOI: 10.32782/2415-8240-2025-107-1-522-537

БІОТИЧНІ ФАКТОРИ РЕГУЛЯЦІЇ ЧИСЕЛЬНОСТІ ПОПЕЛИЦІ КРОВ'ЯНОЇ (*ERIOSOMA LANIGERUM* HAUSMANN)

І. В. ТОДОСІЙЧУК, *здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор ффілософії)*
І. В. КРИКУНОВ, *кандидат сільськогосподарських наук*

У статті висвітлені питання видового складу і ефективності природних ворогів попелиці кров'яної (Eriosoma lanigerum Hausmann) в різних країнах світу. Встановлено, що чисельність Eriosoma lanigerum Hausmann в світі регулюють 85 видів хижих комах, п'ять видів перетинчастокрилих ендопаразитів, два види ектопаразитичних Acari, сім видів грибкових патогенів та один вид ентомопатогенної нематоди.

Ключові слова: *попелиця кров'яна, Eriosoma lanigerum Hausmann, біологічний контроль, регулятори чисельності, ентомофаги, хижі комахи, паразитичні комахи, грибкові патогени, біоінсектицид.*

Постановка проблеми. Попелиця кров'яна *Eriosoma lanigerum* Hausmann (Hemiptera: Aphididae) є одним з найпоширеніших та економічно значимих шкідників *Malus domestica* (Borkh.) та інших видів родів Malus, Cotoneaster, Crataegus, Sorbus та Pyracantha [59]. Родом з Північної Америки, вона наразі зустрічається у всіх країнах, де вирощують яблуню [23, 15].

Під час живлення попелиця кров'яна викликає гіпертрофічне галоутворення на коренях та надземній частині дерев [18]. Це може обмежувати сокорух та розривати тканини рослин, що в свою чергу забезпечує додаткові місця для живлення та сприяти поширенню грибкових захворювань [2, 4].

При заселенні дерев шкідником їх ріст слабшає, плоди деформуються, суттєво знижується зимостійкість та врожайність; при сильному пошкодженні спостерігається загибель рослин. Крім того, восковий наліт, який виробляють колонії, створює незручності під час збирання плодів, а попелиці, що знаходиться на упакованих яблуках, є карантинною проблемою для Китаю [24] який є основним експортером яблук у світі [1].

У 2019 році Європейська та середземноморська організація із захисту рослин (EPPO) класифікувала попелицю кров'яну (ERISLA) як регульованого некарантинного шкідника зерняткових культур та виключила її зі списків А1 та А2 для карантинних видів з порогом придатності для посадкового матеріалу зерняткових плодів – 0 % [24].

Ряд українських [2, 4] та закордонних [39, 44, 52] вчених, які відмічають активне заселення кров'яною попелицею яблуневих насаджень в останні 10–12 років, підкреслюють, що найвагомішими чинниками, які зумовили це явище є порушення природного контролю чисельності популяції шкідника, яке пов'язане як зі зміною абіотичних факторів так і зі змінами в системах захисту культури.

Крім того науковці наголошують, що попелиця кров'яна є кормовою базою для багатьох видів комах, і тому біологічний контроль може бути одним із шляхів стримування чисельності шкідника нижче рівня економічного порогу шкідливості [35, 50].

Біологічний контроль передбачає використання природних ворогів шкідників – хижаків, паразитів та патогенів з метою регуляції чисельності фітофагів [27]. Слід зазначити, що біологічні методи, які здатні ефективно регулювати чисельність популяцій шкідників, не мають негативного впливу на навколишнє середовище та якість продуктів харчування.

Незважаючи на те, що хімічний метод регуляції чисельності фітофагів найбільш ефективний, він є потенційно небезпечним для природного балансу екосистем агроценозів та біосфери в цілому. А зниження ризиків негативного впливу систем захисту агроценозів від шкідників можливий саме за рахунок їх біологічного контролю. Саме тому вивчення природних ворогів фітофагів як потенційних агентів біологічного методу регуляції чисельності шкідників в яблуневих насадженнях є актуальним [29].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зважаючи на економічне значення попелиці кров'яної, проведено значний обсяг дослідницьких робіт з вивчення її біології, екології, динаміки популяцій та способів контролю її чисельності за рахунок використання інсектицидів, стійких сортів, підщеп та природних ворогів [11, 18, 26, 49]. Незважаючи на значну роботу ентомологів різних країн світу з вивчення ентомофагів та патогенів попелиці кров'яної, в Україні жодного разу не було проведено аналіз наукових доробків з цього питання. Отже, інформація щодо природних ворогів *Eriosoma lanigerum* Hausmann залишається розрізненою та маловідомою. Це ускладнює проведення робіт з добору та використанню нових біологічних засобів захисту, особливо в регіонах, де *Aphelinus mali* Haldeman, який був інтродукований, як найефективніший паразит цього виду попелиці, виявився неефективним [6, 57].

У цій статті представлено огляд світової наукової літератури щодо природних регуляторів чисельності популяцій *Eriosoma lanigerum* Hausmann. Вона надає інформацію про природних ворогів, яких можна потенційно використати для біологічного контролю в інтегрованих системах захисту від попелиці кров'яної як в Україні так і за кордоном.

Метою статті є створення, на підґрунті наявної наукової літератури, інформаційної бази про світове різноманіття природних регуляторів чисельності *Eriosoma lanigerum* Hausmann для прискорення робіт з розробки комплексних програм біологічного контролю цього шкідника.

Методика досліджень. Інформацію про природних ворогів *Eriosoma lanigerum* Hausmann було отримано з використанням пошукових систем Google Scholar та WorldWideScience.org, каталогів відкритих біологічних журналів і репозитаріїв, таких як DOAJ та OpenDOAR, електронного ресурсу CABI Compendium а також наукометричних баз даних Scopus та Web of Science.

Результати досліджень. В результаті аналізу інформаційних джерел було встановлено, що чисельність *Eriosoma lanigerum* Hausmann у світі регулюють 85 видів хижих комах, п'ять видів перетинчастокрилих ендопаразитів, два види

ектопаразитичних Acari, сім видів грибкових патогенів та один вид ентомопатогенної нематоди (табл. 1).

Табл. 1. Видовий склад природних регуляторів чисельності *Eriosoma lanigerum* Hausmann у різних країнах світу

Вид	Країна
Хижі комахи	
Coleoptera: Coccinellidae	
Adalia bipunctata (L.)	Індія [39, 58], Мексика [12], Нідерланди [54], Німеччина [59], Франція [45], Італія [22]
Chilocorus rubidus (Hope)	Японія [32]
Chilocorus renipustulatus(Sc.)	Україна [5], Казахстан [5]
Chilocorus similis (Ross.)	Японія [32]
Chilocorus quatuorpustulatus (L.)	Аргентина [9]
Coccinella septempunctata (L.)	Мальта [17], Франція [45], Японія [32], Німеччина [59], Індія [58], Палестина [16], Україна [5], Казахстан [5]
Exochomus flavipes (Thumb.)	ПАР [28]
Exochomus melanocephalus (Zoubkoff)	ПАР [42]
Exochomus quadripustulatus (L.)	Італія [22], Мальта [17], Франція [45], Словенія [38], Німеччина [59], США [21], Нідерланди [9], Угорщина [53]
Oenopia cinctella (Muls.)	ПАР [8]
Parapriasus australasiae (Boisduval)	Австралія [9]
Pharoscymnus (Midus) *quadristillatus* (Muls.)	ПАР [42]
Platynaspis sp.	ПАР [42]
Propylaea 14-punctata (L.)	Нідерланди [54]
Rhyzobius sp.	Австралія [9]
Scymnus bineavatus (Muls.)	ПАР [42]
Scymnus castroemi (Muls.)	ПАР [42]
Scymnus hilaris (Motsch.)	Японія [32]
Thea (Halyzia) variegata (F.)	ПАР [42]
Diptera: Syrphidae	
Cheilosia conops (Becker)	Україна [5], Казахстан [5]
Cnemoden vitripennis (Meig.)	Нідерланди [25]
Eristalis tenax (St.)	Україна [5]
Eupeodes americanus (Wiedemann)	США [13]
Episyrphus sp.	Франція [34]
Heringia calcarata (Loew)	Нова Зеландія [30]
Melanostoma mellinum (L.)	Україна [5]
Macrosyrphus confrater (Wied.)	Австралія [9]
Melangyna viridiceps (Macq.)	Австралія [9]

Продовження таблиці 1

Metasyrphus (Syrphus) confrater (Wied.)	Індія [68]
Neocnemodon calcarata (Loew)	США [13]
Pipiza sp.	Франція [43]
Pipiza dubia (Lundb.)	Німеччина [60]
Pipiza modesta (Lw.)	США [9]
Pipiza radicum (Walsh & Riley)	США [9]
Syrphus sp.	Франція [43]
Syrphus (Episyrphus) balteatus (De G.)	Індія [65], Німеччина [60], Велика Британія [55, 62], Японія [32], Корея [48]
Syrphus pusillus (Frog.)	Австралія [33]
Syrphus rectus (Osten-Sacken)	США [13]
Syrphus ribesii (L.)	Україна [5], Казахстан [5]
Syrphus viridiceps (Macq.)	Австралія [33]
Toxomerus sp.	Мексика [12]
Neuroptera: Chrysopidae (green lacewing)	
Chrysoperla comanche (Banks)	Мексика [12]
*Chrysopa corn*a (Stephens)	Нідерланди [54]
Chrysopa nigricornis (Burmeister)	Мексика [12]
Chrysopa oculata (Say)	Мексика [12]
Chrysopa perla (L.)	Словенія [38]
Chrysopa porterina (Navas)	Чилі [9]
Chrysopa prasina (Brum.)	Німеччина [36]
Chrysoperla rufilabris (Burmeister)	Мексика [12]
Chrysopa septempunctata cognata (Mclach.)	Корея [48], Японія [32]
Chrysopa sp.	Мексика [12]
Chrysopa tenella (Schn.)	Велика Британія [67]
Chrysopa vulgaris (Schneider)	Франція [45]
Chrysopa walkeri (Mclach.)	Франція [45]
Neuroptera: Hemerobiidae (brown lacewing)	
Drepanepteryx phalaenoides (L.)	Велика Британія [51]
Hemerobius humulinus (L.)	Нідерланди [54]
Hemerobius lutescens (Fabr.)	Нідерланди [54]
Micromus tasmaniae (Walker)	Нова Зеландія [66]
Dermaptera: Forficulidae	
Forficula auricularia (L.)	Велика Британія [26], Німеччина [14], Австралія [52], Іспанія [7], Нова Зеландія [66], Нідерланди [54]
Hemiptera: Lygaeidae	
Phytocoris sp.	Нідерланди [54]
Pilophorus sp.	Нідерланди [54]

Продовження таблиці 1

Hymenoptera: Aphelinidae	
Aphelinus mali (Haldeman)	Узбекистан [37], Іспанія [7], Північна Америка [6], Бельгія [11], Мексика [12], Україна [5], Казахстан [5], Китай [69], Нова Зеландія [66], Бразилія [47]
Aphelinus niger (Girult)	Австралія [31]
Hymenoptera: Encyrtidae	
Neoanisotylus sp.	Аргентина [23]
Hymenoptera: Braconidae	
Areoproan lepelleyi (Wat)	Велика Британія [63]
Proan simulans (Prov.)	Велика Британія [63]
Паразитичні кліщі	
Acari: Erythraeidae	
Allothrombium fuliginosum (Hermann)	Нова Зеландія [66]
Balaustium putmani (Smiley)	Північна Америка [9]
Нематоди	
Nematoda: Chromadorea: Rhabditida	
Steinernema carpocapsae (Weiser)	США [18]
Грибкові патогени	
Sordariomycetes	
Cordyceps fumosorosea (Wize)	ПАР [44]
Lecanicillium lecanii (*Verticillium lecanii* (Zimm.))	Австралія [9]
Metarhizium brunneum (Petch)	ПАР [44]
Metarhizium pinghaense (Q.T.Chen & H.L.Guo)	ПАР [44]
Metarhizium robertsii (J.F.Bisch., S.A.Rehner & Humber)	ПАР [44]
Purpureocillium lilacinum (Thom)	ПАР [44]
Plectomycetes	
Beauveria bassiana (Bals.-Criv.) Vuill.	ПАР [44]

Всі виявлені хижі комахи, які живляться *Eriosoma lanigerum* Hausmann, відносяться до шести родин: Coccinellidae, Syrphidae, Chrysopidae, Hemerobiidae, Forficulidae, Lygaeidae п'ятьох рядів: Coleoptera, Diptera, Neuroptera, Dermaptera, Hemiptera. Найчисельнішим рядом за кількістю хижих ентомофагів які живляться *Eriosoma lanigerum* Hausmann є Coccinellidae. До складу цієї родини входить 36 видів або 43 % від загальної кількості усіх виявлених хижих комах попелиці кров'яної. Представників цієї родини ряду Coleoptera зареєстровано у 20 країнах, при цьому більшість видів зустрічається у Південно-Африканській Республіці, Австралії, Німеччині та Сполучених Штатах Америки. Однак, серед видового різноманіття кокцинелід, вчені вказують тільки на два види *Coccinella*

transversoguttata Fald. та *Hippodamia convergens* Guer., які можуть ефективно знищувати і контролювати чисельність *Eriosoma lanigerum* Hausmann [10, 29].

На другому місці за чисельністю виявлених хижих ентомофагів є ряд Diptera до складу якого входить 24 видів комах з родини Syrphidae. Дослідження в яблуневих насадженнях штату Вірджинія показали, що личинки-афідофаги трьох видів дзюрчалок (*Diptera*: Syrphidae), *Heringia calcarata* Loew, *Eupeodes americanus* Wiedemann та *Syrphus rectus* Osten-Sacken, були основними хижаками *Eriosoma lanigerum* Hausmann, проте тільки личинки *Heringia calcarata* Loew могли знищував особин попелиці на кореневій системі [29, 30].

Хижі ентомофаги *Eriosoma lanigerum* Hausmann з ряду Neuroptera, які були відмічені в одинадцяти країнах світу представлені 17 видами та відносяться до родин Chrysopidae – 13 видів і Hemerobiidae – чотири види. Було встановлено, що їх приваблюють певні феромони, такі як непеталактони, що виробляються трав'янистою рослиною *Nepeta cataria* L., родини глухокропивові (*Lamiaceae*) [34], а також семіохімічні речовини, такі як іридодіал та метилсаліцилат. Отже, використання цих феромонів та семіохімічних речовин як атрактантів у яблуневих садах заселених попелицею кров'яною буде приваблювати золотоочок і відповідно підвищить ефективність біологічного контролю фітофага [29].

Живлення вуховертки звичайної (*Forficula auricularia* L.), як єдиного представника ряду Dermaptera на *Eriosoma lanigerum* Hausmann було відмічене вченими шести країн [7, 14, 26, 52, 54, 66]. Вуховертка є багатоїдним хижаком, якому на стадії личинки потрібен багатий на білок раціон і для його поповнення вона знищує від 80 до 106 особин попелиці за добу [52, 66]. Ravensberg W. J. [54] встановив, що в яблуневих насадженнях Нідерландів попелицею кров'яною живляться сім хижих клопів з ряду Hemiptera і за умов чисельності три імаго клопа на одне середньорасле дерево яблуні вони зменшували чисельність шкідника на 75–90 %.

Паразитичні комахи – група, що має значне практичне використання в біологічному та інтегрованому методах захисту рослин. Більшість вчених наголошує, що найпоширенішим та найважливішим паразитом *Eriosoma lanigerum* у світі є *Aphelinus mali* Haldeman [5, 9, 11, 47]. *Aphelinus mali* Haldeman – це спеціалізований арренотокний ендопаразит, що походить з Північної Америки, якого було інтродуковано у різних частинах світу для захисту від попелиці кров'яної. [6]. Він паразитує на личинках і дорослих особинах фітофага, які живляться і утворюють колонії на надземній частині дерева. Проте попелиць на кореневій системі паразит не заселяє [69]. *Aphelinus mali* Haldeman може регулювати чисельність попелиці кров'яної в більшості теплих частинах світу, де вирощують яблуневі насадження, заселяючи понад 50 % *Eriosoma lanigerum* Hausmann, що не вимагає подальших методів захисту від цього шкідника [69]. Проте в більшій частині країн Центральної та Західної Європи цього паразита недостатньо для регуляції *Eriosoma lanigerum* Hausmann [5, 7, 11]. Це пов'язано з тим, що за середньодобових температур нижче 25°C швидкість його розмноження значно нижче ніж у його господаря – попелиці кров'яної [5]. Крім того, низьку ефективність *Aphelinus mali* Haldeman у регуляції чисельності *Eriosoma lanigerum* Hausmann науковці також пов'язують з інтенсивним

використання інсектицидів широкого спектру дії проти інших домінуючих шкідників яблуні [5, 11, 66].

Інформація щодо інших паразитичних комах *Eriosoma lanigerum* Hausmann дуже обмежена. Так DeSantis L. [23] повідомляв про ентомофага *Neoanisotylus* sp., який паразитував на личинках попелиці кров'яної в садах Аргентині. Rosenberg H. [23] і Stary P. [63]повідомляли про *Proan simulans* Prov. та *Areoproan lepelleyi* Wat. як паразитичних комах які відкладали яйця в личинок і дорослих особин *Eriosoma lanigerum* Hausmann у Сполученому Королівстві Великої Британії та Північної Ірландії. Gurney W. [31] відмічав, що їздець *Aphelinus niger* Girult паразитує на *Eriosoma lanigerum* Hausmann у Новому Південному Уельсі та Квінсленді ще до появи тут *Aphelinus mali* Haldeman.

В літературних джерелах відомо тільки про двох ектопаразитів попелиці кров'яної які відносяться до родини *Erythraeidae* підклас Acari. Childers T. [9] у своїх ентомологічних дослідженнях яблуневих насаджень Північної Америки виявили і зареєстрували *Balaustium putmani* Smiley як зовнішнього паразита попелиці кров'яної. Wearing C. [66] повідомив про *Allothrombium fuliginosum* Herm. як ектопаразита цієї попелиці у Новій Зеландії.

На даний час відомо сім грибкових патогенів з двох класів які уражують *Eriosoma lanigerum* Hausmann – *Lecanicillium lecanii* Zimm. (раніше відомий як *Verticillium lecanii* Zimm.) уражує всі стадії розвитку попелиці у Новому Південному Уельсі, Австралія. Загибель *Eriosoma lanigerum* Hausmann, що була спричинена цим патогеном під час максимальної чисельності популяції шкідника, коливалася від 1 % до 14 % [9].

Результати досліджень у Південно-Африканській Республіці встановили, що грибкові патогени *Metarhizium robertsii* Humber і *Metarhizium pinghaense* Q. T. Chen і H. L. Guo були найбільш ефективними із середньою часткою загибелі попелиці кров'яної біля 90 %, в той час як *Metarhizium brunneum* (Petch), *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. і *Cordyceps fumosorosea* (Wize) викликали загибель особин попелиці на рівні 80 %; 52 % і 48 % відповідно [44]. Brown M. J. [18] вперше повідомив про ефективність впливу ентомопатогенної нематоди *Steinernema carpocapsae* Weiser на едафічну популяцію (кореневу форму) *Eriosoma lanigerum* Hausmann, яка зменшувала попелиць на 77 %.

Висновки. У результаті дослідження було встановлено, що крім спеціалізованого ендопаразита *Aphelinus mali* Haldeman, який був інтродукований у всі регіони вирощування яблук для захисту від *Eriosoma lanigerum* Hausmann, чисельність попелиці кров'яної можуть ефективно регулювати кокцинелліди: *Coccinella transversoguttata* Fald. та *Hippodamia convergens* Guer; дзюрчалки: *Heringia calcarata* Loew, *Eupeodes americanus*, Wiedemann та *Syrphus rectus* Osten-Sacken; золотоочки; вуховертка звичайна *Forficula auricularia* L.; два ектопаразита родини Erythraeidae підкласу Acari - *Balaustium putmani* Smiley і *Allothrombium fuliginosum* Herm.; два грибковий патогена – *Metarhizium robertsii і Metarhizium pinghaense;* та ентомопатогенна нематода *Steinernema carpocapsae.*

Таким чином, наявність такої значної чисельності виявлених природних ворогів *Eriosoma lanigerum* Hausmann, що включають як спеціалізованих, так і

поліфагів, підвищує вірогідність успішного виконання програми біологічного контролю цього шкідника. Тому сподіваємося, що надана тут інформація про природних ворогів *Eriosoma lanigerum* Hausmann буде корисною для розробки стратегій біологічного контролю цього шкідника як в Україні, так і в інших країнах, де вона завдає суттєвої шкоди яблуневим насадженням.

Література:

1. Лужанський В. Світовий ринок яблук та продуктів їх переробки. *Економіка та суспільство*. 2024. № 4(59). С. 141–145. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-145
2. Яновський Ю. П.. Програма захисту плодових культур. Київ : Фенікс, 2021. 146 с. ISBN 978–966–136–831–5
3. Яновський Ю.П.. Увага, кров'яна попелиця! Кров'яна попелиця та заходи обмеження її чисельності в плодових насадженнях України. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 7. С. 12–14.
4. Яновський Ю. П., Суханов С. В., Крикунов І. В., Фоменко О. О. Ефективність сучасних інсектицидів у захисті яблуневих насаджень від кров'яної попелиці. *Захист і карантин рослин*. 2021. № 67. С. 231–235. DOI: https://doi.org/10.36495/2312-0614.2021.2.28-31
5. Absatarova D. A., Drozda V. F., Kairova G. N., Shevchenko V. A., Korabaeva S. B., Isayev S. I. Features of Distribution, Harmfulness and Control of the Population of the Eriosoma Lanigerum Hausm. (Homoptera, Aphididae) Woolly Aphid in the Nurseries of Ukraine and Kazakhstan. *Journal of Biological Sciences.* 2017. Vol. 17(4) P. 408–414. DOI: 10.3844/ojbsci.2017.408.414
6. Adhikari U. Distribution, Biology, Nature of Damage and Management of Woolly Apple Aphid, Eriosoma Lanigerum (Hausmann), (Hemiptera: Aphididae) in Apple Orchard: A Review. *Reviews In Food and Agriculture*. 2022. Vol. 3(2) P. 92–99. DOI: http://doi.org/10.26480/rfna.02.2022.92.99
7. Alins G., Lordan N., Rodríguez-Gasol J., Peñalver-Cruz A. Earwig Releases Provide Accumulative Biological Control of the Woolly Apple Aphid Over the Years. *Insects. 2023* Vol. 14(11). P. 890. https://doi.org/10.3390/insects14110890
8. Anon O. Departmental activities: Entomology. *Journal of the Department of Agriculture, Union South Africa, Pretoria.* 1921. Vol. 3. P. 306–309.
9. Asante S. K. Natural enemies of the woolly apple aphid, Eriosoma lanigerum (Hausmann) (Hemiptera: Aphididae): a review of the world literature. *Plant Protection Quarterly*. 1997. Vol. 12(4), P. 166–172.
10. Aslan B., Karaca I. Fruit tree aphids and their natural enemies in Isparta region, Turkey. *Journal of pest scienc.* 2005. Vol.78(4). P. 227–229. DOI: 10.1007/s10340-005-0097-2
11. Bangels E., Alhmedi A., Akkermans W., Bylemans D., Belien T. Towards a Knowledge-Based Decision Support System for Integrated Control of Woolly Apple Aphid, Eriosoma lanigerum, with Maximal Biological Suppression by the Parasitoid Aphelinus mali. *Insects.* 2021. Vol. 12(6). P. 479. https://doi.org/10.3390/insects12060479
12. Beltrán M., Cuéllar J., López E., Quezada R., Prieto V.,Velasco C. Natural enemies associated with woolly aphid in apple orchards with different pest

management. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 2017. Vol. 8. №. 4. P. 124–145. https://doi.org/10.29312/remexca.v8i4.8

13. Bergh J. C., Marek B. D., Short J. H., Skevington J. P., Thompson F. C. The Identity of *Neocnemodon calcarata* (Loew) (Diptera: Syrphidae), a Specialized Flower Fly Predator of Woolly Apple Aphid. Virginia Tech. *Agriculture & Life Sciences. Entomology.* 2023. № 3. P. 147–163 https://hdl.handle.net/10919/117415.

14. Bischoff R. P., Pokharel P. O., Miedtke H. P. Environmental Complexity and Predator Density Mediate a Stable Earwig-Woolly Apple Aphid Interaction. *Basic and Applied Ecology.* 2024. Vol. 74. P. 108–114. https://doi.org/10.1016/j.baae.2023.12.003

15. Blackman R. L., Eastop V. F. Blackman & Eastop's Aphids on the World's Plants. 2025. https://aphidsonworldsplants.info/.

16. Bodenheimer, F.S. Studies on the physical ecology of the woolly apple aphis, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) and its parasite, *Aphelinus mali* (Hald.) in Palestine. *Bulletin of Rehovot Agri-cultural Research Station.* 1947. № 43. P. 20

17. Borg P. Report of the plant pa-thologist. Annual report, Department of Agriculture. Malta, 1929. P. 7–15.

18. Brown M., Jaegers A., Schmitt J. Control of Edaphic Populations of Woolly Apple Aphid Using Entomopathogenic Nematodes and a Systemic Aphicide." *Journal of Entomological Science.* 1992. № 27 P. 224–232. doi: 10.18474/0749-8004-27.3.224

19. Chakrabarti S., Ghoh D., Debnath N. Developmental rate and larval voracity in *Harmonia dimidiata* (Coleoptera: Coccinellidae), a preda-tor of *Eriosoma lanigerum* (Homoptera: Aphididae) in Western Himalaya. *Acta Entomologica Bohemoslovaca.* 1988. № 85. P. 335–339.

20. Clausen C. P. Life history and feeding records of a series of California Coccinellidae. University of California Publications in Entomology, Berkeley, 1916. № 6. P. 251–299.

21. Clausen C. P. Biological control of insects in the continental United States. US Department of Agriculture, Technical Bulletin, 1956. № 1139. P. 151.

22. Del Guercio G. Nuova cotribuzi-one alla studio della *Schizoneura lanigera* del melo e del suo nemico endofaga *Aphelinus mali* (Hald.) var *italica*. *Insti-tuto Agricoltura Coloniale Italica*. 1925. P. 36.

23. DeSantis L. Sobre dos nuevos en-cirtides hallados en la Republica Argentina con description de un nuevo genero (Hymenoptera: Chalcidoidea). *Notas La Plata Zoologie.* 1939. № 24. P. 329–338.

24. EPPO Global Database. Eriosoma lanigerum (ERISLA). 2025. https://gd.eppo.int/taxon/ERISLA/categorization

25. Evenhuis H. H. *Cnemodon vitripennis* (Meig.) as a predator of the woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausm.). *Entomologische Litteratur (Berlin).* 1959. № 19. P. 238–240.

26. Fountain M., Walker A., Silva C., Deakin G. Control of Woolly Apple Aphid (*Eriosoma lanigerum*) by Augmenting Earwigs (*Forficula auricularia*) in the Canopy of Apple Trees. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 2025. № 5. P. 1–13. https://doi.org/10.1111/eea.70024.

27. Gerber E., Schaffner U. Review of Invertebrate Biological Control Agents Introduced into Europe. CABI Compendium. 2016. https://doi.org/10.1079/cabicompendium.45805

28. Geyer, J.W.C. A study of the biology and ecology of *Exochomus flavipes* Thumb. (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of the Entomological Society of Southern Africa.* 1947. № 9. P 219–234.

29. Gontijo L. M., Cockfield S. D., Beers E. H. Natural enemies of woolly apple aphid (Hemiptera: Aphididae) in Washington State. *Environmental entomology.* 2012. Vol. 41(6) P. 1364–1371. DOI: 10.1603/EN12085

30. Gresham S. D., Charles M. J., Sandanayaka M. W., Bergh J. C. Laboratory and Field Studies Supporting the Development of *Heringia calcarata* as a Candidate Biological Control Agent for *Eriosoma lanigerum* in New Zealand. *BioControl*. 2013. № 58: P 645–656. https://doi.org/10.1007/s10526-013-9530-2

31. Gurney W. B. The woolly aphid parasite *Aphelinus mali* (Hald.). *Agricultural Gazette NSW.* 1926. № 37. P. 620–626.

32. Hori M. The woolly apple aphis in Hokkaido with special reference to its control. Report of the Hokkaido. *Agricultural Experiment Station.* 1930. № 24. P. 35–63.

33. Jarvis H. Seasonal progress report. *Queensland Journal of Agriculture.* 1922. № 17. P. 309–312.

34. Jaume L., Simó A. Woolly apple aphid Eriosoma lanigerum Hausmann: ecology and its relationship with climatic variables and natural enemies in Mediterranean areas. *Bulletin of Entomological Research*. 2015. № 105. P. 60–69. https:/doi.org/xxxx (https://doi.org)

35. Jovicic I. Eriosoma lanigerum (woolly aphid). CABI Compendium. 2024. https://doi.org/10.1079/cabicompendium.21805

36. Kalandadze L. Beitrag zur Biologie der Florfliegen (*Chrysopa* sp.). *Anz Scha-dlingsk.* 1927. № 3. P. 132–133.

37. Komoliddin G., Abdujabbor M. Specific Features of the Distribution of Eriosoma Lanigerum in Different Altitudinal Zones of the Fergana Valley. *International Journal of Genetic Engineering*. 2025. Vol. 13. № 9. P. 187–189. doi: 10.5923/j.ijge.20251309.04.

38. Kovacevic Z. The distribution of *Aphelinus mali* in Yugoslavia. *Anz Schadlingsk.* 1932. № 7, P. 29–31.

39. Kumari A., Ankita H., Priyanka H., Pandey A. Biocontrol: an efficient solution for sustainable agriculture and food production. In: Pandey S. C., Pande V., Sati D., Samant M. (eds.). Developments in Applied Microbiology and Biotechnology. Advanced Microbial Techniques in Agriculture, Environment and Health Management. Chapter 7. Academic Press, 2023. P. 119–131. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91643-1.00009-0.

40. Kumar D., Kumari N., Hanuman P., Pal D., Chandra Naga K., Watpade S. Characterization and pathogenicity of newly recorded Clonostachys rogersoniana against woolly apple aphid (Eriosoma lanigerum Hausmann) from India. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 2024. № 34(57). P. 1–11. doi: 10.1186/s41938-024-00821-4

41. Lordan J., Alegre S., Gatius F. Sarasúa J., Alins G. Woolly apple aphid Eriosoma lanigerumHausmann ecology and its relationshipwith climatic variables and naturalenemies in Mediterranean areas. Bulletin of Entomological Research. 2014. № 105(1). P. 60–69. doi: 10.1017/S0007485314000753

42. Lundie A. E. The apple growers insect ally. *Farming in South Africa*. 1939. № 92. P 5.

43. Lyon J. P., Tiefenau P. G. The predacious syrphids of aphids. *Institut National Recherches Agro nomiques, Antibes*. 1976. № 4. P. 163–170.

44. Mathulwe L. L., Malan A. P., Stokwe N. F. The occurrence of entomopathogenic fungi in apple orchards and their biocontrol potential against Eriosoma lanigerum. *African Entomology*. 2023. № 31. P. 1–9. doi: 10.17159/2254-8854/2023/a13728

45. Marchal P. Les ennemies du puceron lanigere, conditions biologiques et cosmiques de sa multiplica-tion traitements. *Annales Epiphyties.* 1929. № 15. P 125–181.

46. Michelbacher A. E. Borden A. D. Two introduced insects attack-ing the woolly apple aphid in California. *Journal of Economic Entomology.* 1944. № 37. P. 715–717.

47. Monteiro L., Souza A., Bell, E. Parasitism on Eriosoma lanigerum (Homoptera: Aphididae) by Aphelinus mali (Hymenoptera: Encyrtidae) on apple orchards, in Fraiburgo county, state of Santa Catarina, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2004. № 26(3). P. 550–551. DOI: 10.1590/S0100-29452004000300043

48. Nakayama S., Tanaka T., Maruta S. The woolly apple aphis, *Erio-soma lanigerum* in Chosen. Bulletin of the Agricultural Experiment Station Government-General of Chosen, 1928. № 4. P. 21.

49. Nepal J., Ghimire B. Use of Predators for the Biological control of Eriosoma lanigerum (wooly apple aphids) on apple. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*. 2017. № 5(4). P. 410–414. DOI: 10.3126/ijasbt.v5i4.18397

50. Panzeri F., Telfser J., Kelderer M., Angeli S. Evaluation of Hoverfly Releases for the Biological Control of Woolly Apple Aphid in Combination With Flower Strips in an Apple Orchard. In Proceedings of the 21st International Conference on Organic Fruit-Growing, 2024. P. 98–101.

51. Prance D. A. A further record of *Drepanepteryx phalaenoides* (L.) (Neuroptera: Hemerobiidae) from southern England. *Entomology Gazette.* 1982. № 33. P. 76.

52. Quarrell S. R., Corkrey R. A., Allen, G. R. Predictive thresholds for forecasting the compatibility of Forficula auricularia and Aphelinus mali as biological control agents against woolly apple aphid in apple orchards. *Biocontrol*. 2017. № 62. P. 243–256. doi: 10.1007/s10526-017-9792-1

53. Radwan Z., Lovei G. Aphis as prey for the coccinellid, *Exochomus quadripustulatus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata.* 1983. №. 34. P. 283–286.

54. Ravensberg W. J. The natu-ral enemies of the woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausm.) (Homoptera: Aphididae) and their susceptibility to diflubenzuron. *Mededelingen van de Faculteit Land-bouwwetenschappen, Rijkuniversiteit Gent.* 1981. № 46. P 437–441.

55. Rosenberg H. T. A study of the colonization of *Aphelinus mali* (Hald.). *Transactions of the Royal Entomological Society.* 1934. № 82. P. 415–420.

56. Sarac V. Narandžić V. Rodić T. Harnessing *Koelreuteria paniculata* Seed Extracts and Oil for Sustainable Woolly Apple Aphid Control. *Horticulturae*. 2024. Vol. 10, № 8: P. 826. https://doi.org/10.3390/horticulturae10080826

57. Shayesteh N., Ziaee M., Ranji H. Species diversity of aphids (Homoptera: Aphididae) and coccinellids in apple orchards of Urmia, Northwest of Iran. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2015. № 80. P. 163–167.

58. Singh B., Sharma A., Singh R. An Updated Checklist of Tri-Trophic Associations of Aphidophagous Species of the Genera Adalia, Aiolocaria, Alloneda,

Anegleis, Callicaria and Calvia of the Tribe Coccinellini (Coccinellinae: Coccinellidae: Coleoptera) in India. *Uttar pradesh journal of zoology.* 2025. № 46(15). P. 64–82. https://doi.org/10.56557/upjoz/2025/v46i155149.

59. Speyer W. Coccinelliden als Blutlaufeinde. *Nachrichtenbl Deutschen Pflanzenschutzdienst.* 1935. № 15. P. 83.

60. Speyer W. Syrphidenlarven als Blutlausfeinde. *Nachrichtenbl Deutschen Pflanzenschutzdienst.* 1936. № 16. P. 16.

61. Sproul A. N. Biological successes against woolly aphis. *Western Australia Journal of Agriculture.* 1981. № 22. P. 75.

62. Staniland L. N. Hoverflies. Their habits and economic importance. Fruit growers, Fruiterer, Florist and Market Gardener, London, 1922. № 1365. P. 143–144.

63. Stary P. Biology of *Areopraon lepelley* (Wat.) a parasite of some eriosoma-tid aphids (Hymenoptera: Aphididae). *Acta Entomologica Bohemoslovaca.* 1976. № 73. P. 312–317.

64. Toyoshima A. Studies on *Apheli-nus mali* (Hald.), a parasite of *Eriosoma lanigerum* (Hausm.). Apple Experiment Station, Aomori, Report, 1938. № 1. P. 23.

65. Verma K. L., Singh M. Some biological agents associated with the suppression of apple pests in Himachal Pradesh. *Pesticides.* 1985. № 19. P. 54.

66. Wearing C. H. Biological control of woolly apple aphid, Eriosoma lanigerum (Hausmann), during transition to integrated fruit production for pipfruit in Central Otago, New Zealand. *Journal of Crop and Horticultural Science.* 2010. Vol. 38(4). P. 255–273. DOI:10.1080/01140671.2010.524189

67. Withycombe C. L. Note on the eco-nomic value of the Neuroptera, with special reference to the Coniopterygidae. *Annals of Applied Biology.* 1924. № 11. P. 12–25.

68. Zaka-Ur-Rab Md. Record of *Syr-phus confrater* Wiedmann as predacious on woolly aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausm.). *Indian Journal of Entomology.* 1972. № 34, P. 348–349.

69. Zhou H., Yu Y., Tan X., Chen A., Feng J. Biological control of insect pests in apple orchards in China. *Biological Control*. 2014. Vol. 68, № 1. P. 47– 56. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.06.009

References:

1. Luzhanskyi, V. (2024). World apple market and processed apple products. *Economy and Society*, 4(59), 141–145. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-59-145. [in Ukrainian].

2. Yanovskyi, Yu. P. (2021). Fruit crop protection program. Kyiv: Feniks. 146 p. ISBN 978–966–136–831–5. [in Ukrainian].

3. Yanovskyi, Yu. P. (2016). Attention, woolly apple aphid! Woolly apple aphid and measures to limit its numbers in fruit plantations of Ukraine. *Quarantine and Plant Protection*, 7, 12–14. [in Ukrainian].

4. Yanovskyi, Yu. P., Sukhanov, S. V., Krykunov, I. V., Fomenko, O. O. (2021). Efficiency of modern insecticides in protecting apple orchards from woolly apple aphid. *Plant Protection and Quarantine*, 67, 231–235. https://doi.org/10.36495/2312-0614.2021.2.28-31. [in Ukrainian].

5. Absatarova, D. A., Drozda, V. F., Kairova, G. N., Shevchenko, V. A., Korabaeva, S. B., Isayev, S. I. (2017). Features of distribution, harmfulness and control

of the population of Eriosoma lanigerum Hausm. *Journal of Biological Sciences*, 17(4), 408–414. https://doi.org/10.3844/ojbsci.2017.408.414.

6. Adhikari, U. (2022). Distribution, biology, nature of damage and management of woolly apple aphid Eriosoma lanigerum. *Reviews in Food and Agriculture*, 3(2), 92–99. http://doi.org/10.26480/rfna.02.2022.92.99.

7. Alins, G., Lordan, N., Rodríguez-Gasol, J., Peñalver-Cruz, A. (2023). Earwig releases provide accumulative biological control of the woolly apple aphid over the years. *Insects*, 14(11), 890. https://doi.org/10.3390/insects14110890.

8. Anon, O. (1921). Departmental activities: Entomology. *Journal of the Department of Agriculture, Union South Africa*, 3, 306–309.

9. Asante, S. K. (1997). Natural enemies of the woolly apple aphid. *Plant Protection Quarterly*, 12(4), 166–172.

10. Aslan, B., Karaca, I. (2005). Fruit tree aphids and their natural enemies in Isparta region. *Journal of Pest Science*, 78(4), 227–229. https://doi.org/10.1007/s10340-005-0097-2.

11. Bangels, E., Alhmedi, A., Akkermans, W., Bylemans, D., Belien, T. (2021). Integrated control of woolly apple aphid with Aphelinus mali. *Insects*, 12(6), 479. https://doi.org/10.3390/insects12060479.

12. Beltrán, M., Cuéllar, J., López, E., Quezada, R., Prieto, V., Velasco, C. (2017). Natural enemies associated with woolly aphid in apple orchards. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(4), 124–145. https://doi.org/10.29312/remexca.v8i4.8.

13. Bergh, J. C., Marek, B. D., Short, J. H., Skevington, J. P., Thompson, F. C. (2023). Identity of Neocnemodon calcarata. *Entomology (Virginia Tech)*, 3, 147–163. https://hdl.handle.net/10919/117415.

14. Bischoff, R. P., Pokharel, P. O., Miedtke, H. P. (2024). Environmental complexity mediates earwig–aphid interaction. *Basic and Applied Ecology*, 74, 108–114. https://doi.org/10.1016/j.baae.2023.12.003.

15. Blackman, R. L., Eastop, V. F. (2025). Aphids on the world's plants. https://aphidsonworldsplants.info/.

16. Bodenheimer, F. S. (1947). Physical ecology of the woolly apple aphid. *Bulletin of Rehovot Agricultural Research Station*, 43, 20.

17. Borg, P. (1929). Report of the plant pathologist. *Annual Report, Department of Agriculture (Malta)*, 7–15.

18. Brown, M., Jaegers, A., Schmitt, J. (1992). Control of soil populations of woolly apple aphid. *Journal of Entomological Science*, 27, 224–232. https://doi.org/10.18474/0749-8004-27.3.224.

19. Chakrabarti, S., Ghoh, D., Debnath, N. (1988). Voracity of Harmonia dimidiata larvae. *Acta Entomologica Bohemoslovaca*, 85, 335–339.

20. Clausen, C. P. (1916). Life history of California Coccinellidae. *University of California Publications in Entomology*, 6, 251–299.

21. Clausen, C. P. (1956). Biological control of insects in the United States. *USDA Technical Bulletin*, 1139, 151.

22. Del Guercio, G. (1925). Study of Schizoneura lanigera. *Instituto Agricoltura Coloniale Italica*, 36.

23. DeSantis, L. (1939). New encyrtid species in Argentina. *Notas La Plata Zoologie*, 24, 329–338.

24. EPPO Global Database. (2025). Eriosoma lanigerum (ERISLA). https://gd.eppo.int/taxon/ERISLA/categorization.

25. Evenhuis, H. H. (1959). Cnemodon vitripennis as predator of woolly apple aphid. *Entomologische Litteratur (Berlin)*, 19, 238–240.

26. Fountain, M., Walker, A., Silva, C., Deakin, G. (2025). Earwig augmentation for woolly apple aphid control. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 5, 1–13. https://doi.org/10.1111/eea.70024.

27. Gerber, E., Schaffner, U. (2016). Review of biological control agents in Europe. *CABI Compendium*. https://doi.org/10.1079/cabicompendium.45805.

28. Geyer, J. W. C. (1947). Biology of Exochomus flavipes. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, 9, 219–234.

29. Gontijo, L. M., Cockfield, S. D., Beers, E. H. (2012). Natural enemies of woolly apple aphid in Washington. *Environmental Entomology*, 41(6), 1364–1371. https://doi.org/10.1603/EN12085.

30. Gresham, S. D., Charles, M. J., Sandanayaka, M. W., Bergh, J. C. (2013). Heringia calcarata as biological control agent. *BioControl*, 58, 645–656. https://doi.org/10.1007/s10526-013-9530-2.

31. Gurney, W. B. (1926). Woolly aphid parasite Aphelinus mali. *Agricultural Gazette NSW*, 37, 620–626.

32. Hori, M. (1930). Woolly apple aphid in Hokkaido. *Hokkaido Agricultural Experiment Station Report*, 24, 35–63.

33. Jarvis, H. (1922). Seasonal progress report. *Queensland Journal of Agriculture*, 17, 309–312.

34. Jaume, L., Simó, A. (2015). Ecology of woolly apple aphid in Mediterranean areas. *Bulletin of Entomological Research*, 105, 60–69.

35. Jovicic, I. (2024). Eriosoma lanigerum. *CABI Compendium*. https://doi.org/10.1079/cabicompendium.21805.

36. Kalandadze, L. (1927). Biology of Chrysopa sp. *Anz Schadlingsk*, 3, 132–133.

37. Komoliddin, G., Abdujabbor, M. (2025). Distribution of Eriosoma lanigerum in Fergana Valley. *International Journal of Genetic Engineering*, 13(9), 187–189. https://doi.org/10.5923/j.ijge.20251309.04.

38. Kovacevic, Z. (1932). Distribution of Aphelinus mali in Yugoslavia. *Anz Schadlingsk*, 7, 29–31.

39. Kumari, A., Ankita, H., Priyanka, H., Pandey, A. (2023). Biocontrol for sustainable agriculture. In Pandey, S. C., Pande, V., Sati, D., Samant, M. (eds.), *Developments in Applied Microbiology and Biotechnology*, 119–131. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91643-1.00009-0.

40. Kumar, D., Kumari, N., Hanuman, P., Pal, D., Chandra Naga, K., Watpade, S. (2024). Clonostachys rogersoniana against woolly apple aphid. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 34(57), 1–11. https://doi.org/10.1186/s41938-024-00821-4.

41. Lordan, J., Alegre, S., Gatius, F., Sarasúa, J., Alins, G. (2014). Ecology of Eriosoma lanigerum. *Bulletin of Entomological Research*, 105(1), 60–69. https://doi.org/10.1017/S0007485314000753.

42. Lundie, A. E. (1939). Apple growers' insect ally. *Farming in South Africa*, 92, 5.

43. Lyon, J. P., Tiefenau, P. G. (1976). Predacious syrphids of aphids. *INRA Antibes*, 4, 163–170.

44. Mathulwe, L. L., Malan, A. P., Stokwe, N. F. (2023). Entomopathogenic fungi in apple orchards. *African Entomology*, 31, 1–9. https://doi.org/10.17159/2254-8854/2023/a13728.

45. Marchal, P. (1929). Enemies of woolly aphid. *Annales Epiphyties*, 15, 125–181.

46. Michelbacher, A. E., Borden, A. D. (1944). Insects attacking woolly apple aphid. *Journal of Economic Entomology*, 37, 715–717.

47. Monteiro, L., Souza, A., Bell, E. (2004). Parasitism of Eriosoma lanigerum by Aphelinus mali. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26(3), 550–551. https://doi.org/10.1590/S0100-29452004000300043.

48. Nakayama, S., Tanaka, T., Maruta, S. (1928). Woolly apple aphid in Chosen. *Agricultural Experiment Station Bulletin*, 4, 21.

49. Nepal, J., Ghimire, B. (2017). Biological control of woolly apple aphid using predators. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*, 5(4), 410–414. https://doi.org/10.3126/ijasbt.v5i4.18397.

50. Panzeri, F., Telfser, J., Kelderer, M., Angeli, S. (2024). Hoverfly releases for control of woolly apple aphid. In *Proceedings of the 21st International Conference on Organic Fruit-Growing*, 98–101.

51. Prance, D. A. (1982). Record of Drepanepteryx phalaenoides. *Entomology Gazette*, 33, 76.

52. Quarrell, S. R., Corkrey, R. A., Allen, G. R. (2017). Predictive thresholds for biological control in orchards. *Biocontrol*, 62, 243–256. https://doi.org/10.1007/s10526-017-9792-1.

53. Radwan, Z., Lovei, G. (1983). Aphis as prey for Exochomus quadripustulatus. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 34, 283–286.

54. Ravensberg, W. J. (1981). Natural enemies of Eriosoma lanigerum. *Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen*, 46, 437–441.

55. Rosenberg, H. T. (1934). Colonization of Aphelinus mali. *Transactions of the Royal Entomological Society*, 82, 415–420.

56. Sarac, V., Narandžić, V., Rodić, T. (2024). Koelreuteria seed extracts for aphid control. *Horticulturae*, 10(8), 826. https://doi.org/10.3390/horticulturae10080826.

57. Shayesteh, N., Ziaee, M., Ranji, H. (2015). Diversity of aphids and coccinellids in Urmia. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 80, 163–167.

58. Singh, V., Sharma, A., Singh, R. (2025). Tri-trophic associations of Coccinellidae. *Uttar Pradesh Journal of Zoology*, 46(15), 64–82. https://doi.org/10.56557/upjoz/2025/v46i155149.

59. Speyer, W. (1935). Coccinellids as predators of woolly aphid. *Nachrichtenbl Deutschen Pflanzenschutzdienst*, 15, 83.

60. Speyer, W. (1936). Syrphid larvae as predators of woolly aphid. *Nachrichtenbl Deutschen Pflanzenschutzdienst*, 16, 16.

61. Sproul, A. N. (1981). Biological successes against woolly aphis. *Western Australia Journal of Agriculture*, 22, 75.

62. Staniland, L. N. (1922). Hoverflies: habits and importance. *Fruit Growers, Fruiterer, Florist and Market Gardener*, 1365, 143–144.

63. Stary, P. (1976). Biology of Areopraon lepelley. *Acta Entomologica Bohemoslovaca*, 73, 312–317.
64. Toyoshima, A. (1938). Studies on Aphelinus mali. *Apple Experiment Station Aomori Report*, 1, 23.
65. Verma, K. L., Singh, M. (1985). Biological agents against apple pests. *Pesticides*, 19, 54.
66. Wearing, C. H. (2010). Biological control of woolly apple aphid in New Zealand. *Journal of Crop and Horticultural Science*, 38(4), 255–273. https://doi.org/10.1080/01140671.2010.524189.
67. Withycombe, C. L. (1924). Economic value of Neuroptera. *Annals of Applied Biology*, 11, 12–25.
68. Zaka-Ur-Rab, Md. (1972). Syrphus confrater as predator of woolly aphid. *Indian Journal of Entomology*, 34, 348–349.
69. Zhou, H., Yu, Y., Tan, X., Chen, A., Feng, J. (2014). Biological control of insect pests in apple orchards in China. *Biological Control*, 68(1), 47–56. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2013.06.009.

Annotation

Todosiychuk I. V., Krykunov I. V.

Biotic factors regulating the amount of blood aphid

The article highlights the species composition and effectiveness of natural enemies of the woolly apple aphid (Eriosoma lanigerum Hausmann) in various countries around the world. It has been established that the population of Eriosoma lanigerum Hausmann is regulated globally by 85 species of predatory insects, five species of Hymenopteran endoparasitoids, two species of Acari (ectoparasites), seven species of fungal pathogens, one species of entomopathogenic nematode, and a plant whose seeds exhibit a bioinsecticidal effect.

All predatory insects feeding on Eriosoma lanigerum belong to five orders—Coleoptera, Diptera, Neuroptera, Dermaptera, and Hemiptera and six families: Coccinellidae, Syrphidae, Chrysopidae, Hemerobiidae, Forficulidae, and Lygaeidae. The most numerous group of predators is the family Coccinellidae, which includes 36 species 43% of all predatory insects associated with the woolly apple aphid. The second largest group is Diptera, represented by 24 species of the Syrphidae family. It has been determined that, in addition to the specialized endoparasitoid Aphelinus mali, which has been introduced into all apple-growing regions for the control of Eriosoma lanigerum, the aphid population may also be effectively regulated by ladybirds such as Coccinella transversoguttata Fald. And Hippodamia convergens Guer.; hoverflies such as Heringia calcarata Loew, Eupeodes americanus Wiedemann, and Syrphus rectus Osten-Sacken; green lacewings; the common earwig; two ectoparasites of the family Erythraeidae (subclass Acari): Balaustium putmani Smiley and Allothrombium fuliginosum Herm.; two fungal pathogens Metarhizium robertsii and Metarhizium pinghaense; the entomopathogenic nematode Steinernema carpocapsae.

Key words: *woolly apple aphid, Eriosoma lanigerum Hausmann, biological control, population regulators, entomophages, predatory insects, parasitic insects, fungal pathogens, bioinsecticide.*