

Т. Р. Стефановська, Л. П. Кава,
В. В. Підліснюк, А. Томчак

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ І ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНІЗМІВ У БІОЛОГІЧНОМУ ЗАХИСТІ РОСЛИН

Допущено
Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник
для фахівців напряму «Захист рослин»
у вищих навчальних закладах
II-IV рівнів акредитації

Київ
«Агроосвіта»
2014

УДК 595.7:632.937(075.8)
ББК 44.686я73
Т38

Гриф надано Міністерством освіти
і науки України (лист від 18.09.2013
№ 1/11-14182)

Автори:

Т.Р. Стефановська — доцент кафедри ентомології ім. проф. М.П. Дядечка, Національний університет біоресурсів і природокористування України;
Л.П. Кава — доцент кафедри ентомології ім. проф. Дядечка М.П., Національний університет біоресурсів і природокористування України;
В.В. Підліснюк — професор кафедри навколишнього середовища, університет Матей-Бела, Словаччина;
А. Томчак — професор, завідувач кафедри прикладної Ентомології, Варшавський університет наук про життя, Польща

Рецензенти:

М.М. Доля — д. с.-г. н., професор кафедри ентомології ім. проф. М.П. Дядечка, Національний університет біоресурсів і природокористування України;
В.Т. Саблук — д. с.-г. н., заввідділу ентомології і фітопатології, Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН;
А.П. Галкін — д. біол. н., Інститут харчової технології та геноміки

Консультанти:

Патрік Де Клерк — професор лабораторії Агрозоології, Університет Генту, Бельгія;
Едвін Льюїс — професор департаменту Ентомології / Нематології, Університет Каліфорнії в м. Девіс, США

Т38 **Технологія** вирощування і використання організмів у біологічному захисті рослин : навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / [Стефановська Т.Р., Кава Л.П., Підліснюк В.В., Томчак А.]. — К. : «Агроосвіта», 2014. — 254 с. ISBN 978-617-7283-03-3

Висвітлено теоретичні основи технологій масового (промислового) розведення корисних агентів для біологічного контролю шкідливих організмів. Оцінено сучасний стан розведення паразитів та хижаків, що використовуються для захисту рослин. Розглянуто новітні технології лабораторного та промислового розведення фіто-, ентомо- та акарифагів (комах, кліщів та нематод) з використанням штучних поживних середовищ та комах-господарів. Висвітлено підходи для оптимізації та поліпшення процесів розведення паразитів і хижаків.

Для студентів вищих навчальних закладів за напрямками «Агрономія» та «Захист рослин», фахівців із розведення ентомо- та акарифагів, фермерів, орендарів, садівників-аматорів. Видання може бути корисним для поглиблення знань з екологічних критеріїв, що використовуються для регулювання чисельності шкідливих організмів.

УДК 595.7:632.937
ББК 44.686я73
ISBN 978-617-7283-03-3

© Стефановська Т.Р., Кава Л.П.,
Підліснюк В.В., Томчак А. 2014



SZKOŁA GŁÓWNA
GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO
W WARSZAWIE



UDK 595.7:632.937(075.8)

BBK 44.686я73

T38

*Approved by the Ministry of Education and
Science of Ukraine (letter issued on September,
18th, 2013 № 1/11-14182)*

Authors:

T. Stefanovska — Associate Professor, Department of Entomology named after Mykola Dyadechko, National University of Life and Environmental Science of Ukraine;

L Kava — Associate Professor, Department of Entomology named after Mykola Dyadechko, National University of Life and Environmental science of Ukraine;

V. Pidlisnyuk — Professor, Department of Environment, Matej Bell University, Slovakia;

A. Tomczyk — Professor, Head of Department of Applied Entomology, Warsaw University of Life Science, Poland

Reviewers:

M. Dolya — Dr.Sc., Professor, Department of Entomology, National University of Life and Environmental Science of Ukraine;

V. Sabluk — Dr.Sc., Head of Plant Protection Department, Institute of Energy Feedstocks and Sugar Beet, National Academy of Agrarian Sciences, Ukraine;

A. Galkin — Dr.Sc., Institute of Food Technology and Genomics, National Academy of Science of Ukraine

Consultants:

Patric de Clerk — Professor, Laboratory of Agrozoology, Gent University, Belgium;

Edwin Lewis — Professor, Department of Entomology/Nematology, University of California in Davis, USA

T38 **The technology** for cultivation and using organisms in biological plant protection : Class Book / [Stefanovska T. , Kava L., Pidlisnyuk V., Tomczyk A.] — K. : «Agrosvita», 2014. — 254 p.
ISBN 978-617-7283-03-3

The book gives theoretical look at the technologies for useful agents' mass cultivation for biological control of pests. It reflects the current state of technologies of mass cultivation of parasites and predators using at the biological control of pests. The modern laboratory technology and mass cultivation of phytophagous and entomo-akari phagous (insects, mites and nematodes) on artificial diet and insect host are presented. The ways for optimization the parameters and improving overall process of cultivation parasites and predators are overviewed.

The Class Book is written for students education and specialized in «Agronomy» and «Plant Protection», professionals working for big scale and small scale companies of beneficial insects, and farmers. It may have interests for those who want to deepening knowledge on ecological approaches to pest regulation.

УДК 595.7:632.937

ББК 44.686я73

ISBN 978-617-7283-03-3

© Stefanovska T., Kava L.,
Pidlisnyuk V., Tomczyk A. 2014

ВСТУП

Використання хімічного контролю шкідливих організмів — невід’ємна складова технологій вирощування сільськогосподарських культур. Щорічно у світі використовується близько 3 млн т пестицидів. Їх залишки виявляються в 40 % зразків зерна, ягід, плодів і овочів. Щорічно реєструється 25 млн випадків отруєння пестицидами, в тому числі 20 тис. смертельних. Тривалий досвід використання хімічного контролю шкідливих організмів у захисті рослин показав негативний вплив використання пестицидів на навколишнє середовище, здоров’я людини та на корисні організми. Надзвичайно важливою проблемою є стійкість шкідливих організмів до пестицидів. Нарощувальне у світі занепокоєння постійно зростає внаслідок послаблення контролю над використанням хімічних пестицидів, особливо в країнах, що розвиваються, країнах з перехідною економікою і слаборозвинених країнах. СОТ вимагає сплачувати екологічне мито на сільськогосподарську сировину та продовольчі товари, імпортовані з цих країн. Це викликано тим, що контроль використовуваних і знову введених на ринок хімічних пестицидів на біобезпеку за останні 30 років не поліпшився. За даними ФАО-ВОЗ стосовно впливу на здоров’я людини є дані лише про 10 % використовуваних хімічних пестицидів, обмежена інформація щодо токсичності — для 25 %, дуже обмежена інформація — для 22 та інформації взагалі немає — для понад 40 % широко застосовуваних хімічних пестицидів.

Біологічний контроль шкідливих організмів заслуговує на увагу як альтернатива повної заміни хімічних пестицидів або використання в інтегрованих системах захисту рослин. З середини ХХ століття виникла потреба у масовому розведенні багатьох фіто- та зоофагів, до того ж не тільки комах, а також кліщів та нематод з метою їх використання для біологічного контролю шкідливих організмів, що спричинюють зниження врожайності сільськогосподарських культур. Швидкий розвиток комерційного біологічного контролю шкідливих організмів ґрунтується на масовому виробництві природних ворогів, зокрема комах, кліщів, нематод, вірусів, грибів, найпростіших та бактерій.

Масове виробництво зоофагів — це кваліфікована і чітко визначена процедура розведення видів ентомофагів у інсектаріях (біофабриках), що забезпечує економічно виправдане виробництво мільйонів корисних організмів, що використовують для біологічного контролю шкідників сільськогосподарських культур. Перший крок у програмі масового розведення — це вирощування зоофага на природному господареві (шкіднику). Наступний крок у напрямі

здешевлення масового вирощування корисних організмів для використання у захисті рослин є перехід від природного джерела живлення (рослина) до штучного субстрату для вирощування господаря. Значним прогресом у сфері масового виробництва комах стало відкриття можливості їх вирощування на штучному середовищі, зроблене у минулому столітті. Застосування штучного середовища є значно дешевшим, але, здебільшого призводить до зниження якості вихідного матеріалу. Відомо, що 750 видів, головним чином, рослиноїдних комах можна успішно вирощувати на штучному живленні, але лише близько двох десятків видів можна вирощувати протягом кількох поколінь на цілковитій штучній дієті. Тому технології розведення корисних членистоногих на штучних середовищах у великих обсягах розроблені для трохи більше ніж 20 видів, зокрема для видів з родів *Trichogramma*.

Навчальний посібник, що пропонується вашій увазі, має на меті ознайомити студентів з теоретико-методологічними основами розведення зоофагів (комахи, кліщі, нематод) для використання в біологічному контролі шкідливих організмів, а зокрема комах, кліщів та бур'янів. У ньому також наведено інформацію про сучасний стан розвитку та практичне використання масових технологій розведення ентомоакарифагів та ентомопатогенних нематод.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВЕДЕННЯ КОРИСНИХ ОРГАНІЗМІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОСЛИН

Біологічний контроль — це використання одних організмів для обмеження чисельності інших. Найбільш широкого застосування в обмеженні чисельності шкідливих видів біологічний контроль набув наприкінці ХІХ століття.

Серед видів біологічного контролю виділяють:

- 1) природний;
- 2) прикладний.

Природний біологічний контроль — це регуляція чисельності шкідливих організмів їхніми природними ворогами. Цей вид контролю існує вже майже 500 мільйонів років та відбувається протягом усієї еволюції, починаючи з найперших наземних екосистем, без втручання людини та з економічного погляду залишається найбільшим ефективним видом біологічного контролю.

Прикладний біологічний контроль — це поповнення або введення в аграрні екосистеми корисних видів, що є в недостатній кількості або відсутні. Один з його напрямів — використання речовин, що регулюють розвиток та розмноження комах (наприклад, гормонів).

Прикладний біологічний контроль буває:

- 1 **Класичний** (інтродукція та акліматизація природних ворогів шкідливих організмів).
- 2 **Охоронний та консервувальний** з використанням двох стратегій:
 - збереження та активізація природних ворогів шкідливих організмів;
 - переселення природних ворогів у межах ареалу їх існування.
- 3 **Відтворювальний** (поповнення фітоценозів видами природних ворогів, яких недостатньо) з використанням двох стратегій:
 - наводнення природних ворогів;
 - сезонна колонізація природних ворогів.

За класичного біологічного контролю природних ворогів збирають на території, звідки походить шкідник, і потім випускають там, де шкідник був випадково інтродукований.

Цей вид біологічного контролю спрямований на збільшення чисельності природних ворогів упродовж кількох років і подальше регулювання чисельності популяцій шкідників. Застосовується на територіях, заселених новими, непритаманними їм шкідниками та за відсутності природних ворогів. Цей метод почали широко застосовувати найпершим, тому він і має назву «класичний».

Відтворювальний тип біоконтролю використовують у тому випадку, коли природний ворог існує на певній території, але чисельність його не значна або цикл його розвитку не збігається з шкідливим організмом.

Для забезпечення використання природних ворогів для класичного та відтворювального контролю шкідників у великих кількостях їх почали масово вирощувати на біологічних фабриках. Історія масового виробництва природних ворогів та їх реалізації охоплює період близько 120 років. У сільському господарстві цей напрям залишається екологічно та економічно успішною альтернативою хімічній боротьбі зі шкідниками.

За оцінюванням науковців, класичний біологічний контроль використовується на 10 % культивованих земель. Протягом останніх 120 років було залучено 165 видів ентомофагів для регуляції чисельності шкідливих організмів. Підраховано, що 230 видів природних ворогів виробляються та продаються по всьому світу. Для періодичного випуску та для підсилення біологічного контролю їх застосовують на більше ніж 100 видах шкідників і на приблизно 0,4 % від загальної площі орних земель у світі. Збільшення обсягів відтворюючого біологічного контролю відбувається державним коштом та передбачає підвищення потужності промислових біофабрик. Зараз відтворюючий напрям біоконтролю знаходиться у критичній фазі, хоча протягом останніх десятиліть він перейшов від «аматорського» до професійного виробництва. За цей час було виявлено багато ефективних видів природних ворогів, розроблені стандарти контролю якості, методики для масового виробництва, відвантаження і випуску.

Останні дані свідчать, що існує понад 170 видів природних ворогів, які використовуються у біологічному контролі в Європі. Майже 230 видів безхребетних природних ворогів, що належать до десяти таксономічних груп, 2010 року було використано у захисті від шкідників у всьому світі. Більшість видів належить до членистоногих (219 з 230 видів $\approx 95,2\%$), один — до Mollusca і десять — до нематод. Членистоногі включають чотири таксономічні групи: в першу чергу Hymenoptera (52,2 %, 120 видів), Acari (13,1 %, 30 видів), Coleoptera (12,2 %, 28 видів) і Heteroptera (8,3 %, 19 видів) (рис. 1). Велика кількість перетинчастокрилих, що використовуються за біологічного контролю, пояснюється наступним: порівняно з хижаками перетинчастокрилі паразити мають більш обмежене коло господарів, що важливо у запобіганні побічним ефектам. Хижі кліщі відзначаються масовим розвитком, їх можна розселяти механічним способом, а також вони можуть знищувати кілька видів шкідників та невеликі за розмірами, що виключає негативний вплив на неці-

льові види. Класичним прикладом ефективного масового виробництва кліщів став *Amblyseius swirskii*.

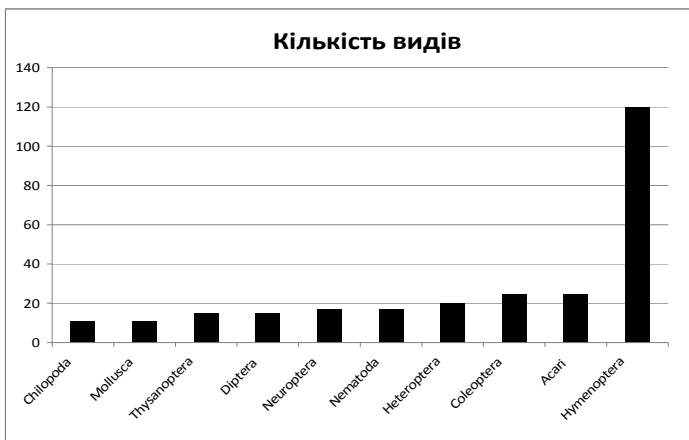


Рис. 1. Таксономічні групи природних ворогів, що використовуються для відтворюючого біологічного контролю з 1900 по 2010 рік (за Ван Ленгерен, 2011)

Таблица 1

Ринок природних ворогів, що використовуються для відтворюючого напрямку у біологічному контролі (за Ван Ленгерен, 2011)

Вид	Ряд	Регіон, де використовується	Шкідник, проти якого використовується	Рік першого випуску	Ринковий показник *
1	2	3	4	5	6
<i>Adalia bipunctata</i>	Coleoptera	Європа, Північна Америка	попелиці	1998	S
<i>Aleochara bilineata</i>	Coleoptera	Європа	кореневі мухи	1995	S
<i>Aeolothrips intermedius</i>	Thysanoptera	Європа	трипси	2000	S
<i>Aleurodothrips fasciapennis</i>	Thysanoptera	Європа	діаспідиди	1990	S
<i>Amblyseius andersoni</i>	Acari	Європа, Північна Америка, Азія	кліщі	1995	S

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
<i>Amblyseius largoensis</i>	Acari	Європа	кліщі	1995	S
<i>Amblyseius limonicus</i>	Acari	Європа	кліщі, трипси	1995	S
<i>Amblyseius swirskii</i>	Acari	Європа, Африка та Північна, Південна, Північна і Латинська Америки, Азія	кліщі, трипси, білокрилки	2005	L
<i>Amblyseius womersleyii</i>	Acari	Азія	кліщі	2005	L
<i>Ampulex compressa</i>	Hymenoptera	Європа	таргани	1990	S
<i>Anagrus atomus</i>	Hymenoptera	Європа	цикадки	1990	S
<i>Anagyrus dactylopii</i>	Hymenoptera	Європа	червчики	1995	S
<i>Anagyrus fusciventris</i>	Hymenoptera	Європа	червчики	1995	S
<i>Anagyrus pseudococci</i>	Hymenoptera	Європа, Північна Америка	червчики	1995	S
<i>Anaphes iole</i>	Hymenoptera	Європа	клопи	1990	S
<i>Anthocoris nemoralis</i>	Heteroptera	Європа, Північна Америка	листо- блїшки	1990	S
<i>Anthocoris nemorum</i>	Heteroptera	Європа	листо- блїшки, трипси	1992	S
<i>Aphelinus abdominalis</i>	Hymenoptera	Європа, Африка Північна Америка, Азія	попелиці	1992	M
<i>Aphelinus asychis</i>	Hymenoptera	Азія	попелиці	2005	S
<i>Aphelinus mali</i>	Hymenoptera	Європа	попелиці	1980	S
<i>Aphelinus varipes</i>	Hymenoptera	Європа	попелиці	2000	S
<i>Aphidius colemani</i>	Hymenoptera	Європа, Африка та Північна і Південна Америка, Азія,	попелиці	1991	L

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
<i>Aphidius ervi</i>	Hymenoptera	Європа, Африка Північна і Латинська Америка, Азія	попелиці	1996	L
<i>Aphidius gifuensis</i>	Hymenoptera	Азія	попелиці	2005	M
<i>Aphidius matricariae</i>	Hymenoptera	Європа, Північна Америка	попелиці	1980	M
<i>Aphidius transcaspinus</i>	Hymenoptera	Південна Африка	попелиці	2005	M
<i>Aphidius urticae</i>	Hymenoptera	Європа	попелиці	1990	S
<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	Diptera	Європа, Африка та Північна і Південна Америка, Азія	попелиці	1989	L
<i>Aphytis diaspidis</i>	Hymenoptera	Європа	діаспідиди	1990	S
<i>Aphytis holoxanthus</i>	Hymenoptera	Європа	діаспідиди	1996	S
<i>Aphytis lepidosaphes</i>	Hymenoptera	Європа	діаспідиди	1985	S
<i>Aphytis lingnanensis</i>	Hymenoptera	Європа, Африка Південна Америка	діаспідиди	1906	L
<i>Aphytis melinus</i>	Hymenoptera	Європа, Північна Америка	діаспідиди	1961	L
<i>Aphytis</i> spp. Peru	Hymenoptera	Латинська Америка	діаспідиди	1990	M
<i>Aprostocetus hagenovii</i>	Hymenoptera	Європа	таргани	1990	S
<i>Arrhenophagus albitibiae</i>	Hymenoptera	Європа	діаспідиди	1990	S
<i>Blastothrix brittanica</i>	Hymenoptera	Європа	кокциди	2005	S
<i>Bracon hebetor</i>	Hymenoptera	Європа, Північна Америка	лускокрилі	1980	S
<i>Brontocoris tabidus</i>	Hymenoptera	Латинська Америка	лускокрилі	1990	S
<i>Cales noacki</i>	Hymenoptera	Європа	білокрилки	1970	S

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
<i>Carcinops pumilio</i>	Coleoptera	Північна Америка	двокрилі	1990	S
<i>Cephalonomia stephanoderis</i>	Hymenoptera	Латинська Америка	твердокрилі	1990	L
<i>Chilocorus baileyi</i>	Coleoptera	Європа	діаспідиди	1992	S
<i>Chilocorus bipustulatus</i>	Coleoptera	Європа	несправжні щитівки	1992–2005	S
<i>Chilocorus circumdatus</i>	Coleoptera	Європа	несправжні щитівки	1902	S
<i>Chilocorus nigritus</i>	Coleoptera	Європа, Південна Африка	несправжні щитівки	1985	S
<i>Chrysoperla (=Chrysopa) carnea</i>	Neuroptera	Європа, Африка Північна і Латинська Америка, Азія	попелиці	1970	M
<i>Chrysoperla externa</i>	Neuroptera	Латинська Америка	лускокрилі	1980	L
<i>Chrysoperla spp. Peru</i>	Neuroptera	Латинська Америка	попелиці	1990	L
<i>Chrysoperla rufilabris</i>	Neuroptera	Європа, Північна Америка	попелиці	1970	S
<i>Clitostethus arcuatus</i>	Coleoptera	Європа	білокрилки	1997	S
<i>Coccidencyrtus ochraceipes</i>	Hymenoptera	Європа	несправжні щитівки	1995	S
<i>Coccidoxenoides perminutus</i>	Hymenoptera	Європа, Африка Північна та Південна Америка	несправжні щитівки та червчики	1995	S
<i>Coccinella septempunctata</i>	Coleoptera	Європа	попелиці	1980	S
<i>Coccophagus cowperi</i>	Hymenoptera	Європа	щитівки, червчики	1985	S
<i>Coccophagus gurneyi</i>	Hymenoptera	Європа	червчики	1985	S
<i>Coccophagus lycimnia</i>	Hymenoptera	Європа	щитівки	1988	S

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
<i>Coccophagus pulvinariae</i>	Hymenoptera	Європа	щитівки	1990	S
<i>Coccophagus rusti</i>	Hymenoptera	Європа	щитівки	1988	S
<i>Coccophagus scutellaris</i>	Hymenoptera	Європа	щитівки	1986	S
<i>Coccophagus spp. Peru</i>	Hymenoptera	Латинська Америка	щитівки	1990	M
<i>Coenosia attenuata</i>	Diptera	Європа	двокрилі, білокрилки	1996	S
<i>Comperiella bifasciata</i>	Hymenoptera	Європа	несправжні щитівки	1985	S
<i>Coniopteryx tineiformis</i>	Neuroptera	Європа	попелиці, кліщі	1990–2005	S
<i>Conwentzia psociformis</i>	Neuroptera	Європа	попелиці, кліщі	1990–2005	S
<i>Cotesia flavipes</i>	Hymenoptera	Латинська Америка	лускокрилі	1974	L
<i>Cotesia glomerata</i>	Hymenoptera	Європа	лускокрилі	1995	S
<i>Cotesia rubecola</i>	Hymenoptera	Європа	лускокрилі	2000	S
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	Coleoptera	Європа, Африка Північна, Південна і Латинська Америка, Азія	несправжні щитівки, червчики	1917	L
<i>Cybocephalus nipponicus</i>	Coleoptera	Північна Америка	щитівки	2000	S
<i>Dacnusa sibirica</i>	Hymenoptera	Європа, Африка Північна, Південна і Латинська Америка, Азія	двокрилі	1981	L
<i>Dalotia (Atheta) coriaria</i>	Coleoptera	Європа, Північна Америка, Азія,	двокрилі, трипси	2000	S
<i>Delphastus catalinae</i>	Coleoptera	Європа, Північна Америка	білокрилки	1985	S
<i>Delphastus pusillus</i>	Coleoptera	Європа, Північна Америка	білокрилки	1993	M

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
<i>Diglyphus begini</i>	HyMENoptera	Латинська Америка	двокрилі	2000	M
<i>Dicyphus errans</i>	HyMENoptera	Європа	двокрилі	2000	S
<i>Diglyphus isaea</i>	HyMENoptera	Європа, Африка Північна, Південна, і Латинська Америка, Азія	двокрилі	1984	L
<i>Dicyphus hesperus</i>	HyMENoptera	Європа	білокрилки	2000–2005	L
<i>Dicyphus hesperus</i>	HyMENoptera	Північна Америка	білокрилки	1995	M
<i>Diomus spec.</i>	Coleoptera	Європа	щитівки	1990	S
<i>Encarsia citrina</i>	HyMENoptera	Європа	несправжні щитівки	1984	S
<i>Encarsia guadeloupae</i>	HyMENoptera	Європа	білокрилки	1990–2000	S
<i>Encarsia hispida</i>	HyMENoptera	Європа	білокрилки	1990–2000	S
<i>Encarsia formosa</i>	HyMENoptera	Європа, Африка Північна, Південна, Латинська Америка, Азія	білокрилки	1926	L
<i>Encarsia protransvena</i>	HyMENoptera	Європа	білокрилки	1990–2005	S
<i>Encarsia tricolor</i>	HyMENoptera	Європа	білокрилки	1985	S
<i>Encyrtus infelix</i>	HyMENoptera	Європа	щитівки	1990	S
<i>Encyrtus lecaniorum</i>	HyMENoptera	Європа	щитівки	1985	S
<i>Episyrphus balteatus</i>	Diptera	Європа	попелиці	1990	M
<i>Eretmocerus corni</i>	HyMENoptera	Латинська Америка	білокрилки	2000	S
<i>Eretmocerus eremicus</i>	HyMENoptera	Європа	білокрилки	1995–2002	L

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
<i>Eretmocerus eremicus</i>	Hymenoptera	Африка, Північна, Південна і Латинська Америка, Азія	білокрилки	1995	L
<i>Eretmocerus mundus</i>	Hymenoptera	Європа, Африка, Північна Південна, Латинська Америка, Азія	білокрилки	2001	L
<i>Eretmocerus warrae</i>	Hymenoptera	Європа	білокрилки	2000	L
<i>Euseius finlandicus</i>	Acari	Європа	кліщі	2000	S
<i>Euseius scutalis</i>	Acari	Європа	кліщі	1990	S
<i>Exochomus laeviusculus</i>	Coleoptera	Європа	попелиці, щитівки	1988	S
<i>Exochomus quadripustulatus</i>	Coleoptera	Європа	попелиці, щитівки	2000	S
<i>Feltiella acarisuga</i> (= <i>Therodiplosis persicae</i>)	Diptera	Європи, Північна і Латинська Америка	кліщі	1990	M
<i>Franklinothrips megalops</i> (= <i>myrmicaeform</i>)	Thysanoptera	Європа	трипси	1992	S
<i>Franklinothrips vespiformis</i>	Thysanoptera	Європа, Азія	трипси	1990	S
<i>Galendromus</i> (<i>Typhlodromus</i>) <i>occidentalis</i>	Acari	Північна Америка	кліщі	1969	L
<i>Galeolaelaps</i> (<i>Hypoaspis</i>) <i>aculeifer</i>	Acari	Європа, Північна Африка, Північна Америка, Азія	двокрилі, трипси, кліщі	1995	L
<i>Geocoris punctipes</i>	Heteroptera	Північна Америка	лускокрилі, білокрилки	2000	S

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
<i>Goniozus legneri</i>	Hyменoptera	Північна Америка	лускокрилі	1990	S
<i>Gyranusoidea litura</i>	Hyменoptera	Європа	червчики	1990	M
<i>Harmonia axyridis</i>	Coleoptera	Європа, за винятком Франції	попелиці	1995–2005	L
<i>Harmonia axyridis</i>	Coleoptera	Північна Америка, Азія	попелиці	1990	L
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Nematoda	Європа, Північна Африка, Північна Америка,	твердокрилі	1984	L
<i>Heterorhabditis bateriopora</i>	Nematoda	Азія	твердокрилі	2000	L
<i>Heterorhabditis megidis</i>	Nematoda	Європа, Північна Америка	твердокрилі	1990	L
<i>Heterorhabditis zealandica</i>	Nematoda	Австралія	твердокрилі	1990	L
<i>Hippodamia convergens</i>	Coleoptera	Європа	попелиці	1993	S
<i>Hippodamia variegata</i>	Coleoptera	Австралія	попелиці	2000	S
<i>Holobus flavicornis</i>	Coleoptera	Європа	кліщі	2000	S
<i>Iphiseius (Amblyseius) degenerans</i>	Acari	Європа, Північна Америка	трипси	1993	M
<i>Kampimodromus aberrans</i>	Acari	Європа	кліщі	1960–1990	S
<i>Karnyothrips melaleucus</i>	Thysanoptera	Європа	діаспідиди	1985	S
<i>Lamyctinus coeculus</i>	Chilopoda	Європа	багатоніжки	1995	S
<i>Leptomastidea abnormis</i>	Hyменoptera	Європа, Північна Америка	червчики	1984	S
<i>Leptomastix dactylopii</i>	Hyменoptera	Європа, Північна Америка, Північна Африка	червчики	1984	M
<i>Leptomastix epona</i>	Hyменoptera	Європа	червчики	1992	S

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
<i>Leptomastix hystrio</i>	Hymenoptera	Європа	червички	1995	S
<i>Lixophaga diatraea</i>	Diptera	Латинська Америка	луско-крилі	1980	L
<i>Lydella minense</i>	Diptera	Латинська Америка	твердо-крилі	1990	L
<i>Lysiphlebus fabarum</i>	Diptera	Європа	кліщі	1990	S
<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	Hymenoptera	Європа	кліщі	1990	S
<i>Macrocheles robustulus</i>	Acari	Європа	двокрилі, трипси, кліщі	2010	L
<i>Macrolophus caliginisus</i>	Heteroptera	Європа	біло-крилки	2005	M
<i>Macrolophus pygmaeus (nubilis)</i>	Heteroptera	Європа, Північна Америка, Північна Африка	біло-крилки	1994	L
<i>Mallada signata</i>	Neuroptera	Австралія	кліщі, трипси, біло-крилки	2000	L
<i>Mesoseiulus longipes</i>	Acari	Північна Америка	кліщі	1989	L
<i>Metaphycus flavus</i>	Hymenoptera	Європа, Північна Америка	щитівки	1995	S
<i>Metaphycus helvolus</i>	Hymenoptera	Європа, Австралія	щитівки	1943	S
<i>Metaphycus lounsburyi (bartletti)</i>	Hymenoptera	Європа, Австралія	кокциди	1902	S
<i>Metaphycus stanleyi</i>	Hymenoptera	Європа	кокциди	1990	S
<i>Metaphycus swirskii</i>	Hymenoptera	Європа	кокциди	1995	S
<i>Metaphycus spp. Peru</i>	Hymenoptera	Латинська Америка	кокциди	1990	S
<i>Metaseiulus occidentalis</i>	Acari	Європа	кліщі	1985	S
<i>Meteorus gyrator</i>	Hymenoptera	Європа	луско-крилі	2005	S
<i>Micromus angulatus</i>	Neuroptera	Азія	кліщі	2005	S

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
<i>Micromus tasmaniae</i>	Neuroptera	Австралія, Нова Зеландія	кліщі, трипси, білокрилки, лускокрилі	2000	S
<i>Microterys flavus</i>	Hymenoptera	Європа	кокциди	1987	S
<i>Microterys nietneri</i>	Hymenoptera	Європа	кокциди	1987	S
<i>Muscidifurax raptor</i>	Hymenoptera	Північна і Латинська Америка	двокрилі	1970	L
<i>Muscidifurax raptorellus</i>	Hymenoptera	Північна Африка, Північна Америка	двокрилі	1970	M
<i>Muscidifurax zaraptor</i>	Hymenoptera	Європа, Північна Америка	двокрилі	1982	M
<i>Nabis pseudoferus ibericus</i>	Heteroptera	Європа	лускокрилі	2009	S
<i>Nasonia vitripennis</i>	Hymenoptera	Європа, Північна Америка	двокрилі	1970	S
<i>Neochrysocharis formosa</i>	Hymenoptera	Азія	двокрилі	1990	M
<i>Neoseiulus (Amblyseius) barkeri</i>	Acari	Європа	трипси	1981	S
<i>Neoseiulus (Amblyseius) californicus</i>	Acari	Європа, Північна і Південна Африка, Північна і Латинська Америка, Азія	кліщі	1985	L
<i>Neoseiulus (Amblyseius) cucumeris</i>	Acari	Європа, Північна, Південна Африка, Північна і Латинська Америка, Азія	кліщі, трипси	1985	S
<i>Neoseiulus (Amblyseius) allacis</i>	Acari	Європа, Північна Америка	кліщі	1997	S

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6
<i>Neoseiulus wearnei</i>	Acari	Австралія	кліщі	2000	S
<i>Nephus includens</i>	Coleoptera	Європа	червчики	2000	S
<i>Nephus reunioni</i>	Coleoptera	Європа	червчики	1990	S
<i>Nesidiocoris tenuis</i>	Heteroptera	Європа, Північна Африка, Азія	білокрилки, лускокрилі	2003	L
<i>Ooencyrtus kuvanae</i>	Hymenoptera	Європа	лускокрилі	1923	S
<i>Ooencyrtus pityocampae</i>	Hymenoptera	Європа	лускокрилі	1997	S
<i>Orphelosia crawfordi</i>	Hymenoptera	Європа	кокциди, червчики	1980	S
<i>Ophyra aenescens</i>	Diptera	Європа, Північна Америка	двокрилі	1995	S
<i>Opius pallipes</i>	Hymenoptera	Європа	двокрилі	1980	S
<i>Orgilus obscurator</i>	Hymenoptera	Латинська Америка	лускокрилі	1990	L
<i>Orius albidipennis</i>	Heteroptera	Європа	трипси	1993	S
<i>Orius armatus</i>	Heteroptera	Австралія	трипси	1990	S
<i>Orius insidiosus</i>	Heteroptera	Європа	трипси	1991–2000	L
<i>Orius insidiosus</i>	Heteroptera	Північна і Латинська Америки	трипси	1985	L
<i>Orius laevigatus</i>	Heteroptera	Європа, Північна Африка, Азія	трипси	1993	L
<i>Orius majusculus</i>	Heteroptera	Європа	трипси	1993	M
<i>Orius minutus</i>	Heteroptera	Європа	трипси	1993	S
<i>Orius strigicollis</i>	Heteroptera	Азія	трипси	2000	M

*Ринковий показник (обсяги продажу) L – великий (від ста тисяч до мільйона особин на тиждень), M – середній (від десяти тисяч до 100 тис. особин на тиждень), S – малий (від сотні до десятків тисяч на тиждень)

Першими рядами, що використовувалися для відтворюючого біологічного контролю, були перетинчастокрилі (*Metaphycus lounsburyi*) та твердокрилі (*Chilocorus circumdatus*) у 1902 році.

Екзотичні природні вороги серед комерційних видів, дозволених для використання в Африці, становлять понад 90 % (табл. 1). Аналогічна ситуація існує у Канаді, Японії, Мексиці і Південній Кореї. В Австралії, Новій Зеландії та США кількість місцевих і екзотичних природних ворогів, які використовуються, майже однакова. Дещо інша ситуація у кількох країнах Південної та Центральної Америки (Аргентина, Бразилія і Куба), де більшість природних ворогів, що використовуються для біологічного контролю, є місцевими видами (див. табл. 1). У цих регіонах останніми роками спостерігається тенденція заміни екзотичних видів місцевими. Аналогічна ситуація на європейському ринку. Наприклад, *Eretmocerus eremicus*, *e. mundus* був замінений на *Orius insidiosus*, *o. laevigatus*.

Протягом перших семи десятиліть (1900–1969) біологічний контроль поповнили 11 видів (0,11). З 1970 року кількість нових видів збільшилася від 1,2 за період 1970–1979 років до 5,5 за 1980–1989 роки та є комерційно доступною. Кульмінацією стало збільшення до 10,9 протягом 90-х років та зниження до 4,2 протягом перших десяти років XXI ст.. (рис. 2).

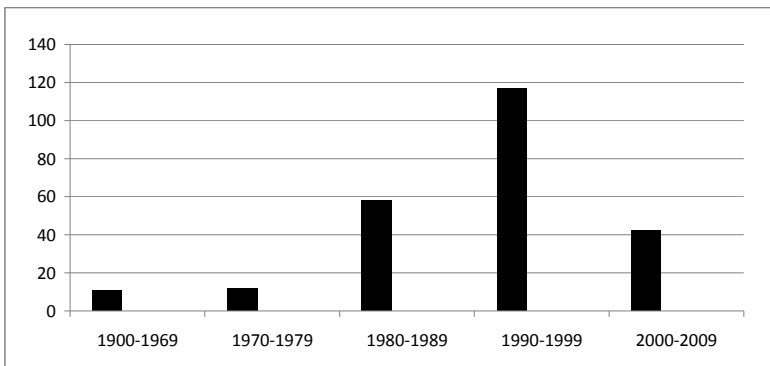


Рис. 2. Кількість природних ворогів, яких використовували для відтворюючого контролю за певні періоди часу (за Ван Лентерен, 2011)

Значне збільшення нових природних ворогів за період 1970–1999 років спричинено кількома факторами. Насамперед, у багатьох шкідників почала формуватися стійкість до інсектицидів після початку їх використання у великих масштабах у 50-х роках. Така си-

туація стимулювала пошук нових природних ворогів і розвиток комплексної боротьби зі шкідниками або інтегрованого управління чисельністю шкідливих організмів (в англійській літературі IPM, а в країнах колишнього СРСР використовують термін інтегрований захист рослин). Для культур, що вирощуються в теплицях, біологічний контроль забезпечив можливість використання медоносних бджіл та джмелів для запилення рослин. Через успішне використання цього типу запилення (зниження витрат на робочу силу і, передусім, збільшення виробництва), виробники отримали суттєву мотивацію для використання біологічного контролю і не тільки для регуляції чисельності членистоногих шкідників, а й для обмеження поширення хвороб.

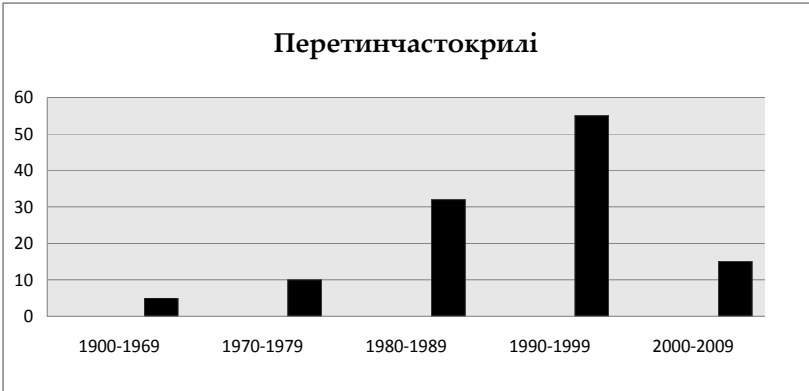
Основні причини зниження обсягів використання нових видів природних ворогів після 2000 року такі:

1) ефективні природні ентомофаги почали успішно розвиватися після їх наводнення в агроекосистеми внаслідок широкомасштабного використання відтворюючого біоконтролю за попередні роки;

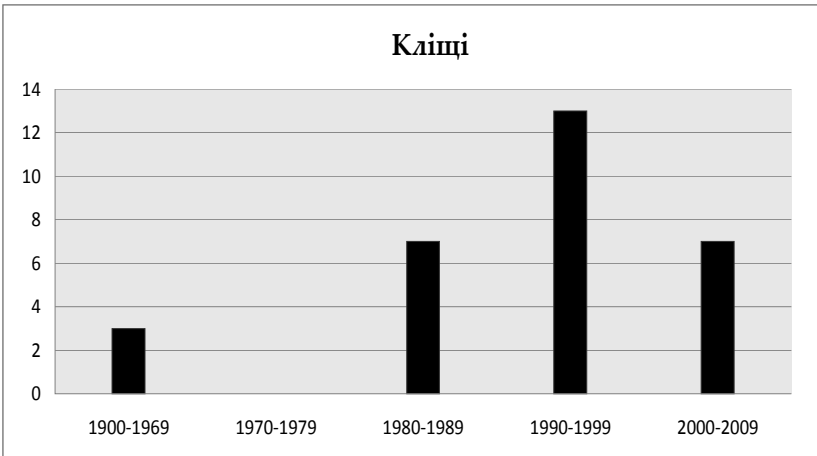
2) більш жорсткі умови регулювання імпорту екзотичних природних ворогів і реєстрації агентів біологічної боротьби негативно впливають на їх проникнення на ринок.

Кілька видів з чотирьох таксономічних груп були найбільш доступними для використання протягом тривалого часу. Пік їхнього використання спостерігався у період 1990–1999 років, з однією очевидною різницею: клопи (Hemiptera) використовувалися тільки за підсиленого контролю, починаючи з 1990 року (рис. 3).

Більшість природних ворогів (75 % — 173 з 230 видів) виробляються у малих або середніх кількостях на тиждень (від сотень до сотень тисяч). Це пояснюється незначною потребою у великих господарствах та їх застосуванням у ситуаціях, коли необхідна невелика кількість (наприклад, використання в приватних садах і т.д.). Прикладом є таксономічна група, яку переважно виробляють у невеликій кількості — Coleoptera (див. табл. 1). Природні вороги, що виробляються у кількості більше ніж 100000 на тиждень (25 % — 57 з 230 видів) можуть бути розподілені на дві групи: види, які необхідні у дуже великих кількостях для випуску на невеликій площі з метою отримання достатнього контролю (кліщі і нематоди), і види для випуску за низької щільності на дуже великих площах (твердокрилі, кліщі і перетинчастокрилі на таких сільськогосподарських культурах — цитрусові, цукровий очерет і кукурудза).

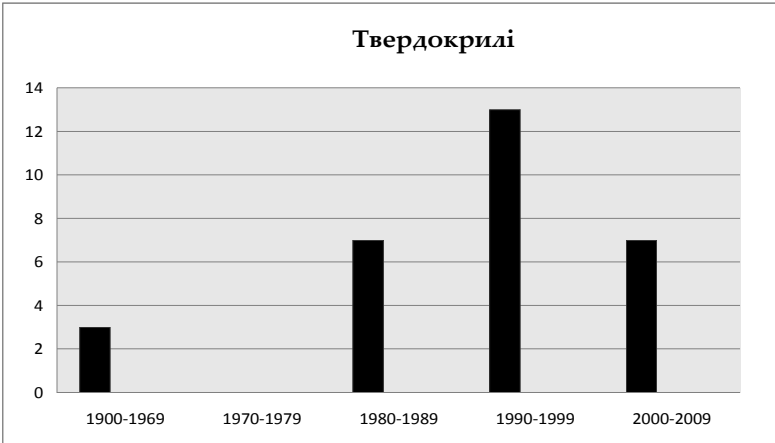


a)

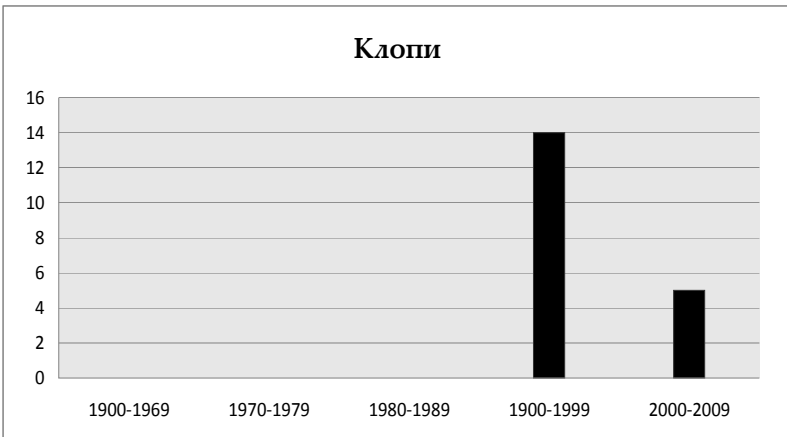


b)

**Рис. 3. Кількість доступних природних видів ентомофагів за певні періоди часу для чотирьох таксономічних груп (за Ван Ленгерен, 2011):
а) перетинчастокрилі, б) кліщі**



c)



d)

Закінчення рис. 3:
c) твердокрилі, d) клопи

Найчастіше для біологічного контролю використовують 25 видів корисних організмів, що наведені у табл. 2. Ці види становлять понад 90 % з орієнтовно € 300 мільйонів від загального світового ринку на рівні кінцевого споживача. За обсягами продажу, найбільш важливі комерційні ринки тепличних природних ворогів знаходяться у Нідерландах, Великій Британії, Франції та Іспанії, а

потім у США (рис. 4). Разом на ці країни припадає близько двох третин від загального обсягу ринку. Проте Африка, Азія та Латинська Америка теж мають значні та зростаючі ринки. Комерційний ринок польових культур є досить крихітним порівняно з тепличним ринком.

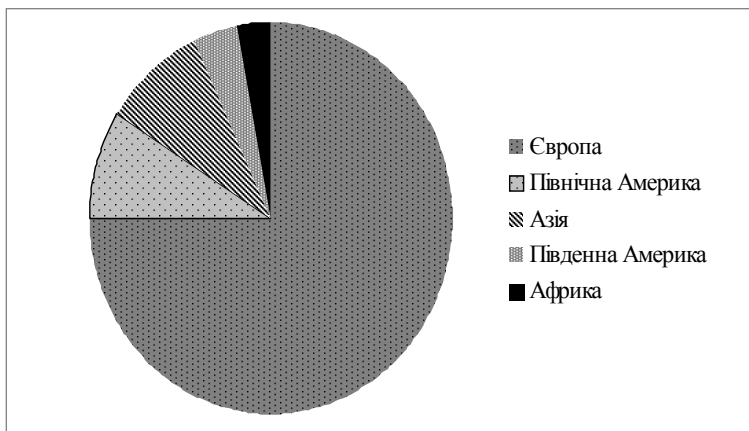


Рис. 4. Ринок комерційного використання відтворювального біоконтролю за регіонами, 2008 рік (за Ван Ленгерен, 2011)

Ентомофаги, яких використовують для відтворюючого біологічного контролю, можуть бути місцевими або екзотичними. Там, де вони є екзотичними, вони підлягають оцінюванню екологічних ризиків. Нині така процедура — звична практика у деяких країнах. Через занепокоєння з приводу імпорту та реалізації екзотичних природних ворогів і збільшення вимог до їхнього оцінювання і реєстрації більше використовують місцеві види. Про це свідчить кількість природних ворогів, які використовувалися вперше в Європі у попередніх десятиліттях (рис. 5). До 1970 року лише два види, що комерційно використовувалися в Європі, були екзотичними. Протягом наступних трьох десятиліть нові екзотичні види використовувалися частіше, ніж місцеві. За останні десять років тенденція змінилася, і вперше місцеві види були більш комерційно популярними, ніж екзотичні види.

Біологічний контроль — найбільш екологічно спрямований та економічно вигідний метод регуляції чисельності шкідливих організмів.

Таблиця 2

**Найпоширеніші ентомофаги, які використовують
за підсилюючого біологічного контролю
(за Ван Лентерен, 2011)**

Ентомофаги	Родина	Шкідник, проти якого використо- вується	Кіль- кість країн, де вико- ристо- вується	Рік пер- шого ви- пуску
1	2	3	4	5
1. <i>Amblyseius swirskii</i>	Phytoseiidae	білокрилки, трипси, кліщі	>20	2005
2. <i>Aphidius colemani</i>	Braconidae	попелиці	>20	1991
3. <i>Aphidoletes aphidimyza</i>	Cecidomyiidae	попелиці	>20	1989
4. <i>Dacnusa sibirica</i>	Braconidae	листкові мінери	>20	1981
5. <i>Diglyphus isaea</i>	Eulophidae	листкові мінери	>20	1984
6. <i>Encarsia formosa</i>	Aphelinidae	білокрилки	>20	1926
7. <i>Macrolophus pygmaeus</i> (=nubilis)	Miridae	білокрилки	>20	1994
8. <i>Neoseiulus cucumeris</i> (=Amblyseius cucumeris)	Phytoseiidae	трипс	>20	1985
9. <i>Phytoseiulus persimilis</i>	Phytoseiidae	кліщі	>20	1968
10. <i>Steinernema feltiae</i>	Steinernematidae	грибні ко- марики (сциаріди)	>15	1984
11. <i>Aphidius ervi</i>	Braconidae	попелиці	>15	1996
12. <i>Orius laevigatus</i>	Anthoridae	трипс	>15	1993
13. <i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	Coccinellidae	кокциди борошністі червчики	>15	1989
14. <i>Galeolaelaps aculeifer</i> (=Hypoaspis aculifer)	Laelapidae	Sciarids	>15	1996
15. <i>Feltiella acarisuga</i> (=Therodiplosis persicae)	Cecidomyiidae	кліщі	>15	1990

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5
16. <i>Leptomastix dactylopii</i>	Encyrtidae	борошністі червчики	>15	1984
17. <i>Stratiolaelaps miles</i> (= <i>Hypoaspis miles</i>)	Laelapidae	Sciarids	>15	1995
18. <i>Aphelinus abdominalis</i>	Aphelinidae	попелиці	>10	1992
19. <i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Heterorhabditidae	твердокрилі	>10	1984
20. <i>Heterorhabditis megidis</i>	Heterorhabditidae	твердокрилі	>10	1990
21. <i>Neoseiulus californicus</i> (= <i>Amblyseius californicus</i>)	Phytoseiidae	кліщі, трипси	>10	1985
22. <i>Eretmocerus eremicus</i>	Aphelinidae	білокрилки	>10	1995
23. <i>Eretmocerus mundus</i>	Aphelinidae	білокрилки	>10	2001
24. <i>Episyrphus balteatus</i>	Syrphidae	попелиці	>10	1990
25. <i>Trichogramma evanescens</i>	Trichogrammatidae	лускокрилі	>10	1975

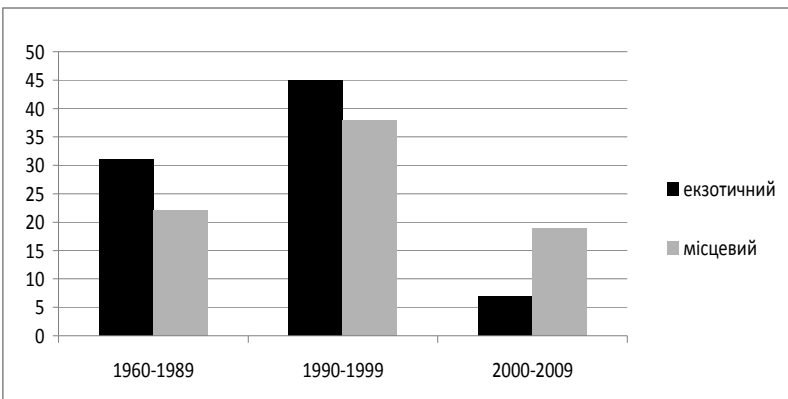


Рис. 5. Екзотичні та місцеві безхребетні природні вороги на Європейському ринку (за Ван Ленгерен, 2011)

Порівняння аспектів, пов'язаних з розвитком хімічного та біологічного контролю (за Ван Ленгерен, 2011)

	Хімічний контроль	Біологічний контроль
Кількість видів, які тестувалися	>3,5 млн	3,5
Коефіцієнт успіху (ефективності)	1:140.000	1:10
Витрати на розвиток	256 млн дол. США	2 млн дол. США
Час для розвитку	10 років	10 років
Прибуток / витрати	2:01	2,5 – 20:1
Ризик виникнення стійкості	великий	малий
Специфічність	мала	велика
Шкідливі побічні ефекти	багато	кілька

Показники ефективності хімічного контролю скоротилися від 1:50000 за 1995 рік до 1:140000 за 2008 рік, хоча витрати, пов'язані з використанням, суттєво збільшилися протягом останніх десятиліть. Витрати, пов'язані з розвитком біологічного контролю, становлять лише незначну частку порівняно з потребами на розвиток хімічного контролю.

Співвідношення доходів та витрат за біологічного контролю набагато вище, ніж за хімічного.

Ризики виникнення стійкості низькі або відсутні за біологічного контролю, а за хімічного вони високі. Низька специфічність і відсутність шкідливих побічних ефектів характерні для агентів біологічного контролю.

Більше ніж 7000 інтродукованих екзотичних членистоногих ентомофагів для управління чисельністю членистоногих шкідників нараховують майже 2700 видів у 196 країнах.

Від застосування хімічних пестицидів гине багато видів нецільових організмів у межах і за межами агроecosистеми, а також можуть бути побічні ефекти, включаючи несподівані, непрямі та довгострокові впливи на навколишнє середовище та здоров'я фермерів і споживачів.

Природний біологічний контроль охоплює 89,5 млрд га екосистем світу (землі з рослинністю), з яких 44,4 млрд га використовується для деяких форм сільськогосподарської діяльності (у тому чи-

слі ліси та луки). Природний і відтворюючий (зокрема, сезонна колонізація) біологічний контроль сприяють регуляції чисельності місцевих і чужорідних шкідників у природних і керованих екосистемах, а також у боротьбі з хворобами людини та тварин.

Найбільш широко використовуються природні вороги для класичного контролю бур'янів та комах (наприклад, *Aphelinus mali*, *Aphytis lingnanensis*, *Cotesia flavipes*, *Cryptolaemus montrouzieri*, *Rodolia cardinalis*, *Teleonemia scrupulosa*), які були введені у більш як 20 країнах по всьому світу і сприяють постійному контролю шкідливих організмів. Класичний біологічний контроль використовується на 350 млн га (10 % землі під вирощування). Екосистемні послуги, що надаються за природного та класичного біологічного контролю, мають оціночну вартість щонайменше 400 млрд дол. США на рік, що є величезною сумою, навіть порівняно з річною сумою 30 млрд дол. США, яка витрачається на хімічних засоби регулювання чисельності шкідників.

Біологічний контроль має суттєві переваги для людства з огляду на продовольчу безпеку, якість продукції, обмежене використання пестицидів, здоров'я людини (особливо для фермерів і сільськогосподарських працівників), контроль інвазивних чужорідних видів, збереження біорізноманіття.

Порівняно з природним і класичним біологічним контролем, відтворюючий застосовується обмежено, тобто тільки на 16 млн га, що становить 0,4 % загального обсягу орних земель. У всьому світі лише 30 «великих» комерційних виробників залишаються дійсно потужними і активними, 20 з яких розташовані в Європі.

Фактори, що обмежують використання біоконтролю:

1. Відношення виробників пестицидів. Пестицидна індустрія не зацікавлена у розширенні обсягів біологічного контролю, тому що природні вороги не можуть бути запатентовані, зберігатися протягом тривалого періоду, діяти вибірково, часто не можуть поєднуватися з хімічними методами контролю та потребують додаткового навчання з їх використання для персоналу і фермерів. Пестицидна промисловість не особливо переймається наслідками використання її продукції та не приймає довгострокових рішень щодо шкідників, строки дозволу на використання пестицидів досить обмежені. Промисловість вимагає розширення ринку нових інсектицидів. Це становить постійну безперервну загрозу для біологічного контролю (МОБК) сприяє посиленню вимог у Європейському Союзі (ЄС) на тестування побічних ефектів у природних ентомофагів від дії нових пестицидів. Це дає можливість встановити, який корисний організм може бути знищеним у разі використання певних

пестицидів. Методики проведення тесту для вивчення побічних ефектів на корисні організми спочатку опрацьовуються у МОБК, а пізніше у співпраці з європейською організацією захисту рослин (ЄОЗР) і з європейською комісією реєстрації пестицидів. Пестицидна промисловість останнім часом стає більш екологізованою і деякі компанії навіть почали виробляти природних ворогів.

2. Позиція фермерів. Нині проблемою багатьох фермерів є те, що вони неспроможні вирощувати більшість культур без використання пестицидів. Це цілком слушно для тих культур, де необхідно отримувати максимальні врожаї або які повинні мати бездоганний товарний вигляд (квіти, декоративні рослини, фрукти та ягоди). Тому слід проявити надзвичайну креативність та наводити переконливі аргументи, щоб фермери усвідомлювали переваги подання хімічного та біологічного контролю.

3. Позиція державних організацій. Дуже рідко національна або міжнародна політика забезпечує прийняття правильних рішень для контролю шкідників. Фермери вважають, що якщо пестициди зареєстровані, то вони безпечні для навколишнього середовища і людини, отже, немає потреби їх змінювати. Промисловість, зрозуміло, не зацікавлена у використанні ускладнених інтегрованих систем контролю шкідливих організмів, які можуть бути менш прибутковими, ніж виключно хімічні методи. Тому змінити ситуацію із збільшенням використання біоконтролю можливо тільки на державному рівні. Саме держава має бути у цьому зацікавлена. Показовим є досвід європейських держав. Водночас ІОВС розробляє та випробовує програми для окремих культур з мінімальним використанням пестицидів.

4. Вплив законодавства. Ще однією причиною обмеженого застосування біологічного контролю є збільшення обсягу правил: законодавчі акти для експорту, відвантаження, імпорту та випуску агентів біологічного контролю та інших корисних організмів; рекомендації для екологічної оцінки ризику і національні положення для імпорту та релізу агентів біологічного контролю. Більшість з цих принципів потрібно спростити і привести до відповідності, яка забезпечить збільшення застосування біологічного контролю.

Разом з цим існують значні фактори, які стимулюватимуть використання біологічного контролю:

Постійний розвиток резистентності у членистоногих до пестицидів та підвищення вимог, що стосуються екології та впливу на здоров'я робить їх виробництво більш важким та дорогим. Вже можна помітити стабілізацію та зменшення використання пестицидів у Європі та Північній Америці. Державні установи, такі як Європейська комісія (ЄК), стимулюють використання біологічного

контролю, головна мета яких зробити сільське господарство менш залежним від хімічного контролю (Директива ЄС 2009/128/ЄС; ЄС 2010). Знову ж таки через політику ЄС передбачається, що застосування 750–1000 активних інгредієнтів, що використовуються у хімічних препаратах, буде припинено найближчими роками. Крім того, кожна країна-член ЄС має розробити програму національних дій із застосування інтегрованого управління чисельністю шкідливих організмів, зокрема біологічного контролю, який стане першочерговим способом захисту культур з 2014 року. Ці заходи, як очікується, будуть важливим стимулом для розвитку біологічного контролю.

Упровадження біологічного контролю вимагає дотримання таких умов.

1. Наявність повних програм інтегрованого управління чисельністю шкідливих організмів для окремих культур.
2. Загальна вартість програми інтегрованого управління чисельністю шкідливих організмів має дорівнювати вартості хімічного контролю.
3. Існування надійної, незалежної та нескорометованої служби контролю з виробництва пестицидів.
4. Підтримка застосування нехімічних методів контролю шкідливих організмів на державному рівні.
5. Забезпечення достатнього та довгострокового фінансування наукових досліджень.

Сьогодні фінансування біоконтролю та інтегрованого контролю є мінімальним (1 %). Застосування принципу підставлення, згідно з яким екологічно небезпечні пестициди замінюються на екологічно безпечні, також забезпечить підвищення застосування біологічного контролю. В інших випадках заборона найшкідливіших препаратів постановою уряду може сприяти відновленню природного біологічного контролю та надати додаткові можливості для збільшення біологічного контролю.

Крім того, реальні ціни на хімічний контроль для компенсації непрямих, соціальних та екологічних витрат, зроблять конкуренцію між агентами біологічної боротьби більш справедливою. Деякі країни (наприклад, Данія, Норвегія, Швеція) стягують податки з використання пестицидів, які частково використовуються для розвитку програми інтегрованого управління чисельністю шкідливих організмів і стимулюють фермерів до мінімального використання пестицидів у сільському господарстві. Такі податки також сприяли негайному зменшенню обсягів використання пестицидів.

Найбільш масштабна програма біологічного захисту впроваджувалися на територіях колишнього СРСР. На кінець 80-х років

трихограму випускали на площі понад 18 млн га, додатково 3 млн гектарів обробляли мікробіологічними препаратами. Обсяги впровадження біозахисту у закритому ґрунті становили 88 %. В Україні функціонувало 260 біолабораторій, а загалом у СРСР — 1400, основним об'єктом виробництва був яйцевий паразит — трихограма. Але паралельно з успішними показниками використання біологічного захисту, відсоток застосування хімічних препаратів не знижувався. Показник досяг максимуму 1985 року і становив у середньому по Україні 5,5 кг/га (щодо препарату), що майже не відрізнялося (в позитивний бік) від решти країн світу.

На жаль, проблеми соціального характеру 90-х років призвели до занепаду біологічного методу. Після розпаду колишнього СРСР використання біологічних агентів становило 3–4 % загального обсягу заходів із захисту рослин. Нині в Україні кількість біолабораторій скоротилася у кілька разів. Стосовно лабораторій закритого ґрунту, то їх кількість є ще меншою.

Друге місце за обсягом використання біометоду займає Китай. Ще 1950 року тут уперше почали функціонувати лабораторії біометоду. Площі застосування корисних комах були вражаючими — 700 000 га польових культур та 1 млн га у лісовому господарстві. Зараз для Китаю більш пріоритетним є застосування генетичних технологій (Китай — лідер з ГМО в Євразійському регіоні).

У Сполучених Штатах 130 (з них 86 комерційних) компаній розводять 110 видів корисних членистоногих. Загальний обсяг реалізації біологічних засобів перевищує \$100 млн або майже 30 % світового ринку, але частка ентомофагів становить орієнтовно 10 % (\$9–10 млн). Біологічний контроль застосовують на 10 % закритого ґрунту, 8 % — під час вирощування декоративних культур. У відкритому ґрунті хижих кліщів колонізують на 50–70 % площ суніць.

Досить розвинену мережу біолабораторій має Латинська Америка. Так, у Бразилії їх 44, де ентомофагів колонізують на 300 000 га цукрової тростини та 1 млн га сої. У Колумбії 30 біолабораторій, які виробляють ентомофагів для захисту посівів бавовни, томатів, сорго та цукрової тростини, що у сумі перевищує 200000 га. Мексика також має 30 біолабораторій, що переважно розводять трихограму, яку випускають на площі 2 млн га, додатково золоточку використовують на 100000 га та габробракона на 6000 га. У маленькій Панамі працює 82 інсектарії та 27 мікро- та біолабораторій.

Окрім Азії та Китаю, ентомофагів розмножують в Австралії, Новій Зеландії, Індії та на Філіппінах, але в незначній кількості. В Японії ентомофагів почали розводити 1995 року, нині там дозволено використовувати 14 видів, функціонує 3 біолабораторії, що забезпечують біологічними засобами 1000 га теплиць, із них суніць — 700 га.

Куба — єдина країна у світі, що зберегла й активно продовжує розвиток програми наводнення у відкритому ґрунті. У країні функціонує 222 (за деякими даними 280) біолабораторії, де основним об'єктом розведення є трихограма (застосовується на 685000 га) та створюються біопрепарати — 2000 т (застосовуються на 700 000 га) щорічно.

В Європі близько 30 компаній займаються розведенням ентомофагів: три великих фірми «Koppert», «Biobest» та «Singenta» мають 50–100 працівників, інші — менше 10. Загалом у сфері біологічного методу захисту рослин у Європі працює приблизно 750 осіб.

Ще 1982 року в Англії 74 % фермерів використовували енкарзію і 46 % фітосейюлюса, зараз цей показник досяг 90 %, загалом у світі — 5 %. На декоративних культурах обсяги впровадження значно менші — 30–35 %, що пов'язано з експортною орієнтацією виробництва і карантинними вимогами до чистоти продукції. У відкритому ґрунті домінує трихограма, у Франції, Словаччині й Угорщині її колонізують на площі 100000 га проти кукурудзяного метелика на овочевій кукурудзі. Незначну кількість хижих кліщів фітосейд використовують у садах для контролю павутинних кліщів.

Порівнюючи популярність використання корисних комах, за сумою реалізації перше місце займає енкарзія — 25 %, фітосейюлюс і амблісейус (*Amblyseius cucumeris*) посідають друге місце, приблизно по 12 % загального обсягу ринку. Починаючи з 80–90-х років, обсяги виробництва паразитів та хижаків зростали на 20–25 %. З 2000 року реалізація ентомофагів знизилася до 15–20 % за рік. У цей час переважно використовувалися мікробіологічні засоби захисту рослин. За експертними оцінками, 2004 р. акари- та ентомофагів вироблено на суму 100–150 млн євро, річний приріст виробництва становив уже 13 %. На 2008 р. прогнозували зростання показника до \$573 млн, із них 35 % за рахунок мікробіологічних препаратів. Якщо порівнювати обсяги продажу біологічних засобів з пестицидами, то їх частка становить лише 1 % від \$35–40 млрд.

Розвиток біологічного методу стимулюється і фінансується державними установами та іншими приватними джерелами таким чином, що близько 35 із них становлять 90 % загальної суми реалізованих на ринку товарів. Переважно використання корисних комах та кліщів відбувається на рівні теплиць, частка закритого ґрунту становить 80 % загальної суми.

Основна проблема успішної реалізації біометоду — забезпечення необхідного рівня контролю чисельності шкідника та досягнення конкурентної здатності з хімічними засобами захисту рослин.

Світовий попит на матеріали біометоду щорічно збільшується. Широкий вибір продукції та здатність до міжрегіонального об-

міну корисним членистоногим товаром створюють проблему з адвентивними видами. Постає проблема регуляції імпорту навіть корисних організмів.

Установлення більш жорстких норм регуляції ввезення екзотичних членистоногих із-за кордону для боротьби з шкідниками та бур'янами, почали опрацьовувати ще в середині 80-х років. Під час аналізу результатів інтродукції й акліматизації біоагентів було встановлено, що із видів, ввезених за минуле століття, успішними можна вважати 10 %, а у 1,5 % випадків спостерігалися негативні наслідки, останній показник явно занижений (по США з 50000 інтродукцій 17 % були невдалими). Наслідки використання адвентивних видів проявляються в прямих пошкодженнях нецільових об'єктів, витісненні видів місцевої фауни, попутному занесенні чужорідних патогенних та паразитичних організмів. Один з останніх прикладів — перетворення в Америці азіатського багатокольорового сонечка (*Harmonia axyridis*) з афідофага на шкідника. Після чого було розроблено методики оцінювання ризику ввезення корисних членистоногих. Розроблено та затверджено вимоги, що регламентують інтродукцію як міжнародну, так і для країн ЄОЗР (об'єднання європейських країн та країн середземноморського регіону, Україна — член організації). У Швейцарії, Австрії, Угорщині, Швеції й Франції вже обов'язково реєстрація екзотичних корисних видів. В Англії, Німеччині, Данії та Нідерландах потрібно подавати результати тестування безпеки. Усе-таки, незважаючи на окремі випадки негативної дії, біологічний контроль залишається найбільш перспективним екологічно чистим методом захисту рослин, але має обов'язково здійснюватися лише під контролем фахівців.

Перехід України до ринкової економіки не мав наслідків для розвитку біометоду. Позитивними є відомості, що 2007 року трихограму випускали на площі понад 500000 га та виробляли на експорт. Але нестача кваліфікованих фахівців з достатніми практичними навичками змушує потенційних клієнтів звертатися за порадами до закордонних.

Незважаючи на критично негативне становище біологічного методу в Україні, останніми роками обсяги використання почали зростати й зараз мають порівняно високе значення — 0,9–1 млн га.

В Україні діє 90 біолабораторій, більшість з яких вже приватні і зосереджені на виробництві трихограми. Найбільшими серед них є, наприклад, біолабораторія «Центр Біотехніка», яка протягом року напрацьовує понад 40 т біопрепаратів, що використовуються на 350 га закритого ґрунту. Біолабораторія «Крим Теплиця» забезпечує в акаро- та ентомофагах не тільки свої потреби, а й реалізує значну частину продукції.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Назвіть ряди й родини, до яких належать корисні комахи.
2. Що таке біологічний контроль?
3. Які види біологічного контролю ви знаєте?
4. Які стратегії використовують в охоронному біологічному контролі?
5. Розкажіть про сучасний стан та особливості біологічного контролю в Україні.
6. Які стратегії використовують у відтворюючому біологічному контролі?
7. Яких ви знаєте ентомофагів, яких використовують за підсилюючого біологічного контролю?

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Які з перелічених ентомофагів належать до ряду перетинчастокрилі?				
1	2	3	4	5
габробракон	трихограма	оріус	фітосейулюс	енкарзія
2. Що передбачає відтворювальний біологічний контроль?				
1	2	3	4	
збереження та активізація природних ворогів шкідливих організмів	переселення природних ворогів у межах ареалу їх існування	наводнення природних ворогів	сезонна колонізація природних ворогів	

РОЗДІЛ II ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РОЗВЕДЕННЯ КОРИСНИХ КОМАХ

2.1. Типи взаємозв'язків між комахами

Хижацтво і паразитизм

Хижак та паразитичні комахи відіграють суттєву роль у зниженні чисельності шкідників сільськогосподарських культур. Ентомофаги — постійні компоненти фауни різноманітних культурних і природних біоценозів. Хижацтво і паразитизм значно поширені серед комах.

Хижацтво характеризується тим, що один організм — хижак живиться іншим — жертвою і вбиває її, як правило, відразу. За своє життя хижак з'їдає велику кількість особин жертви. Порівняно з паразитизмом хижацтво розглядають як давніший за походженням тип живлення.

Паразитизм — більш спеціалізована форма відносин, коли один організм — паразит живе за рахунок іншого організму — господаря і тісно пов'язаний з ним біологічно і екологічно протягом свого життєвого циклу. Паразити комах зазвичай спричиняють загибель господаря або сильне його виснаження. На відміну від хижої личинки розвиток паразитичної личинки відбувається за рахунок лише однієї особини господаря.

Хижакі. Хижі види-ентомофаги зустрічаються у 16 рядах як серед комах з неповним (бабки, богомолів, веснянки, прямокрилі, вуховертки, трипси), так і з повним (жуки, сітчастокрилі, верблюдки, перетинчастокрилі, двокрилі) перетворенням. Хижі комахи часто представлені великими систематичними групами на рівні ряду, наприклад, бабки, богомолів, сітчастокрилі, родини — клопи-антокориди (Anthocoridae), мухи ктирі (Asilidae) і багатьма родинами ряду твердокрилі, які об'єднані у підряд плотоїдних. Однак найбільш важливе значення для біологічного методу мають хижі клопи, трипси, жуки, сітчастокрилі, перетинчастокрилі, двокрилі. Багато з них дуже численні і постійні у агробіоценозах. Жертвами для хижаків є представники майже всіх рядів комах та інших членистоногих.

Хижакі можуть подрібнювати свою жертву за допомогою гризучих ротових органів, як це роблять бабки, богомоли, мурахи, оси, більшість турунів, кокцинеллід та інші. Багато висмоктують її вміст за допомогою пристосованого для цього сисного ротового апарату, притаманного клопам, трипсам, ктирям, або за участю

сильно розвинених порожнистих мандибул, як у деяких видів турунів і кокцинеллід, або жолобка, що утворюється між жвалами і нижньою щелепою, як у личинок золотоочок. Для видів, які висмоктують їжу, властиве позакишкове травлення, за якого хижак через нанесену ним ранку вводить у жертву травний сік, а потім висмоктує уже частково гідролізовану порожнинну рідину.

Хижі комахи ненажерливі і здатні істотно вплинути на чисельність шкідників сільськогосподарських культур. Потреба у великій кількості їжі у хижаків пов'язана з тим, що живлення забезпечує процеси їх росту, розвитку і статевого дозрівання. Крім того, воно безперервно поповнює енергетичні ресурси в організмі хижака у зв'язку з інтенсивною тратою ним енергії на пошук жертви, подолання її опору та інші процеси життєдіяльності.

За типом пристосованості активних фаз до хижацтва серед хижих комах виділяють такі групи: 1) види, які виступають як хижаки тільки у дорослій фазі; 2) види, хижі лише на личинковій фазі; 3) види, хижі як на личинковій, так і імагінальній фазі.

Перша група включає незначну кількість переважно багатоїдних видів. Більшість з них відкладає яйця поза жертвою. До цієї групи можуть бути віднесені скорпіонові мухи і хижі жуки-стафілініди роду *Aleochara*, для яких білкова їжа потрібна для статевого дозрівання. Личинки перших у ґрунті живляться мертвими комахами та іншими органічними речовинами. Личинки алеохар — ектопаразити лялечок капустяних та інших мух. Сюди відносяться також мурашки і великі оси, яким властиві складні інстинкти турботи про потомство. Дорослі перетинчастокрилі ловлять комах для вигодовування своїх личинок. Для цього вони перетворюють жертву в рідку кашку. Дорослі мурашки живляться комахами і солодкими виділеннями попелиць, а оси споживають нектар квіток і невелику частину подрібнених ними комах.

Друга група включає переважно хижих мух сирфід, галиць, сріблянок і деяких сітчастокрилих — золотоочко звичайне. Дорослі сирфіди і більшість видів золотоочок живляться нектаром і пилком рослин. Для галиць типова афагія. Мухи відкладають яйця в місця скупчення жертви — майбутньої їжі для їхніх личинок. Золотоочко розміщує яйця поза колоніями жертви, і його личинки самі відшукують собі корм.

Третя група найбільш численна і різноманітна за своєю харчовою спеціалізацією, способом життя та стадіями проживання на личинковій та імагінальній фазах. Так, личинки бабок живуть у водоймах і живляться личинками комарів, поденок та іншими дрібними організмами. Дорослі бабки — повітряні мисливці і ловлять свою здобич на льоту. Дорослі верблюдки живляться комахами на

рослинах, а їх личинки в ходах стовбурів дерев поїдають личинок жуків, які живуть там. Личинки ктирів у ґрунті живляться личинками комах, а дорослі ктирі — переважно відкрито живучими дорослими комахами.

Найбільш численні хижакі, у яких личинки і імаго мають подібні харчові режими і заселяють однакові стації. До них належать кокцинеліди, жужелиці, золотоочки та інші. Ці хижакі хоча і можуть житися багатьма членистоногими, але у багатьох з них виявлені харчові зв'язки з певними таксономічними групами комах або кліщів. Так, більшість сітчастокрилих надає перевагу сисним кохам. Серед кокцинелід відомий вузький олігофаг — стеторус точковий, який живиться лише павутинними кліщами. Він значно поширений, заселяє різні стації. Відкладає яйця в колонії кліща, завдяки чому личинка забезпечена кормом з першого дня життя.

Існує багато кокцинелід, які хижачать за рахунок кокцид. Найбільш численні кокцинеліди, що живляться попелицями. До них належать широко відомі екологічно пластичні види — 7-крапкове, мінливе, 14-крапкове, 2-крапкове сонечко, пропілеа та багато інших. Вони відкладають яйця групами на рослини далеко від господаря. Їх личинки у пошуках їжі здатні мігрувати на великі відстані.

Жужелиці характеризуються великою складністю у трофічному відношенні. Серед них виділяються облігатні хижакі — види роду *Calosoma* і *Carabus*, які надають перевагу великим кохам і головним чином гусеницям і лялечкам метеликів, а також *Bembidion*, *Agonum*, *Calathus*, що живляться попелицями, дрібними гусеницями метеликів, личинками і яйцями різних комах. Види роду *Pterostichus*, переважно хижі жужелиці, живляться представниками різних рядів комах. Поліфагія притаманна жужелицям роду *Orphonus* і *Harpalus*, які живляться тваринною і рослинною їжею. Багато видів — мешканці польових стацій, а такі види, як зелений і бронзовий красотіл, типові для лісових біоценозів. Життя жуків і особливо личинок більшості видів пов'язане з ґрунтом. Вони здатні пересуватися на великі відстані. Відкладають яйця у поверхневий шар ґрунту.

Паразити. Специфічність паразитизму у комах. У класі комах паразитичні форми представлені у 5 рядах: твердокрилих, віялокрилих, лускокрилих, перетинчастокрилих і двокрилих, тобто в рядах комах з повним перетворенням. Найбільше практичне значення мають представники рядів перетинчастокрилих і двокрилих.

Паразитичним кохам властивий личинковий паразитизм, а в дорослому стані вони ведуть вільний спосіб життя. Як відомо, пристосувальні зміни в процесі становлення та розвитку паразити-

зму у комах відбувалися як на дорослій, так і личинковій фазах. Адаптація дорослих комах пов'язана з функцією розмноження. Це супроводжувалося у них формуванням здатності виявлення і вибору певного господаря і способами розміщення свого потомства, а також розвитком інстинктів турботи про потомство. Личинка мала пристосуватися до розвитку за рахунок живого господаря. При цьому одночасно з подоланням захисних реакцій господаря вона мала набути здатності зберігати його повноцінність як харчового субстрату до завершення свого розвитку.

У взаємовідносинах з господарями паразитичні комахи мають свої специфічні особливості:

- 1) відносно невелика різниця у розмірах тіла господаря і паразита;
- 2) відсутність у них різких відмінностей у тривалості онтогенезу;
- 3) загибель господаря після завершення розвитку паразита (детальний паразитизм) і рідше статева кастрація господаря.

Паразитичні перетинчастокрилі. Перетинчастокрилі є досить чисельним за кількістю видів (близько 250 тис.) рядом. Він включає своєрідні за способом життя види з високорозвиненими, складними і різноманітними інстинктами. Паразитичні форми представлені чотирма надродинами: Ichneumonoidea, Chalcidoidea, Proctotrupoidea і Cynipoidea.

Паразитизм властивий також багатьом жалоносним перетинчастокрилим — Scolioidea, Vespoidea і Sphecoidea.

Трофічні зв'язки та типи паразитизму. У представників більшості родин і підродин досить чітко виражена харчова спеціалізація відносно певних таксономічних груп комах і фаз їхнього розвитку. У їхневмонід і браконід поширений паразитизм на гусеницях метеликів та личинках пильщиків і жуків. Типова також специфічність щодо господарів і для представників родин: Aphidiidae — паразити переважно попелиць; Encyrtidae і Aphelinidae — паразити переважно кокцид; Mymaridae, Trichogrammatidae і Scelionidae — паразити яєць. Харчова спеціалізація характерна і для багатьох інших груп хальцид і цініпід.

Адаптація до паразитизму на різних групах комах і фазах їхнього розвитку зумовили різноманіття типів паразитизму. Залежно від розташування личинок паразита відносно господаря — зовні або всередині нього — розрізняють екто- та ендопаразитів. Спосіб життя личинки зумовив істотні відмінності у біологічних (анатомо-морфологічних, поведінкових та ін.) особливостях цих паразитів.

В ектопаразитів у зв'язку з розвитком яєць поза господарем ембріогенез здійснюється лише за рахунок поживних речовин, що

знаходяться в яйці паразита, яке, зазвичай, містить велику кількість жовтка. Личинка для отримання їжі проколює покриви господаря розвиненими мандибулами і через наявні в них порожнини висмокує його вміст. Господарями ектопаразитів є переважно личинки комах з повним перетворенням. Зрідка вони паразитують на лялечках. Більшість ектопаразитів заражують приховано живучих господарів, що розвиваються в плодах, скручених листках, стовбурах і стеблах рослин, а також у коконах, галах та інших порожнинах, утворених комахами. Багато з них широкі олігофаги і навіть поліфаги. Деякі види заражують відкрито живучих личинок незадовго до їх залялькування.

Личинки ендopазаритів, розвиваючись у господарі, живляться його порожнинною рідиною за допомогою ротового апарату, а молоді личинки — часто дифузно через тонкі покриви свого тіла. Їм, як і ектопаразитичним личинкам, притаманне позакишкове травлення. У личинок ендopазаритів виробилися механізми, що забезпечують збереження повноцінності господаря для живлення ним до завершення розвитку. Яйця ендopазаритів містять мало жовтка, і ембріон адаптований отримувати поживні речовини з організму господаря. У процесі ембріогенезу розміри яєць можуть збільшуватися у десятки, сотні і навіть тисячі разів.

Для ендopазаритів господар є не лише джерелом їжі, а й середовищем життя. Ендopазарити мають більш широке коло господарів. Вони заражають приховано і вільно живучих комах та інших членистоногих. Господарі їх трапляються у багатьох рядах комах з повним і неповним перетворенням. Вони пристосовані також до паразитування на різних фазах комах, що досить чітко визначило їх онтогенетичну спеціалізацію. Серед них є паразити яєць, личинок, лялечок та імаго.

Відомі також яйце-личинкові паразити, які заражають яйця, а розвиток їхніх личинок закінчується в дорослих личинках господаря. Такий тип паразитизму властивий коллірії — паразиту хлібного пильщика, аскогастеру — паразиту яблуневої плодожерки, агеніаспісу — паразиту яблуневої молі тощо. Зустрічаються також личинково-лялечкові і личинково-імагінальні паразити, онтогенетичний розвиток яких пов'язаний з кількома фазами господаря. До перших з них належать деякі іхневмоніди — паразити совок. Ендopазарити відзначаються більш чіткою спеціалізацією. Багато з них вузькі олігофаги, а деякі — монофаги.

Більшість паразитичних перетинчастокрилих — первинні паразити, чийми господарями є фітофаги — комахи і другі членистоногі. Менш чисельні вторинні паразити, господарями яких є первинні паразити.

Рідше зустрічаються паразити третього і четвертого порядку. Паразитів другого і вище порядків називають надпаразитами, або гіперпаразитами. Багато хто з них відкладають яйця безпосередньо на первинних паразитів — на личинок або лялечок, що знаходяться у власних коконах. Інші ж відкладають яйця в порожнину або на тіло господаря, у якому розвиваються личинки первинного паразита. Більшість личинок розвивається ектопаразитично. Частіше вони паразитують на перетинчастокрилих і двокрилих. Серед афелінід значно поширений вторинний паразитизм самців за первинного паразитизму самиць цього ж виду (статева дітрофність).

Для паразитичних перетинчастокрилих характерний поодинокий паразитизм — розвиток за рахунок однієї особини господаря однієї личинки паразита. Але численні і такі види, для яких є нормою розвиток кількох личинок за рахунок однієї особини господаря, або груповий паразитизм. На відміну від нього за багаторазового зараження господаря поодинокими паразитами розрізняють множинний паразитизм, коли одну особину господаря заражають самиці різних видів, і перезараження, коли одна особина господаря заражається неодноразово самицями одного виду. У таких випадках зазвичай виживає лише одна личинка паразита, яка мала перевагу перед іншими або у своєму розвитку, або у способах впливу на своїх конкурентів. За одночасного зараження сильніша личинка першого віку завдає механічного пошкодження мандибулами своєму одновіковому конкуренту, спричиняючи його загибель. За різночасного зараження личинка, що відродилася раніше і встигла перейти до другого віку, неминуче викликає загибель тільки що відродженої личинки, яка гине від задухи через збіднення гемолімфи господаря киснем, викликаного старшим конкурентом. Тут діє інший механізм — фізіологічне придушення. Загибель однієї з личинок паразита може також наступати через нестачу їжі. За сильного виснаження організму господаря разом з ним гинуть і личинки паразитів.

Поведінка імаго. У паразитичних перетинчастокрилих активну роль у разі зараження господаря відіграють самиці. Вони відкладають яйця у господаря (ендопаразити), на нього або поруч з ним (ектопаразити) за прихованого способу його життя. За рідким виключенням самиці відкладають яйця поза господарем на рослини. Після відродження з яйця планідієподібна личинка активно нападає на господаря, який рухається біля неї. Це типово для іхневмонід роду *Euceros* і хальцид роду *Eucharis*.

У самиць стимулом до пошуку господаря є фізіологічна підготовка їх до відкладання яєць. Процес установаження контакту самиці з господарем розподіляють на такі етапи: пошук місця знаходження господаря, пошук господаря і вибір господаря.

Пошук місця знаходження господаря пов'язаний із знаходженням самицями стацій, зайнятих кормовими рослинами господаря. Історично у паразита склалися однозначні з господарем реакції, а його кормові рослини сприяють їх концентрації в однокормових стаціях.

Одним з найважливіших орієнтирів у разі виявлення місця знаходження господаря є атрактивні леткі речовини, які виділяються його кормовими рослинами. Самиці сприймають їх за допомогою дистантних хеморецепторів. Не виключено, що в навколишньому середовищі вони орієнтуються і за участю зору. Ступінь привабливості господаря для паразита може істотно змінюватися залежно від того, на рослинах якого виду він розвивається. Так, *Trissolcus grandis* Thoms. заражає яйця ягідного клопа на тютюні на 70–100 % і вкрай слабо на соняшнику. *Trichogramma evanescens* West. на чорних парах заражає яйця озимої совки на берізці на 50 % і не заражає їх на плантаціях тютюну і нуті.

Під час вибору стацій господаря важливе значення також має екологічний стан. Як відомо, більшість паразитів має подібні з господарями вимоги до фізичних факторів, але часто зона температур, у межах якої вони більш ефективні, є дещо вужчою, ніж для господаря. Це зумовлює нерівномірне розселення паразитів у стаціях проживання господаря. Так, триолькус — паразит капустяного клопа — як більш теплолюбна комаха, ніж господар, концентрується на полях капусти, вільних від бур'янів. Паразит непарного шовкопряда — апантелес — успішніше проявляє себе в освітлених місцях деревних насаджень.

На місцевості дорослі паразити переміщуються шляхом перельотів на великі відстані або коротких злетів серед рослин. Вони можуть також пасивно переноситися вітром.

Пошук господаря паразити здійснюють за безпосереднього і ретельного обстеження рослин, де може бути наявний господар. Орієнтиром у разі виявлення господарів для них слугують хімічні речовини внутрішньовидового спілкування їх господарів і перш за все статеві атрактанти, які ними виділяються, а також екскременти і різні речовини фітофагів, що слугують для полегшення їх утримання і пересування на рослинах. Пошукова поведінка самиць нерідко характеризується видовою стереотипністю, особливо під час пошуку приховано живучих господарів. У таких випадках самиця пересувається частинами рослин (стовбур, стебло, листя та ін.), заселеними її господарем. Часто постукуючи по них антенами, вона відшукує господаря за допомогою контактних хеморецепторів. Для виявлення відкрито живучих господарів паразити, очевидно, використовують і зір.

Паразити вибирають господаря і оцінюють його придатність під час контакту з ним за допомогою хімічних і тактильних рецепторів. У видів, які паразитують на малорухомих групах комах (попелиці, кокциди тощо), а також на яйцях і лялечках, самиці ретельно обстежують господаря, а відкладання яєць може тривати від 2–3 до 10–15 хв і довше. Самиці багатьох паразитів здатні розрізняти форму і розмір тіла господаря та зараженість його іншими паразитами.

Деяким паразитам кокцид властивий механізм регуляції статі. Самиці відкладають у більш великі особини господаря запліднені яйця, з яких виплоджуються самиці, а у дрібні — незапліднені яйця, що дають самців. Паразити відрізняють зараженого господаря від незараженого за штрихами або іншими мітками, що наносяться на нього самицями в процесі відкладання яйця або після, як це роблять теленоміни — паразити яєць шкідливої черепашки.

Види, що паразитують на личинках, які активно захищаються, позбавлені можливості ретельного обстеження господаря. Придатність його самиці оцінюють дистанційно або шляхом дотику до нього яйцекладом. Вони, зазвичай, надають перевагу особинам, які активно реагують на їх наближення.

Місце і процес відкладання яйця, як і вплив на господаря, істотно різняться у різних груп паразитів. Ектопаразитичні самиці, які заражають приховано живучих личинок, для відкладання яйця проколюють або пробуравлюють яйцекладом острі кокона, де перебуває господар. Яйця гіменоптироїдного типу вони вільно відкладають на господаря або поруч з ним. Перед відкладанням яйця самиця паралізує господаря. Це знімає у нього захисні реакції і забезпечує своєрідну консервацію господаря. Паралізовані личинки господаря можуть зберігати придатність для живлення паразита до двох місяців.

Ектопаразити, зокрема трифоніни, які паразитують на відкрито живучих господарях, не паралізують їх або паралізують тимчасово — лише на час відкладання яєць. Великі, зі щільним хоріоном темного кольору яйця самиці за допомогою стеблинки міцно прикріплюють переважно на грудні сегменти тіла личинки, де вони недоступні для знищення господарем. У видів *Exenterus*, що заражають личинок соснових пильщиків, які закінчили живлення, личинки відроджуються у кокони господаря. Підвищена вологість у них стимулює ембріогенез паразита. Види *Netelia* — яйцеживородні. Заражають також частіше дорослих гусениць, які незабаром йдуть у ґрунт, де роблять земляну колиску.

Самиці ектопаразитів не паралізують господаря. Яйця відкладають у різні частини тіла личинки, проколюючи її покриви яйцекладом. Деякі види, наприклад, їхневмоніди — *Erromenus calcator*, відк-

ладають яйця через анальний отвір у задню кишку личинки агрусового пильщика, коли, захищаючись від паразитів, вона піднімає задній кінець тіла. Для яйцеличинкових паразитів характерне відкладання яєць у зародок господаря. Паразити, що заражають активних личинок, відкладають яйця за кілька секунд. Здатність призупиняти ембріогенез господаря відзначена у самиць трихограми і теленомін. Уводячи у заражене яйце секрет, вони викликають своєрідну паралізацію господаря.

Способи розмноження. Розмноження паразитуючих перетинчастокрилих здійснюється за участю обох статей. Їм притаманний також і партеногенез — розвиток організму з незапліднених яєць. У наїздників відомі такі типи партеногенезу: арренотокія, телітокія, дейтеротокія, а також поліембріонія.

Арренотокія — розвиток самців з незапліднених яєць, самиць — із запліднених. При цьому самці гаплоїдні, а самиці — диплоїдні. Арренотокічний партеногенез зустрічається найчастіше.

Телітокія — формування самиць з незапліднених яєць — менш поширене явище. У одного і того самого виду в різних географічних зонах його ареалу партеногенез може бути різного типу. Телітокічно розмножуються проспальтєлла і афітіс — на Чорноморському узбережжі Кавказу, а в інших районах ареалу вони арренотокічні.

Дейтеротокія — формування за арренотокічного розмноження у незапліднених яйцях самців і певної кількості самиць (спаногіндрія), за телітокічного — поява серед самиць самців (спаногінія).

Поліембріонія — розвиток з одного яйця паразита великої кількості зародків. Їх може бути від 2 до 3000 особин, які нормально розвиваються. Зустрічається серед браконід (види *Macrocentrus*), енціртід (*Ageniaspis fuscicollis* Dalm.), платігастрід (види *Platygaster*).

У двостатевому потомстві паразитів зазвичай переважають самиці. Кількість їх нерідко досягає 60–80 %. Рідше співвідношення статей становить 1:1. Самці зазвичай вилітають на 1–2 дні раніше самиць. Парування їх може відбуватися відразу ж після вильоту або протягом двох перших днів їхнього життя. Самиці зазвичай спаровуються один раз, а самець здатний запліднити кількох самиць. Зустріч статей може відбуватися у місцях їх розвитку на рослинах нектароносів під час їх додаткового живлення. У самиць після запліднення сперматозоїди проникають у сперматеку, яка виконує функцію регулювання запліднення яєць. Під впливом сприятливих зовнішніх подразників сперматозоїд активізується і виходить у сім'явидну протоку. Контактуючи з яйцем, що рухається яйцекладом, сперматозоїд проникає в нього через мікропіле.

Розвиток преімагінальних фаз. Особливості розвитку преімагінальних фаз зумовлені типом паразитизму різних груп паразитів. Дуже різноманітні за зовнішньою будовою личинки першого віку. Це може бути зумовлено становленням у процесі еволюції трофічних зв'язків з різними за біологічними особливостями господарями і формуванням способів усунення конкурентів, що нападають на цього господаря. Паразитичні личинки пристосовані отримувати легкогідролізовані й багаті за поживністю речовини з гемолімфи і жирової тканини господаря. Максимальне використання їжі за мінімальної витрати енергії дає змогу личинкам обмежити своє живлення однією особиною господаря. У личинок замкнута травна система. Середня кишка, або шлунок, у них не з'єднані із задньою кишкою. Нагромаджені в шлунку виділення видаляються перед заляльковуванням личинки, коли встановлюється зв'язок між середньою і задньою кишками. У личинок сильно розвинені парні лабіальні (слинні) залози. Відкриваючись біля основи задньої губи у личинок, що розвиваються, вони беруть участь у перетравленні їжі. Дорослі личинки витрачають секрет, який виділяють, на побудову кокона. Личинки першого віку мають гострі серпоподібні мандибули і велику склеротизовану голову.

У більшості видів ектопаразитів личинки гіменоптероїдного типу. Вони мають чотири, рідше п'ять віків. У процесі розвитку личинки, зберігаючи тип будови, зазвичай збільшуються у розмірах. Знаходячись відкрито на тілі господаря, личинки безпосередньо контактують із атмосферним повітрям. Вони вже з першого віку мають щільні покриви тіла, які захищають їх від висихання, і добре розвинену дихальну систему з 1–2 грудними і 4–8 черевними відкритими дихальцями. Личинки, які живляться паралізованим господарем, за типом живлення наближені до хижаків. Через недосконалість їх живлення господар може швидко загинути. Розвиток їх часто триває 3–5 днів. У личинок, які розвиваються на відкрито живучих господарях, є спеціальні пристосування для фіксації на ньому. У деяких паразитичних личинок задній кінець тіла зберігається в хоріоні яйця господаря до кінця розвитку. Вони для живлення проколюють мандибулами тіло господаря, але змінюють місце свого прикріплення лише під час линьок. Утримуються вони на господарі за допомогою щетинок і шипів. У рухливих личинок ексцентерусів, що розвиваються в коконі господаря, на тілі є довгі волоски (рис. 6). Вони виконують локомоторну функцію і можуть захищати їх від пошкоджень господаря. Розвиток личинок на непаралізованому господарі триває 8–10 днів, а у деяких видів навіть близько 30 днів.

Ендопаразити мають найбільшу різноманітність у зовнішній будові личинок першого віку. Це пов'язують з виконуваними ними

функціями. Істотно розрізняються за типом будови личинки паразитів яєць. У представників родин, де лише окремі види або роди є паразитами яєць, личинки мають гіменоптероїдний (*Podagrionidae*, *Entedontidae*), агріотіпоїдний (*Anastatus* і *Tetrastichus*) і енциртоїдний (*Encyrtidae*) типи будови. Личинки сегментовані, більшість внутрішніх органів у них сформовані. Личинки ендopазитів усіх віків руйнують ембріон господаря.

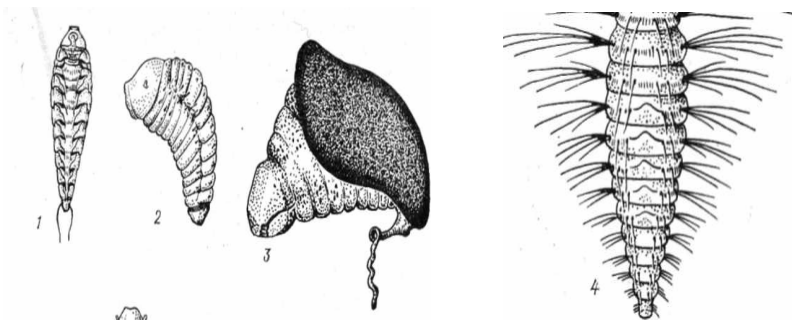


Рис. 6. Ектопаразитичні личинки I віку (за Клоузенoм і Шевиревим):

- 1 — планідепоідна; 2 — гіменоптероїдна; 3 — личинка нетелії, що видвинулася з яйця; 4 — личинка ексентеруса

Родини, що складаються лише з паразитів яєць, включають види, личинки яких мають мішкоподібний (*Trichogrammatidae*, *Mymaridae*) і телеоїдний (*Scelionidae*) типи будови. Тіло личинок несегментоване, внутрішні органи, крім кишечника, несформовані. Пошкоджують ембріон господаря тільки личинки молодшого віку. Личинки паразитів яєць мають три віки.

Для личинок, які паразитують у личинках комах, найбільш типовий хвостатий тип будови (рис. 7). У більшості видів хвостові придатки мають форму довгих виростів або пузирів, як у личинок апантелеса. Вважають, що хвостові придатки виконують локомоторну функцію, а також беруть участь у диханні, збільшуючи поверхню тіла личинки. Розвиток личинок паразита може залежати від того, в якому віці була заражена личинка господаря. Так, у разі зараження апантелесом гусениць капустяного білана другого віку їх розвиток триває близько 14 днів, а першого віку — понад 16 днів.

У більшості ендopазитичних видів молоді личинки апнейстичні — з нерозвиненою дихальною системою. Кисень для дихання вони отримують з гемолімфи господаря через тонкі покриви свого тіла. Винятком є метапнейстичні личинки енторцид, у яких одна пара відкритих дихалець розміщена на задньому кінці тіла. Прикріплюючись ними до аекроскопічної смужки яйця господаря, ли-

чинки дихають атмосферним повітрям. Дорослі личинки всіх ендопаразитів стають гіменоцероїдними з періпнейстичною дихальною системою. Дихальця у них відкриваються до або під час виходу з господаря (рис. 8).

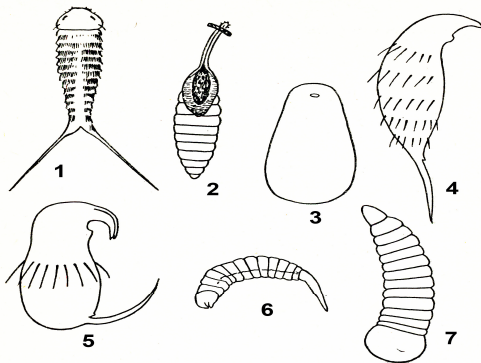


Рис. 7. Типи ендопаразитичних личинок (за Клоузеном):
 1 – агріотикоїдна; 2 – енциртоїдна; 3 – мішкоподібна, 4 – мімароїдна;
 5 – теленоїдна; 6 – хвостата; 7 – пузир

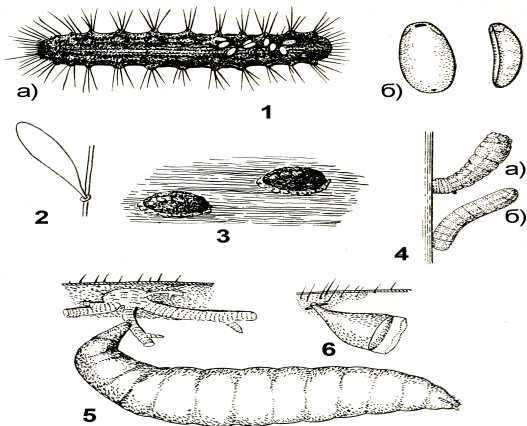


Рис. 8. Яйця і личинки мух-тахін (за І.Д. Белановським):
 1 – яйця паразетигени (а – на тілі гусениці; б – їх вигляд зверху і збоку); 2 – яйця карцелії на волоску гусениці; 3 – яйця блефариподи на листку рослини; 4 – тахіна ернестія (а – личинки I віку; б – яйце); 5 – личинка з дихальною воронкою, що утворилась навколо заднього кінця тіла; 6 – воронка, прикріплена до отвору в шкірі господаря

У комах-фітофагів відносно паразитів наявний фагоцитарний імунітет — інкапсуляція яєць і молодих личинок клітинами крові — фагоцитами.

Ступінь прояву імунітету у комах залежить від рівня пристосування до них паразита. Так, у разі зараження *Aparanteles glomeratus* L. гусениць капустияного білана і білана жилкуватого — личинки паразита не інкапсулюються. Серед заражених цим паразитом гусениць ріпакового білана до 35 % особин були до нього імунні. Повна імунність до апантелеса спостерігається у незвичайного для нього господаря — ведмедиці крапчастої (*Spilosoma menthastri* Eps.). Ослаблення імунітету можливе за різночасності зараження господаря самицями одного або різних видів паразитів і під впливом живлення господаря, фізичних факторів та мікроорганізмів. Утрату імунітету господарем відносно спеціалізованих паразитів пов'язують з виробленим у нього в процесі еволюції звиканням. Це призвело до того, що за поступового зменшення захисної реакції господар став сприймати специфічного для нього паразита як щось «своє». Як результат в ендопаразитичних личинок сформувалася більш виражена специфічність щодо господарів.

Відносини паразитів з господарем в онтогенезі. Особливо істотно відрізняються відносини з господарями у видів, паразитуючих на різних фазах розвитку комах-господарів. У разі паразитування у фазах яйця і лялечки, коли поживні ресурси паразита обмежені певним запасом, у паразитів виявлена здатність припинити розвиток господаря. Самиці таких паразитів заражають господаря на початкових етапах розвитку: яйця — на початку ембріогенезу; лялечки — на початку гістолізу.

У деяких видів личинки першого віку механічно пошкоджують господаря. Вони збовтують уміст яйця за допомогою сильно розвинених ротових гаків, щетинок на їхньому тілі і хвостового придатка. Це притаманне личинкам теленомін — паразитам клопів і шовкопрядів, трихограматідам, у яких личинка першого віку мімароїдного типу, а також местохарісу — паразиту яєць плавунця облямованого. Личинки таких паразитів є внутрішніми хижакками. Мішкоподібні личинки трихограматід здатні викликати лізис господаря, перетворюючи уміст яйця в гомогенну масу. Розвиток личинок, що руйнують господаря, відбувається швидко: у трихограмми — 3–4 дні, у теленомін — 5–6 днів за загальної тривалості розвитку паразитів відповідно 10 і 15 днів.

Гальмівну дію на розвиток господаря здійснюють і паразити лялечок. Так, інгібуючу дію на розвиток лялечки воцаної молі спричиняє яйце іхневмоніда *Pimpla turionella* L., що вводиться в порожнину її тіла. Більш складний механізм пригнічення розвитку

цього самого господаря в іншого виду паразита — *Pimpla aquilonia* Cres. (*flavicoxis* Ths.). Відроджена личинка цього паразита незалежно від місця відкладання яйця у господаря відразу ж проникає в голову лялечки, руйнуючи її головний мозок, а потім переходить в черевце, де і розвивається.

Паразити личинок і імаго, навпаки, на початкових етапах розвитку поблажливо ставляться до свого господаря. На цих фазах господаря завдяки безперервному поповненню його організму поживними речовинами личинки паразитів використовують їх у достатній кількості протягом усього свого розвитку. У паразитів личинок онтогенетичний розвиток тісно пов'язаний з розвитком господаря. Для ендopазитів гусениць капустианого білана, зернової совки, непарного шовкопряда та ектопаразитів заморозкової листовійки встановлено, що личинки першого віку живляться гемолімфою господаря, не погіршуючи його фізіологічного стану.

У заражених гусениць в цей час, навпаки, підвищується інтенсивність живлення. Це супроводжується збільшенням їхньої маси, великим накопиченням жирових резервів і кращою здатністю до виживання порівняно із здоровими. Частковий лізис жирових клітин, які межують з паразитом, спостерігається з переходом личинки до другого віку, але фізіологічний стан господаря ще помітно не погіршується. Хоча у цей період може трохи змінюватися біохімічний склад жиробілкових відкладень.

Виснаження організму господаря і зниження інтенсивності його живлення відбуваються наприкінці розвитку паразита. У цей час личинки живляться переважно жировою тканиною господаря і накопичують значну кількість жирових резервів. Поряд з цим, підвищення у личинок ферментативної активності викликає ніби консервування господаря. Це сприяє збереженню вмісту господаря у стані, придатному для живлення паразита. Стимулюючий вплив на ріст, розвиток і виживання господаря на початкових етапах онтогенезу паразита відзначено також і для енциртид, які паразитують на личинках несправжніх щитівок. Активізація росту і розвитку господаря за слабого впливу на нього паразита має важливе біологічне значення. Інакше у комах обмежувалася б можливість становлення біологічної системи паразита-господаря.

Загибель господаря настає лише після завершення розвитку паразита. У більшості їздців повновікова личинка викликає повний лізис внутрішніх органів личинки господаря. Винятком є апантелес, живлення личинок якого наприкінці розвитку призводить лише до втрати жирової тканини у господаря.

Паразити імагінальної фази комах зазвичай не зачіпають життєво важливі органи господаря. Їх личинки живляться перева-

жно гемолімфою, втрати якої поповнюються в процесі додаткового живлення господаря. Проте наявність паразита ослаблює постачання гонад поживними речовинами і сповільнює дозрівання яєць. Ступінь впливу личинок на господаря залежить від того, на якій стадії розвитку перебувало дозрівання гонад під час зараження дорослої комахи паразитом. У молодих самиць паразит часто викликає повну кастрацію яєчників, а зрілі самиці нерідко зберігають здатність відкладати деяку, а іноді і велику кількість яєць.

Заляльковування багатьох паразитів відбувається у господарі. Це типово для паразитів яєць, лялечок, личинок мух, еонімф пильщиків, а також попелиць і кокцид. Нерідко личинки паразитів утворюють у господарі свій кокон. Ектопаразити і більшість ендopазитів гусениць заляльковуються у власних коконах поза господарем у місцях його розвитку або у ґрунті та інших укриттях. Під час заляльковування ендopазитичних личинок у гусеницях вони утворюють із зовнішніх покривів господаря щільний кокон, як види *Rogas*.

У більшості паразитичних перетинчастокрилих зимують дорослі личинки, які завершили живлення, або предлялечки. Це характерно для видів, що зимують у власних коконах, а також в яйцях, лялечках і коконах господарів. У ендopазитів гусениць і личинок кокцид можуть зимувати також личинки першого або другого віку. Багато паразитів з іхневмонід, хальцид і сцеліонід зимують у дорослому стані.

Паразитичні перетинчастокрилі, як і інші комахи, зимують у стані діapaузи, на формування якої впливають фотоперіодизм і температурний режим у період їхнього розвитку. Поряд з цим, для багатьох паразитів важливе значення має фізіологічний стан господаря. У моноциклічних видів — господарів і паразитів — діapaуза спадково закріплена, взаємопов'язана і виникає у них часто ще в період наявності в природі сприятливих для їхнього розвитку температур. Це характерно для паразитів яєць кільчастого шовкопряда (*Telenomus laeviusculus* Ratz.), непарного шовкопряда (*Anastatus bifasciatus* Fansk.), які перебувають у стані діapaузи близько 10 місяців, а також паразита гусениць зернової совки (*Lissonota nitida* Grav.) та інших моноциклічних видів.

У поліциклічних паразитів механізми виникнення діapaузи значно ускладнені. У різних груп паразитичних комах типи її регуляції можуть бути різними. У видів, що зимують у власних коконах поза господарем, як, наприклад, у апантелеса — паразита зернової совки і капустяного білана, діapaуза виникає зазвичай незалежно від господаря, під впливом зовнішніх чинників, але реакції на них у паразита і господаря можуть бути подібними. У видів, зимуючих у

фазі дорослої личинки або передлялечки у господарі, як птеромалюса — паразита капустяного білана, виникнення діапаузи може бути залежним і незалежним від господаря.

Під час зимівлі паразитів у незимуючій фазі господаря, як, наприклад, багато видів трихограми, діапауза у них формується під впливом, головним чином, температурних режимів (за зниження температури до 10 °С).

Зимівля молодих личинок паразитів пов'язана, як правило, з зимуючими личинками комах, і настання діапаузи у них зумовлено формуванням її у господаря. Самиці їхневмонід і хальцид зимують зазвичай статевонезрілими у стані тривалої і глибокої діапаузи. Так, у паразита несправжніх щитівок роду *Parthenolecanium* — *Microterys sylvius* Dalm. імагінальна діапауза може тривати до 10 місяців. Статевозрілими і з порівняно великою кількістю зрілих яєць в яєчниках зимують щеліоніди і, зокрема, теленоміни — паразити яєць клопів-щитників. У них неглибока діапауза. Резорбція яєць спостерігається у самиць за температури 23–25 °С за відсутності господаря.

Паразитичні двокрилі. З ряду двокрилих найбільше практичне значення мають представники родини *Tachinidae*. До її складу входять чотири підродини: *Exoristinae* і *Tachininae* — паразити переважно гусениць метеликів, рідше личинок пильщиків і деяких видів жуків листоїдів тощо і дорослих жуків хрущів; *Dexiinae* — паразити личинок і дорослих жуків пластинчастовусих, вусачів, довгоносиків, рідше гусениць совок, хвилівок, п'ядунів та ін.; *Phasiinae* — паразити дорослих клопів-щитників род. *Scutelleridae* і *Pentatomidae*. Тахіни є внутрішніми поодинокими і виключно первинними паразитами.

Типи дозрівання самиць і місця відкладання яєць. Дорослі тахіни вилітають статевонезрілими і потребують вуглеводно-білкового живлення. Ембріогенез у більшості видів здійснюється в організмі матері. Відкладені ними яйця вже мають личинок різного ступеня розвитку. Спаровуються самиці одноразово, зазвичай у перші дні життя. Один самець може запліднити кількох самиць. Співвідношення статей 1:1.

Тахіни відкладають яйця всередину або на господаря, але частіше поза ним на рослини в місцях розвитку господаря. Відкладання яєць у тіло господаря відоме для паразитів гусениць — *Compsilura*, *Blondelia* та ін., а також паразита шкідливої черепашки — сірої фазії. За допомогою гострого яйцеклада вони відкладають дрібні з уже зрілою личинкою яйця під покриви тіла господаря.

У видів, що відкладають яйця на господаря, дозрівання самиць триває 4–6 днів, плодючість становить 100–120 яєць. Матка у них не розвинена. Яйця великі, світлі, незрілі, опуклі з потовщеним хоріоном зверху і плоскі з тонкою оболонкою знизу. Самиці

Parasetigema, *Winthemia*, *Exorista* та ін. приклеюють їх на передню частину тіла гусениць, а *Phasia* і *Clytiomyia* — під надкрила клопів часто на люту. Види *Carcelia* стебельчасті яйця прикріплюють до волосків гусениць. Яйцеживородні види — *Voria*, *Oswaldia* та інші — мають добре розвинену матку, яка наповнюється готовими до відкладання яйцями. Вони відкладають видовжено-овальні з тонким хоріоном яйця з уже сформованою личинкою. Остання активно проникає в порожнину тіла господаря.

У разі розміщення потомства на кормові рослини одні види (*Isomera*, *Blepharipoda*, *Gonia*, *Spallanzania* та ін.) відкладають дрібні яйця з дуже щільним хоріоном, зазвичай темного кольору, з уже розвинутою личинкою. Зараження господаря відбувається пасивно — гусениці заковтують яйця разом з кормом. Личинки відроджуються з яєць у кишечнику гусениці. Пробиравляючи його стінки, вони проникають у порожнину господаря. Плодючість таких мух досягає 6–8 тис. яєць. Інші види (*Tachina*, *Ernestia*) — яйцеживородні. Вони відкладають видовжено-овальні з тонким хоріоном яйця на рослини, де відразу відбувається відродження личинки. Підстерігаючи господаря, вона приймає вертикальне положення і швидко прикріплюється до господаря. Пробиравляючи покриви його тіла, личинка проникає у нього. Плодючість їх 3,5–4 тис. яєць.

Особливості живлення личинок. Личинки тахін, як і перетинчастокрилих, під час розвитку в гусеницях живляться у першому і другому віках гемолімфою господаря. Після переходу до третього — останнього віку — вони під дією травних ферментів викликають повний лізис внутрішніх органів господаря. Живлячись уже рідкою їжею, личинка швидко росте. Наприкінці розвитку личинок фазій клопи залишаються живими, але у них паразит викликає різну ступінь кастрації.

Способи дихання. Личинки тахін метапнейстичні — з двома дихальцями на задньому сегменті тіла. Багато тахін дихають атмосферним повітрям протягом усього життя. У разі проникнення в господаря через його зовнішні покриви личинка закріплює останній сегмент дихальця у вхідному отворі. Як результат захисної реакції господаря навколо заднього кінця тіла личинки утворюється дихальна воронка. В інших видів, личинки яких проникають у господаря через кишечник або іншим шляхом, личинка першого віку вільно розвивається в порожнині тіла господаря. Кисень для дихання вона отримує з гемолімфи господаря дифузно через зовнішні покриви. Атмосферним повітрям личинка починає дихати після переходу до другого віку. Для цього вона виставляє свої дихальця у зроблений нею отвір у трахейних стовбурах або покривах тіла господаря. Як і в першому випадку, навколо заднього кінця її тіла утворюється дихальна воронка .

Значення личинкового та імагінального живлення у житті ентомофагів. Під час вивчення факторів, що визначають репродуктивність і загальну життєздатність ентомофагів, важливе значення мають дослідження фізіології живлення личинок і дорослих комах. Знання цих сторін життя ентомофагів потрібно під час розробки прийомів управління їх діяльністю в агробіоценозах і за масового їх розмноження для отримання більш повноцінних популяцій.

Онтогенетичний розвиток комах розглядають як дуже складний процес з різкою розбіжністю функцій на личинковій та імагінальній фазах. Личинка витрачає отримані поживні речовини на свій ріст і розвиток, а також на нагромадження резервів і закладання органів дорослої комахи. На імагінальній фазі, що виконує функції розмноження і розселення, відбувається споживання накопичених личинкою резервів. Живлення імаго часто буває незначним і розглядається як додаткове.

Фізіологічна повноцінність комахи визначається кількістю і якістю накопичених резервів на фазі личинки. Імагінальне живлення властиво тим комахам, у яких оогенез триває протягом усього їхнього життя, і має видову специфіку.

Живлення хижих комах. Більшість видів потребує білкової їжі на фазі личинки та імаго. Багато хижаків відроджуються статевонезрілими. Життєздатність і плодючість їх залежать від ступеня задоволення харчових потреб личинки та імаго. Так, під час живлення личинок і жуків криптолемуса личинками червця плодючість самиць досягала 425 яєць і знижувалася до 5 яєць у разі живлення їх яйцями червця. Аналогічну залежність плодючості самиць від харчового режиму личинок і жуків встановлено і для 7-крапкового, мінливого та інших сонечок. Самиці зеленого красотила, живлячись великими гусеницями, відкладали до 530 яєць і не дозрівали у разі живлення тільки дрібними гусеницями.

У довгоживучих (2–4 роки) дорослих жуків змінюється характер нагромадження жирових ресурсів протягом сезону залежно від їх фізіологічної потреби. У весняно-літній період живлення забезпечує переважно дозрівання яєць у самиць і пов'язані з цим метаболічні процеси. До осені, після закінчення відкладання яєць, у них настає так званий наживуючий період, пов'язаний з нагромадженням в організмі поживних резервів для підтримки життя під час зимівлі. Наприклад, самиці кріптолемуса в день відродження мали 36 % жиру. Дозрівання перших яєць викликало зниження жиру до 24,8 %. Улітку протягом 2,5 місяця за відкладання 400–800 яєць кількість жиру у самиць трималася на рівні 20 %.

Такі самі дані отримані і для хармон. За додаткового живлення і відкладання яєць кількість жиру протягом сезону не знижу-

валася нижче 25 %. Його запас збільшився до 48,7 % у жуків, які підготувалися до зимівлі. У кокцинеллід виявлено цікаву особливість — збереження у них протягом життя поживних речовин на досить високому рівні. У довгоживучих дорослих комах створюється характерний для виду недоторканий або своєрідний «метаболічний запас» поживних ресурсів, який забезпечує підтримання їх життя. Зменшення цього запасу нижче критичного рівня спричиняє в комах незворотне виснаження організму і загибель.

У сирфід і галиць як результат відкладання яєць самицями в колонії попелиць личинки забезпечені достатньою кількістю їжі. Галиці вилітають статевозрілими. Самиці сирфід у процесі статевого дозрівання живляться на нектароносах та солодкими виділеннями попелиць. У них у кишечнику і зобі накопичується до 3–6 мг шилку, який містить цукор, та велика кількість амінокислот і вітамінів. Плодючість сирфід може залежати і від кормової рослини.

Живлення паразитичних комах. У паразитичних личинок на відміну від хижих харчові можливості обмежені лише однією особиною господаря. Для дорослих комах більш характерне вуглеводне живлення.

Живлення личинок. Для личинок, які живляться внутрішньопорожнинною рідиною господаря, важливе значення мають кількість і якість накопичених в його організмі поживних резервів. З'ясовано, що фізіологічний стан господаря, що визначається умовами його розвитку, має прямиий вплив на фізіологічний стан паразита, який розвивається в ньому. Наприклад, лялечки непарного шовкопряда і конони його паразита — мухи блефаріподи — за розвитку на грабі мали масу 999 і 236 мг і містили відповідно 21,8 і 31,1 % жиру; на дубі їх маса становила — 639 і 168 мг, а кількість жиру — 18,8 і 29,2 % до сухої маси. Аналогічна залежність фізіологічного стану паразита від умов живлення господаря виявлена і для ектопаразитів сколії за розвитку її на личинках мармурової бронзівки. Істотні відмінності у розмірах окремих частин тіла і кінцівок відзначені і у дорослих теленомін за розвитку в яйцях черепашки різної якості.

Живлення імаго. Потреба у живленні залежить від характеру статевого дозрівання самиць. У паразитичних мух самиці вилітають статевонезрілими. Їхнє дозрівання у різних видів може тривати від 4–6 до 30 днів. Основою для дозрівання яєчників у тахін є жиробілкові відкладення, накопичені у жировій тканині личинкою. Однак перехід їх у гемолімфу і витрачання на розвиток статевої продукції стає можливим за додаткового білкового живлення самиць у поєднанні з вуглеводним. Потрібні речовини вони отримують під час живлення нектаром і пилюком квіток і споживання солодких виділень сисних комах. Також тахінам потрібна і вода. Білок особливо

важливий для живородних видів, ембріон яких поглинає поживні речовини, що знаходяться в гемолімфі самиці-матері.

Характер статевого дозрівання у паразитичних перетинчасто-крилих більш різноманітний. За типом дозрівання самиць їх поділяють на три основні групи:

- 1) проовігенні — дозрівання яєць зазвичай відбувається на фазі лялечки і додаткового живлення не потребують;
- 2) синовігенні — вилітають з деякою кількістю зрілих яєць, живуть довго і потребують додаткового живлення;
- 3) епіовігенні — вилітають з незрілими гонадами, тому додаткове живлення обов'язкове.

Для паразитів двох останніх груп характерні два типи дозрівання самиць. В одних видів самиці вилітають з порівняно великою кількістю зрілих яєць. За додаткового живлення їх кількість збільшується в кілька разів. Зрілі яйця зберігаються в яєчниках тривалий час. Це може бути однією з важливих адаптацій, що забезпечують зустріч готових до відкладання яєць самиць з господарем, який розвивається асинхронно, наприклад, у ліссоноти — паразита гусениць зернової совки.

У других видів дозрівання яєць відбувається порційно. У яйцевих трубках зазвичай розвивається по 1–3 яйця. Наступні яйця розвиваються після відкладання зрілих. За постійного контакту з господарем і додаткового живлення дозрівання яєць у них може бути безперервним. Однак за тривалих інтервалів у зустрічах з господарем у самиць частина яєць може резорбуватися або скинутися. У разі поновлення контакту з господарем оогенез у них відновлюється, але загальна плодючість знижується. Такий тип дозрівання самиць значно поширений у паразитів.

Дорослі їдці живляться нектаром різних культурних і диких нектароносів, і виліт їх зазвичай збігається з періодом цвітіння останніх. Багато імаго також охоче живляться і солодкими виділеннями сисних комах. Поряд з цим, для багатьох їдців характерне живлення соком господаря — гемолімфою, багатою азотистими речовинами і багатьма вільними амінокислотами. У разі живлення на відкрито живучих господарях самиці часто злизують краплю гемолімфи, яка виступила з ранки, зробленої яйцекладом. У деяких птеромалід, браконід та інших комах, які паразитують на прихованоживучих господарях, існує спеціальне пристосування для живлення гемолімфою. Із секрету, що виділяється статевими залозами, самиця формує трубку від місця проколу господаря до поверхні його кокона або субстрату, під яким він перебуває. Через цю трубку вона висмоктує гемолімфу. Окремі види іхневмонід, наприклад, *Pimpla instigator*, для живлення гемолімфою прогризають отвір у лялечках господаря. Нерідко кіль-

кість використаних цим їздцем лялечок білана жилкуватого для живлення (46 %) значно перевищує кількість заражених ним особин — 18–32 %. Енциртид *Metaphycus helvolus* знищує для живлення 70–90 % щитівок, а заражає — 20–25 %, як і *Tetrastichus asparagi* — паразит аспарагусного клопа. Напад на господаря для живлення гемолімфою розглядають як одну з форм хижацтва. У разі живлення гемолімфою у самиць менше дозріває яєць і живуть вони недовго порівняно з тими, які споживають вуглеводну і білкову їжу.

За характером живлення гемолімфою серед їздців виділяють три групи:

1) обмежуються одноразовим прийомом білкової їжі (іхневмонід *Hemiteles graculus* Grav.);

2) живлення гемолімфою факультативне (ектопаразит *Aphytis proclia* Wlk.);

3) необхідне систематичне живлення (ектопаразит *Habrobracon hebetor* Wesm.).

В останніх без використання білкової їжі не відбувається нагромадження жовтка в яйцеклітинах. Необхідність використання гемолімфи більш гостра для ектопаразитів і деяких браконід і іхневмонід — ендопаразитів. Очевидно, живлення гемолімфою господаря пов'язано з потребою накопичення в яйцях паразитів потрібної кількості жовтка, що забезпечує розвиток ембріона. Цим можна пояснити велику потребу у білковій їжі екто- і ендопаразитів, в яйцях яких міститься велика кількість жовтка.

Додаткове живлення значно підвищує плідність самиць паразитичних комах. Одержувані ними вуглеводи, забезпечують метаболічні процеси та сприяють повнішому використанню нагромаджених на личинковій фазі поживних речовин для формування яєць. Додаткове живлення також значно подовжує життя дорослих комах і має важливе значення для видів, що розвиваються асинхронно зі своїми господарями, і особливо для видів, які зимують у фазі імаго.

У період підготовки до зимівлі вуглеводне живлення забезпечує нагромадження в організмі комах потрібних харчових резервів. Під впливом зовнішніх факторів отримані комахами вуглеводи зазнають в їхньому організмі відповідної перебудови, що сприяє підвищенню холодостійкості паразитів.

Спеціалізація ентомофагів та їх значення у пригніченні шкідників

Типи спеціалізації. За ступенем спеціалізації до господарів паразитичні і хижі комахи, як і інші організми, поділяються на три основні біологічні групи:

1) вузькоспеціалізовані, тобто пристосовані до одного (монофаги) або двох видів господарів;

2) багатодні (поліфаги), здатні жити за рахунок широкого кола господарів, навіть представників різних рядів комах;

3) відносно спеціалізовані (олігофаги), які заражають комах, що відносяться до різних родів у межах родини і зазвичай паразитують або хижачать за рахунок кількох видів господарів. Ця група є проміжною і більш багаточисельною. Вона включає види різного ступеня спеціалізації від вузької до широкої олігофагії.

Спеціалізація ентомофагів визначається ступенем приуроченості циклу розвитку ентомофага до циклу розвитку основного господаря, схожістю вимог ентомофага і господаря до умов зовнішнього середовища, приуроченістю активного періоду дорослої фази ентомофага до періоду розвитку бажаної їм фази господаря, приуроченістю фізіологічних особливостей ентомофага до життя за рахунок організму цього господаря.

Більша відповідність до життєвих циклів і вимог до фізичних чинників середовища з господарями спостерігається у вузькоспеціалізованих ентомофагів, які здатні самостійно пригнічувати шкідника, як наприклад афелінус — паразит кров'яної попелиці, бластотрікс — паразит акаціевої несправжньої щитівки, псевдофікус — паразит червця Комстока, родолія — хижак іцерії. Однак монофагія у вузькому її значенні виключно рідко зустрічається серед ентомофагів.

Найчастіше вузька спеціалізація до господарів спостерігається у ентомофагів, які адаптувалися до комах, що характеризуються особливими морфологічними чи біологічними властивостями і вимагають спеціальних пристосувань. Так, у їздця *Encyrtus infelix* через адаптацію до сезонного циклу господаря — караганової несправжньої щитівки різні покоління розвиваються на різних фазах господаря (личинках та імаго). Це викликало у паразита на фазі личинки та імаго спеціальні морфологічні і біологічні пристосування до життя лише у цьому господарі.

Спеціалізація ліссоти визначила її морфологічні та поведінкові пристосування до зараження гусениць зернової совки всередині колоса. У афелінуса і родолії спеціалізація, вочевидь, пов'язана з подоланням механічних бар'єрів у зв'язку зі специфікою будови тіла господаря (жертви). На відміну від цього на видах, які легко доступні і трапляються у природі тривалий час у достатній кількості, живуть ентомофаги із широкою харчовою спеціалізацією, як наприклад, хижаки попелиць.

Поліфаги характеризуються широкою екологічною пластичністю і відсутністю синхронності у розвитку з господарями. Вони зазвичай мають велике значення у пригніченні шкідника в роки його масового розмноження.

Олігофаги мають життєвий цикл і екологічні вимоги, які недостатньо відповідають таким у їх господарів. Багато з них відомі як ефективні ентомофаги шкідників сільськогосподарських культур. На відміну від поліфагів, їхня роль у стримуванні розмноження фітофагів більш постійна. Не зважаючи на широке коло господарів, у них з'являється більш тісний зв'язок з двома або трьома видами комах. Таких комах називають основними господарями. Комах, що живуть у місцях проживання основного господаря, але яких паразит заражає рідше, називають додатковими господарями.

У ентомофагів розрізняють оліго- та поліфагію у просторі і у часі. У першому випадку паразити здатні розвиватися на різних видах комах, що зустрічаються одночасно у цій місцевості. Це дає уявлення про їхню харчову спеціалізацію. Для таких паразитів багато комах є альтернативними господарями, вибір яких може залежати від їх масовості або доступності в стаціях проживання паразита. Зміна господарів у часі викликана у паразитуючих потребою заміни зникаючих видів іншими. Зазвичай це спостерігається у поліциклічних паразитів, біологічно пов'язаних з моноциклічними господарями.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Дайте визначення паразитизму.
2. У яких рядах класу комах представлені паразитичні форми?
3. Як називається розвиток самців з незапліднених яєць, самиць із запліднених?
4. Чим характеризується поліембріонія?
5. На які біологічні групи за ступенем спеціалізації до господарів поділяються паразитичні і хижі комахи?
6. Які групи виділяють серед їздців за характером живлення гемолімфою?

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Форма взаємовідносин між організмами пари, в якій один організм харчується іншим — жертвою і вбиває її, зазвичай, відразу?				
1	2	3	4	5
паразитизм	симбіоз	хижацтво	мутуалізм	антагонізм
2. Форма взаємовідносин між організмами, за якої один організм живе за рахунок іншого організму — господаря і тісно зв'язаний з ним біологічно і екологічно протягом свого життєвого циклу, — це:				
1	2	3	4	5
паразитизм	симбіоз	хижацтво	мутуалізм	антагонізм
3. На які біологічні групи за ступенем спеціалізації до господаря поділяють паразитичних і хижих комах?				
1	2	3	4	5
вузькоспеціалізовані	поліфаги	олігофаги	симбіонти	антагоністи

РОЗДІЛ III КУЛЬТУРА КОМАХ

Основи масового розмноження членистоногих фіто- та зоофагів для використання у захисті рослин розглянемо на прикладі комах.

За А.З. Злотіним, процес створення і відтворення культури комах включає шість основних етапів:

1. Вибір вихідного біологічного матеріалу.
2. Введення виду в техноценоз і створення вихідної популяції.
3. Оптимізація культивування за основними параметрами утримання з типізацією та стандартизацією культур.
4. Надання культурі заданих, стабільно успадковуваних властивостей.
5. Закладання маточної культури для тривалого відтворення виду комах із заданими властивостями.
6. Масове виробництво культур комах із заданими властивостями.

Перший етап спрямований на вибір об'єкта культивування згідно з метою для масового розведення та потребує максимально повної інформації щодо його біології й екології. Особливо важливі дані про швидкість розмноження, біологію, спаровування, плодючість, живлення, канібалізм, імунітет до хвороб, особливості діпаузи, шкідливі виділення, вимоги до фізичного середовища. Для створення культурної популяції використовують природні популяції комах. Тобто, на першому етапі потрібно відібрати з природи доброякісний матеріал. Критерії відбору вихідного матеріалу передбачають оцінку за мінливістю забарвлення статей, пробами яєць, відродженням личинок тощо.

Другий етап передбачає очищення вихідного матеріалу від відповідних видів збудників хвороб, паразитів та хижаків.

Третій етап — оптимізація культивування за основними параметрами утримання — це адаптація виду, що вводиться в культуру, до штучних умов і створення культури для розмноження круглорічно.

На цьому етапі розробляють поживне середовище (діету) для розведення комах. Поживне середовище має відповідати таким вимогам: задовольняти фізіологічні потреби виду, містити дешеві компоненти, доступні для використання в усі сезони, зберігати протягом тривалого часу вихідну консистенцію, протистояти розвитку сапрофітних мікроорганізмів.

Четвертий етап пов'язаний з наданням культурі комах заданих, стабільно успадковуваних властивостей. Це досягається за допомогою селекції. Для потреб біологічного контролю селекційні

роботи обмежуються переважно відбиранням найбільш життєздатних і продуктивних особин.

Закладання маточної культури на п'ятому етапі має на меті забезпечення тривалого відтворення виду комах із заданими властивостями. Основне завдання на цьому етапі — збереження і поліпшення заданих властивостей культури у наступних поколіннях із застосуванням таких селекційно-генетичних методів:

- 1). добір і підбір пар для схрещування за ознаками, що визначають життєздатність та продуктивність, насамперед — інтенсивність відродження й розвитку личинок, час виходу імаго та відкладання яєць, тривалість життя і пристосованість імаго до несприятливих факторів тощо;
- 2). добір і підбір пар схрещування за ознаками, зумовленими генетично (гетерозисний ефект, гетерогенне схрещування, короткочасні і багаторазові спаровування тощо).

На завершальному шостому етапі масового виробництва культур комах важливе значення має найбільш ефективна механізація й автоматизація основних процесів культивування, включаючи приготування поживних середовищ, їх дозування, розміщення личинок (або яєць) на середовищі, видалення відходів, збирання біоматеріалу тощо.

3.1. Фактори, що впливають на вирощування корисних комах

Лабораторне вирощування корисних комах включає в себе три біологічні об'єкти: корисний вид, комаха-господар і рослина-господар або штучне поживне середовище (дієта). Для оптимізації процесу розведення потрібно ретельно вивчати біологію корисних видів та їх комах-господарів та мати достатню інформацію про отримання рослин-господарів або штучних дієт. Деякі з факторів залишаються загальними як для корисних видів, так і для комах-господарів, у той час як інші є специфічними. Ефективність процесу розведення комах зумовлюється такими факторами:

1. Особливості розмноження.
2. Особливості поведінки.
3. Навколишнє середовище: абіотичні та біотичні фактори.
4. Фізіологічні особливості.
5. Особливості живлення.
6. Генетика.

1. Розмноження (спаровування, плодючість).

Види комах різняться за звичками спаровування. Оптимальна

температура для спаровування для більшості комах — 18–20°C. За несприятливих умов можна стимулювати самицю спаровуватися з використанням таких методів:

- 1) змінювати співвідношення самців і самиць;
- 2) утримувати самиць без корму протягом кількох годин, а потім підставляти їжу з голодними самцями;
- 3) піддавати самицю коливанням повітря у присутності самця;
- 4) зберігати самиць за низьких температур, а потім швидко підвищувати температуру, доводячи до „оптимальної“ за яскравого світла;
- 5) піддавати охолодженню або анестезії і згодом забезпечити контакт з самцями одразу після виходу з цього стану, але до відновлення повноцінної діяльності;
- 6) струшувати контейнери, де утримуються комахи, для полегшення механічного контакту між самицями та самцями;
- 7) використовувати статеві феромони.

Для підвищення ефективності розведення комах дуже важливим є збільшення репродуктивного потенціалу. Належна годівля та відкладання яєць на поверхню сприяють підвищенню репродуктивної активності самиць.

Тривалість репродуктивного періоду різних видів може дуже сильно відрізнятись залежно від виду. Одні види продовжують жити та здатні розмножуватися після появи потомства. Інші мають короткий термін життя. На співвідношення самців і самиць впливають розміри господарів та лімітуючі фактори. Для паразитів ефективність розведення поліпшується за збільшення коефіцієнта співвідношення між самцями і самицями.

2. Поведінка (суперпаразитизм, канібалізм, діапауза, переважання певного господаря).

Паразитизм і канібалізм є дуже небажаними у процесі вирощування комах та інших членистоногих. Усунути цю проблему можна за дотримання оптимального співвідношення господаря та паразита.

Контроль канібалізму є одним з головних факторів під час вирощування хижаків. Ні в якому випадку не допускається переущільнення. Хижаки повинні мати постійно достатню кількість здобичі. Діапаузу можна використовувати для підвищення ефективності розведення, тому фактори, що регулюють початок і припинення діапаузи, потребують детального вивчення. Деякі види паразитів для відкладання яєць потребують живлення білком тільки відповідних господарів.

3. Екологія: абіотичні та біотичні фактори.

А. Абіотичні фактори: показники температури, вологості пові-

тря та освітлення, наявність частинок пилу в повітрі не мають виходити за межі зони оптимуму для ентомофагів та їхніх господарів.

Температура близько 26°C і відносна вологість 55–65 % є оптимальними для розведення більшості видів. Занадто низька відносна вологість повітря може бути смертельною, а висока може призвести до виникнення грибкових або інших хвороб. Занадто висока вологість може спричинити утоплення личинок і задухи імаго. Швидкий розвиток личинок деяких комах за більш високих температур призводить до меншої кількості активних імаго, ніж для тих, які розвиваються повільніше за нижчої температури. Занадто низька температура може спричинити неспроможність самців продукувати сперму. Якість та кількість світла впливає як на розвиток окремих видів, так і на здатність розмноження. Аналогічним чином, якість повітря та його обіг забезпечують розвиток комах. Паразити, зазвичай, чутливі до пилу в повітрі, якого слід уникати або звести до мінімуму. Надмірна вентиляція може призвести до висушення та смертності яєць у деяких видів комах. Непряма дія може виявитися у висушуванні харчового субстрату та погіршенні його споживання, що негативно впливає на життєздатність культури комах.

Б. Вимоги до підбору контейнерів: підбір контейнерів/садків залежить від виду, стадії, розміру, поведінки і кількості комах. Вони повинні мати такі загальні характеристики:

- 8) з них не мають вилітати комахи;
- 9) мають бути нетоксичними для комах;
- 10) відповідним чином вентилюватися, щоб запобігти накопиченню надлишкового тепла, вологи і запаху;
- 11) легко чиститися;
- 12) мати достатні розміри для спаровування та господарського пошуку;
- 13) мають бути адаптовані для використання у кілька етапів розведення;
- 14) мати стандартний розмір з метою легкого доступу до них;
- 15) не заважати кохам відповідати на подразники;
- 16) бути адаптованими до механізованого процесу розведення.

С. Біотичні фактори. Запобігання/усунення мікробіологічних забруднень та заселення паразитами та хижаками.

Найпоширенішою і часто найсерйознішою проблемою у процесі розведення корисних організмів для використання у захисті рослин, зокрема, комах, є зараження інфекційними та неінфекційними хворобами, заселення паразитами та знищення хижакми. Зусилля, спрямовані на контроль та знищення небажаних у процесі розведення організмів, вимагають додаткових витрат та підвищують його вартість.

Наприклад, фітофаги довгоносики *Anthonomus grandis* та *Grandis Boheman* у процесі розведення досить часто заражуються найпростішими *Martesia grandis*. *M. diaspora* спричиняє хронічну хворобу у середземноморської борошняної мухи (*Anagasta kuehniella* Zeller), цитрусового черва (*Amyelois transiella* Walke). Таким чином, під час розведення енциртид (*Copidomopsis plethocoricus*) та осбетилід (*Goniozus legneri* Gordh) на цих фітофагах треба зробити все можливе, щоб не допустити виникнення зараження перерахованими найпростішими.

Дуже часто фітофаги, на яких розводять ентомофагів, заражуються вірусними хворобами, що значно ускладнює процес розведення. Ці хвороби зазвичай перебігають у гострій формі, проте їх досить легко виявити. Віруси ядерного поліедрозу — найпоширеніші. Наприклад, такі віруси було знайдено під час розведення гусениць лускокрилих: хвилівки *Orgyia pseudotsugata* McDunnough, лісового кільчастого шовкопряда *Malacosoma disstria* Hubner, єгипетської бавовникової совки *Spodoptera littoralis* Boisduval та карадрини, *S. exigua* Nutt та совки-трихоплусії *Trichoplusia ni* Hubner. Бавовникова совка також заражується вірусом цитоплазматичного поліедрозу за масового розведення. Зараження вірусом гранулозу досить часто спостерігається у процесі розведення яблуневої плодожерки *Cydia pomonella* L.

Якщо один мікроорганізм може негативно впливати на процес розведення комах, то група мікроорганізмів може взагалі знищити всю культуру. Наприклад, грибок *Aspergillus niger*, вірус цитоплазматичного поліедрозу *Nosema spp.* та бактерія *Bacillus thuringiensis* значно ускладнюють процес масового розведення гусениці бавовникової совки, а комплекс патогенів, що включає віруси, найпростіші, бактерії та гриби створюють перепони в процесі культивування коників *Melanoplus spp.*

Запобігання та контроль зараження комах у процесі розведення інфекційними хворобами — це найважливіше завдання. Однак під час реалізації його на практиці виникає безліч проблем, що ускладнюють процес розведення та значно підвищують його вартість. Сапрофітні гриби потрапляють в організм комахі здебільшого з їжею. Такі мікроорганізми знаходяться повсюдно і можуть дуже швидко розмножуватися в інсектаріях з недоліками у плануванні або незадовільними санітарними умовами. Джерелом облигатних патогенів у інсектаріях зазвичай є комахі, яких збирають у природних умовах для закладання культури комах.

Зменшити ризик зараження облигатними патогенами за використання комах з природних умов можна кількома шляхами:

- 1) збирати комах з площ з найнижчою щільністю популяції;

2) збирати комах з ділянок, де ознак захворювань комах або взагалі немає, або вони проявляються дуже слабо;

3) збирати комах на початку процесу розведення.

Зазначені методи дуже допомагають знизити рівень зараження вірусними хворобами у процесі розведення лускокрилих комах.

Стадія розвитку комахи також впливає на зараження патогенами. Найбільш вразливим є комахи на стадії лялечки. Найбезпечніша стадія — стадія яйця. У цій стадії комаха має найменше шансів занесення патогена до культивованого виду. Однак зараження вірусом чи найпростішими досить часто відбувається на поверхні яєць.

Отримання яєць від імаго, зібраних у польових умовах, досить часто є легшим процесом, ніж збір яєць безпосередньо у полі. Візуальний аналіз імаго, зібраних з полів, відокремлення загинувших комах та стерилізація поверхні яєць дає змогу запобігти деяким грибковим хворобам, зокрема *Nomuraea rileyi* під час культивування гусениць лускокрилих комах.

Занести патоген до інсектарію можна випадково з його природним харчовим субстратом. Тому краще замінити природний корм на штучне поживне середовище або рослини, що вирощуються у лабораторних умовах. Хоча мікроорганізми звичайно можуть потрапити і в штучну їжу.

Наприклад, непарний шовкопряд може заразитися *Maitesia dispersa* та бактерією *Bacillus thuringiensis* внаслідок живлення штучною дієтою з борошна, зробленого з пшениці, зараженої патогенними бактеріями, занесеними комахами-шкідниками зернохосвищ.

Жорсткі санітарні умови, дотримання технології розведення та раціональне планування інсектарію сприяють зменшенню або взагалі знищенню мікроорганізмів. Незважаючи на те, що зазвичай у масовому розведенні беруть участь фахівці, які розпізнають, проводять моніторинг та контроль мікроорганізмів, все ж потрібно досить уважно ставитися до вибору персоналу, що займатиметься розведенням. Бажано, щоб такі фахівці мали базові знання з мікробіології, знали санітарні вимоги та стандарти розведення комах.

Для усунення інфекційних хвороб в інсектаріях використовують різні методи фізичних та хімічних технологій.

Дуже ефективним є дотримання карантинних заходів — розводити комах індивідуально протягом кількох генерацій після занесення в лабораторію та проводити постійний моніторинг на виявлення хвороб. Використання парової стерилізації знищує усіх заражених комах. Хоча утримання комах на карантині дуже трудомістка справа, воно гарантує здоровий, вільний від патогенів вид.

Ефективність карантину доведена на розведенні попелиці у разі започаткуванням стартової колонії з природних умов. Це значно запобігає поширенню грибних хвороб, що залишається великою проблемою під час розведення попелиць. Важливим доповненням до карантинних заходів для зменшення патогенів є хімічна обробка окремих стадій комах, але це також достатньо трудомісткий метод. Цей метод незамінний для дезінфекції яєць лускокрилих проти вірусних та бактеріальних хвороб. Для проведення поверхневої дезінфекції яєць найпопулярнішим є використання гіпохлориду натрію. Використання формаліну теж достатньо ефективно проти вірусних хвороб, але речовина має канцерогенні властивості.

Концентрація гіпохлориду натрію та час експозиції залежать від конкретного виду комах. Найчастіше для дезінфекції використовують 0,1 %-й розчин гіпохлориду натрію з експозицією 5–10 хвилин для совок і 15 хвилин для хвилівок та двокрилих. Для дезінфекції яєць прямокрилих слід використовувати 0,25 %-й розчин гіпохлориду натрію з експозицією 10 хвилин.

Оброблені яйця мають нижчий рівень виплодження ніж ті, що були вирощені у природних умовах.

Гіпохлорид натрію можна також використовувати для проведення дезінфекції яєць уразі збирання їх з природних умов.

Структура та планування інсектарію — важливі фактори для ефективного розведення комах. Бажано розподіляти інсектарій для розведення на „чисту“ площу для дуже важливої роботи та „звичайну“ для робіт, що не вимагають чистоти. Сучасна лабораторія для розведення комах має бути обладнана вискоєфективним корпускулярним повітряним (ВЕКП) фільтром для стерильної чистоти кімнат.

Чітке дотримання критичної температури, вологості та освітлення також дуже важливі під час регулювання хвороб. Попередження високої вологості та дотримання температури $<30,6^{\circ}\text{C}$ запобігає бактеріальним хворобам, що викликають факультативні патогени на лускокрилих комах. Екологічний стрес дуже часто призводить до підсилення патогенної дії мікробного патогену комах. Наприклад, вирощування фруктової мухи (*Anastrepha suspensa* Loew) та її паразитоїда з родини браконід (*Diachasmimorphalongicaudata* Ashmead), (*Biosteres longicaudatus* Ashmead) за температури вище 30°C сприяє тому, що присутні бактерії *Serratia marcescens* і *Pseudomonas aeruginosa* набувають патогенних властивостей, що призводить до високої смертності обох видів комах. Зниження температури зменшує прояви хвороби.

Причиною виникнення інфекції також може стати збільшення щільності комах у контейнерах для розведення та підвищення вологості. Цей факт добре вивчений під час розведення білокрилки

та пустельної сарани. Для регуляції мікробіологічних патогенів значення може мати також рівень рН. Наприклад, під час розведення коників рН має бути від 30 до 35 %.

Вологість та застоєне повітря частково сприяють розвитку грибків. Утримання контейнерів за постійної температури зменшує ризик утворення конденсату та відповідно забруднення мікробами. У контейнерах, в яких є можливість просушувати корм, зазвичай не утворюються плісеневі грибки. Наприклад, використання пористого поліетилену для покриття полістиринових підносів за масового розведення бавовникового довгоносики дозволяє через щілини просушувати поживне середовище. Такий захід, а також розміщення стерильного піску та кукурудзяної суміші на корм для адсорбції вологи, досить суттєво зменшують забруднення мікробами.

Надзвичайно важливим для контролю грибкових захворювань є правильне вентилування. Навіть за умов досить високої вологості, що може бути необхідним під час розведення деяких видів, забезпечення постійного руху повітря може ефективно зменшувати чи контролювати грибкові інфекції.

До інших факторів зовнішнього середовища, що сприяють мікробіологічному забрудненню, належить освітлення. Наприклад, забруднюючі дріжджові грибки можуть вирости на морквяному кормі для розведення плодової мухи, якщо він знаходиться на світлі, проте у темряві цього ніколи не станеться. Потрібно також спостерігати за стадіями розвитку комах. Якщо залишати яйця коників у місці їх відкладення, то знижується ризик смертності німф від летальних бактеріальних та грибкових хвороб.

Отже, дотримання фізичних, хімічних та інших засобів захисту від мікробних інвазій та хвороб комах може значно зменшити їх негативний вплив на процес розведення на початкових етапах. Однак забруднення та хвороби можуть з'явитися і в подальшому. Тому ретельний контроль — це постійне використання антимікробних хімічних речовин під час приготування корму. Для личинок для захисту від мікробів за масового розведення кількох видів совок можна використовувати фосфорну кислоту. Як антибактеріальну речовину до корму можна додавати сорбінову кислоту.

Незважаючи на те, яким би дорогим не було розведення комах, як тільки виявилися ознаки хвороби, спричиненої облігатним паразитом, потрібно знищити весь вид, вимити та обробити інсектарій та почати розводити новий вид.

Забруднення під час розведення корисних комах не виникає лише від паразитоїдів, хижаків, патогенів та за міжвидової конкуренції. Такі організми можуть бути забруднювачами лише тоді, якщо їх виникнення у просторі та часі було небажаним. Передчасне

знищення рослин може виникнути, якщо зараження певним видом перевищує порогові величини. Так само, заражений ентомофаг може знищити господаря, якого використовують для розведення. За масового розведення птеромалід для захисту від мух, один вид може заразити інший вид. У таких випадках рекомендують проводити постійну вибірку заражених комах.

Мікробні забруднення можуть бути викликані у разі перенесення комах з польових у лабораторні умови та у процесі штучного живлення.

4. Фізіологічні (пошукова здатність господаря, спроможність виробляти ферменти, виділяти феромони та продукувати звук).

Лабораторне розведення може спричинити зміни і вплинути на фізіологічний стан комах, який в свою чергу вплине на їхню продуктивність. Наприклад, можуть послаблюватися чи порушуватися пошукова здатність паразита, спроможність виробляти феромони, ферменти, продукувати звук тощо. У деяких випадках це впливає на візуальне сприйняття. Ці та інші фізіологічні чинники мають бути ретельно вивчені, особливо, якщо розведення проводять протягом кількох поколінь.

5. Живлення (наприклад, альтернативний господар, потреба у поживних речовинах, фактори, пов'язані зі штучними дієтами).

Компоненти, що входять до складу корму (дієти) впливають на ріст, розвиток, метаморфоз, розмноження, фізіологію і поведінку комах.

Зважаючи на те, що масове розведення комах передбачає розведення їх на штучних поживних середовищах або натуральних харчових субстратах-замінниках основного харчового субстрату, важливе значення має звикання особин до нового корму. У природі перехід на нові кормові рослини або альтернативного господаря у ентомофагів часто є прийнятним для виду. У процесі розведення комах спостерігається зовсім протилежна картина. Спостерігається зниження життєздатності та продуктивності багатьох видів комах на штучних середовищах. Аналогічне явище спостерігається у разі живлення комах природним харчовим субстратом-замінником основної кормової рослини. При цьому знижується стійкість комах до бактеріальних та вірусних хвороб.

6. Генетика (наприклад, інбридинг, співвідношення статей, генетичний добір, розмір заснованих колоній).

Аналізуючи питання генетики експериментальних популяцій під час розведення, потрібно виділити такі:

1) залежність генетичної однорідності культури від об'єму взятого для розведення біоматеріалу і гетерогенності батьківської популяції;

2) зміна характеру відбору за умов розведення.

Початкова популяція (популяція засновників) схильна до дії чинників середовища як абіотичних, так і біотичних, що змінює її генетичний характер. З відкритої популяція перетворюється на нечисленну закриту, що втратила зв'язок з батьківською і позбавлена припливу генів ззовні. Такі зміни у свою чергу змінюють роль тих або інших генотипів у популяції і можуть призвести до появи нового екотипу. Встановлено, що менше початкова кількість особин, узятих для розведення і вище гетерогенність батьківської популяції, то більше шансів отримати екотип, генетично відмінний від початкової популяції. Зумовлено це тим, що значення для популяції окремого генотипу переважно визначається властивостями загального генофонду популяції загалом. Що більше гетерогенність популяції і менша початкова кількість особин, узятих для розведення, то більше шансів, що для основи культури можуть бути узяті особини, що не повною мірою відображають співвідношення гомо- і гетерозигот у популяції, що забезпечить утворення нового типу в культурі, відмінного від початкової популяції.

Під час розведення комах, у зв'язку зі змінами характеру і механізмів дії умов середовища як чинників відбору, про що зазначалося вище, змінюється генетичний характер культури. Досить високою є чутливість генотипу до умов середовища як чинника відбору. Характер генетичних змін у культурі залежить також від біологічних особливостей виду, головними з яких є: швидкість розвитку, кількість генерацій, співвідношення статей, схильність імаго до полігамії, гетерогенність тощо. Використання у відтворенні потомства ослаблених особин призведе до зниження життєздатності культур. Відсутність припливу нових генів виключає гетерозис як чинник підвищення життєздатності, і створює передумови до зниження гетерогенності популяції, а у деяких випадках і до прояву інбридингу, що знижує життєздатність культури, особливо за незначної чисельності комах і тривалого розведення.

Зміна місця існування викликає потребу адаптації до нових умов, яку можна розглядати як вид географічної мінливості, явно небажаний під час програм випуску комах у природне середовище, у зв'язку з потребою у додатковій адаптації.

У свою чергу, під час розведення можуть зникнути інші види мінливості — сезонна і адаптація до субстрату, що також небажано за здійснення масового розведення комах для використання у захисті рослин.

Через потенційну загрозу потрапляння з кормом або іншими каналами мікробіологічно активних речовин — мутагенів — можуть з'явитися небажані мутації, для яких є сприятливі умови для

закріплення у культурі, підтримуваних у зоні екологічного оптимуму для виду.

Отже, генетичні зміни в культурах комах під час розведення мають досить складний характер, що зумовлює тенденції до зміни екотипів комах і загального зниження життєздатності популяції.

3.2. Штучні поживні середовища (дієти) для розведення комах

Велике значення комах-ентомофагів як агентів біологічної боротьби зумовлює актуальність питання масового розмноження хижих і паразитичних комах на штучних поживних середовищах (ШПЖ). Успішний розвиток технології розведення цих комах *in vitro* потребує, насамперед, створення штучного корму, наближеного за своїми характеристиками до природної їжі, що в свою чергу має ґрунтуватися на знаннях про фізіологію і метаболізм ентомофага. Розведення ентомофагів у лабораторних умовах розпочалося з 40-х років минулого століття. Спочатку роботи були спрямовані на те, щоб показати принципову можливість розведення комах на ШПЖ у лабораторних умовах. Починаючи з 60-х років, дослідження були спрямовані на вивчення кормової спеціалізації комах, що було підставою для створення простіших і дешевших напівсинтетичних середовищ. Все це сприяло розвитку масового розведення комах у лабораторних умовах, вирішенню питань про збалансованість штучного поживного середовища, його консистенцію і відповідність покладеному на нього завданню. Кормова спеціалізація комах є одним із складових процесу адаптації до навколишнього середовища. Стратегія вибору джерела живлення не може аналізуватися виключно з позицій оптимізації або максималізації чистої енергії, але має враховувати можливості кормової рослини щодо забезпечення укриття або інших шляхів зменшення ризику для споживача. Кормова спеціалізація комах зумовлюється хімічними і біологічними особливостями організмів, що є їхнім кормом.

Розведення корисних членистоногих для біологічного контролю включає три біологічні об'єкти:

- 1) ентомофаг;
- 2) його господар (живитель);
- 3) субстрат для корисного виду або господаря.

Субстрат для розведення господаря може бути у вигляді:

- 1) живих рослин;
- 2) зрізаних рослин;
- 3) рослин, що зберігаються після збирання врожаю (коренеплоди, сухофрукти, тощо);

4) штучних поживних середовищ або штучних кормів чи дієти.

Живі рослини

Вирощування фітофагів та корисних організмів на живих рослинах є досить затратним та трудомістким процесом. Зазвичай, як рослини, так і фітофаги потерпають від хвороб та шкідників. Що довше росте рослина, то більше шансів ураження хворобою або шкідниками. Час утримування корисного організму на рослині пов'язаний з життєвим циклом фітофага та ентомофага. Наприклад, життєвий цикл чорної щитівки (*Saissetia oleae* Olivier) — господаря їздців, становить близько 3 місяців за температури 21°C на олеандрі. У зв'язку з тим, що щитівка має бути майже дорослою, щоб на ній можна було розводити деяких паразитоїдів, вік яких має становити не менше 3–6 тижнів, олеандр має рости протягом кількох місяців після появи личинки щитівки. Хвороби олеандра та захворювання щитівки часто ускладнюють вирощування рослини.

Деякі рослини, що використовуються для розведення фітофагів та корисних організмів, необхідні лише протягом короткого терміну. У такому випадку хвороби рослин не є лімітуючим фактором. Для порівняння, під час вирощування деяких паразитоїдів горохової попелиці (*Acyrtosiphon pisum* Harris), яка завжди вирощується на бобах, уся система спрощується, оскільки рослина росте швидко, а комаха-господар та паразитоїд мають короткий життєвий цикл. Живлення попелиць та кореневі гнилі спричиняють загибель рослини через два тижні, але це не впливає на розвиток паразита.

Якість рослини може впливати на ентомофага, попередньо впливаючи на комаху-господаря. Наприклад, використання рослин у ранніх фазах розвитку для розведення попелиць полегшує швидкий ріст та розвиток. Інтенсивність розвитку, розміри тіла, плодючість популяції комах, вирощених у лабораторних умовах, можуть суттєво відрізнятись від тих, що існують у природних умовах. Це значною мірою пояснюється різницею між рослинами, що ростуть на полі, та рослинами, що знаходяться у стресовому стані.

Частини рослин, що залишилися після збирання урожаю.

Кормом для комах, особливо це стосується ненажерливих комах на багаторічних рослинах, досить часто є частини рослин. Багаторічники, що вирощуються у лабораторії, потребують тривалого часу для розвитку і можуть бути знищені шкідником за дуже короткий період часу. Такі випадки можуть бути з люцерновим єгипетським довгоносоком на люцерні (*Hypera brunneipennis* Boheman). Оскільки довгоносок споживає дуже багато їжі, важливо годувати його зрізаними рослинами люцерни та робити з них букети, щоб вони довше залишалися свіжими.

Важливим є стан рослини, яку комаха краще споживає у процесі розведення. Коники (*Arphia conspersa* Scudder) краще поїдають висушену кульбабу, ніж люцерну. Однак вони не живляться свіжими листками кульбаби.

Коренеплоди та інші плоди рослин

Кілька видів щитівок розводять на картоплі, кормових кавунах та кабачках. Гарбузи (*Cucurbita moschata*) — це найкращий субстрат для олеандрової щитівки (*Aspidiotous nerii* Bouche), на якій розводять *Aphytis lingnanensis* Compere — паразита каліфорнійської червоної щитівки (*Aonidiella aurantii*). Використовуючи 1,5–2 тонни гарбузів на тиждень, протягом року можна отримати 15–20 млн паразитоїдів. Східну щитівку (*Aonidiella orientalis* Newstead) — господаря *Aphytis melinus* DeBach успішно розводять на гарбузах протягом 30 генерацій.

Бруква використовується як кормова рослина для капустяної мухи (*Delia radicum*) — господаря жука *Aleochara bilineata*. Зазвичай для вигодовування личинок з одного яйця потрібно використання 1 г брукви на 1 яйце капустяної мухи, що забезпечує однаковий розмір лялечок. Бульбами картоплі (1 г на 1 личинку) можна вигодовувати дротяників для розведення кокцинеллід та зоооооочок.

Використовуючи плоди та коренеплоди, слід пам'ятати, що на їх поверхні можуть залишатися залишки інсектициду, які будуть негативно впливати на фітофага. Використовуючи качани капусти для розведення південної совки (*Spodoptera eridania*), з них ретельно знімають зовнішні листки.

Особливості структури коренеплодів або плодів можуть впливати на ефективність розведення фітофага. Наприклад, червона картопля „крихка“ досить добре підходить для розведення дротяників, тоді як біла та рожева, яка має гладеньку шкірку — найкраща для розведення каліфорнійської червоної та олеандрової щитівок.

Штучні поживні середовища (дієти) для розведення фіто- та ентомофагів. Масове розведення ентомофагів для біологічного захисту рослин може здійснюватися такими шляхами:

- 1) вирощування ентомофага на природному господарі (шкіднику);
- 2) перехід від природного субстрату (рослини) до штучного субстрату для вирощування господаря;
- 3) вирощування корисного організму на штучному середовищі (кормі/дієті).

Перший крок у програмі масового розведення — це вирощування ентомофага на природному господарі (фітофагу). Отже, більшість ентомофагів вирощуються саме таким чином. Однак окре-

мих ентомофагів не можна масово розводити, тому що це або за надто дорого, або небажано, зважаючи на ризик зараження супутньою інфекцією від шкідників, коли ентомофага випускають у його природне середовище проживання. У такому випадку проводять дослідження, спрямовані на пошук нових шляхів вирощування природної жертви або альтернативного господаря (як варіант — рослина-господар).

Наступний крок у здешевленні масового вирощування корисних комах є перехід від природного джерела живлення (рослини) до штучного субстрату для вирощування господаря. Значним прогресом у сфері масового виробництва комах стало зроблене у минулому столітті відкриття можливості їх вирощування на штучному середовищі. Штучне середовище значно дешевше, але, здебільшого, призводить до зниження якості вихідного матеріалу. Відомо, що 750 видів, головним чином рослиноїдних комах, можна успішно вирощувати на штучному живленні, але лише близько двох десятків видів можна вирощувати протягом кількох поколінь на цілковито штучному середовищі. Тому технології розведення корисних членистоногих на штучних середовищах у великих обсягах розроблені для трохи більше ніж 20 видів. Контроль якості особливо необхідний, оскільки може спостерігатися вплив дієти на всі критичні стадії розвитку комахи, яку вирощують подібним чином і, також, на ентомофага, який живиться вирощеною на штучному живленні жертвою.

Останній крок на шляху мінімізації вартості розведення — це пошук шляхів вирощування корисного організму на штучній дієті. Тобто, технологія розведення корисних комах, у тому числі ентомофагів, на штучній дієті значно менше розвинена, ніж технологія розведення фітофагів. Такі технології розроблені тільки для кількох екто- і ендопаразитів, наприклад трихограми, а також хижаків, зокрема золотоочок (*Chrysoperla*). Важливим моментом залишається контроль якості, тому що штучне живлення може вплинути на ключові характеристики корисних комах, що вирощуються подібним чином, а також на ентомофагів, які були вирощені на штучно розведеному господарі. Також не вирішеним залишається питання: «Який вплив штучного середовища на вирощувану комаху»? Для зменшення вартості розведення ентомофагів, необхідною умовою є пошук шляхів вирощування природних ворогів на штучному живленні.

Класифікація штучних поживних середовищ (дієт) для розведення паразитів та хижаків

Існують такі середовища:

- 1) холістичне (holidic) середовище (хімічна структура всіх відомих інгредієнтів);

- 2) мерідичне (meridic) середовище (холістичне середовище, до якого додано речовину або препарат з невідомою хімічною структурою);
- 3) олігідне (oligidic) середовище (сирий органічний матеріал).

Зазначена класифікація не охоплює у повному обсязі характеристику штучної дієти, лише повний опис складових частин штучної дієти може правильно охарактеризувати її.

Однак у практичному плані найважливішою є наявність чи відсутність компонентів комах. Розрізняють два основних види штучного середовища:

I. Середовище, що містить «додаткові компоненти комах» — окремі частини зовнішньої або внутрішньої структури комах.

II. Середовище, що не містить «додаткових компонентів комах».

Додавання інгредієнтів комах до штучної дієти передбачає необхідність вирощування не лише господаря, а й рослини, на якій він буде розвиватися. Це робить розведення ентомофагів більш затратним. Але важливо зазначити, що у деяких частинах світу, особливо в Китаї і деяких інших Азіатських країнах і країнах Латинської Америки, такий компонент комах, як гемолімфа, може бути продуктом вторинного застосування від шовкової індустрії, як результат, відбувається здепешлення вихідної продукції.

Дієта (поживне середовище) з додаванням «компонентів комах»

Додаткові «компоненти комах» можна використовувати різними шляхами. Можна використовувати повністю вміст тіла господаря у вигляді екстракту. Як основні елементи штучного живлення паразитів використовують екстракт тканин тіла комах або гемолімфу з пупаріїв лускокрилих. Відомо про застосування такої дієти для кальцинеліди *Brachymeria intermedia*, іхневмоніди *Diapetimorpha introita*, тахініди *Exorista larvarum* і паразитів *Trichogramma spp.* Для екстракту використовують тутового шовкопряда (*Antheraea pernyi*, *Philosamia cynthia*) і комах, яких вирощувати, наприклад, воцану міль (*Galleria mellonella*). Екстракт із бджіл, або, навіть розмелені бджоли чи й бджолине потомство придатне для вигодування хижаків.

Для розведення *Trichogramma* використовують сік із яєць природних господарів. Для паразита яєць *Edovum puttleri* використовують гомогенат яєць колорадського жука.

У перетинчастокрилих паразитів тератоцит відіграє різну роль, переважно у використанні господаря паразитичною личинкою, через секрецію шлункових ензимів, що атакують тканину тіла або протеїн, що є їжею для паразитичної личинки. *In vitro* клітинні культури використовуються також замість гемолімфи.

Дієта (поживне середовище), що не містить «компонентів комах»

Існує обмежена кількість типів таких дієт. Для вигодовілі їздців іхневмонід *Itoplectis conquisitor* використовують середовища, з хімічних компонентів, навіть якщо структура деяких елементів не до кінця досліджена (нуклеїнові кислоти, протеїни). Незалежно від виду, що вирощується, будь-то паразит чи хижак, найбільш широко вживаними компонентами штучного живлення є жовток курячих яєць, екстракт курячого ембріона, коров'яча сироватка, молоко, дріжджовий екстракт, сирий протеїн, екстракт з м'яса і печінки, насіннева олія.

Загальний склад поживних середовищ для фіто- та ентомофагів. Масове розведення комах — складна біологічна і технологічна проблема. Вона може бути успішно вирішена лише на основі глибоких знань біології та екології культивованого виду на всіх фазах його розвитку. Специфіка живлення і травлення комах тісно пов'язана з особливостями морфології травного тракту особин відповідної стадії розвитку. Так, наявність у личинок непроникної перегородки між середнім та заднім відділами кишечника, зумовлює цим відсутність дефекації у личинкових фазах розвитку і є характерною особливістю багатьох ентомофагів. Очевидно, що під час підбору інгредієнтів штучного поживного середовища для ентомофагів одним із важливих критеріїв є максимальна повнота перетравлення поживних середовищ травними ферментами комах.

Обов'язковими компонентами поживних середовищ для розведення фіто- та ентомофагів є такі хімічні сполуки:

- 1) білки;
- 2) жири;
- 3) вуглеводи;
- 4) ліпіди;
- 5) вітаміни тощо;
- 6) вода.

Жирні кислоти є важливою складовою ліпідів комах як кількісно, так і у зв'язку з їх важливою функцією у життєдіяльності комах. Високу харчову цінність мають ненасичені жирні кислоти (олеїнова, пальмоолеїнова тощо). Особливу роль відіграють незамінні жирні кислоти, синтез яких не відбувається у комаха, і водночас їх відсутність викликає відхилення від нормального розвитку організму (недорозвинені крила у імаго та ін.). Для багатьох видів комах незамінними є напівнасичені жирні кислоти. Ці кислоти мають бути наявні в їжі комах кількістю, необхідною для кожного виду. До того ж для деяких видів комах важливим є поєднання нейтральних жирів і полярних ліпідів. Стерини виконують структурні і метабо-

лічні функції у життєдіяльності комах, відіграють особливу роль, оскільки у комах не проходить біосинтез стеринного ядра. Для нормального росту, розвитку і розмноження їм потрібне екзогенне джерело стеринів. Під час підбору інгредієнтів середовища використовуються багатокomпонентні джерела поживних сполук, включаючи одночасно білки, вуглеводи, ліпіди, вітаміни та інші, необхідні для життєдіяльності комах, сполуки. Підбираються поживні компоненти рослинного, тваринного і мікробіологічного походження, при цьому ж першочергове значення надається джерелам білка. У кожному вибраному білковому джерелі визначають зміст і склад ліпідів, після чого підбирають безпосередньо джерела ліпідів таким чином, щоб найбільш точніше імітувати склад натурального середовища. У напівсинтетичному середовищі з таких джерел вводять рослинні олії і тваринні жири: кукурудзяну, кокосову олії, вершкове масло, соєву олію і соєвий лецитин, свинячий жир. Гречане борошно — це відмінне джерело рослинного білка, збагачене вуглеводами, має високі поживні властивості, містить вісім необхідних амінокислот і майже всі вітаміни групи В. Дитячі дріжджі містять комплекс вітамінів (Е, В₁, В₂, В₆, В₁₂, С, Д), автолизат пивних дріжджів, а також незамінні амінокислоти. Для ріпакового борошна характерна висока енергетична, протеїнова та біологічна цінність. Насіння ріпака містить 43–48 % жиру та 21–23 % білка, чим перевершує злакові культури у 1,7–2,0 рази за концентрацією обмінної енергії, а також бобові культури, такі як горох та соя — у 1,3–1,7 рази. Складаючи рецептури ШПЖ, завжди враховують кормову спеціалізацію виду.

Важливим фактором під час підбору інгредієнтів поживних середовищ є вартість штучного корму для комах. Так, сьогодні існує тенденція виключення зі штучного поживного середовища для комах продуктів харчування людини, і використання відходів мікробіологічного, рибного, ентомологічного виробництва.

Для вигодовування личинок виготовляють синтетичні і напівсинтетичні середовища. До складу синтетичних середовищ входить велика кількість компонентів, вони дорогі і невідгідні для масового розмноження комах. Напівсинтетичні середовища складаються з 10–12 компонентів і рослинної основи (висушені рослини, якими комахи живляться у природі). Для збагачення рослинної основи використовують білки (альбумін або казеїн) і вуглеводи (сахароза, глюкоза тощо), додають жири (рослинні олії, холестерин), вітаміни, а також мінеральні солі і фагостимулятори, які приваблюють комах до їжі і стимулюють її споживання. Стабілізаторами, що надають середовищу відповідної структури, є агар-агар, целюлоза тощо. Для запобігання зараженню мікроорганізмами у напівсинтетичні

середовища вводять органічні інгібітори. Дорослих комах зазвичай годують розчинами цукру з додаванням білків і вітамінів, а також дріжджовим гідролізатом білка.

Існуючі нині склади штучних поживних середовищ забезпечують розвиток личинкових стадій до імаго на 80–90 % за індивідуального змісту. Однак за масового групового розведення в усіх випадках проявляється канібалізм. Щоб запобігти цьому явищу слід удосконалити способи подачі корму з урахуванням етологічних особливостей видів.

Приклади розведення комах на штучних поживних середовищах (дієтах). Найкращі результати під час вирощування ентомофагів на штучному середовищі були отримані з яйцями гіменоптероїдних і пупаріями паразитів, з личинковими паразитами тахінами і деякими хижакками поліфагами.

Найскладнішим є процес розведення *in vitro* коїнобіотичних ендопаразитів перетинчастокрилих (паразити, що не вбивають свого господаря миттєво; личинка паразита розвивається всередині ще живої личинки господаря). Це пов'язано з тим, що ці паразити мають значну спорідненість зі своїм живим господарем, що забезпечує його певними специфічними речовинами, необхідними для нормального росту і розвитку ентомофага. Крім того, ендопаразити, для яких живий господар є не лише джерелом живлення, а й середовищем розвитку, мають підвищені вимоги, порівняно з ектопаразитами чи хижаками. У випадку розведення вищезгаданих комах, особливу увагу слід приділяти таким факторам, як осмотичний тиск і рН.

Порівняння якості ентомофагів, вирощених на штучному і природному живленні. Найбільш важливі критерії якості ентомофагів такі:

- 1) маса імаго;
- 2) тривалість життя самиць;
- 3) плодючість самиць;
- 4) льотна активність;
- 5) пошукова здатність.

Процедура контролю якості може бути спрощеною і менш затратною, якщо буде можливість застосовувати один з критеріїв, що легко визначається (розмір), щоб передбачити значення інших параметрів (плодючість). У паразитів розмір тіла пов'язаний із плодючістю, тривалістю життя, пошуковою і льотною активністю. Розмір самиць паразитів можна використовувати як показник параметрів відповідності і якості трихограми. Однак розмір самиць не є надійним показником, щоб передбачити їх наявність на полі, якщо паразита вирощували на штучному живленні.

У загальному, розмір трихограми та інших паразитів-яйцеїдів варіює відповідно до кількості імаго, що розвиваються у тому самому господареві, якщо вони споживають увесь придатний для живлення корм. Залишки господаря не дають можливості паразитичним личинкам успішно залялькуватися. У природній ситуації, коли в одному господарі розвивається кілька личинок трихограми, розмір імаго зменшуватиметься відповідно. За умов штучного розведення кількість їжі у штучних яйцях господаря зазвичай значно більша, порівняно з яйцями природного господаря, а кількість відкладених яєць паразитів, зазвичай, занадто мала для розвитку трихограми нормального розміру.

Усі параметри, пов'язані з розмноженням, дуже важливі і іноді обсяг розмноження може бути визначений простим способом, наприклад, за розміром тіла паразита *Encarsia formosa*. У хижаків розмір тіла також може слугувати гарним предиктивним показником плодючості, але взаємозв'язок між двома параметрами не завжди точний. Наприклад, самиці хижих пентатомід *Podisus maculiventris*, розведених на штучному живленні, значно менші, ніж самиці, розведені на *Tenebrio molitor*, але їхня плодючість однакова. Під час розведення *Perillus bioculatus*, вироцених на штучному живленні, самиці мали той самий розмір, що і за вигодівлі личинками *Leptinotarsa decemlineata*, але їхня плодючість становила лише 10 % від тих, що живилися колорадським жуком. Установлення взаємозв'язку між розміром і хижацькою здатністю отриманих у лабораторних умовах хижаків більш проблематичне завдання, навіть якщо вони вироцнені на природному живленні. Наприклад, *Geocoris punctipes*, що вирощувався понад шість років на штучному живленні, був значно менших розмірів, ніж дикий вид, але мав ту саму хижацьку здатність. Установлено, що попри свій малий розмір, штучно виведені німфи *P. maculiventris* демонстрували навіть вищу хижацьку здатність, ніж ті, що живляться природною жертвою (колорадським жуком).

Важливим аспектом контролю якості штучно вироцених ентомофагів є збереження індикаторів якості протягом розведення кількох поколінь. Порівняльні тести якості ентомофагів, вироцених на штучному і на природному живленні, проводили на першому поколінні культури *in vitro*, але у рідких випадках був досліджений ефект продовженої культури для кількох. Більшість дослідників дійшли висновку, що розведення ентомофагів на штучному живленні протягом багатьох поколінь є небажаним, тому що вони можуть піддаватися впливу ненавмисної селекції, спричинюючи генетичні відхилення і погіршення відповідності. В іншому випадку, часте введення нових навантажень, щоб спровокувати масове *in vitro* розведення, може викликати незручності, такі як необхідність кіль-

кох поколінь лабораторних адаптацій, ризик неправильної ідентифікації видів і небезпека введення патогенів або гіперпаразитів.

Останнім тестом якості ентомофагів є оцінювання їх польової ефективності, що визначається як відношення ступеня паразитизму до хижацтва. Однак, незважаючи на те, що цей спосіб є затратним і трудомістким, лише у польових умовах можливо встановити актуальні причини невдалих і успішних випусків ентомофагів. Через це перше оцінювання якості *in vitro* та *in vivo* вирощених ентомофагів має відбуватися у лабораторії, а подальше — у польових умовах.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Зі скількох етапів складається процес створення і відтворення культури комах?
2. Які селекційно-генетичні методи використовуються для збереження і поліпшення заданих властивостей культури?
3. Які критерії якості ентомофагів?
4. Які види поживних середовищ (дієт) ви знаєте?
5. Які компоненти штучного живильного середовища є найбільш широко вживаними?

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Назвіть типи штучних поживних середовищ:				
1	2	3	4	5
холістичне	з компонентами комах	мерідичне	олігдне	без компонентів комах
2. Перерахуйте способи, якими масово вирощують ентомофагів:				
1	2	3	4	
вирощування ентомофага на природному господарі (шкіднику)	перехід від природного субстрату (рослини) до штучного субстрату для вирощування господаря	інтродукція та акліматизація	вирощування корисного організму на штучному середовищі (кормі/дієті).	

РОЗДІЛ IV

ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ РОЗВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ ЖИВИТЕЛІВ ХИЖИХ І ПАРАЗИТИЧНИХ БЕЗХРЕБЕТНИХ

4.1. Біологічні особливості та технологія розведення галерії

Вощана міль — *Galleria mellonella* L. (родина вогнівки Pyralidae, ряд лускокрилі — Lepidoptera).

Морфологія. Розмах крил метелика 30–40 мм. Тіло самиці світло-коричневе, 15–35 мм (у середньому 13 мм). Крила сіро-білі, у стані спокою складені дахоподібно. Голова видовжена і звужується внаслідок направлених вперед щупиків. Черевце складається з 10 члеників і у разі надавлювання з нього виступає довгий яйцеклад. Самці менші за самиць, довжина їх тіла в середньому становить 11,3 мм. У стані спокою самець тримає крила складеними не так щільно як самиця. Голова кругла, щупики менш розвинені, ніж у самиці і направлені догори. Ротові органи і травна система у метеликів недорозвинені. Яйце овальне, завдовжки 0,5–0,6 мм, біле. Гусениця досягає до 4 см. Лялечка сіра, 20–25 мм.

Біологія. Вощана міль є шкідником бджільництва, гусениці руйнують стільники, живлячись воском, медом та пергою. Дорослі комахи не живляться і живуть за рахунок поживних речовин, накопичених личинкою. У природі розвивається у 3 поколіннях на рік. За температури 30–32 °С весь цикл завершується за 45–50 днів. Яйце розвивається 7–10 днів, гусениця — 25–30, лялечка — 8–10. Метелики живуть 10–20 днів. В умовах вулику розвиток триває 57–63 дні, за температури 20 °С розвиток личинки затягується, а за 10 °С і нижче припиняється. За своє життя самиця відкладає до 800 яєць. Зимують личинки, деколи лялечки у вуликах, за мінусових температур гинуть усі стадії вощаної вогнівки.

Технологія розведення галерії

Вихідний матеріал для отримання першої генерації відбирається з вуликів або на заводах. Для розведення у лабораторіях використовують велику вощану міль.

Під час опрацювання способів її розведення для лабораторних дослідів використовували спочатку відходи після очищення вуликів, а потім — чистий або неочищений віск з медом. Зараз для розведення галереї застосовують штучні поживні середовища (ШПЖ), основними компонентами яких є мед та віск. Для здешевлення їх використовують відходи продуктів бджільництва, зокрема,

мертву — сухі рештки від перетоплення старих стільників, бджолину суш, відходи, що містять пергу та прополіс тощо.

Класичне ШПЖ для галереї розроблене М.Хайдаком у 1936 р. і у подальшому допрацьоване, вдосконалене та модифіковане. Вітчизняні вчені також розробили недорогі ШПЖ, що містять дріжджі та мерву. Деякі з них були неповноцінними, але потім поліпшені додаванням мерви або воску з медом.

За промислового розведення ентомофагів на галереї почали використовувати для вигодовування гусениць спрощені дешеві середовища, зокрема, різні харчові продукти для домашніх тварин, наприклад, сухий корм для собак та універсальну суміш Гербера. Для приготування великої кількості (30–60 кг/день) ШПЖ використовують модифіковані бетономішалки.

У табл. 4 наведено ШПЖ, що найчастіше застосовують для розведення культури галереї та компоненти, що входять до їх складу, *Приготування ШПЖ з вмістом воску*. Роблять розрахунки для приготування певної кількості суміші. З метою спрощення їх ведуть на масу суміші, кратну 1 кг. Добирають відповідної величини емальований посуд, який щільно закривається кришкою.

Таблиця 4

Штучні поживні середовища для розведення культури галереї та компоненти, що входять до їх складу (за А.І. Харсун, 1992)

Компоненти	ШПЖ*		ШПЖ [26]		ШПЖ [28]	
	кг	%	кг	%	кг	%
Вісівки пшеничні	0,16	16	–	–	0,11	11
Борошно кукурудзяне	0,25	25	–	–	0,12	12
Борошно пшеничне	–	–	–	–	0,11	11
Борошно рисове	–	–	–	–	–	–
Дріжджі кормові	0,13	13	–	–	0,05	5
Молоко сухе	0,07	7	–	–	0,11	11
Гліцерин	0,10	10	0,219	21,9	0,11	11
Мед	0,10	10	–	–	0,11	11
Віск	0,08	8	–	–	0,18	17,5
Вода	0,11	11	0,138	13,8	–	–
Агар-агар	–	–	–	–	–	–
Пептон	–	–	–	–	–	–
Вітаміни групи В	–	–	0,002	0,2	–	–
Целюлоза	–	–	–	–	–	–
Цукор	–	–	0,148	14,8	–	–
Стандартна суміш Гербера	–	–	0,187	18,7	–	–
Високопротеїнова суміш Гербера	–	–	0,187	18,7	–	–

Перед початком зважування компонентів на водяну баню або в термостат ставлять наважку воску, який поволі розтоплюється. Компоненти зважують і додають у певній послідовності. Беруть наважки висівок, борошна, сухого молока, кормових дріжджів і ретельно розмішують. Відмірюють гліцерин, мед та дистильовану воду. Мед розводять у воді. До сухих компонентів, активно розмішуючи, додають розведений мед та гліцерин. В останню чергу доливають розтоплений віск і енергійно розмішують усю суміш, бо віск відразу застигає. Приготовлену суміш поділяють на частини приблизно по 0,2 кг, а потім скачують їх у кулясті грудки, загортають у целофан і зберігають у холодильнику. Перед використанням ШПЖ подрібнюють на тертушці або спеціальному лабораторному млині. Подрібнене середовище нетривалий час можна зберігати в ексикаторі у холодильнику за температури 5–8°C.

Мед та віск зберігають у закупорених флягах, сухі компоненти — у прохолодній кімнаті або у холодильнику. Потрібно слідкувати, що вони не пошкоджувалися мишами та комірними шкідниками. Воду використовують простерилізовану і свіжу. Посуд ретельно миють і перед застосуванням стерилізують. Приміщення для приготування ШПЖ утримують в абсолютній чистоті, у неробочий час стерилізують бактерицидними лампами.

Методика лабораторного розведення

Для одержання метеликів у контейнер на дно кладуть 20–25 гусениць, що починають сплітати кокон. Фаза лялечки триває 7–10 днів за температури 28–32 °C. Через 7–8 днів після заляльковування починають вилітати метелики. Співвідношення кількості самців і самиць становить 1:1. Спарування відбувається протягом 2–3-х днів після окрилення. На 4–5 день більшість самиць відкладають яйця. Яйцекладка триває 5–7 днів. Плодючість самиць — від 200 до 400 яєць. Метелики не живляться. Два–три рази на тиждень з контейнера виймають фільтрувальний папір з відкладеними яйцями. Метелики гинуть на 8–10-й день від початку окрилення або на 53–65-й день від початку ембріогенезу.

Гусениць галерії вирощують у контейнерах. На дно висипають 10–20 г тонко подрібненого ШПЖ шаром 0,5–1,0 см та кладуть шматки фільтрувального паперу з яйцями з розрахунку 100–150 шт. на півлітровий скляний контейнер. Посудину накривають половинкою чашки Петрі. Об'єм контейнера дає можливість підтримувати оптимальну вологість та забезпечувати обмін повітря. Температуру підтримують у межах 30–32°C та відносну вологість 65–75 %.

Через 7–10 днів починають відроджуватися гусениці, які протягом 20–27 днів проходять шість віків. Ріст та розвиток їх відбувається нерівномірно, тому двічі-тричі на тиждень відбирають великі екземп-

ляри (третього віку) і розселяють по 20–25 особин в окремі контейнери з надлишком ШПЖ й догодують до п'ятого–шостого віку.

Заляльковування триває 2–3 дні (у білих коконах). Лялечок відділяють від ШПЖ, частину їх (близько 20 %) використовують для підтримання маточної культури або розведення ентомофагів, а решту зберігають у холодильнику.

Напівпромислове розведення галерії

Типовий спосіб напівпромислового розведення галерії розроблений Е.Г. Кінгом тощо. У своїй технології автори застосовують елементи механізації та автоматизації на фоні використання промислових ШПЖ для культури. При цьому гусениць витримують у 3–8-літрових посудинах або у пластмасових контейнерах. У останні вносять надлишкову кількість ШПЖ (у середньому по 750 г), щоб корму вистачило на весь період розвитку гусениць. У кожному посудині на поверхню подрібненого ШПЖ кладуть 48 мг (1500 шт.) простерилізованих яєць галерії. Горловину її закривають фільтрувальним папером та кришкою з отворами. Призначення фільтра — запобігти виходу гусениць та проникненню інфекції, а також для вентиляції контейнера.

Ембріогенез та вигодовування гусениць проводять за температури 30°C та 50 % відносної вологості повітря у темряві. Через 37 днів (з урахуванням 6-денного розвитку яєць) гусениці починають переміщуватись з горловини контейнера і сплітати кокон. Таких гусениць збирають протягом кількох днів, найсильніших використовують для відтворення маточної культури. Вважають, що для цього придатні лише гусениці певного фізіологічного віку. У біоматеріалах (для паразитування) готують гусениць одного віку, однакових за розміром та масою.

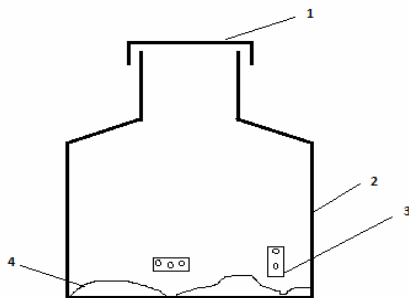


Рис. 9. Контейнер для утримання гусениць галерії:

- 1 — половинка чашки Петрі; 2 — скляна місткість; 3 — подрібнена ШПЖ; 4 — шматочок фільтрувального паперу з яйцями галерії

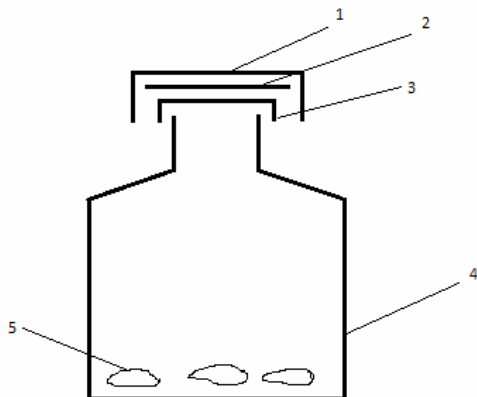


Рис. 10. Контейнер для одержання яєць галерії:

- 1 — половина чашки Петрі; 2 — кружок фільтрувального паперу;
 3 — пластмасова кришка з отворами; 4—скляна місткість; 5 — лялечки

Гусениць для маточної культури готують окремо у літрових скляних посудинах по 300 особин у кожній. Їх закривають кришками з отворами для вентиляції. Остання потрібна для видалення надлишку вологи, що виникає під час виділення екскрементів перед заляльковуванням. Після заляльковування кришки знімають, посудину ставлять у спеціально сконструйовану камеру, яку використовують для окрилення імаго, їх спаровування та відкладання яєць. Для збирання вилітаючих метеликів можна використати також спеціальне пристосування, в якому вони, уникаючи освітлення, переміщуються в окремий садок для відкладання яєць на пластини, вкриті гранульованим цукром. Збирання яєць механізоване. Їх знімають з пластин. Із суспензії яйця відфільтровують через сито і підсушують. За напівавтоматизованої схеми одержання яєць метелики відкладають їх на полотняну стрічку, вкриту гранульованим цукром, яка поволі рухається. При цьому процеси змивання та фільтрації яєць автоматизовані.

За напівпромислового способу розведення галерії одна самиця відкладає близько 700 яєць. Період відкладання яєць триває у середньому 7 днів, самиці гинуть через 7–8 днів після його початку. Яйця збирають 3 рази на тиждень. Для профілактики від грибних захворювань їх дезінфікують 3,3 %-м формаліном протягом 10 хвилин, для скорочення цього часу можна використати і 0,4 %-й розчин. Після дезінфекції яйця ретельно і багаторазово промивають дистильованою водою, сушать, переносять у посудини для зважу-

вання і кладуть на ШПЖ у 3–8 літрові місткості. Із 100 яєць відроджуються понад 90 гусениць.

Гусениць, призначених для паразитування, дорощують до останнього віку або до початку залялькування. Для цього у посудину кладуть близько 1000 здорових гусениць масою 200–300 мг кожна.

У реальних умовах в одній посудині одночасно можуть бути як живі, так і мертві гусениці, залишки ШПЖ, а також молоді лялечки. Щоб запобігти цьому у контейнері розміщують гофрований вертикально папір.

Таблиця 5

Біотехнологічні та мікрокліматичні характеристики параметрів модуля для промислового розведення галерії (за А.І. Харсун, 1992)

Конструктивні елементи модуля	Склад та місце конструкції в біотехнологічному процесі	Параметри мікроклімату	Одержувана продукція	Тривалість технологічної операції	Продуктивність
Шафа для розведення гусениць галерії з пультом управління	Складається з корпусу з підсвітлюванням, 12 касет, 12 рамок, на які поміщають 600 (+/- 50 метеликів) галерії для відкладання яєць на ШПЖ через сітку рамки	Від 28 до 32 +/- 2°C	Гусениці 5–6 віку	Період розвитку яєць 6–10 днів, гусениць 32–37	240 (+/-30) тис. гусениць за один цикл
Розподільник гусениць за віком	Прийняття з конічним поділювачем, в якому вставлені сітки з відповідними вічками. Щоб зігнати гусениць з ШПЖ, його протягом 35 хв. нагрівають до 60–80°	60–80°C	Гусениці різного віку	2,5–3 години	40 тис. гусениць за три години
Бокс для одержання метеликів маточної культури	Складається з корпусу, в який вставляють 9 касет по 600 лялечок у кожній. Всього у бокс вміщують близько 6 тис. особин	28–30°C	метелики	9–10 днів	Понад 5 тис. метеликів на бокс, близько 800 тис. яєць

Під час перебирання вміст контейнера з гусеницями висипають на одну з половинок спеціальної дерев'яної кювети. Вмикають світло. При цьому гусениці (через негативний фототаксис) переміщуються у затемнений кінець кювети і там скупчуються. Вздовж периметра кювети натягують ніхромову нитку, нагріту до 80–91 °С, що запобігає їх виповзанню. Гусениць, що скупчилися у затемненому кінці кювети, за допомогою вакуумного пристрою переносять у приміщення для паразитування. Облік проводять волкуметрично (500 мл води, еквівалентно 2 тис. гусениць п'ятого-шостого віку). Надлишкову кількість їх можна зберігати за пониженої температури (18 °С).

4.2. Біологічні особливості та технологія розведення млинової вогнівки

Млинова вогнівка — *Ephestia Anagasta kuehniella* Zell. (родина вузькокрилі вогнівки — Phycitidae, ряд лускокрилі — Lepidoptera).

Морфологія. Розмах крил метелика — 22–25 мм, передні крила попелясто-сірі з двома білими поперечними зигзагоподібними смужками з темною облямівкою; задні крила блідо-сірі зі затемненим зовнішнім краєм і темними жилками. Яйце 0,35–0,55 мм завдовжки, кремове. Гусениця 15–20 мм завдовжки, кремово-біла, голова, грудний і анальний щитки рудувато-коричневі; на спинці шість поздовжніх рядів блідо-коричневих щитків, з волосками. Лялечка 8–10 мм завдовжки, жовто-коричнева.

Біологія. Відроджені з лялечки метелики спаровуються і протягом 4–7 днів, самиця відкладає до 300 яєць. Повний розвиток за температури 27–28 °С і вологості повітря 70–80 % триває 40–60 діб, льонка проходить 1–5 разів. Живуть метелики 8–13 днів.

Технологія розведення млинової вогнівки.

Маточний матеріал відбирають на млинокомбінатах, складах зерна і штучних продуктів. Це — дуже поширений шкідник хлібних запасів.

Пшеничні залишки і борошністі змітки, необхідні для розвитку млинової вогнівки, стерилізуються для знищення кліщів та інших амбарних шкідників у сушильній шафі або в автоклаві за температури 150–200 °С протягом 2 годин. Млинову вогнівку зручно розводити у пластикових посудинах, які попередньо промивають і опромінюють бактерицидною лампою. Корм у кожному посудині засыпають поступово, в міру розвитку гусениць. У чашки місткістю 30 л спочатку насилають по 0,5 г корму. На цю суміш рівномірно розсівають по 0,5 г яєць млинової вогнівки (у 1 г — 43–45 тис. яєць). Частину яєць насилають на контрольний листок паперу (5х5 см).

Через 10 днів, коли гусениці відродяться, контрольні яйця розглядають під бінокулярном для встановлення ступеня життєздатності. Це дасть можливість підрахувати очікувану кількість гусениць і метеликів у партії.

За активного відродження гусениць через 15–20 днів після зараження у чашку додають по 0,5 кг корму, через 25–1,0 кг і через 30 — 0,5 кг корму.

Для підвищення життєздатності гусениць рекомендують вітамінізувати їхню дієту, добавляючи сухі пивні дріжджі. Ці добавки підвищують вихід млинової вогнівки на 7–12 %. Для отримання великих, здорових гусениць важливо підтримувати оптимальну вологість середовища їх місцезнаходження.

Посудину встановлюють в спеціальний бокс, в якому підтримуються температура 28–30 °С і вологість 70–80 %. Бокс — це 3–4-ярусний металевий стелаж, закритий з усіх боків поліетиленою плівкою. Униз боксу ставиться посудина з водою для підтримання необхідної вологості.

За дотримання оптимальних умов через 30 діб гусениці досягають старшого віку і тому можуть бути використані для зараження габробраконом. Для збору гусениць перемішують обережно субстрат, вони виповзають на поверхню, після чого їх збирають паперовими джгутами, в які вони заповзають. Джгути щоденно виймають і гусениць струшують у склянки, які накривають матерією і поміщають у холодильник.

Гусениці в холодильнику добре зберігаються за температури +2–5°С до одного місяця. За зберігання протягом двох і більше місяців 70 % гусениць гине.

Після 5–10 діб після початку виходу гусениць із субстрату частина їх заляльковується. Через 5–7 днів починають літати метелики (20 діб). Метеликів виловлюють і поміщають у відро місткістю 3 літри. Відро накривають капроною сіткою, перевертають і ставлять на плівку. На неї через отвір у сітці метелики вогнівки відкладають яйця. Яйця змітають м'якою щіткою, очищують від пилу, продиляються під бінокулярном, зважують і розфасовують у пакети. Ці пакети складають в ексикатор і ставлять у холодильник. За температури +2–+5°С життєздатність яєць вогнівки зберігається до 15 днів.

Збір яєць проводиться 1–2 рази на день. Через кожні 5–7 діб садок очищують і миють.

У літній період процес розведення можна спростити, виключивши відбір яєць. У такому випадку, закладаючи партію господаря у посудину з кормом, замість 0,5 г яєць запускають 600–800 метеликів, яких тримають до повного відмирання. Вони відкладають яйця на корм, у який проникає гусениця. Переваги методу не ли-

ше в екології праці і часу, а й у відсутності втрат під час відбору яєць. Недоліками є підвищена небезпека зараження яєць і субстрату кліщами.

Із 0,1 г яєць млинової вогнівки можна отримати 1 тис. гусениць і 0,5 тис. метеликів, витративши на їх розмноження 0,3 кг бошонистих зміток і 0,6 кг висівок.

Одна тисяча метеликів за 5 діб відкладають до 0,8 г яєць. У разі використання на зараження 1 тис. гусениць млинової вогнівки отримують 1200–1500 дорослих особин паразита.

4.3. Біологічні особливості та технологія розведення капустяної совки

Капустяна совка — *Mamestra brassicae* L. (родина совки — Noctuidae, ряд лускокрилі — Lepidoptera).

Морфологія. Розмах крил метелика 40–50 мм. Передні крила темно-бурі, поперечні лінії темно-бурі, ниркоподібна пляма з білою облямівкою. Задні крила сірі, по краях темні. Яйця жовто-білі, з 32–38 радіальними реберцями, діаметр 0,6–0,7 мм. Гусениці завдовжки 35–40 мм, мінливого забарвлення — від сірувато-зеленого до темно-бурого чи майже чорного. На спині є ялинкоподібний малюнок з темних плям (рис. 11). По боках тіла жовтуваті та світлі смуги. Лялечки завдовжки 19–24 мм, червоно-бурі, на кремастері є два довгих вирости, які закінчуються загостреною булавою.

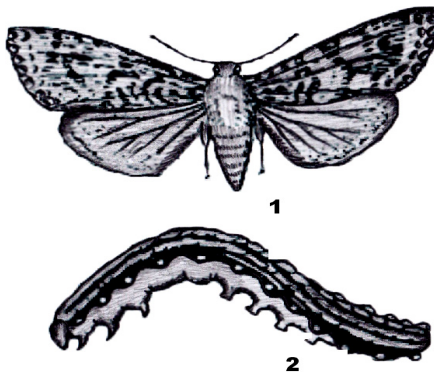


Рис. 11. Капустяна совка:
1 — метелик, 2 — личинка

Біологія. Зимують лялечки у ґрунті на глибині 5–10 см. Для відкладання яєць метеликам необхідне додаткове живлення на нектароносах. Паруються через 2–3 дні після вильоту. Яйця відкладають на нижній бік листків в один шар групами понад 20 шт. Плодючість самиць — 600–2700 яєць. Ембріональний розвиток триває 4–12, а гусениць — 24–50 днів залежно від температури, вологості повітря та ґрунту. Гусениці линяють п'ять разів і проходять шість віків. Протягом року розвивається у двох поколіннях. За сприятливих умов температури відносно короткий день викликає діапаузу лялечок.

Технологія розведення капустиної совки. Капустяну совку використовують для розведення ентомофагів та мікробних патогенів шкідників. Гусениці капустиної совки великі за розміром, що робить їх зручними для нагромадження вірусів, грибів. Можна також розводити трихограму, ернестію, пімплю та інших ентомофагів.

Капустяну совку розводять на штучних поживних середовищах. Склад (г на 1 кг середовища) деяких з них наведений нижче .

Середовище №1 — універсальне:

- набубнявіле насіння квасолі — 200;
- зародки зерна пшениці — 30;
- сухі пивні дріжджі — 34 або гефєфітин — 45;
- агар-агар — 18;
- аскорбінова кислота — 0,5;
- 40 % формалін — 0,0015 (решта дистильована вода).

Середовище №2 — Кондратова:

- казеїн технічний — 35 г;
- пентон — 10 г;
- КОН 4М — 5 мл;
- цукровий пісок (харчовий) — 35 г;
- агар-агар — 20 г;
- пшеничні зародки — 30 г;
- сіль Вессона — 10 г;
- порошок з листків капусти — 14 г;
- насіння капусти — 5 г;
- аскорбінова кислота — 4 г;
- оцтова кислота (крижана) — 3 мл;
- метиловий ефір пара-оксібєнзойної кислоти — 2 г;
- 40 %-й формалін — 1 мл;
- етиловий спирт 96 % — 8 мл;
- суміш вітамінів — 10 мл;
- дистильована вода до 1 кг.

Суміш вітамінів, у мг на 100 мл води:

- ніотинова кислота — 200;

- пантотенат кальцію — 100;
 - рибофлавін — 100;
 - тіамін — 50;
 - піридоксин — 50;
 - фолієва кислота — 100;
 - біотин — 4;
 - В₁₂ -0,2;
 - Холін-хлорид — 10000.
- Сіль Вессона (г):
- CaCO₃ — 105;
 - K₂HPO₄ — 155;
 - CaHPO₄·2H₂O — 75;
 - NaCl — 52,8;
 - KCl — 60;
 - MgSO₄ — 45;
 - Fe₃(PO₄)₂ — 7,35;
 - MnSO₄ — 0,1;
 - CuSO₄ — 0,195;
 - NaF — 0,29;
 - KI — 0,025;
 - алюмокалієвий квасин — 0,045.

1. Приготування універсального середовища. Квасолю попередньо замочують у однаковій з нею кількості води і витримують одну—дві доби. Перед приготуванням середовища її подрібнюють на м'ясорубці. Агар-агар змішують з 350 мл води і витримують на киплячій водянній бані до утворення однорідної маси. Всі сухі компоненти послідовно змішують з подрібненою квасолею і додають формалін. В отриману суміш вносять агаровий гель, старанно перемішують, додають аскорбінову кислоту і дистильовану воду. Розливають виготовлене живильне середовище у стерильний посуд у боксі, попередньо опромінену бактеріальною лампою.

2. Отримання лабораторної популяції яєць капустияної совки. Зібрані у природі яйця обробляють 0,5 % водним розчином хлораміну або іншим стерилізатором 5 хвилин, промивають дистильованою водою. Гусениць, що відродилися, до п'ятого віку утримують у півлітрових скляних банках по 40 штук в кожній, в які попередньо наливають поживне середовище.

Гусениць також можна догодувати свіжими листками капусти, лободи чи тютюну. Перед цим у пластмасові або металеві кювети засипають простерилізовану за високої температури і попередньо зволожену дистильованою водою тирсу, яку перед засипанням ретельно перемішують. Свіжі листки розкладають на скляні

пластини, покладені на тирсу, з яких регулярно видаляють залишки корму і екскременти. Кювети зав'язують щільною тканиною, щоб запобігти розповзанню гусениць.

Для вирощування гусениць можна використовувати також свіжі листки ріпака, на яких розміщують зібрані у природі або отримані у лабораторії яйцекладки совок. Яйця завчасно обробляють протягом 10 хвилин 2 %-м розчином формаліну і промивають дистильованою водою. Щоб листки не в'яли, їх разом зі стеблами ставлять у невеликі колби з водою. Колби ставлять у 10-літрові скляні посудини, всередині яких укладають фільтрувальний папір. Зверху посудини закривають папером з отворами для вентиляції. Стебла ріпака і воду змінюють двічі на тиждень під час живлення гусениць молодших віків. Потім заміну проводять щоденно.

В одній ємності утримують залежно від віку 100–125 гусениць совки. Розвиток гусениць на листках ріпака триває 19–25 днів.

Після закінчення живлення і заляльковування гусениць переносять в ексикатори, де підтримують температуру 18–21 °С і відносну вологість повітря 65–75 %.

Для залялькування гусениць, які закінчили живлення, на дно ємності насипають стерилізовані пісок або тирсу шаром близько 5 см. Метеликів, які вилетіли, утримують попарно у садках, що являють собою циліндри з металевої сітки, дно яких обтягують марлею. Для підгодівлі метеликів у садках розвішують клаптики поролону, змоченого 7 %-м цукровим сиропом. Циліндричні садки можна виготовляти з паперу. Метеликів утримують за температури 18–23 °С і відносної вологості повітря 75–80 %. Яйця збирають щоденно.

3. Отримання лабораторної популяції гусениць. Свіжі яйцекладки капустиної совки на тканині чи папері вирізають і використовують для подальшого відтворення. Для розведення капустиної совки на поживних середовищах використовують півлітрові банки або кристалізаційні чашки ЧКТ–180, на дно яких заливають по 50–100 г рідкого середовища. Яйця совок з розрахунку одне на 1 г середовища прикріплюють до стінок посуду, який устатковують на скляні пластини дном угору. На першому етапі гусениць вигодовують до четвертого віку, а потім по 30–50 особин розсаджують у інший посуд, в якому живильне середовище нанесене на стінки, і продовжують вигодовувати до шостого віку. Гусениць останнього (шостого) віку догодовують у чашках Петрі, де вони заляльковуються між кружечками фільтрувального паперу.

Гусениць, що закінчили розвиток, можна також переносити у кювети з тирсою, як описано вище. Під час вирощування гусениць слід підтримувати температуру повітря 25–28 °С, відносну вологість

65–90 % і 18-годинний світловий день. Для повного розвитку однієї гусениці потрібно 4,2 г середовища.

Метеликів, крім садків, можна утримувати у банках і підготовувати 5 %-м водним розчином сахарози. Банку вистилають калькою, на яку самиці відкладають яйця. Отримані яйця використовують для подальшого розведення.

Як правило, за вказаних умов виліт метеликів із гусениць, що виплодилися, становить 65–70 %, середня плодючість самиць 1000 яєць. Тривалість однієї генерації 40–45 днів. Виживаність 60–70 %, тривалість розвитку гусениць з моменту відродження до заляльковування 24–26 днів. Середня плодючість близько 1000 яєць.

Оптимізація розведення капустяної совки. Щоб запобігти забрудненню живильного середовища і захворюванню комах, на всіх етапах їх вирощування слід дотримуватися чистоти. Необхідно пам'ятати, що совку можуть заселяти паразити лялечок пімпля екзаменатор (*Pimpla examinator* F.) і личинок — екзетастес підперезаний (*Exetastes atrator*) та ернестія (*Ernestia consobrina*). Також совка може заразитися вірозом, який викликає цитоплазматичний поліедроз. Зовнішні ознаки захворювання такі: гусениці втрачають апетит, відстають у рості, голова у них стає більшою за тіло. За подальшого розвитку хвороби гусінь змінює колір на білуватий з відтінком крейди, особливо на черевці.

4.4. Біологічні особливості та технологія розведення зернової молі

Зернова міль — *Sitotroga cerealella* Oliv. (родина виїмчастокрилі молі Gelechiidae, ряд лускокрилі — Lepidoptera).

Поширена повсюдно. Живе в зерні, там і заляльковується. Розвиток її відбувається у зерносховищах, а на півдні — і в польових умовах. Гусениці пошкоджують зерно в період наливання. Лабораторна культура зернової молі використовується для масового розведення паразита трихограми.

Розмах крил метелика 11–19 мм; передні крила вузькі, загострені на верхівці, сірувато-жовті з рідкими крапками; задні крила сірі, з виїмкою біля верхівки і широкою облямівкою. Яйце 0,5 мм завдовжки та 0,25 мм завширшки, молочно-біле, овальної форми. Гусениця 7–8 мм завдовжки, білувата, з жовтою головою; черевні ноги недорозвинені (без гачечків). Лялечка 6–7 мм завдовжки, темно-бура; черевце з трьома тупими шипиками і рідкими тонкими волосками (рис. 12).

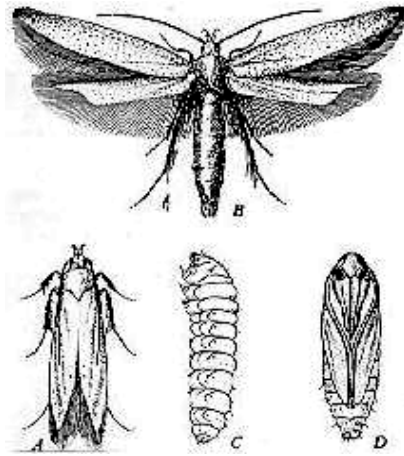


Рис. 12. Зернова міль:
 А,В — імаго, С — личинка, D — лялечка

Зимують гусениці й лялечки у зернівках. Самиці відкладають яйця по одному на зерно, найчастіше в борозенку. Плодючість — до 200 яєць. Гусениці, що відроджуються через 7–8 діб, дуже рухливі й активно розшукують місце для проникнення в зернівку. Проникнувши в неї, гусениця живиться її вмістом, вигризаючи при цьому порожнину. Весь розвиток гусениці відбувається у зерні, там же вона й заляльковується. У одній зернівці пшениці або ячменю буває тільки одна гусениця, кукурудзи — дві-три. Вхідний отвір вузький, біля нього завжди є залишки екскрементів. Перед залялькуванням гусениця розширює отвір, затагуючи його павутиною. У разі виходу метелика лялечка із зерна не висувається. Оптимальною для розвитку шкідника в усіх стадіях є температура 27–28 °С. Увесь цикл розвитку за 14,3 С триває 113 діб, за 21 С — 35, за 27,5 С — 28 діб. Вологість зерна нижче 14 % спричинює загибель яєць і гусениць. У зерносховищах може розвиватися до восьми поколінь за рік. У полі на півдні ареалу розвивається до двох поколінь.

Технологія розведення зернової молі

1. Підготовка зерна для розведення зернової молі. Ситотрогу розводять у спеціальних боксах (рис. 13) на високоякісному зерні ячменю, яке завчасно піддають хімічній або тепловій обробці для зниження чисельності паразитів, хижаків і збудників хвороб молі, які можуть завдати значної шкоди у процесі розведення.

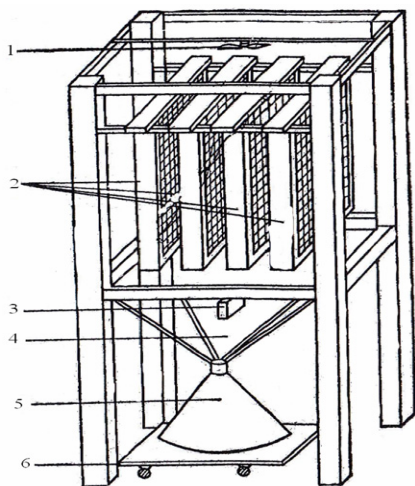


Рис. 13. Бокс для розведення зернової молі:

1 — вентилятор, 2 — касети з зерном, 3 — вологовипарник, 4 — конус,
5 — контейнер, 6 — підіймач

Для хімічної обробки зерна використовують бромистий метил. З цією метою зерно завантажують (через верхній люк) у бункери баштового типу ємністю 1–5 т. У нижній його частині встановлюють люк для вивантаження і вихідні отвори з вентилятором для продування зерна після закінчення його обробки. Усі роботи із знезаражування виконують спеціалісти фумігаційних загонів, чітко дотримуючись санітарних правил і вимог техніки безпеки. Тепловою обробку зерна проводять у автоклавах різних типів протягом 20–30 хвилин за температури 120–127°C і тиску 1–1,5 атм. Зерно в автоклави завантажують у мішках, медичних боксах або у будь-якій іншій тарі, яка за таких умов не руйнується.

Суттєвий недолік обробки зерна в автоклавах полягає у тому, що під впливом високої температури воно стає склоподібним, внаслідок чого погіршуються умови живлення гусениць. До роботи на автоклавах допускають працівників, які пройшли спеціальну підготовку і ознайомлені з правилами техніки безпеки.

Для вологої обробки зерна використовують установки конвеєрного типу, у яких зерно механічно завантажується у ковші і на 40–60 хвилин подається у воду, нагріту до температури 90–95 °С. Потім воно вивантажується у касети, де підсушується до потрібної вологості. Касети встановлюють на стелажі. Пропускна здатність однієї установки досить висока, з її допомогою можна забезпечити зерном кілька механізованих ліній.

2. Зараження зерна зерновою міллю. Одержання великої кількості зернової молі із високими показниками життєздатності у стислі строки значною мірою залежить від якості підготовки і зараження зерна. За дотримання оптимальних умов для розвитку комах ступінь зараження зерна може досягати 90–96 %.

Зерно, підготовлене для зараження, має бути достатньо м'яким з вологістю 15–16 %. Для підтримання такої вологості під час живлення гусениць зерно періодично зволожують за допомогою розпилювачів різних конструкцій. Щоб на зерні не з'явилася пліснява у воду додають перманганат калію із розрахунку 1 г на 10 л води. Зерно, підготовлене для зараження міллю, перемішують також із колоїдною сіркою з розрахунку 2 г/кг, яка запобігає розвитку кліщів. Потім зерно розсипають у металеві кювети шаром не більше 4 см, які ставлять на стелажі в ізольованому приміщенні, де підтримують температуру $24 \pm 1^\circ\text{C}$ і відносну вологість повітря $85 \pm 5\%$.

Для зараження зерна використовують свіжовідкладені яйця зернової молі. На другий–третій день їх поміщають у термостат, де підтримують температуру $24 \pm 1^\circ\text{C}$ і відносну вологість повітря $85 \pm 5\%$. Після виплодження перших гусениць (через 3–4 дні) яйця рівномірно розсипають на поверхні зерна з розрахунку 1 г на 1 кг.

У серійні касети за оптимальної товщини шару 4 см вміщують 3–5 кг зерна. Для спостереження за виплодженням гусениць на поверхні зерна розміщують одну–дві контрольні картонки із білого паперу з невеликою кількістю яєць.

Гусінь ситотроги виплоджується протягом однієї–двох діб і повністю проникає у зерно за чотири дні. Щоб не травмувати гусениць, зерно у цей період перемішувати і зволожувати не можна. Під час живлення гусениць температура зерна на 7–8-й день може значно підвищуватися. Для її зниження перемішують зерно та регулюють температуру у робочому приміщенні. Самозігрівання зерна триває, як правило, до закінчення годівлі і початку заляльковування гусениць. Загальна тривалість циклу від початку проникнення гусениць у зерно до вильоту перших метеликів за оптимальних умов становить 25–30 днів.

Для контролю за розвитком ситотроги проводять аналіз зерна через кожних два тижні після проникнення у нього гусені. Для цього відбирають три проби по 200 зернин, розрізають їх і підраховують кількість цілих зерен, а також з гусеницями і лялечками.

Ступінь заселення визначають відношенням кількості зерен з гусеницями і лялечками ситотроги до загальної кількості зернин у кожній партії.

Нині розроблено методику рентгенографічного аналізу зараження зерна зерновою міллю. Суть її полягає у тому, що партії до-

сліджуваного зерна розкладають на предметні рамки, потім на портативній рентгенівській установці типу РЕИС-Й-45 «Електроніка-25» або інших рентгенограмах проглядають зразки уточнити. Рентгенографічний аналіз забезпечує високу точність, виключає роботу з розрізування зерна і знищення при цьому біоматеріалу, а також дає можливість стежити за розвитком ситотроги протягом її живлення в зерні.

Підтримання потрібних температури і вологості у приміщенні для зараження здійснюється за допомогою фільтра-зволожувача.

3. Одержання і збір метеликів. З початку льоту перших метеликів касети із зерном закривають кришками, переносять у закриті бокси і блоками по 7 штук установлюють у вертикальному положенні. Один бокс вміщує 4 блоки касет (100–110 кг зерна).

Процес збирання метеликів ситотроги відбувається у такій послідовності: маючи негативний фототаксис, метелики після вильоту переміщуються із освітленої верхньої частини боксу в нижню затемнену і потім через отвір у нижній частині конуса в садок, який знімається. Схема розміщення комплекту обладнання показана на рис. 14.

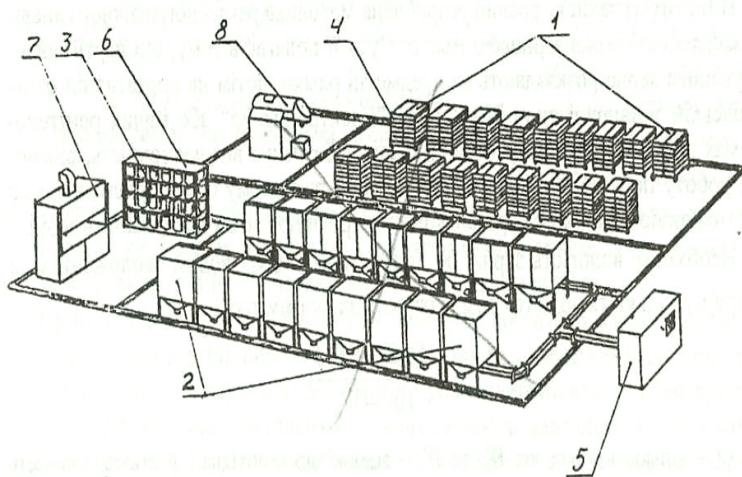


Рис. 14. Комплект обладнання для розведення ситотроги на біофабриці:

- 1 — стелажі зернові; 2 — бокси; 3 — садки; 4 — касети, 5 — установка для очищення повітря; 6 — стелажі для садків; 7 — витяжна шафа; 8 — пропарювач зерна

За оптимальних умов виліт метеликів із однієї партії заселеного зерна відбувається протягом 10-15 днів, під час вильоту і збору метеликів у боксах лінії автоматично підтримують температуру $24 \pm 1^\circ\text{C}$ і відносну вологість повітря $80 \pm 5\%$.

4. Одержання та збір яєць зернової молі. Садок для утримання метеликів являє собою металевий циліндр діаметром 300 мм та заввишки 120 мм. Знизу і зверху садок має знімні кришки, дно яких закрито сіткою з отворами 1–2 мм. На боковій поверхні циліндра є 4 отвори, які теж закриті сіткою.

Для збору метеликів садок без верхньої кришки встановлюють під вихідними отворами боксу. Заміну садків проводять в міру наповнення їх метеликами.

Садки з метеликами, які знімають з боксів, закривають сітчастою кришкою і встановлюють на піддони стелажа.

Щоденно садки по декілька штук один над одним установлюють в циклотрон і проводять збір яєць. За допомогою турбулентного повітряного потоку очищують садки від пилу та відмерлих метеликів, а також відокремлюють яйця ситотроги.

Метеликів утримують у садках 4 доби, а потім їх утилізують тому що далі вони практично не відкладають яєць.

У процесі утримання метеликів і збору яєць у приміщенні підтримують температуру $24 \pm 1^\circ\text{C}$ і вологість $80 \pm 5\%$.

Очищені яйця зважують, розфасовують у паперові пакети, на яких вказують масу і дату їх одержання. Як правило, в пакети вміщують не більше, як по 100 г яєць, що найбільш відповідає умовам їх зберігання.

5. Зберігання яєць зернової молі. Одержані на біофабриках яйця використовують для дальшого відтворення живителя (приблизно $1/5$ – $1/10$ частина) і безпосередньо для зараження трихограмою.

Для відтворення використовують свіжовідкладені яйця зернової молі або ті, що зберігались за низьких температур. Як правило, зберігають їх у побутових холодильниках у паперових пакетах за температури $+1$ – $+3^\circ\text{C}$ не більше чотирьох днів.

Метод довгострокового зберігання яєць зернової молі за умов глибокого холоду (кріоконсервування) ґрунтується на використанні рідкого азоту, температура якого становить мінус 196°C і передбачає проведення таких операцій: яйця зернової молі (не пізніше як через 24 години після відкладання) очищають від сторонніх домішок і втримують у холодильнику протягом 30–40 хвилин за температури 0 – 4°C . Далі для заморожування і зберігання яєць підбирають посудини типу СД-50М, СДС-50 або ХВ-0,5 залежно від кількості підготовлених для зберігання яєць. Посудини СД-50М і СДС-50 розраховані на максимальне завантаження 30 кг яєць, ХВ-0,5 — до 300 кг.

Посудини заповнюють рідким азотом із спеціальних резервуарів ТРЖК, які перевозять на автомобілях різних типів. Наповнюють до верхнього рівня горловини через металеву ліжку з сіткою, розмір вічок якої 0,1–0,2 мм.

Яйця ситотроги завантажують через спеціальний пристрій, що закріплюється на горловині. Він дає змогу рівномірно подавати біоматеріал на поверхню холодоагента (рідкого азоту) з продуктивністю від 200 до 800 г яєць на годину. Продуктивність залежить від внутрішнього діаметра горловини посудини та розміру вихідного отвору дозуючого наконечника пристрою для кріоконсервування. Час, потрібний для охолодження яєць до температури -198°C , становить 1–1,5 хв.

Під час зберігання посудину регулярно дозаправляють рідким азотом у зв'язку з його випаровуванням. Інтервал між дозаправленнями для посудини типу СД-50 М і ХВ-0,5 — 15–20 діб, для СДС-50 — 40–50 діб.

Кріоконсервовані яйця ситотроги можуть зберігатися від 6 до 12 місяців без суттєвого зниження якості.

Для реконсервування яєць використовують пристрій, за допомогою якого яйця з дна посудини подаються у розпилювач і потім у емність з водою, підігрітою до температури $44\text{--}45^{\circ}\text{C}$. Такою емністю, зокрема, може бути дещо модифікована пральна машина. Підігрів води і контролювання її температури здійснюють за допомогою електричних нагрівачів та контактного електротермометра.

Яйця, які відтанули, з водою виливають на капронове сито. До вологих яєць додають дрібно розтерту крейду, зубний порошок і воду з розрахунку на 300 г яєць — 20 г порошку з крейди і 300 мл води. Рівномірно розмішану суспензію виливають на бетонні плити і залишають до повного висихання.

Висохлі яйця збирають у поліетиленові мішки, звідки потім їх беруть для зараження трихограмою.

Як правило, яйця ситотроги можна зберігати до двох місяців за температури $1\text{--}3^{\circ}\text{C}$ і відносної вологості повітря 85–90 %.

4.5. Біологічні особливості та технологія розведення кукурудзяного метелика

Кукурудзяний метелик — *Pyrausta (Ostrinia) nubilalis* Нб. (родина ширококрилі вогнівки — Pyraustidae, ряд лускокрилі — Lepidoptera).

Поширений в Україні у лісостеповій і північній частині степової зони. Пошкоджує кукурудзу, просо, соняшник, коноплі, сорго, а всього близько 200 видів культурних рослин і бур'янів.

Морфологія. Метелик має розмах крил 27–32 мм і добре виражений статевий диморфізм. Передні крила самиці від світло-жовтого до коричнево-жовтого забарвлення з тонкими поперечними темними хвилястими лініями, а задні — жовтувато-сірі зі світлою широкою перев'яззю біля зовнішнього краю. У самців передні крила темніші — від блідо-коричневого до сірувато-бурого забарвлення зі світлими (блідо-жовтими) поперечними смугами, а задні — коричнево-сірі зі світлою (блідо-жовтою) посередині перев'яззю. Самиці більші самців і мають світліше забарвлення. Вусики ниткоподібні. Яйця білі, плескуватоовальні, відкладаються купками черепицеподібно на нижній бік листків. Гусениця жовтувато-сіра, завдовжки до 25 мм; на тілі характерні блідо-сірі щитки і темна смужка вздовж спини. Голова, потиличний і анальний щитки бурі. Лялечка бурувато-жовта або блідо-коричнева, на кінці черевця є чотири зігнутих шпичачки; завдовжки до 20 мм (рис. 15).

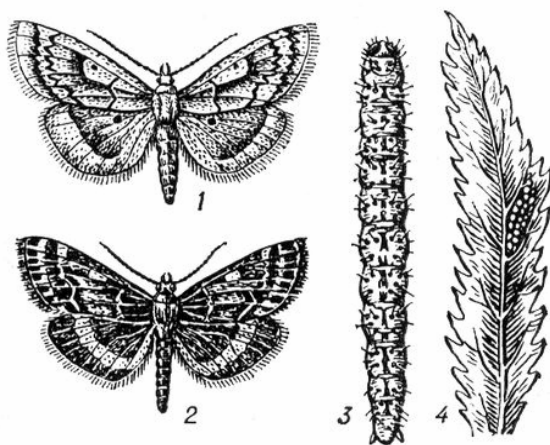


Рис. 15. Кукурудзяний метелик:

1 — самець, 2 — самиця, 3 — гусениця, 4 — яйцекладка

Біологія. Зимують гусениці у стеблах і стернових рештках пошкоджених рослин, частіше в нижній їх частині. Навесні у разі переходу середньодобової температури повітря через 15 °С гусениці заляльковуються (зі середини травня до середини червня). Перед залялькуванням гусениця вигризає круглий отвір у стінці стебла, щоб полегшити подальший вихід метелика. Стадія лялечки 10–12 днів. Літ метеликів починається з кінця травня, триває близько місяця (весь червень) і збігається з початком викидання волоті кукурудзи. Із сухих

стебел метелики мігрують у більш вологі частини рослин і через 3–5 днів після виходу із лялечок самиці починають відкладати яйця купками, у середньому 10–40 штук (всього 250–400 яєць) на нижній бік листків. Через 3–14 днів гусениці, що виплоджуються, порівняно швидко переміщуються у захищені від сонця місця і проникають для живлення у внутрішні частини рослин (черешки, піхву, суцвіття, верхівки стебел), прогризаючи у них ходи. Пошкоджені стебла обламуються. Гусениці розвиваються 20–46 днів.

На кукурудзі гусениці пошкоджують листки, волоть, стебла і качани (нерідко обгризають недозрілі зерна), знижуючи якість і урожай зеленої маси і зерна (до 20 % і більше). Особливо небезпечні пошкодження нижньої частини стебла, ніжки і стрижень качана. Крім прямих утрат, пошкодження метеликом призводить до збільшення ураженості качанів фузаріозом.

У проса гусениці пошкоджують листки, стебла, волоті, квітки, зав'язь, проникають усередину стебел, які після пошкодження ламаються. Гусениці пошкоджують стебла і суцвіття конопель. Пошкоджені стебла надломлюються, причому зменшується вихід волокна. У суцвіттях молоді гусениці видають зав'язі й насіння, а від живлення дорослих гусениць суцвіття надломлюються і передчасно всихають. Посіви конопель найбільше пошкоджуються в низинах біля водойм, де вища вологість повітря. На хмелю період пошкодження — липень-вересень, гусениці проточують ходи в стеблах, при цьому порушується живлення рослин, іноді стебла ламаються, засихають.

Розвивається в Україні в одному поколінні. Чисельність стеблового метелика в окремі роки залежить від вологості і температури. Так, велика кількість опадів сприяє масовому його розмноженню, суха погода — навпаки.

Технологія розведення кукурудзяного метелика

Вирощують кукурудзяного метелика на штучних дієтах. Для цього використовують порошок з висушеного листя кукурудзи, пивні дріжджі, соєві боби, кукурудзяне борошно, зародки пшениці, агар-агар, кукурудзяне борошно і воду. Нині розроблено п'ять напівштучних дієт, найбільш поширені дві дієти, які розглянуто нижче.

Підготовка напівштучної дієти

Дієта №1 складається з трьох (фракцій А, В і С), а дієта №2 з чотирьох компонентів (А, В, С і D). Фракція А міститься у порошок листя кукурудзи (стебла листя рослин шість тижнів сушать у сушильній шафі за 90 °С протягом 10 годин) і бобового порошку (листя рослин 11–12 тижнів сушать у сушильній шафі за 90 °С протягом 10 годин).

Приготування напівштучної дієти № 1 (табл. 6)

1. Змішати всі інгредієнти у групі А.

2. Покласти В-1 у В-2, перемішати і дати кукурудзяному порошку поглинути воду повністю (протягом кількох хвилин).

3. Прокип'ятити, постійно помішуючи протягом 5 хвилин для збільшення в'язкості агару. Додати С-1 прямо у розчин агару, що кипить, постійно помішуючи.

4. Поки суміш все ще рідка, вилити її у контейнер і охолодити. Після того як розчин затвердне, взяти його довгими щипцями, щоб покласти в скляну трубку для вирошування.

5. Після цього контейнери потримати відкритими протягом двох годин, щоб вийшла зайва волога, після чого накрити їх чистою білою тканиною або паперовою серветкою, а потім зачинити на ніч і тримати за кімнатної температури в лабораторії.

Таблиця 6

**Інгредієнти, для приготування напівштучної дієти № 1
(за А. Мурадом)**

Інгредієнти	Кількість в (г) або (мл) на 3 л дієти
<u>Фракція А</u>	
1. Листя кукурудзи *	25,2
2. Боби (порошок)	88,4
3. Пивні дріжджі (порошок)	22,7
4. Аскорбінова кислота	2,5
5. Сорбінова кислота	1,3
6. Метилгідробензонат	2,0 (в 6,66 мл етанол)
7. Вітамін Е (капсули)	2,1
8. Сахароза	35,3
9. Дистильована вода	403,1
<u>Фракція В</u>	
1. Агар-агар	12,6
2. Дистильована вода	403,1
<u>Фракція С</u>	
1. Формальдегід (40 %)	2,0

Приготування напівштучної дієти №2 (табл. 7)

1. Змішати три (А1, А2, А3) інгредієнти групи А.
2. Змішати В-1 і В-3 з В-2, а потім додати В-4 після розчинення, влити їх до групи А.
3. Змішати С-1 з D-2, перемішати і дати можливість кукурудзяному борошну поглинути вологу повністю, потім додати С-3, добре перемішати.
4. Покласти D-1 в В-3 і нагріти суміш до повного розчинення. Додати групу С, довести до кипіння. Прокип'ятити протягом 5 хвилин, постійно помішуючи для збільшення в'язкості агару. Додати D-2, D-3 у киплячий розчин агару, постійно помішуючи. Зупинити нагрівання і додати D-5.

Таблиця 7

**Інгредієнти для приготування напівштучної дієти №2
(за А. Мурадом)**

Кількість в (г) або (мл) на 3 л дієти	
Інгредієнти	<i>Ostrinia nubilalis</i>
<u>Фракція А</u>	
1. Кукурудзяна мука	2,70 г
2. Вода	40,41 мл
3. Еритроміцин	0,21
4. Зелені боби	4,84 г
<u>Фракція В</u>	
1. Аскорбінова кислота	0,25 г
2. Цукроза	0,10 г
3. Вода	46,47 мл
<u>Фракція С</u>	
1. Метилгідробензонат	0,10 г
2. Вітамін Е	0,02 г
3. Сорбована кислота	0,09 г
<u>Фракція D</u>	
1. Агар	1,25 г
2. Кукурудзяне борошно	10,20 г
3. Кукурудзяні рештки	2,54 г
4. Пивні дріжджі	2,35 г
5. Формальдегід (40 %)	0,19 мл

5. Поки суміш усе ще рідка, вилити її в контейнер і тримати до повного охолодження. Дієту розлити у простерилізовані банки (100 °С), з широкою горловиною (19,0x7,5 см). Накрити чистою білою тканиною або паперовим рушником.

Розведенням комах на дієтах. Збирають яйця комах, що були попередньо вирощені на природному кормі, протягом 4 покоління. Після виплодження з яєць личинок переносять в окремі стерилізовані скляні пробірки з підготовленою дієтою. Пробірки закривають вагою. Личинок вигодовують до залялькування та появи дорослих особин. Пробірки зберігають за температури 27 ± 2 °C, відносної вологості 78 %. Розведення проводять за 8-годинного світлового дня — для личинок, та 12-годинного — на інших етапах розвитку, відповідно. Дорослих видаляють, використовуючи ручний аспіратор, і переселяють у садок для відкладання яєць. Садок — прямокутний (40x30x40), з дроту, покритий зверху сіткою. У середині викладений шар вощеного паперу, гофрований вертикально. У верхній частині садок оснащений протимоскітною сіткою та має рукав. Імаго підживлюють розчином води з додаванням 10 % цукру, який наносять на вату і поміщають у чашку Петрі. В один садок вносять не більше 100 дорослих пар.

Вощений папір (так званий масляний папір) використовують для відкладання яєць. Ділянки вощеного паперу з відкладеними яйцями видаляють, щодня вирізаючи за допомогою ножиць або скальпеля, поміщають у бокс на вологий фільтрувальний папір і покривають зверху тканиною (бязь або марля) для достатньої аерації. Інкубація відбувається за температури 27 ± 2 °C і відносної вологості 78 %.

4.6. Біологічні особливості та технологія розведення озимої совки

Озима совка — *Scotia segetum* Schiff. (родина совки — Noctuidae, ряд лускокрилі — Lepidoptera).

В Україні поширена всюди. Пошкоджує озимі злаки, кукурудзу, цукрові буряки, просо, овочеві та багато інших культур.

Морфологія. Метелик має розмах крил 35–45 мм. Передні крила сірувато-бурі з добре вираженими совочними плямами (круглі ниркоподібні або клиноподібні, оточені темною облямівкою); задні крила майже білі із затемненим зовнішнім краєм (рис. 16). Яйце ребристе (16–20 радіусів), напівкулясте, з приплющеною основою, у діаметрі 0,5 мм; одразу після відкладання — молочно-білого забарвлення, потім — темнішає. Гусениці завдовжки до 50 мм, землистосірого забарвлення із жирним блиском, з поздовжніми темними смугами на спині і боках; голова рудувата, грудний щиток бурий, або землисто-сірий; має 3 пари грудних і 5 пар несправжніх черевних ніг. Відноситься до підгризаючих, у яких на голові прилобні шви впадають безпосередньо в тім'яний виріз. Лялечка завдовжки

18–20 мм, червоно-бура, блискуча, на кінці черевця є пара гострих шпичаків.

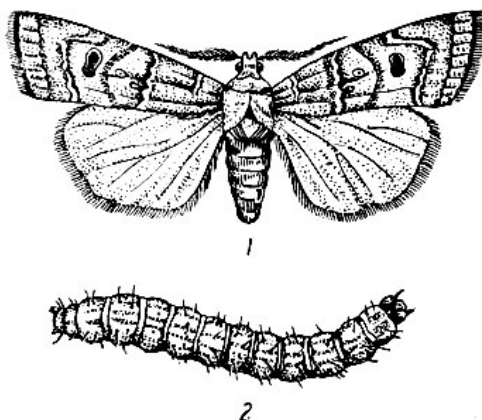


Рис. 16. Озима совка:
1 — імаго, 2 — личинка

Біологія. Зимують гусениці у ґрунті на глибині від 10 до 25 см. Навесні переміщуються в верхні шари ґрунту (5–6 см) та перетворюються на лялечку. Через 12–14 днів вилітають метелики першого покоління (наприкінці травня – червні). Літають вони вночі; після додаткового живлення нектаром квіток протягом 4–12 днів самиці відкладають яйця по одному, рідше невеликими купками, у ґрунт, на нижній бік листків і черешки овочевих культур і бур'янів (в'юнок, лобода, подорожник). Плодючість самиць до 2200 яєць. Тривалість розвитку яєць від 3 (за +29–30°C) до 24 діб (за +10–12°C). Виплоджені гусениці живуть у ґрунті, знищують висіане насіння і проростки, а вночі вони виходять на поверхню й перегризають сходи рослин, об'їдають сім'ядолі, пошкоджують листки, об'їдаючи їх; закінчують живлення через 24–36 днів. Перетворюються в лялечку в ґрунті на глибині до 6 см (кінець червня – перша половина липня). Стадія лялечки до 14 днів. Літають метелики другого покоління із середини липня і до середини вересня. Самиці відкладають яйця переважно на парових полях і низькорослих просапних культурах.

Гусениці цього покоління пошкоджують переважно озимі зернові культури з кінця серпня до третьої декади жовтня.

Технологія розведення озимої совки

Для масового розведення у лабораторних умовах комах збирають у природі. Отримані з гусениць лялечки розподіляють за статтю та розкладають у стерильні скляні кристалізатори на попе-

редньо зволожену тирсу. Після вильоту метеликів їх утримують у садках діаметром 24,5 та висотою 25 см, внутрішні поверхні яких вислані фільтрувальним папером, що виконує роль субстрату для відкладання яєць. Для додаткового живлення метеликів використовують 10 %-й розчин меду та цукру. Кладки яєць знімають через кожні дві доби. Яйця дезінфікують протягом 20 хвилин у слабко-рожевому розчині перманганату калію, після цього промивають дистильованою водою і підсушують під ультрафіолетовими променями. Потім поміщають у стерильні чашки Петрі з ватним тампоном, змоченим також у слабко-рожевому розчині перманганату калію. Як кормовий субстрат для гусениць озимої совки використовують штучне живильне середовище (табл. 8) та листя пшениці, що дозволяє підвищити виживання їх у молодшому віці.

Таблиця 8

Штучне живильне середовище для розведення озимої совки

Компоненти	Кількість
Суміш кукурудзяного та соєвого борошна (1:1), г	132
Зародки пшениці, г	32
Агар-агар МБЦ, г	18
Пивні сухі дріжджі, г	34
Метабен г/10 мл спирту	2
Аскорбінова кислота, г/15 мл води	4,6
40 % формалін, мл до 1000	1,6
Вода дистильована, мл	200

З однієї частини яєць одразу після виходу гусениць першого віку підсаджують жититися на молоді листки пшениці. Іншу частину яєць на стадії «чорної голівки» переносять у чашки Петрі з відповідним штучним кормом. Відроджених гусениць першого віку розміщують у чашках Петрі по 50 особин/чашку. На бокову частину чашки наносять ШПЖ завтовшки 2 мм, а на дно чашки кладуть паперовий фільтр. До четвертого віку гусениць утримують у чашках Петрі, але з кожним віком їх розсаджують по 10–20 особин/чашку. Починаючи з четвертого віку і до залялькування гусениць утримують у круглих кристалізаторах діаметром 23 см та об'ємом 2900 см³, на дно яких насипають попередньо простерилізовану тирсу, зволожену до 65–75 % дистильованою водою. ШПЖ завтовшки 2–3 мм наносять на скляні пластинки прямокутної форми 120x60 мм, розміщені на шарі тирси. Природний корм розкладають тонким шаром на тирсу. Корм додають в міру підсихання та поїдання його гусеницями. Після закінчення живлення гусениці

шпостою віку заляльковуються у тирси. Лялечок, що сформувались, розподіляють за статтю, зважують та переносять у садки для отримання імаго.

Совку утримують за температури $25 \pm 1^\circ\text{C}$ на всіх стадіях розвитку, відносна вологість повітря для лялечок та імаго — $90 \pm 5\%$, гусениць та інкубації яєць — $65 \pm 5\%$, тривалість світлового дня — 18 годин. Додавання природного корму, а саме — молодих листків пшениці, дає змогу збільшити на 34,5% виживання гусениць молодших віків та дещо збільшити кількість залялькованих особин самиць.

4.7. Біологічні особливості та технологія розведення великого борошняного хрущака

Великий борошняний хрущак — *Tenebrio molitor* L. (родина чорниші — Tenebrionidae, ряд твердокрилі — Coleoptera).

Морфологія. Жук 13–16 мм завдовжки, темно-коричневий або чорний зверху, а черевний бік та лапки бурі; тіло плоске, довгасте. Яйце 1,65–1,80 мм завдовжки, молочно-біле, овальне. Личинка 25–30 мм завдовжки, жовта, тверда; останні сегменти черевця звужені і мають два коротких шипи, спрямовані догори. Лялечка 14–19 мм завдовжки, жовтувато-біла, на кінці черевця з двома шипами.

Біологія. Поширений повсюди. Пошкоджує борошно, крупи, зерно та інші продукти. Розвивається в одному поколінні. Самиці відкладають яйця (липень-серпень) по одному або купками на борошно, продукти, тару, стіни. Плодючість однієї самиці до 550 яєць. Ембріональний розвиток триває близько двох тижнів. Личинки, що виплоджуються, живляться тими продуктами, на яких були відкладені яйця, і розвиваються 240–640 днів. Личинки для заляльковування переходять за доцані обшивки, в щілини, ящики тощо. Стадія лялечки триває 2–3 тижні.

Жуки і личинки пошкоджують переважно продукти з підвищеною вологістю, а у разі пошкодження зерна насамперед видають зародок, а потім ендосперм.

Технологія розведення великого борошняного хрущака. Хрущаків використовують для розведення багатьох ентомофагів та ентомопатогенних нематод.

Для утримання борошняного хрущака потрібно мати горизонтальний контейнер (дерев'яний, скляний тощо) без щілин, заввишки 40–50 см. До половини його заповнюють злежаним борошном, сумішшю висівок, вівсяних пластівців і тирси. Відстань від субстрату до кришки — не менше 10–15 см. Крім того, бажано промастити вазеліном 5-сантиметрову смугу стінок біля кришки. Кришку має бути щільно підігнаною, з вентиляційною сіткою на всю площу

кришки з вічками 1x2 мм. Освітлення необов'язкове. Температура у межах 26–28 °С. Один раз на день до субстрату потрібно додавати різану моркву, брукву, ріпу, листя капусти, салату, які жуки будуть їсти і з яких отримуватимуть вологу, і сушені фрукти, комбікорми, хліб, висушені акваріумні корми як джерело білка. Обприскування і напувалки не потрібні. Якщо вологість в ящику буде надмірною, жуки загинуть.

Для збору хрущаків в ящик з личинками кладуть вологу тканину. Через деякий час на поверхню тканини вилазять личинки, яких збирають і відбирають за розмірами в посудини (банки). Потім тканину знову змочують і кладуть в ящик на поверхню субстрату, де вона лежить добу до наступного годування. Як правило, жуків відокремлюють після відкладання яєць в інший ящик, а потім, коли розвинуті личинок вибирають дочиста на годування, у контейнер знову розсаджують жуків. Зручно мати 2–3 ящики, щоб завжди в наявності були личинки потрібного розміру і дорослі жуки.

Імаго живе 1–1,5 місяця. Самиця відкладає 150–200 яєць. Розвиток яєць займає приблизно 2 тижні, личинки — 4 місяці, лялечки — 2 тижні.

Підвищити поживні властивості хрущака, як корму, можна, використовуючи спеціальні заздалегідь приготовані вітамінні суміші. Як правило, їх заготовлюють один раз на тиждень-два і порційно заморозжують у холодильнику. Це суміш сиру або рибного фаршу, тертої моркви з додаванням лактату або гліцерофосфату кальцію і вітамінів А і Е (або полівітамінних сумішей для рептилій чи птахів). Перед вживанням суміш розморозжують, личинок поміщають у банку з кормом, поки він не буде повністю з'їдений.

Технологія масового розведення великого борошняного хрущака. Як субстрат використовуються висівки, як пухнасті, так і мелені гранульовані. Хрущак може чудово розвиватися в одній посудині, інколи про нього можна забути на пару місяців, а потім виявити приріст. Але для промислових масштабів (наприклад, 10 кг на тиждень) виробництво складатиметься з трьох частин:

1. **Маточник.** Як маточник використовуються жуки обох статей. Жуки діляться на сім'ї з однаковою кількістю методом “стаканчиків” або зважування (один жук важить 0,1 г). Далі кожна сім'я завантажують в окремий лоток (наприклад, в лоток 50x40x20 добре поміститься 2000 жуків) на висівки. Туди кладеться і картон з-під яєць, який слугує одночасно для укриття і підтримки вологості. Температура у кімнаті для маточника 27–28 °С вологість 60–70 %, яка досягається шляхом обприскування лотків з жуками раз у 1–2 дні. Жуків слід годувати раз у два дні тертою морквою (кладуть просто на субстрат невелику кількість) та іншими фруктами і ово-

чами, не обов'язково тертими, але у такому разі потрібно регулярно видаляти залишки. Так жуків утримують тиждень, потім їх знімають наступним чином: спершу струшують всіх жуків з картону в окрему ємність (там будуть лише живі жуки), потім жуків, які лишилися, просіюють від висівків і скидають в другу ємність (там вже живі і неживі). Далі з другої ємності виловлюють живих, кладуть на 10–15 хв картон, виймають його і зчищають з нього жуків, які зачепилися. Відхід серед жуків — 10–15 % за тиждень. Тому до відібраних живих жуків додають молодих, знову їх ділять на нові сім'ї і закладають у лотки із свіжими висівками. Просіяні від жуків висівки ставляться в окреме приміщення з температурою 26 °С і звичайною вологістю для подальшого розвитку личинок.

2. Розвиток личинок. Личинки відроджуються з яєць десь через 7–14 днів, це можна помітити за ворухінням у субстраті. Личинок різного віку годують тертою морквою три рази на тиждень, яку підмішують у висівки (морква є джерелом не лише живлення, а й вологості). Таким чином личинки розвиваються, поступово під'їдаючи висівки. Якщо висівки закінчаться раніше, ніж личинки досягнуть необхідного розміру, тоді їх просіюють від екскрементів і додають знову висівки. Зазвичай розвиток від яйця до личинки останнього віку триває близько двох місяців. Доросла личинка важить приблизно 0,1 г, її можна зберігати у холодильнику до безпосереднього зараження ентомофагом.

3. Залялькування. Для покриття відходу в маточнику необхідно кожного тижня залишати частину личинок на залялькування. Для цього у лоток з висівками кладуть личинки найстаршого віку, які накривають картоном. Таких лотків може бути кілька (не бажано поміщати більше 1 кг личинок в один лоток). Потім вони захираються в затишне місце, де регулярно обприскуються (краще щодня) і підготовуються невеликою кількістю моркви три рази на тиждень. Через 2–3 тижні починають виходити перші жуки, яких струшують з картону (щоб жуки більш охоче на нього залізали, перед збором картон можна злегка зволожити). Молодих жуків тримають в окремих лотках тиждень, поки не почорніють і не окріпнуть, а потім приєднують до решти імаго для подальшого розмноження.

4.8. Біологічні особливості та технологія розведення бавовникової совки

Бавовникова совка — *Helicoverpa armigera* Hbn. (ряд лускокрилі — Lepidoptera, родина совки — Noctuidae).

Морфологія. Метелик у розмаху крил 30–40 мм. Передні крила сірувато-жовті з червонуватим, рожевим чи зеленим відтінком. Свіжовідкладені яйця воскоподібні, пізніше — сірувато-рожеві, округлі. Гусениця 35–40 мм, забарвлення варіює від світло-зеленого і жовтого до червоно-бурого, вкрита маленькими шпипиками. Уздовж тіла проходять три широкі темні лінії і жовта світла смуга збоку під дихальцями, черевце світліше. Голова жовта з плямами, грудний щиток з темним малюнком. Лялечки 14–22 мм, жовтуватокоричневі, червонувато-коричневі або темно-бурого кольору.

Біологія. Тривалість життя імаго залежно від температури 20–40 днів. Плодючість 500–1000 яєць (максимально до 3000). Яйця самиці відкладають по одному, рідше по двоє–троє на листя і генеративні органи рослин: квіти, бутони (бавовник, нут, соя, соняшник, томат), волоті і опушені частини стебла (кукурудза). Тривалість розвитку яєць влітку 2–4 доби, а навесні і восени 4–12 діб. Гусениці розвиваються протягом 13–22 днів, досягають в останньому шостому віці 35–40 мм завдовжки. Зимують лялечки в ґрунті. Розвивається у 2–4 поколіннях. Сума ефективних температур для розвитку одного покоління 550°C за порогу 11°C. Виліт метеликів починається за середньодобової температури 18–20°C і триває більше місяця. Літ метеликів різних поколінь зазвичай перекривається і триває до жовтня-листопада. Для відкладання яєць метелики потребують додаткового живлення нектаром. Вони активні в сутінки і вночі. Розвиток залежить від температури й опадів, особливо в зимово-весняний період.

Технологія розведення бавовникової совки

Як вихідну популяцію для лабораторного розведення бавовникової совки можна використовувати метеликів, відловлених світловими пастками і гусениць старших віків, зібраних у природних умовах. У останньому випадку гусениць догодовують до фази лялечки природним кормом. Потім лялечок поміщають в ексікатори і зберігають до вильоту метеликів за температури 23–25°C і відносної вологості повітря 65–75 % та природньому освітленні. Метеликів попарно відсаджують в ізолятори, якими можуть бути літрові скляні банки або пластикові контейнери, викладені усередині білим папером. Для їх підживлення використовують розчин цукру, сахарози або меду, яким змочують шматочки вати. Яйця вилучають через день після початку їх відкладання. Зібрані яйця по 50 штук поміщають у чашках Петрі в термостат з температурою 25–30°C і відотною вологістю повітря 80–90 % до настання фази «чорної голівки». Ці яйця будуть вихідним матеріалом для подальшого лабораторного розведення на штучних поживних середовищах (дієтах).

Склад середовищ та методика їх приготування. Для масового лабораторного розведення бавовникової совки, залежно від наявності компонентів, використовують чотири напівсинтетичні дієти (табл. 9).

Таблиця 9

**Склад напівсинтетичних дієт
для розведення бавовникової совки**

Компонент, г/кг	Середовище			
	1	2	3	4
Агар-агар	15	15	15	15
Кукурудзяне борошно	132	-	-	-
Набрякле насіння квасолі	200	200	-	-
Набрякле насіння гороху	-	-	-	200
Зародки пшениці	32	30	-	30
Сухі пивні дріжджі	34	34	34	34
Аскорбінова кислота	4,6	5	5	5
Метабен (метилловий ефір параоксibenзойної кислоти)	2	2	2	2
Вода дистильована	1 л	1 л	1 л	1 л

Середовище 1 готують таким чином. Агар-агар насипають у термостійкий стакан, розміщують у половинній кількості води і витримують на водяній бані до утворення однорідного гелю. Усі сухі компоненти, окрім аскорбінової кислоти, ретельно перемішують із залишками води. Метабен заздалегідь розчиняють в 10 мл етилового спирту. За відсутності сухих пивних дріжджів можна використовувати 45 г гефєфітiна у пігулках, подрібнивши їх до порошкоподібного стану. Рівноцінним замінником 2 г метабену є суміш 0,5 г аскорбінової кислоти і 1,6 г бензойної кислоти. Після розтоплення агар-агар гарячим вливають у посудину із сумішшю сухих компонентів і ретельно перемішують. У охолоджену до 55°C однорідну масу додають аскорбінову кислоту і формалін і знов ретельно перемішують, після чого розливають у заздалегідь підготовлений стерильний посуд. Для випаровування зайвої вологи і поверхневої стерилізації середовище поміщають на добу в бокс з бактерицидною лампою, яка вмикається автоматично програмним реле часу на 20 хвилин через кожних дві години. Такі середовища можна використовувати для вигодовування гусениць. Невикористане середовище покривають поліетиленовою плівкою і зберігають у холодильнику (не більше двох тижнів). Для приготування середовищ 2–4 насіння квасолі або гороху за добу до приготування замочують у холодній воді. Набрякле насіння промивають і подрібнюють, після чого поміщають у посудину із сухими компонентами і додають по-

ловинну норму води. Далі технологія аналогічна приготуванню середовища 1.

Вирощування гусениць бавовникової совки

Однієї з біологічних особливостей гусениць бавовникової совки за лабораторного розведення є канібалізм, що особливо різко проявляється з третього віку. Із врахуванням цього вирощування гусениць проводиться у два етапи.

Перший етап (від відродження до линьки на третій вік). У цей період за добу до відродження гусениць у літрові стерильні скляні банки заливають живильне середовище шаром 3–5 мм і поміщають у бокс з бактерицидною лампою, що працює за заданою програмою (20 хвилин через кожних 2 години). На скляну або фанерну підставку (40x40 мм) кладуть яйця бавовникової совки, накривають їх банкою з середовищем і переносять у термостат, де підтримується температура 25–28°C, відносна вологість повітря 75–85 % і тривалість світлового дня 16–18 годин. Залитого у банки середовища вистачає на весь період до линьки на третій вік.

Другий етап (з гусениці третього віку до лялечки). Гусениць третього віку розсаджують індивідуально у чашки Петрі. На дно кожної чашки поміщають кружок кальки або фільтрувального паперу з середовищем (3–5 г). Гіротермічний і світловий режим у термостаті аналогічний першому етапу вирощування. Додавання свіжого середовища і видалення екскрементів проводять одночасно. Перед заляльковуванням на дно чашки Петрі насипають тирсу, попередньо простерилізовану у сушильній шафі за температури 90–100°C протягом 3–4 годин. Після затвердіння хітинового покриву лялечок виймають з чашок Петрі, розділяють за статтю і переносять в ексікатори. Самиць і самців розрізняють за будовою 8–10 сегментів черевця, на яких розташовані анальний і статевий отвори. Анальний отвір у обох знаходиться у задній частині сегмента, перед кремастером. У самця один статевий отвір, розташований посередині дев'ятого сегмента. У самиці два статеві отвори: спарювальний — на передньому краї восьмого сегмента і яйцевивідний — на десятому сегменті попереду анального отвору. Розвиток одного покоління триває 40–45 днів. Отже, протягом календарного року в лабораторних умовах можна вирощувати вісім поколінь фітофага. В процесі вирощування кількох послідовних поколінь спостерігається зниження плодючості самиць і життєздатності яєць (табл. 10). Тому потрібно проводити оновлення лабораторної популяції бавовникової совки через кожних три послідовних покоління. Періодичне оновлення лабораторної популяції здійснюють у літній період за рахунок природної популяції, а в осінньо-зимовий — шляхом реактивації діапазуючих лялечок, отриманих у природних або лабораторних умовах.

Вплив безперервного розведення на життєздатність лабораторної популяції бавовняної совки

Покоління	Тривалість розвитку гусениць, дні	Вживаність гусениць	Вага лялечок, г		Середня плодючість самиць, яєць самиць	Відродження гусениць з яєць
			самиці	самці		
1	16,2	96,5	297, В	285	484	54,6
2	17,5	95*0	289,3	271,1	291	49,8
3	17,5	90,3	295,5	272,6	213	40,5
4	16*5	94,6	294,6	292,1	123	24,2

Для отримання діапазуючих лялечок у лабораторії гусениць вирощують за температури 20–22°C та фотоперіоді 12 годин. Для реактивації у діапаузу лялечок поміщають у побутовий холодильник за температури 14,5°C на 3–3,5 тижні. Потім лялечок з холодильника переносять у приміщення з оптимальними гіротермічними умовами. Метеликів, що вилетіли, відсаджують попарно в ізолятори для отримання першого лабораторного покоління. Для цілорічного безперервного розведення в лабораторії потрібно постійно мати в розпорядженні запас діапазуючих лялечок. З цією метою частину гусениць вводять у діапаузу та зберігають.

Для одноразового отримання 100 тис. яєць бавовникової совки потрібно відсадити в ізолятори 210 пар метеликів першого, 350 пар другого або 480 пар третього покоління.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. Чим відрізняється напівпромислове і промислове розведення галерії?
2. Які основні компоненти штучного живильного середовища для розведення галерії?
3. Яка оптимальна температура під час розведення млинової вогнівки?

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. До якої родини належить великий борошняний хрущак?				
1	2	3	4	5
Curculionidae	Tenebrionidae	Noctuidae	Tettigonidae	Elateridae
2. Що використовують як субстрат для розведення млинової вогнівки?				
1	2	3	4	5
поживні середища з вмістом воску	борошняні змітки, висівки	зерно ячменю	листя хрестоцвітих	листя злакових
3. Скільки днів триває цикл розведення великої воцаної молі				
1	2	3	4	5
20 днів	25 днів	35 днів	50 днів	55 днів

РОЗДІЛ V РОЗВЕДЕННЯ ЕНТОМО- ТА АКАРИФАГІВ ДЛЯ ВІДКРИТОГО ҐРУНТУ

5.1. Біологічні, морфологічні особливості трихограми та технологія її розведення

Види роду трихограма *Trichogramma* належать до родини Trichogrammatidae надродини Chalcidoidea, ряду перетинчастокрилих — Hymenoptera.

Морфологія. Комахи дрібні (0,3–0,6 мм), забарвлення тіла від блідо-жовтого до буро-чорного.

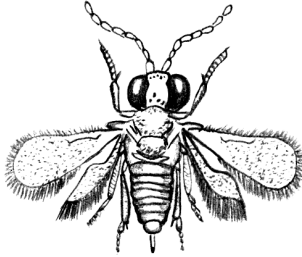


Рис. 14. Імаго трихограми

Біологія. Трихограма паразитує на 215 видах комах з 6 рядів, головним чином метеликів і перетинчастокрилих. Самиця відкладає від 25 до 150 яєць (у середньому 40–60); залежно від розмірів яйця господаря трихограма відкладає у нього від 1 до 40 яєць. За сприятливих умов розвиток триває близько двох тижнів. В Україні господарське значення має бура трихограма *T. evanescens*, яка паразитує більше ніж на 100 видах метеликів, у тому числі на зерновій молі, капустяній і озимій совках, кукурудзяному метелику, яблуневої плодожерці. Інколи знищує 90–100 % яєць шкідливих видів. Статевий індекс (співвідношення самців і самиць) 1:2–1:2,5. Бура трихограма розселяється і паразитує яйця за температури 17–19 °С на відстані до 15 м, за 25–30 °С її активність підвищується, вона часто злітає і може заражувати яйця шкідників у радіусі до 30 м. За допомогою вітру трихограма може переміщуватися і на більшу відстань. Розвиток бурої трихограми в середньому триває за температури 30 °С — вісім днів, 28 °С — дев'ять, 25 °С — одинадцять, 22 °С — чотирнадцять, 20 °С — шістнадцять, 18 °С — двадцять один, 16 і 13 °С — сорок, за 11,5 °С — п'ятдесят три дні. Нижній поріг розвитку +10 °С. В умовах України розвивається до дев'яти поколінь пара-

зита за сезон. Самиця трихограми відкладає свої яйця в яйця шкідника. Відроджені личинки виїдають уміст яйця хазяїна. Через 8–14 днів, залежно від температури, виходять статеві зрілі комахи. Одна самиця відкладає 40–80 яєць на відстані від 15 до 30 м, залежно від температури. Оптимальними умовами для розвитку та життєдіяльності бурої трихограми є температура в межах 18–30 °С і відносна вологість повітря 60–95 %. Особливо активна вона в сонячну погоду, однак прямих сонячних променів уникає. Вранці трихограма, як правило, зосереджується на верхньому боці листків, а в середині дня переходить на нижній бік, за температури +35 °С і вище ховається в тінь.

Чисельність природної трихограми протягом вегетаційного періоду не постійна, характеризується значними підйомами і спадами. Активність трихограми в природі контролюється температурою та відносною вологістю повітря. Висока температура (+32 °С і вище) і порівняно низька вологість повітря зумовлюють уповільнення розвитку і малу чисельність ентомофага у липні та появу його у масовій кількості тільки наприкінці весни — на початку літа (квітень – червень) та наприкінці літа — на початку осені (серпень – вересень).

Тривалість періодів активного льоту трихограми в саду в середньому становить близько 64 дні в весняно-літній час і 24 дні наприкінці літа – на початку осені. Час появи природних популяцій яйцеїда після перезимівлі навесні в польових та садових агробіоценозах неоднаковий, життєдіяльність трихограми в останніх проявляється раніше. У полі перший період активного льоту яйцеїда значно коротший, ніж у саду і становить 15 днів.

Відомо чотири раси бурої трихограми: совкова, біланова, вогнівкова, плодоядеркова і близько 15 її екотипів.



Рис. 15. Цикл розвитку трихограми
(за методичними вказівками Техаської служби впровадження)

T. pallida паразитує на яблуневій плодоядерці і деяких листовійках, а *T. pini* — на сосновому шовкопрядові. У США найбільше значення має *T. minutum*, що застосовується для захисту від яблуневі і східної персикової плодоядерки, американської очеретяної і рисової вогнівок.

Технологія масового розведення трихограми

До комплексу обладнання біофабрик входять установки та окремі пристрої, призначені для технологічного зараження яєць зернової молі трихограмою. Остання розмножується так.

Попередньо пластини із звичайного або органічного скла старанно очищають від жиру та забруднення і покривають паром на установці для зволоження скла. Потім на пластини суцільним шаром наносять яйця зернової молі, які у разі контакту з вологою поверхнею приклеюються до пластин. Яйця, які не приклеїлися, видаляють з пластини легким струшуванням. Пластини з наклеєними яйцями кладуть вертикально на стелажі віварію, в якому вони заражаються трихограмою. Віварій — це закрита шафа, у відсіках якої розміщені стелажі для скла. Під кожним стелажем установлюють кювети з льотною трихограмою з розрахунку, щоб на кожну самицю трихограми припадало 20 яєць. Якщо припустити, що виплодження трихограми становитиме 90 % за статевого співвідношення 1:2, то необхідне співвідношення свіжих та заражених трихограмою яєць ситотроги має становити за масою 14,2:11 та за чисельністю 9,6:1. Тобто, на кожні 14,2 г наклеєних свіжих яєць ситотроги має припадати 11 заражених яєць перед виплодженням з них трихограми.

Пластини у віварії під час зараження витримують дві доби, після чого їх на три доби переносять приміщення із змінною температурою, близькою до природної, до остаточного почорніння заражених яєць. Утримувати їх за змінних температур можна у приміщеннях з відкритими вікнами або у самому віварії, де в цей період підтримують температуру 25 — 28°C вдень і 14—16°C вночі.

Після почорніння яєць у витяжній шафі видаляють імаго трихограми. Яйця з поверхні пластини знімають м'яким пензликком для дальшого очищення — спочатку за допомогою набору спеціальних сит, а потім у класифікаторі, який входить до комплексу обладнання.

У класифікаторі неочищені яйця за допомогою повітряного потоку, що створює пиросос, відділяються від пилу та більших включень. Очищені яйця розфасовують у паперові пакети і використовують для дальшого відтворення або випускають у поле після відповідної підготовки.

На пакетах з трихограмою вказують всі дані: масу, дату зараження, ступінь зараження яєць та статеве співвідношення.

Особливості технологічного обслуговування обладнання. Правильна експлуатація обладнання біофабрики запобігає порушенню режимів технологічного процесу, зниженню продуктивності розведення, погіршенню показників якості розмножуваних комах й поліпшує умови праці. Здійснює її технічний персонал біофабрики

згідно з робочими інструкціями, що додаються до кожного найменування установок, приладів, пристроїв. З цією метою до штатного розпису фабрики («лабораторії») введено посади інженерно-технічного персоналу, що має відповідну підготовку.

Визначення якості трихограми. Для визначення якості трихограми розроблено методика оцінювання активності паразитування трихограмою яєць живителя, а також узагальнений критерій якості паразита, який об'єднує чотири основних показники: відродження, статевий індекс, плодючість, активність, пошукову здатність яєць живителя. На основі цього розроблено еталон на трихограму з поділом його на класи якості, який корелює з біологічною ефективністю ентомофага.

Для визначення якості трихограми використовують пристрій ЯТ-1, до складу якого входять три камери із світильниками, блок живлення і термостат. Пристрій призначено для оцінювання якості трихограми за кількістю паразитованих яєць природного живителя за заданого гідротермічного режиму. Цей узагальнений показник якості залежить від ступеня зараження, відсотка відродження, статевого індексу, кількості деформованих особин, міграційної та пошукової здатностей, плодючості трихограми, партії, що аналізується.

Кожна камера приладу має два відсіки: один для запуску трихограми, другий — для розташування яєць живителя. Відсіки з'єднуються звивистим каналом, загальною довжиною 3м, яка відповідає радіусу ефективної дії ентомофага в полі.

Для визначення якості трихограми у відсік запуску вводять 0,5 г трихограми партії, яка оцінюється, а в другий відсік на картках розташовують 500 яєць живителя (капустяної, бавовняної совок або інших шкідників). Камери тримають у термостаті протягом восьми годин за оптимальних значень температури, вологості і освітлення.

За 10 днів до випуску трихограми у поле проводять відбір проби паразитованих трихограмою яєць (3–5 г) з партії одного строку зараження. З відібраної проби роблять три наважки біоматеріалу по 0,5 г, розташовують їх у пробірки завдовжки 5–10 см і діаметром не менше 8–10 мм. Пробірки щільно закривають тканиною і тримають до початку льоту трихограми за температури 25 °С.

У перший день льоту трихограми в термостаті підтримують постійну температуру 25 °С, світильники відмикають.

На другий день масового льоту вмикають світильники, картки з яйцями живителя закріплюють у приймальному відсіку, відкривають пробірку з наважкою трихограми.

Через 8 годин після початку операції із визначення якості трихограми (о 16–18-й годині) відкривають термостат, витягують картки з яйцями і розташовують в окремі чашки Петрі. Через 5–6

днів визначають кількість яєць, що почорніли (заражених). З кожної камери середнє з трьох чисел можна прийняти як інтегральний показник якості партії трихограми (ПІ).

За ПІ до 30 % цю партію трихограми оцінюють як біоматеріал низької якості, за 30–50 % — середньої якості, за ПІ 50 % — вищої якості.

За попереднього оцінювання норму випуску трихограми низької якості слід збільшити у 2–2,5 рази, середньої — у 1,5 рази порівняно з нормою.

Визначення якості напрацьованих партій яйцепаразита, особливо їх пошукової здатності, мають попередній характер. Трихограма в умовах поля поводить себе інакше. Тут пошук залежить від напрямку і сили вітру та інших умов. Перевірка якості трихограми визначається через 72 години за кількістю заселених яєць.

Методи підвищення ефективності застосування трихограми

За тривалого лабораторного розведення трихограма з часом втрачає якість. Це пояснюється тим, що лабораторні умови відрізняються від природних. Зокрема, значення температури та відносної вологості повітря у процесі розведення трихограми, зазвичай, підтримують постійними, що негативно впливає на життєздатність паразита і його активність після випуску в природу. Крім того, за штучного розведення трихограми не потрібно шукати яйця для зараження, оскільки їх постачає людина, що також знижує рухливість і пошукову здатність самиць. Аби запобігти цьому, за масового розведення трихограми слід вжити таких заходів.

Поновлення маточного матеріалу за рахунок природної популяції. Відомо, що яйцепаразит пристосований до певних видів шкідників і їхніх груп, а також природно-кліматичних умов свого ареалу. Тому важливо підбирати види і внутрішньовидові форми трихограми, які найбільше відповідають конкретним шкідникам і регіонам.

З цією метою за масового розведення трихограми у виробничих лабораторіях потрібно регулярно нагромаджувати зібрані у природі місцеві види совок на інших лускокрилих, паразитованих найбільш агресивними аборигенними видами і формами яйцеїда.

Для збільшення зборів природної трихограми можна вивішувати на рослини паперові картки з наклеєними яйцекладками капустяної совки або зернової молі, одержаними у лабораторних умовах. Зібрані на рослинах заражені яйцекладки або картки, які вивішують з наклеєними яйцями, вміщують у пробірки або скляний посуд і утримують в оптимальних умовах до почорніння паразитованих яєць. У період утримання потрібно знищувати гусениць, які виходять із незаражених яєць, оскільки у деяких видів шкідників вони можуть з'їдати заражені яйця.

Після початку вильоту імаго визначають вид трихограми і використовують її для подальшого розведення у виробничих умовах. Достатня ефективність поновлення може бути досягнута за введення у лабораторну культуру щорічно до 50 % природної трихограми.

Підвищення життєздатності трихограми проведенням пасажів через яйця природних живителів. Тривале розведення трихограми на дрібних яйцях зернової молі призводить до різкого зниження її репродуктивних властивостей. Так, у разі розведення 5–6 поколінь трихограми на яйцях зернової молі, ступінь паразитування яєць капустиної совки знижується приблизно у 10 разів. Щоб цього уникнути, у біолабораторіях, де виробляють маточну культуру яйцеїда, проводять серію пасажів (перегонів) трихограми через яйця капустиної совки. Як правило, на яйцях основного живителя проводять два пасажі восени перед введенням трихограми у діапаузу, і один–два весною. Потім цю трихограму розводять у лабораторіях протягом однієї або двох генерацій до випуску в поле. Вказані заходи суттєво сприяють збереженню життєздатності та активності трихограми і забезпечують її високу ефективність у боротьбі з шкідниками.

Введення трихограми в діапаузу і утримання її в цьому стані від двох до чотирьох місяців є важливим етапом у розвитку яйцепаразита, що зберігає його високу життєздатність і сприяє оздоровленню маточного матеріалу. Методику цього процесу описано вище.

Розведення трихограми за змінних режимів температури і вологості. Одержання яйцепаразита з показниками якості, близькими до характеристик природних комах, можливе за створення змінних режимів розведення. Досвід роботи багатьох біофабрик і біолабораторій показав, що розведення трихограми за постійних значень температури і вологості значно знижує її якість, звужує екологічну пластичність. Після випуску у природу вона навіть за незначних перепадів температур має знижені рухливість, пошукову здатність і тривалість життя. Загалом ефективність випуску такої трихограми недостатня. У посушливий літній період вона скупчується в луговинах, місцях загущеної рослинності і взагалі там, де більша вологість повітря. Для усунення вказаних недоліків розмножувати трихограму треба за змінних температур та вологості.

У камерах віварію, де розводять трихограму, підтримують температуру вдень 25–29 °С (протягом 16–18 годин) і 14–16 °С вночі (8–6 годин). У літній період за середньодобової температури повітря понад 17–18 °С трихограму можна розводити у природних умовах. У цьому разі віварій розміщують в інсектаріях або будь-яких інших відкритих приміщеннях. Перепади значень відносної вологості повітря вдень і вночі під час розведення не мають виходити за

межі відповідно 75 і 90 %. Важливо також, щоб інтенсивність освітлення якомога більше відповідала природній.

Для підтримання температури, вологості й освітлення у заданій програмі використовують системи автоматичного управління.

Так, у політермостаті у період розвитку трихограми можна змінювати температуру у діапазоні від +8 до +30 °С, а відносну вологість повітря у межах 60–85 %.

Одним з прийомів, який підвищує життєздатність трихограми, є схрещування особин, відібраних з різних популяцій. На практиці для цього у разі нагромадження маточної культури яйцепаразита обмінюють діапаузний біоматеріал між різними біолабораторіями, розміщеними на відстані 100–150 км. При цьому 3–4 партії по 5–10 г діапаузної трихограми з різних районів одночасно виводять з діапаузи після тримісячного зберігання і проводять групове схрещування, після чого, визначивши вид трихограми, використовують її для масового розведення.

Дослідженнями показано, що подібне схрещування забезпечує ефект популяційного гетерозису, який проявляється в наступних поколіннях. Цей прийом поряд з підвищенням плодючості самиць трихограми збільшує їх частку у популяції до 80 %.

З метою підвищення якості і ефективності трихограми слід також проводити селекцію партії зернової молі. Відібрани із загальної партії імаго зернової молі, яким властиві максимальні розміри, відкладають більші яйця. Трихограма, яка на них розводиться, має підвищену плодючість, тривалість життя і активність. Плодючість збільшується у 1,5 рази, а тривалість життя на 2–3 дні.

Значно збільшує плодючість трихограми підживлення імаго 20 %-м цукровим сиропом. Для цього у віварій для розмноження трихограми вміщують тампони, змочені цукровим сиропом, які щоденно замінюють.

З метою підвищення продуктивності трихограми рекомендується використання під час підживлення біостимуляторів. Так, внесення до розчину сахарози 0,01 % ізопрену суттєво підвищує плодючість трихограми і тривалість її життя.

Для підживлення трихограми у природних умовах рекомендується висівати вздовж лісосмуг нектароноси — кріп, ммин, фацелію або сіяти їх у невеликій кількості по краях полів (приблизно на 1/300 площі посівів).

Масове промислове розведення трихограми на яйцях шкідника, проти якого планується боротьба, є найбільшим гарантом одержання високоефективної культури яйцеїда.

В останні роки в нашій країні і за кордоном під час розведення трихограми використовують як живителя млинову вогнівку-ефестію.

Зберігання трихограми. Оскільки у природних умовах трихограма зимує в діапаузному стані у фазі передлялечки в яйцях живителя, введення її у зимову діапаузу є обов'язковим прийомом, що сприяє оздоровленню маточного матеріалу в умовах біофабрик.

Зберігання за температури $+1-3^{\circ}\text{C}$ і відносної вологості повітря 85–90 % недиапаузної трихограми (почорнілі яйця), в яких вона знаходиться у фазі передлялечки протягом 30–40 днів (лялечки до 20 днів та імаго перед вильотом до 10 днів), не знижує її репродуктивних показників.

Для тривалішого зберігання трихограму попередньо вводять у діапаузу. З цією метою свіжовідкладені яйця зернової молі заражають трихограмою. У цей період підтримують температуру повітря вдень $+20-24^{\circ}\text{C}$, вночі $+10^{\circ}\text{C}$, відносну вологість повітря 80 % і 16-годинний світловий день. Через одну-дві доби температуру знижують до $+10^{\circ}\text{C}$, за якої заражені яйця витримують до почорніння протягом 3–4-х тижнів, тобто до входження паразита у фазу передлялечки. Подальше утримання проводять за температури повітря $+2-4^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості $80\pm 5\%$.

У стані діапаузи трихограма має знаходитись від двох до чотирьох місяців, при цьому її репродуктивні показники практично не змінюються. За зберігання протягом 5–7 місяців вони погіршуються.

Для виведення трихограми з діапаузи її вміщують у природно освітлену кімнату, в якій підтримують температуру $+2-24^{\circ}\text{C}$. Виліт трихограми з яєць у цих умовах починається через 7–8, а закінчується протягом трьох-чотирьох днів.

5.2. Біологічні, морфологічні особливості габробракона та технологія його розведення

Вид *Habrobrakon hebetor* Say (ряд перетинчастокрилі Нупенoptera, родина браконіди Braconidae), описаний у 1838 році в літературі називався *Braconi microbrakon*. У нашій країні його називали габробраконом до 1986 р. Пізніше В.І. Тобіас так і залишив його назву.

Природних господарів габробракона понад 60 видів. Серед них: совки – бавовникова, люцернова, карадрина, городня, конюшинова; совка–гама, мукання; вогнівки – млинова, південна, амбарна; кукурудзяний метелик; листокрутки – плодова, брунькова; плодожерка – яблунева, східна; молі – стеблова, бавовникова, чеканщиця, воскова.

Морфологія. Тіло дорослої комахи габробракона від жовтого до майже чорного кольору. Довжина тіла самиці 2–3 мм, самця 2–2,7 мм. Очі чорні, вусики з 14–18 члеників. Друга радіомедіальна лунка передніх крил коротка, її довжина не більша або трохи більша від ширини. Груді вкриті рідкими заглибленими крапками з гладенькими ділянками. Яйцеклад завдовжки 0,9–1,0 мм, короткий за черевце (рис. 16). Яйце 0,5–0,65 мм, видовжено-овальне, загострене з одного кінця, білувато-жовтого кольору. Личинка до 6 мм, безнога, С-подібно зігнута, з головою та крупними серпоподібними щелепами, блідо-зелена (якщо розвивається на бавовниковій совці), рожева або жовтувата (на млиновій вогнівці), бурувата (на карадрині). Лялечки овальні, білі, шовковисті на дотик, завдовжки 3–3,5 мм.

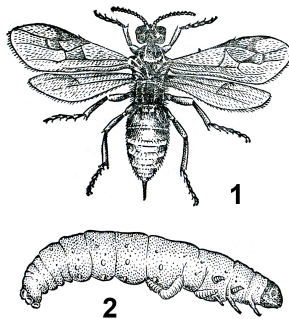


Рис. 16. Габробракон:
1 — імаго, 2 — личинка

Біологія. Сума ефективних температур для розвитку від яйця до імаго становить $200 \pm 14^\circ\text{C}$. Перші дорослі особини, що перезимували, з'являються у природі з квітня за середньодобової температури повітря $17\text{--}20^\circ\text{C}$ і живуть до 1,5–2 місяці, живлячись нектаром різних рослин.

Оптимальна для розвитку габробракона температура $27\text{--}32^\circ\text{C}$, вологість повітря 75–80 %. Тривалість життєвого циклу габробракона, що розвивається на млиновій вогнівці за температури $27 \pm 0,5^\circ\text{C}$ становить 25 днів. Преімагінальний період триває 12,5 доби, з яких на стадії яйця і личинки припадає $5,5 \pm 0,5$, лялечки — $7 \pm 0,5$ діб. Верхнім термічним порогом розвитку яєць є температура $+36^\circ\text{C}$, личинок — $+38^\circ\text{C}$, лялечок $+37^\circ\text{C}$, нижнім — $+12\text{--}14^\circ\text{C}$.

Плодючість їздця у лабораторних умовах залежить від багатьох факторів: живлення, температури повітря, чисельності гусе-

ниць господарів. За температури +28–30 °С у середньому за день самиця відкладає від 10 до 30 яєць, +32–35°С — 60, за 18°С кладка припиняється. За своє життя самиця паралізує 100–150 гусениць південної, амбарної, млинової вогнівок та інших, але яйця відкладає не завжди.

За наявності господарів їздець дає 12–16 поколінь. Гусениці совок заражаються їздцем з другого віку. На одній гусениці бавовникової совки можуть нормально розвиватися до 60 личинок, на гусениці кукурудзяного метелика — 40–60, млинової вогнівки — 3–8, воскової молі — 20–40, на гусениці бражника — до 250 личинок паразита. Загальна плодючість їздця становить 250–840 яєць.

У габробракона із запліднених яєць розвиваються самиці і самці, а із незапліднених лише самці. Ембріональний розвиток за температури +27–30°С триває 1–1,5 доби, за +30–35 °С — від 15 до 24 годин.

Репродуктивна здатність самиці габробракона знижується із збільшенням віку. Найбільша плодючість спостерігається у перші 6 діб життя імаго (одна самиця залишає 22,4 нащадка). У період 9–12 днів потомство знижується до 7, а на 12–15-й день — до 0,9 особини. Самиця за 12 днів паралізує і паразитує 100 % гусениць вогнівки за співвідношення паразит : господар 1:15. Габробракон є ендопаразитом, самиця спочатку паралізує жертву, потім відкладає яйця.

Технологія розведення габробракона

Габробракона можна розводити на багатьох природних господарях. Але найбільш придатні два види: млинова вогнівка (*Ephestia kuehniella* Zeller) і вощана міль (*Galleria mellonella* L.).

Біологічні показники комах, вирощених на гусеницях вощаної молі вищі, ніж на гусеницях млинової вогнівки: тривалість життя відповідно 10,2 і 9,1 доби, виживання 96,4 і 93,3 %, плодючість — 116,5 і 67,5 яйця на самицю. Враховуючи вартість затрат на субстрат, розведення габробракона на млиновій вогнівці значно дешевше.

Для розмноження габробракона використовують свіжих гусениць лабораторного господаря, оскільки за тривалого зберігання у холодильнику знижуються їх харчові цінності, як результат знижується вихід ентомофага.

Розведення на млиновій вогнівці. Гусениць млинової вогнівки розфасовують в півлітрові хімічні склянки. Відразу чи поки не сплетена павутина до них запускають габробракона. В іншому випадку самицям паразита буде важко паразитувати свого господаря. Зверху на склянки кладуть бязеву салфетку з ватним тампоном, змоченим 20 %-м цукровим сиропом для підгодівлі комах і розмі-

щують у термостат із стабільною температурою +28...+30 °С. Кожна склянка маркірується етикеткою із зазначенням дати зараження, кількості гусениць, яких запустили, і самиць паразита.

Для габробракона характерна сезонна циклічність фізіологічних функцій. З весни до початку осені спостерігають підвищення плодючості і тривалості життя імаго. Восени ці показники знижуються, а потім настає зимова депресія. У зв'язку з цим оптимальне співвідношення паразита і господаря має бути неоднаковими у різні пори року. Взимку максимальна реалізація потомства досягається за співвідношення 1:8 (одна самиця на вісім гусениць), на весні — 1:11, влітку — 1:13, восени 1:12. Така динаміка стабільна. У півлітрову склянку слід помістити 10 самиць та 5 самців і покласти їм взимку 80 гусениць, навесні — 110, влітку — 130, восени — 120 гусениць.

Влітку, у період найбільшої активності ентомофага, всі гусениці склянки (1:13) заражаються через 2–3 дні. Личинки, які відродились з яєць, відкладених у пізніші строки, зазвичай не знаходять достатнього живлення і гинуть. Через 11–13 днів після зараження починається виліт першого покоління. На кількісне відношення самців і самиць (статевий індекс) впливає температура, тривалість освітлення, час спаровування та інші фактори.

Перед вильотом комах склянки переносять у спеціальну камеру (ящик, ширина якого 40 см, висота — 45 см, довжина — 70 см) Задня стінка зроблена із скла. Зверху камера легко відкривається кришкою з скла. По боках є отвори для аерації, затягнуті сіткою. На передній стінці є два отвори, через які збирають паразитів.

Через отвір у боковій стінці справа вводиться гумова трубка завдовжки 120 см, у внутрішній кінець якої вставлена скляна трубка. Зовнішній кінець трубки через пробку опускають у колбу з гофрованим папером. Через пробку пускають трубку, яка з'єднує колбу з пирососом.

Працюючи, до задньої стінки підставляють настільну лампу. Дорослих особин, які вилетіли із склянок, збирають на освітленому склі, потім пирососом через екстаустер поміщають у колбу з гофрованим папером. Колбу з комахами зважують і зав'язують серветкою, на яку зверху кладуть ватний тампон з цукровим сиропом.

У лабораторних умовах окремих особин ентомофага збирають за допомогою спрощеного екстаустера, який складається з гумової трубки, кінець піпетки підводиться до комах, при цьому через гумову трубку ротом всмоктують повітря. Потім комах видувують у колбу або пробірку.

Якщо габробракон потрібен для практичного застосування, то комах не відловлюють, а у склянках доставляють на поле і там випускають.

Розведення на воцаній молі. У трилітрові банки поміщають шматочки гофрованого паперу, запускають 400 гусениць і 800 запліднених самиць паразита (співвідношення 1:2). Банки переносять у приміщення і витримують три дні за температури +27–30°C і вологості 70 %. Пізніше, після підгодівлі, самиць використовують знову для зараження гусениць. Через 4–5 днів з'являються коconi, а через 8–10 вилітають дорослі особини, яких збирають у банки і їх можна використовувати для розселення на поля або наступного виробництва.

Маточний біоматеріал після вилову протягом доби утримують у термостаті за температури +27–28°C. У цей час проводиться цукрова підгодівля, відбувається спаровування самців і самиць. Потім габробракон використовується для зараження наступної партії гусениць господаря або деякий час зберігається в холодильнику за температури +5 С.

Щоб перейти від сезонного розведення (з квітня по вересень) до завчасного нагромадження ентомофага з січня, важливо правильно організувати введення його у діапаузу і тривале зберігання. Для цього комах утримують 6–7 днів за поступового зниження температури від +27 до +25°C, потім до +20°C і +16°C із скороченням світлового дня від 16 до 8 годин. У цей час їх підгодовують 20 %-ним цукровим сиропом. А потім їх у склянках з гофрованим папером поміщають у холодильник на зберігання за +5°C і відносної вологості повітря 70 %. Склянки через кожні два тижні виносять у світлу теплу кімнату на 3 години, а габробракона підгодовують цукровим сиропом з дріжджами.

Після тримісячного зберігання виживає 80–83 % комах, а через 4 місяці — 50–55 %. До цього строку виживають лише запліднені самиці, а самці гинуть.

Показники стандарту якості габробракона, якого розводять на млиновій вогнівці, такі: плодючість 300–350 яєць на самицю, відсоток зараження гусениць 80–90 %, співвідношення самців і самиць 1:2,2–2,5, кількість деформованих особин — не більше 4 %, виживання (відродження лялечок) — не менше 90 %, тривалість життя імаго — не менше 15 діб.

5.3. Біологічні, морфологічні особливості криптолемуса та технологія його розведення

Криптолемус — *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. (ряд твердокрилі — Coleoptera, родина кокцинеліди — Coccinellidae). Дорослі і личинкові стадії ентомофага живляться яйцями, личинками і імаго борошнистих червців (*Pseudococcus* sp.). Криптолемус живиться на цитрусових і близьких до них видів борошнистих червців,

таких як: цитрусовий борошністий червець (*Planococcus citri*), червчик Комстока (*Pseudococcus comstocki*), несправжній борошністий червець (*Pseudococcus obscurus*), борошністий червець (*Phenacoccus solenopsis*), мексиканський борошністий червець (*Phenacoccus gossypii*) та інші схожі різновиди.

Найбільшого поширення набуло використання *Cryptolaemus montrouzieri* у системі біологічного захисту декоративних рослин в умовах закритого ґрунту (оранжереї, парники, теплиці). Відомості відносно можливого виживання криптолемуса в умовах відкритого ґрунту досить суперечливі.

Морфологія. Імаго 3–4 мм, тіло округле, чорного кольору, голова, передньоспинка та черевце червоні. Яйця овальні, жовті. Личинки 4–6 мм, жовто-зелені з восковими виростами (рис. 17).

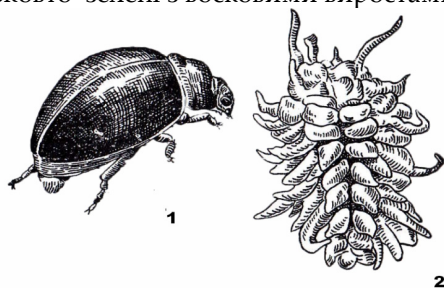


Рис. 17. Криптолемус:
1 — імаго, 2 — личинка

Біологія. Живуть жуки до 12 місяців. Плодючість самиць 200–500 яєць. Цикл розвитку за сприятливих умов (температура +20–26°C, вологість 70–85 %, довжина світлового дня 18 годин) становить 35–40 днів. За рік у південних районах (Абхазія, Туркменія й ін.) розвивається 3–4 покоління.

Онтогенез ентомофага включає такі етапи: яйце, личинка (4 етапи), лялечка й імаго. Одна личинка криптолемуса з'їдає за своє життя до 4–7 тис. яєць, 200–300 личинок або 40–60 дорослих особин борошністих червців. Личинкові стадії тривають 12–17 днів, протягом яких личинки живляться яйцями борошністого червця, молодими плазунами, і медяною росою, яку виробляють борошністі червці. Криптолемус перетворюється на лялечку на стеблах або стручках теплиці. Дорослі комахи і молоді личинки краще живляться яйцями і молодими німфами, тоді як великі личинки поїдають шкідників будь-якого розміру і будь-якої стадії розвитку. Будучи хижаком, ентомофаг надає перевагу значно розвиненим популяціям шкідника (велика кількість основного джерела живлення).

Оптимальні гідротермічні показники: температура +20–26°C, вологість 70–85 %, тривалість світлового дня — 18 годин. Дорослі особини найбільш активні за достатнього сонячного освітлення. Мінімальний температурний показник –9°C, за якого спостерігається загибель комах. Пошукові здібності і продуктивність криптолемуса знижуються за +33°C.

Норма випуску за сезонної колонізації криптолемуса на 1 га чайної плантації від 5 до 10 тис. імаго або 10 тис. личинок, на цитрусових — 5–10 екз./дереву, на винограді — 3 екз./рослину. У цьому випадку ефективність дії ентомофага досягає 90–95 %, а контроль за розвитком шкідників з його допомогою зберігається 2–3 роки.

Технологія розведення криптолемуса

У біолабораторіях криптолемуса розводять на борошнистих червцях або на яйцях зернової молі. У садки (20x20x30 см), застелені гофрованим фільтрувальним папером, поміщають по 1000 імаго (за співвідношення статей 1:1), і накривають кришкою з капрону або зав'язують марлею. Жуків годують борошнистим червцем, якого вирощують на етіюльованих паростках картоплі або стеблах сої. На 5–7-й день самиці відкладають яйця в овисаки (яйцеві мішки) червців. Щодня додають нові порції корму для запобігання поїданню власних яєць. Зібрані яйця ентомофага поміщають у садки (по 2500 шт.), де через 4–6 днів відроджуються личинки. Їх інтенсивно підгодовують борошнистими червцями, щоб виключити канібалізм. Незабаром личинки перетворюються на лялечку під штучними укриттями з гофрованого паперу і вже через 12–13 днів з'являються молоді жуки.

Технологія одержання корму для криптолемуса. На стелажах у теплицях на гарбузах або проростках сої розводять борошнистого червця, якого періодично збирають жорсткою щіточкою і сушать за +100–105 °С у сушильній шафі протягом 1–2 хв, а потім за +50°C 1–1,5 години. З одного гарбуза можна одержати 100 г червця, що достатньо для вигодування 1000 жуків. Якщо використовують рослини сої у фазі другої пари листків (10–15 см висотою) і щільності культури 350–400 рослин/м², для живлення тієї самої кількості жуків потрібно 4 м² її посівів.

Нині розроблено штучні поживні середовища для розведення личинок і жуків криптолемуса (табл. 10).

Корм готують у вигляді гранул. Для годівлі 1000 личинок потрібно 400 г живильного середовища. Для жуків склад середовища значно простіший.

Колонізацію ентомофага за вегетацію доцільно проводити двічі з нормою випуску 5 тис. особин/га, наприклад, на чайних плантаціях першу у середині – кінці травня і другу — через 1–1,5 місяця.

Методика розведення криптолемуса на ватних кульках

Процедура отримання яєць і личинок *Cryptolaemus montrouzieri*, полягає у змушенні самиці криптолемуса відкласти яйця на вату. Як тільки відокремлюють яйця, личинок можна збирати і випускати на рослини з борошністими червцями. Ця процедура складається з чотирьох етапів:

Етап перший: Розміщують дорослих самиць у контейнері з гороховими попелицями і ватними кульками:

1. Розміщують дві ватні кульки внизу вощеного контейнера.
2. Розміщують приблизно 1 г горохових попелиць на ватних кульках.
3. Розміщують 12 дорослих *C. montrouzieri* (як мінімум з трьох самицями) у контейнері.
4. Покривають кубки або контейнери марлею або кришкою з отвором. Для додаткової вологості можна поміщати у контейнери шматок злегка зволоженої губки.
5. Оптимальна температура під час відкладання яєць +22–25°C.
6. Ретельно перевіряють ватні кульки через день для виявлення маленьких жовтуватих яєць. Яйця дуже маленькі і бліді, тому рекомендується використовувати збільшувальне скло.

Етап другий: Збирають яйця криптолемуса і готуються до відділення.

1. Видаляють ватні кульки з контейнерів і перевіряють на наявність яєць.
2. Використовуючи гострі ножиці, ретельно відділяють окремі частини ватних кульок, що містять яйця.
3. Розміщують шматки ватних кульок з яйцями в чашки Петрі із злегка зволоженою губкою. Для запобігання пересиханню яєць і молодих личинок губку потрібно періодично злегка зволожувати. Зберігають яйця за кімнатної температури або трохи вищій. Оптимальна інкубаційна температура — близько +21°C.

4. Перевіряють відібраних личинок щодня, приблизно шість-сім днів після їх утримання у чашці Петрі.

Етап третій: Збирають личинок криптолемуса і готуються до випуску.

1. Збирають личинок і розміщують в окремих чашках Петрі (близько 20 личинок на одну чашку) якнайшвидше після відродження, щоб запобігти канібалізму. (Примітка: зберігають чашки Петрі з щойно відродженими молодими личинками за температури +12–15°C, що також допоможе уникнути канібалізму. Охолодження личинок до температури 12–15°C може тимчасово зменшити канібалізм. Личинок потрібно тримати як мінімум годину за

«теплішої», ніж кімнатна температура для випуску. Особини хижак не відновлюються від періодів охолодження, що перевищують 72 години).

Таблиця 10

Склад штучної дієти для розведення криптолемуса

Компонент	Використовується для живлення	
	личинки	жуків
Казеїн	14,0	14,0 20,0
Амінокислоти:		
аргінін	0,015	
гістидин	0,01	
глутамін	0,05	
цістин	0,15	0,12
гліцин	0,15	
Жири:		
кукурудзяна олія		
вершкова олія	2,5	2,5
холестерин	1,0	1,0
Сахароза	13,0	12,0 15,0
Суміш мінеральних солей	1,5	1,5
Автолізат пивних дріжджів	20,0	8,0 40,0
Токоферол	0,06	0,08 0,8
Інозит	0,02	
Параамінобензойна кислота	0,02	
Пантотенат Са	0,03	
Вітаміни:		
аскорбінова кислота	0,15	0,15
нікотинова кислота	0,03	
В ₁₂	0,08	
Холін-хлорид	0,00006	
Біотин	0,0004	
Фолієва кислота	0,015	
Сорбінова кислота	0,12	
Сухі червці	20,0	
Сухе молоко		2,0 10,0
Агар-агар	1,0	20,0 1,0
H ₂ O дист.	30,0	40,0

2. Випускають личинок якнайшвидше після відродження на рослині з борошністими червцями.

Етап четвертий: Збір і вигодовування личинок до дорослої стадії.

1. Розсаджують личинок у чашки Петрі — по 10 особин в одну чашку. Утримують за температури +19–22°C. (Утримання личинок за нижчих температур скоротить канібалізм, але також уповільнить розвиток).

2. Годують личинок двічі на тиждень свіжими гороховими попелицями з розрахунку 20 попелиць на одного ентомофага.

3. Личинки перетворюються на лялечку орієнтовно через 21 день після відродження з яйця.

4. Зберігають лялечки за температури +21–24 °С. Тримають їх окремо від личинок, щоб запобігти канібалізму. Лялечки перетворюються на дорослих особин через 8–12 днів. Дорослі відкладають яйця приблизно через сім днів після відродження з лялечок.

5.4 Біологічні, морфологічні особливості подізуса та технологія його розведення

Подізус — *Podisus maculiventris* Say. (ряд напівтвердокрилих — Hemiptera, родина щитники — Pentatomidae). Ентомофаг належить до поліфагів, він активно знищує понад 200 видів лускокрилих і жуків — шкідників кукурудзи, сої та інших сільськогосподарських культур, живиться багатьма стадіями комах, проте надає перевагу личинковим стадіям з м'якими покривами.

Морфологія. Клоп завдовжки 10–11 мм, має плями на черевці, спинка темно-коричневого забарвлення. Передньоспинка зморщена, по боках загострені зубці. Черевце жовтого забарвлення: на ньому п'ять рядів поздовжніх плям. Забарвлення яєць від зеленуватого (свіжовідкладені) до сірувато-бурого. Личинки розміром до 10 мм, імагоподібні.

Біологія. Зимує імаго і личинка під рослинними рештками, в тріщинах кори. Після виходу із діапаузи клопи живляться, потім спаровуються і починають відкладати яйця. Саміці відкладають яйця зверху на листя купками по 15–20 штук. Подізус має 3–4 генерації. Оптимальними умовами для розвитку ентомофага є температура +25–28 °С і вологість повітря 85 %. Це полівольгивний вид, для розвитку одного покоління потрібно 330,4 °С суми ефективних температур. У цьому випадку весь цикл його триває протягом 34 днів. Середня плодючість близько 260–300 яєць на одну самицю.

Личинки, які щойно віродилися, деякий час тримаються невеликими групами і не живляться тваринною їжею (смокчуть сік або воду). Личинкам другого і третього віків притаманне групове живлення. Хижак часто лише наколює свою жертву, не висмоктавши її повністю, залишає і нападає на іншу. Ця особливість значно підвищує ефективність ентомофага. Імаго, як і личинки, живляться

яйцями, личинками і жуками колорадського жука, надаючи перевагу личинкам. Подізусу притаманна висока ненажерливість. Одна личинка ентомофага з'їдає 140 яєць, 7–12 личинок і одного жука, тоді як імаго — 500 яєць, 50–60 личинок і до 14 жуків.

Технологія розведення подізуса

Ентомофага розводять у лабораторії на воцаній молі, штучному середовищі і на яйцях колорадського жука.

Лабораторне розведення подізуса проводиться за 18-годинного світлового дня і відносній вологості повітря 75 %. За +24 °С на оптимальному кормі до з'явлення імаго проходить 31–38 днів (розвиток яйця у середньому — 7 днів, личинок — першого, другого, третього, четвертого та п'ятого віків відповідно 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 і 11 днів). За +27 °С цикл розвитку скорочується і триває 26–30 днів.

Самиці подізуса відкладають яйця на листки і стебла рослин, а також на стінки садків. Яйця щоденно зрізують і по 200–300 штук поміщають у чашки Петрі на фільтрований папір, поряд на шматочок поліетилену кладуть ватний тампон чи губку, змочену водою. Для більш швидкого дозрівання яєць і другого виходу личинок, яйця рекомендується тримати за температури +26–27 °С. За добу до появи личинок у чашки Петрі поміщають листки картоплі. Раз на день листки з личинками потрібно збирати, що дає змогу отримувати одновіковий матеріал і значно знижує втрати від канібалізму за групового утримання клопа.

Зберігати личинок у скляних банках (0,8 л), закритих крейдовим газом. Для підтримання оптимальної вологості у банці її розміщують доверху дном над кюветою з насиченим розчином кухонної солі, яку накривають пластиною з органічного скла з отворами. Рослини в таких банках зберігають свіжість протягом двох діб, личинки розвиваються там до окрилення. Для нормального розвитку їх слід забезпечити достатньою кількістю корму і листками картоплі, бобів або буряку, з яких клопи висмоктують воду. У кожному садку має бути 15–20 особин. За такої щільності канібалізм вдається звести до мінімуму, вихід дорослих клопів сягає 86–90 %.

Утримувати імаго можна у будь-яких садках (в малих — 40, великих — 60–80) з доброю вентиляцією і достатнім освітленням. Можна використовувати також садки кубічної форми (з ребром 30 і 60 см) із крейдового газу із застібкою «блискавка». Їх прикріплюють до рами з дерева чи товстого дроту на розтяжках. Корм і рослини замінюють раз у два дні. Влітку кормом можуть бути личинки колорадського жука, гусениці американського білого метелика та інших лускокрилих, восени і взимку, за відсутності основних жертв хижка, — гусениці великої воцаної молі і личинки кімнатної мухи.

На такому кормі розвиток ентомофага за температури +27 °С відбувається за 39–42 дні. Вихід дорослих клопів першого покоління у разі живлення тільки личинками мух становить 46 %, гусеницями моли — 92 %. Хижаку притаманна швидка адаптація до нового корму. Так, через 3–4 покоління вихід імаго за живлення личинками мух сягає 80 %.

Слід урахувати, що личинки мух після видлучення з середовища швидко висихають і придатні як корм лише у разі утримання подізуса у скляних банках. Гусениці великої вощаної моли здатні довго жити у сітчастих садках, але можуть прогризати його стінки. Щоб уникнути цього, гусениць обливають гарячою водою (60–65 °С), через 0,5–1 хвилину дістають їх з води і розкладають на шматочках пінопласту, які прикріплені до стінок садка. Клопи швидко звикають до такого корму і добре поїдають його. За місяць одна самиця у разі живлення живими гусеницями вощаної моли відкладає 22–206 яець, обвареними — 28–188 яець.

Слід зауважити, що молоді личинки клопів надають перевагу жертвам малого розміру, дорослі личинки і імаго нападають на великих гусениць.

У лабораторних умовах личинки подізуса другого віку за період розвитку здатні знищувати 5 личинок колорадського жука, або 7–10 — великої вощаної моли, або стільки ж домашньої мухи; третього віку відповідно — 5–7, 20–25; четвертого і п'ятого — по 7–10 личинок жука, або по 30–35 личинок моли або мухи, імаго (за весь період життя) — 45–50 жуків, або 700–720 личинок перерахованих комах.

Дорослі клопи живуть до 2–2,5 місяців. Максимальна плодючість за живлення личинками колорадського жука становить 315 яець, гусеницями великої вощаної моли — 288, личинками кімнатної мухи — 257 і змішаним кормом (великої вощаної моли і кімнатної мухи) — 384 яйця.

Для випуску подізуса у стадії личинок третього-четвертого віку (вони найбільш ненажерливі) підбирають ділянки картопляного поля, заселені переважно личинками молодших віків колорадського жука.

Оптимізація вирощування подізуса. Під час вирощування клопа у лабораторних умовах із застосуванням як корму живих личинок виробництво великої кількості хижаків може бути ускладнене нестачею личинок. Як альтернативне джерело живлення для вирощування хижих клопів використовують і м'ясну дієту. До складу дієти входить м'ясо великої рогатої худоби. Порівняно з вирощуванням на личинках вощаної моли *Galleria mellonella* L., розвиток німф клопа у разі годівлі м'ясною дієтою є тривалішим на 15–40 % і

маса дорослих особин є нижчою, досягаючи лише 72–82 % маси особин у контролі. Плодючість самиць, вирощених на м'ясній дієті, скорочується приблизно до 1/3–1/2, але вага яйця і показник народжуваності є порівняно вищим, ніж у культурах, що годували живою здобиччю.

Склад дієти: 200 г яловичої печінки, 200 г жирної яловичини, 24 мл розчину сахарози (5 %), 1 г аскорбінової кислоти, сіль Вессона 2 г та 20 г свіжого яєчного жовтка. Усі інгредієнти спочатку змішують у блендері до отримання однорідної маси. Зберігають у режимі глибокої заморозки ($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) у невеликих пакетах, загорнутих у фольгу. Хижака на штучній дієті розводять у пластикових контейнерах (18x11x6 см або 24x16x8 см). Воду подають через просочений папір, вставляючи пробку у невелике пластикове блюдце (2,5 см у діаметрі). Температура $23 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, вологість $75 \pm 5\%$ і тривалість світлового дня — 16:8 год.

У разі вигодовування клопів *Podisus maculiventris* і *Podisus sagitta* на м'ясній дієті порівняли показники з вигодовуванням на личинках вощаної молі. Результати, наведені в табл. 10 і 11, показують, що розвиток німф хижого клопа *P. maculiventris* у разі вирощування на штучній дієті є значно довшим і триває 26,3–28,7 дня, порівняно з 22,9 дня за вирощування на личинках вощаної молі (контроль). У хижого клопа *P. sagitta* також спостерігається збільшення тривалості розвитку німф за живлення на штучній дієті — 28,3–31,4 дня проти 22,3 дня у контролі. Вживання німф за стадіями теж загалом нижче, проте понад 60 % першої вікової стадії німф досягли статевої зрілості. Вага дорослих *P. maculiventris* коливалася від 72 до 82 %, у дорослих *P. sagitta* досягла 73–75 % від ваги контрольних особин. Хоча деякі суттєві відмінності у вазі були виявлені на $p = 0,05$ рівні між поколіннями вирощених на штучному живленні (табл. 11, 12 та 13), вони не вважаються відображенням певної тенденції. Статистичні відмінності можна пояснити, зокрема, мінливістю і змінами у складі корму тваринного походження, який використовували для підготовки дієти.

Показники тривалості розвитку німф (у днях) та їх виживання з першого віку до стадії імаго (%) клопів *P. maculiventris* і *P. sagitta*, вирощених на личинках вощаної молі (контроль) і на м'ясній дієті наведені нижче (табл. 11 і 12).

Показники ваги самців та самиць двох видів подізуса наведено в табл. 13.

Таблиця 11

**Показники розвитку німф *Podisus maculiventris*
(за П. Де Клерк, Д. Дегіль)**

Вигодування	Тривалість розвитку німф за віками						Відродження	Самці : Самиці
	N1	N2	N3	N4	N5	Всього		
Контроль	4,2 ± 0,3a	4,5 ± 0,4b	3,6 ± 0,6a	4,4 ± 0,5a	6,3 ± 0,6 a	22,9 ± 0,7a	82,5	1:1,4
Штучна дієта								
Покоління 1	4,2 ± 0,2a	4,2± 0,6a	4,3± 0,6b	6,0± 0,6c	7,9± 0,8b	26,6± 1,0b	77,5	1:0,6
Покоління 3	4,2± 0,2a	4,5± 0,6b	4,9± 0,8c	6,1± 0,7c	9,1± 1,0c	28,7± 1,4c	62,5	1:0,8
Покоління 5	4,1± 0,3a	4,4± 0,3b	5,0± 0,5c	5,0± 0,4b	7,9± 0,5b	26,3± 0,9b	75,0	1:0,9
Покоління 7	4,2± 0,3a	5,0± 0,8c	4,7± 0,5c	5,3± 0,7b	8,6± 0,9c	27,8± 1,6c	60,0	1:1

Таблиця 12

**Показники розвитку німф *Podisus sagitta*
(за П. Де Клерк, Д. Дегіль)**

Вигодування	Тривалість розвитку німф за віками						Відродження	Самці : самиці
	N1	N2	N3	N4	N5	Всього		
Контроль	4,0 ± 0,2 a	4,1 ± 0,4a	3,5 ± 0,5a	4,2 ± 0,5a	6,5 ± 0,5a	22,3 ± 1,0a	86,7	1:1
Штучна дієта								
Покоління 1	4,1 ± 0,3a	4,8 ± 0,8b	5,3 ± 0,5b	6,7 ± 0,9 c	10,5 ± 1,3c	31,4 ± 2,2c	70,0	1:0,9
Покоління 3	4,0 ± 0,2a	4,8 ± 0,7b	5,6 ± 0,9bc	5,9 ± 1,0b	8,0 ± 1,1b	28,3 ± 1,9b	60,0	1:0,7
Покоління 5	4,0 ± 0,2a	5,0 ± 0,9b	5,7 ± 0,8c	6,1 ± 1,2b	9,8 ± 1,4c	30,6 ± 2,4c	57,5	1:0,8

**Вага самців та самиць *P. maculiventris* і *P. sagitta*
за вирощування на личинках галерії та на м'ясній дієті (мг)
(за П. Де Клерк, Д. Дегіль)**

Середовище	<i>P. maculiventris</i>		<i>P. sagitta</i>	
	Самці	Самиці	Самці	Самиці
Контроль	65,5 ± 4,6a (a)	86,5 ± 5,0a	49,6 ± 2,7a	63,4 ± 6,9a
Штучне				
Покоління 1	49,9 ± 4,5c	61,9 ± 6,3 cd	36,1 ± 3,8b	46,4 ± 5,8b
Покоління 3	48,6 ± 5,9c	59,9 ± 6,1c	38,0 ± 4,1b	47,6 ± 5,7b
Покоління 5	53,4 ± 5,7b	63,9 ± 7,0 bd	37,0 ± 3,0b	47,7 ± 4,7b
Покоління 7	50,5 ± 3,8c	65,2 ± 4,9b	–	–

5.5. Біологічні, морфологічні особливості едовума та технологія його розведення

Едовум — *Edovum puttleri* Grissell. (ряд перетинчастокрилі — Hymenoptera, родина — Chalcidoidea, рід *Edovum*).

Едовум — ентомофаг колорадського жука. Паразит — поширений на півдні, і у зонах інтенсивного вирощування картоплі він не здатний перезимувати. А розводити цього ентомофага для масових випусків можна лише на яйцях колорадського жука. Сезонна колонізація ентомофага у разі появи колорадського жука є дуже ефективними способом використання едовума. Для контролю чисельності колорадського жука слід проводити щорічні випуски. Загальна загибель шкідника від паразита може досягати 80–98 %.

Морфологія. Комаха з яскравим забарвленням. Розмір 1,5 мм. Жилкування крил редуковано. Самець має грєбінчасті вусики.

Біологія. За спостереженнями самці едовума вилітають із яєць на кілька годин раніше самиць і чекають їх на яйцекладках колорадського жука. Самиці паразита починають спаровуватись відразу і через 2–3 дні розпочинають відкладати яйця. Для дозрівання яєць самицям едовума, крім вуглеводного, протягом всього життя потрібне білкове живлення. З цією метою самиця проколює яйцекладом яйце господаря і слизує вміст, що призводить до загибелі значної кількості колорадського жука. Аналіз яйцекладів господаря показав, що кількість яєць колорадського жука, що гинуть через додаткове живлення паразита, досягає 43–45 %. Цей факт значно підвищує цінність виду як знищувача яєць колорадського жука.

За тривалістю життя імаго едовума (переважно самиць) у літературі є протилежні дані: від 9–10 до 21 дня і навіть до 3 міс.

Тривалість життя самиць –30–40 днів, самців – 10.

Середня фактична плодючість самиць едовума протягом всього життя становить 288,5 яець. Процес закладання яець характеризується одним максимумом, який зазначають деякі автори: з 6-го по 16-й день життя самиць.

Преімагінальний розвиток едовума в інтервалі постійних температур від +20 до +30 °С характеризується 100 %-ним виживанням на стадії яйця і личинок і незначною смертністю (8–10 %) передлялечки і лялечки. Вихід імаго у вказаному інтервалі температур становить 87 %.

Температура суттєво впливає на розвиток едовума: за +30 °С розвиток паразита відбувається вдвічі-тричі швидше порівняно з розвитком за +20 °С, увесь преімагінальний розвиток від яйця до імаго завершується за +20 °С – за 21 день, за 30 °С – за 10,8 дня.

Технологія розведення едовума

Спосіб масового розведення едовума складається з чотирьох етапів: вирощування картоплі; розведення колорадського жука; накопичення і зберігання яець колорадського жука; розведення та зберігання едовума. У літній період картоплю доцільно вирощувати на ізольованих ділянках у відкритому ґрунті, в осінньозимовий – у теплиці або спеціально обладнаному приміщенні з освітленням і температурою +20 °С. В осінньозимовий період підтримується маточна культура едовума, а навесні приступають до масового розведення яйцепаразита для майбутніх випускань його в поле. Посадка картоплі восени і взимку проводиться у вазони або у ґрунт теплиці, через 3,5–4 тижні з'являються молоді рослини, на які випускають колорадського жука. Іноді жуків для отримання яець тримають у садках (оптимальний розмір 45x35x30 см), обтягнутих металевою або пластиковою сіткою, по 45–50 жуків у кожному садку. Використовуючи для отримання яець колорадського жука, молоді зрізані рослини картоплі ставлять у посудину з водою. Оптимальні умови утримання: температура +24–26 °С, відносна вологість повітря 60–70 %. Середньодобова плодючість однієї самиці колорадського жука становить 13,3–14,5 яйця, а на початку березня – 32,3 яйця. Для отримання великої кількості паразита едовума потрібно багато яець господаря (колорадський жук). Тому рекомендується зберігати яйця колорадського жука одним із двох способів: у замороженому стані і охолодженому. У першому випадку яйця не старше добового віку поміщають у чашки Петрі, які зберігають у поліетиленових пакетах у морозильній камері за температури –10 – 13 °С. Збережені таким способом яйця придатні для зараження едовумом, максимальний термін зберігання 1,5 місяця. За необхідності зберегти яйця жука протягом 10 днів (не більше) їх поміща-

ють у побутовий холодильник за температури +5–8 °С. У разі дотримання умов якості яєць зберігається.

Маточну культуру едовума утримують у приміщенні з температурою +24–26 °С, вологістю повітря 60–80 %.

У стандартну чашку Петрі випускають по 15–20 паразитів. На внутрішню поверхню кришки наносять невеликі крапельки рідкого меду. Раз на дві доби у кожен чашку поміщають яйцекладки колорадського жука не старше тридобового віку з розрахунку 3 яйця на одну самицю едовума. Через добу яйцекладки видаляють, а до паразитів додають свіжі. Заражені яйцекладки поміщають у порожні чашки по 8–10 кладок. За день до передбачуваного вильоту дорослих паразитів на кришку серед кладок наносять крапельки меду. Яйцепаразитів, що вилетіли, відловлюють за допомогою екстаустера. Щоб визначити тривалість повного процесу розведення едовума, слід знати, що тривалість життя самиці паразита — 30 днів, плодючість — 180 яєць, співвідношення статей (самиця:самець) — 2:1, частка зараження яєць від підкладених — 50 % (на свіжих яйцях) і 25 % (на морожених), виліт паразитів із заражених яєць — 90 %. Самиці паразита, починаючи з 3-денного віку, заражають зазвичай 7–8 яєць колорадського жука в день, а протягом життя — понад 130 яєць. За температури +25 °С, відносної вологості повітря 60–70 % і 12-годинного фотоперіоду яйця едовума розвиваються за 24–26 годин, личинки першого, другого і третього віку — відповідно за 27, 24–25 і 67 год. Імаго яйцеїда потребують додаткового живлення. Зараження едовумом свіжозібраних яєць колорадського жука відбувається за широкого діапазону температур — від +15 до +30 °С.

Отримання яєць колорадського жука

Два фактори, які обмежують безперервне отримання яєць колорадського жука — це корм (для розвитку однієї особини від яйця до яйця потрібно більше 1 кг картопляного бадилля) та оптимальна температура.

Для створення параметрів оптимальних умов для колорадського жука з температурою (0...+2 °С) потрібні такі приміщення:

1. Зимівник типу погреба (4х3х3 м) для зберігання діапаузних імаго та бульб картоплі (температура +2–10 °С, відносна вологість повітря 80 %).

2. Теплиця площею не менше 10–20 м². У теплиці пророщують бульби картоплі та отримують яйцекладки колорадського жука (температура +24–28 °С, відносна вологість — 55–90 %, фотоперіод — 16 год, інтенсивність освітлення 3000–4000 лк/м²).

3. Камера масового розведення з параметрами екологічного оптимуму.

4. Лабораторне приміщення, у якому проводять підготовчі роботи, мийуть та дезінфікують садки і посуд, розміщується обслуговуючий персонал тощо.

5. Біотронна установка с діуральними ритмами абіоти, яка створює екологічний оптимум, наближений за ключовими факторами до природної абіоти картопляного поля. У модулях біотронної установки колорадський жук виводиться з діапаузи (реактивується) і вводиться в неї. На біотронній установці моделюються режими затримки розвитку різних фаз комах і акселерації чи стимуляції яйцекладної властивості самиць.

6. Матеріали: марля, капронова сітка (з різними розмірами ячеек), металева сітка (чарунки 2x2 мм), садки об'ємом від 0,2 до 125 дм³ (50x50x50 см), чашки Петрі, шпателі, ножиці, пральний порошок, перманганат калію, хлорний вапняк, формалін, етиловий спирт і т.д.

7. Обладнання: стандартне лабораторне обладнання — столи, стелажі, витяжна шафа тощо.

8. Інвентар: лопати, сапи, пластмасові тарні ящики, гончарні горщики, дерев'яні кілочки різних розмірів, шпагат тощо.

9. Грунт: ґрунтовий субстрат, складається з 60 % чорнозему, 30 % перегною та 10 % піску.

10. Добрива: амофос і суперфосфат. Можна застосовувати стандартний розчин для поливу квітів.

11. Інсектициди: децис — для захисту польового зеленого конвеєра від надлишку личинок колорадського жука.

12. Посадковий матеріал: бульби картоплі різних сортів, насіння і розсада баклажана.

13. Свіжі ґрунтові субстрати.

Підготовлений ґрунтовий субстрат засипають у гончарні горщики чи пластмасові тарні ящики та висаджують у них бульби картоплі. Після посадки ґрунт поливають відстояною водопровідною водою.

Ґрунт для повторного використання: після об'їдання жуками картопляного бадилля з горщика чи ящика видаляють нерозкладені бульби картоплі, а ґрунт прожарюють у термостаті за 100 °С протягом 1–1,5 доби. Ґрунт в ящиках перемішують і сушать в екологічній камері протягом 1–2 тижнів з одночасним опроміненням бактерицидною лампою. Після цього у ґрунт можна висаджувати наступні порції бульб.

Лабораторна культура картоплі. Кількість картопляного бадилля у трофічному ланцюгу картопля – колорадський жук – периліус визначають пропорцією (2500–5000): 25:1, чи на одну особу периліуса вирощують понад 1 кг бадилля картоплі. З ураху-

ванням коефіцієнта використання колорадськими жуками зеленої маси за 30 %-го пошкодження куща (у цьому випадку кущ спроможний відновлюватися до 80 % вихідного стану) кількість бадилля на одну особину ентомофага збільшується до 5 кг.

Кращими сортами картоплі для отримання бадилля у тепличних умовах є Світлячок, Зарево, Гатчинський та Віхола. Можна також використовувати Воротинський ранній, Поліський ранній, Темп тощо.

Однокущова культура картоплі і щільність її заселення. У гончарний горщик (об'ємом більше ніж 2 дм³) засипають субстрат, кладуть 2–3 середні за розміром бульби картоплі, присипають землею та поливають. Бадилля наростає протягом місяця і тримається у вертикальному положенні 2–2,5 місяця. Для живлення колорадського жука її можна використовувати у будь-якому віці, але найбільш економічно — в одномісячному. Для стимуляції яйцекладки краще підходить молоде бадилля, але при цьому скорочується термін його використання.

На однокущовій культурі картоплі можна тримати дві пари імаго жуків протягом одного тижня. Щоб жуки не залишали куща, його накривають капроновим ізолятором.

Трикущова культура картоплі і щільність її заселення. У пластмасові тарні ящики середніх розмірів (65х45х20 см) засипають субстрат і висаджують 6–8 бульб картоплі у три місця по лінії, яка ділить поверхню субстрату навпіл. Коли бадилля виростає до 20–25 см, у середину куща ставлять кілочки і бадилля підв'язують його. На трикущовій культурі утримують 4–5 пар імаго колорадських жуків протягом тижня. Після заселення жуків на рослину ставлять ізолятор — дерев'яний садок, обтягнутий капроною сіткою. Розмір ізолятора вздовж внутрішнього периметра тарного ящика 50х35х45 см. За збору яєць колорадського жука ізолятор знімають. Поливають через капронову сітку двічі-тричі на тиждень (однокущову культуру поливають частіше). Після об'їдання бадилля ґрунт готують для повторного використання. У разі зараження нематодами ґрунт замінюють повністю.

Заготовка та зберігання посадкового матеріалу картоплі. Щойно зібрану картоплю зберігають в ящиках зимівника за 0,2 °С протягом не вегетаційного періоду. Бульби врожаю поточного року проростають тільки у грудні-січні, тобто через 3–4 місяці після збирання. Для отримання бадилля у вересні-грудні використовують бульби врожаю минулого року. Їх можна зберігати в зимівнику за 0–18 °С цілий рік. Висаджуючи їх у ґрунт, пагони можна не обривати. Крім того, для посадки можна використовувати минулорічні бульби, які після зимівника навесні і влітку зберігалися за кімнатної те-

мператури і вологості 45–60 %, без прямого потрапляння сонячного світла. В обох випадках, схожість бульби не більше 60 %. У разі активування бульб врожаю цього року тиосечовиною чи гіберреліновою кислотою схожість їх становить 4–5 %.

Відростання бадилля об'їдених кущів. Якщо бадилля об'їдене на 25–30 %, без істотного пошкодження стебел рослин, то його можна відростити. Кущі добре поливають водою з добривами і впродовж місяця бадилля відновлюється до 70–80 % від вихідної біомаси.

Накопичення імаго колорадського жука з природи. Вилів імаго колорадського жука у природі проводиться за два заходи (відповідно до його двох генерацій) — у третій декаді липня (імаго першої генерації) і у другій-третьій декадах серпня (друга генерація). Вилівлених імаго переносять в інсектарій і поміщають (по 2000–3000 особин) у садки (50x50x50 см). На дно садка засипають пісок. Жуків догодують бадиллям картоплі. У третій декаді жовтня садки з жуками переносять до зимівника, де зберігають до нового сезону.

Накопичення личинок старших віків. Збирання личинок колорадського жука третього-четвертого віків проводять у третій декаді серпня — першій декаді вересня шляхом струшування з кущів у відро. Зібраних личинок поміщають в умови, аналогічні утриманню імаго, і догодують бадиллям картоплі або баклажана. Поступово личинки дозрівають, зариваються у субстрат, залялюковуються і перетворюються на імаго, які зимують. За такої методики дорощування імаго, вихід особин, що перезимували становить понад 40 %.

Зберігання імаго у стані діапаузи. У зимівнику протягом періоду зберігання стежать, щоб у садках не перезволожувався субстрат, не було мускардини та інших грибних захворювань. Якщо деякі особини загинули і покрилися блідим нальотом, то їх акуратно видаляють. Під час забору чергової партії діапаузуючих жуків на реактивацію їх відсівають від субстрату через ґрунтове сито.

Реактивація імаго. Відібраних жуків переносять у чашки Петрі по 10 особин на тампон вати, змочений водою. Чашки Петрі з комахами поміщають у біотронну установку, де вони реактивуються протягом 10–20 днів, за градієнтно підвищеної температури (від +10 до +20 °С) та подовженому фотоперіоді (від 13 до 18 год). Наприкінці періоду реактивації у біотронну установку поміщають кущ картоплі, жуків розміщують на рослині. З моменту вилучення жуків із зимівника і до першої яйцекладки проходить 15–30 днів.

Отримання яєць. Реактивованих жуків (спаровані пари розміщують по дві пари на однокущову та по шість пар на трикущову культуру картоплі, які протягом 10–15 днів відкладають яйця. За період відкладання яєць відбувається подвійна (інколи і потрійна) заміна харчової рослини. Яйцекладки збирають двічі-тричі на тиж-

день, після збору бадилля підв'язують та рясно поливають водою з добривами.

Лабораторна маточна культура колорадського жука. Така культура створюється на випадок не передбачуваних подій під час зберігання. У зимівнику протягом зберігання від різних захворювань може загинути 80–95 % комах.

Вирощування личинок. Існують різні способи лабораторного розведення колорадських жуків. Ці способи розроблено для отримання личинок колорадського жука, які використовуються для відпрацювання норм застосування інсектицидів і випробувань інсектицидних препаратів на токсичність. Основні недоліки названих методів — низький вихід яець, більші витрати бадилля на вирощування личинок і відсутність безперервного циклу отримання яець, оскільки у зимовий час можна отримати 3–4 лабораторні генерації. Для уникнення необхідності вирощування великих об'ємів бадилля у лабораторних умовах для вигодівлі личинок колорадських жуків, застосовують метод Тамек і Адіс, заснований на підтриманні популяції колорадського жука на ліофілізованих листках картоплі. Суттєвий недолік методу — у разі живлення ліофілізованим листям розміри імаго лабораторної культури зменшуються до критичних — 3–5 генерацій.

На кущах картоплі залишають 1–2 яйцекладки. Відроджених личинок, після об'їдання ними бадилля, переносять на здоровий кущ і так до моменту, поки личинки жуків не підуть у ґрунт. Як правило, використовують чотири кущі за 18–20 днів розвитку личинок. У тих горщиках, де знаходяться лялечки колорадського жука, можна саджати картоплю для наступного циклу і одночасно з проростаючою картоплею через 10–25 днів з ґрунту вийдуть молоді імаго колорадського жука.

Лабораторне отримання імаго. Молоді імаго колорадського жука по 10–20 екз. розселяють на 4–5 кущах, а після спаровування попарно розсаджують на одно- або трикущову культуру картоплі. Через 10–15 днів після виходу з ґрунту імаго починає відкладати яйця. Надлишкове імаго в біотронній установці вводять у діапаузу та переносять у зимівник. Імаго колорадського жука поточної генерації за відсутності корму можна затримувати у розвитку на 30–45 днів за 10 °С, вологості 80 % і у темряві.

Річні цикли розвитку маточної культури. У польових умовах розвиваються 2,5–3 покоління колорадського жука і 3–4 генерації у теплиці. Протягом річного циклу резервна маточна культура має 6–7 поколінь, де спостерігається стільки ж піків яйцекладки. В описаному вище режимі виходить 14 піків яйцекладки плюс три піки природних яйцекладок. У лабораторних умовах спостерігається за-

лежність кількості яйцекладів та кількості яєць в яйцекладі від віку бадилля культури картоплі.

У природних умовах кількість яйцекладок з кінця третьої декади червня та по третю декаду липня зменшуються. На цей період накопичують імаго, що перезимували, в полі, зберігають їх у стані діапаузи, потім за потреби виводять з заціпеніння, поселяють на рослини картоплі та отримують яйцекладки.

Збирання яєць та зберігання їх свіжими. Незалежно від одно- чи трикущової культури картоплі самиця відкладає 50–150 яєць, а окремі особини — значно більше.

Яйцекладки разом з листям картоплі переносять у чашки Петрі, де на дні лежить фільтрований папір, на якому пишуть дату та кількість яєць. Чашки Петрі з яйцекладками поміщають у високий скляний посуд, закривають його поліетиленовою плівкою і тримають у холодильнику за 10 °С. Яйцекладки вважають свіжими, поки не потемніє зелений лист картоплі. Граничний термін зберігання 7–14 днів.

У морозильній камері холодильника чашки Петрі з яйцекладками можна без розморожування зберігати більше одного року. Перед використанням яйцекладки розморожують, знімають з листка та переносять на фільтрувальний папір або свіжий лист картоплі. У такому вигляді їх можна віддавати на корм ентомофагам.

На вирощування 100 імаго едовума протягом 60 днів необхідно 40–50 кущів картоплі. Таким чином, для лабораторного ведення культури ентомофага (за чисельності 10 самиць + 10 самців) потрібно 500–600 кущів картоплі. Для підтримання цієї системи у безперервному циклі потрібні двоє працівників. У літній період чисельність маточної культури ентомофага збільшується до 200–300 імаго (у середньому 200 самиць + 200 самців). Для збору яйцекладок та підтримки зеленого конвеєра у полі потрібні ще 2–3 працівники. Крім того, потрібні техніка та люди для підтримки агротехніки картоплі у зеленому конвеєрі, мінімальні розміри якого 2000–3000 м². За робочий день у полі один працівник може зібрати 400–700 яйцекладок колорадського жука.

5.6. Біологічні, морфологічні особливості перилюса та технологія його розведення

Рід *Perillus* має кілька видів, із яких найбільш поширений *Perillus bioculatus* Fabv. (ряд клопи — Hemiptera, родина щитники — Pentatomidae).

Перилюс на всіх стадіях розвитку личинки (крім личинок першого віку) і імаго живиться вмістом колорадського жука (яєць, личинок, а у лабораторних умовах і лялечок).

Морфологія. Тіло дорослих клопів яйцеподібної форми, темно-коричневого чи чорного кольору з білими, жовтими, червоними чи помаранчевими смугами (рис. 18).

Самиця більша за самців (10,5–11,5 мм проти 8,6–10,5 мм). Вусики п'ятичленикові. Статевий диморфізм добре виражений: на п'ятому–сьомому стернітах черевця самців є тонкі щетинки, у самиць їх немає.

Ротовий апарат перилюса — колючесисного типу. На кінцях мандибул хижака є міцні хітинові гачечки.

Яйце перилюса джжкоподібної форми, 1–1,5 мм. По колу яйця, нижче кришечки є 12–19 хітизованих щетинок-гачечків. Посередині яйця і у нижній його частині розкидані щетинки менших розмірів.

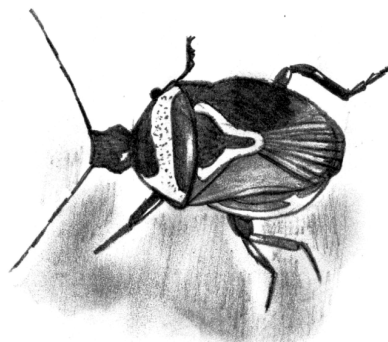


Рис. 18. Імаго перилюса

Біологія. Ембріональний розвиток клопа триває від 3,5 до 14 діб. Найбільше його личинок виплоджується за температури повітря 25–30 °С, а виживає — за температури 30 °С.

Оптимальна температура для розвитку і розмноження хижака клопа +26–30 °С. Строки розвитку личинок залежать від температури навколишнього середовища і значною мірою від якості корму. Оптимальним температурним режимом для стадії яйця та личинкової стадії є температура 25–30 °С (табл. 14). Тривалість розвитку личинок залежить і від якості корму: у разі живлення яйцями колорадського жука вона становить 17–22, а личинками — 28–44 дні. Личинки першого віку живляться тільки водою або соком рослин. Тільки з другого віку вони стають хижаками. Висока ефективність перилюса як хижака пояснюється його надзвичайно великою ненажерливістю. Одна личинка протягом свого розвитку з'їдає до 268 яєць. Особливо багато їжі потребують личинки четвертого — п'ятого віків. Від корму залежить і виживання личинок перилюса. У

разі живлення яйцями виживає 71–72 %, личинками — 36 %, імаго — 23–24 % личинок хижака.

Таблиця 17

Строки розвитку преімагінальних фаз перилюса залежно від температури (за Г.В.Гусевим, 1991)

Температура, °С	Середня тривалість розвитку яєць, діб	Відродження личинок, %	Середня тривалість розвитку личинок, діб	Середня життєздатність личинок
20	14,0	81	39,5	26
25	6,5	95	19,1	72
30	4,2	91	13,5	91
35	3,5	78	10,2	65

Відповідно змінюється його плодючість: у разі живлення яйцями самиця відкладає близько 490 яєць, личинками — 208–209, імаго — 160–162 яйця. У природних умовах хижак надає перевагу яйцям жука. Плодючість самиць також залежить від температури повітря: за 30 °С одна самиця відкладає у середньому 350 яєць, за 25 °С — 214, а за 32 °С — 43 яйця.

У низинних районах Закарпаття клоп розвивається у трьох, а у передгірних районах та Львівській області — у двох генераціях. Тривалість розвитку окремих генерацій перилюса різна. У низинних районах Закарпаття найшвидше розвивається у червні-серпні, коли середньодобова температура повітря вище 20°С. У першій генерації ембріональний розвиток клопа триває до двох, стадія личинок — до чотирьох тижнів. У другій генерації строки розвитку скорочуються майже на тиждень. У третій — набагато збільшуються. Зниження температури призводить до значної затримки розвитку і збільшує загибель личинок.

У першій генерації окрилюється у польових умовах близько 65 % личинок перилюса, у другій — 76 %, третій — 44 %. Клоп оселяється переважно у добре прогрітих місцях, а основну масу яєць відкладає на верхній бік листків картоплі. Кількість яєць і личинок зменшується у період злив, що змивають їх з листків. Критичним періодом у житті перилюса є зима. В умовах неопалюваної лабораторії перезимовує близько 40–50 % і навіть 70 % особин, у лісосмугах 20–25 %, у садах і на городах — 5–7 %.

Вихід з місць зимівлі перилюса збігається з масовим виходом колорадського жука. Одна личинка третього віку знищує 150 яєць шкідника, четвертого — до 200 яєць.

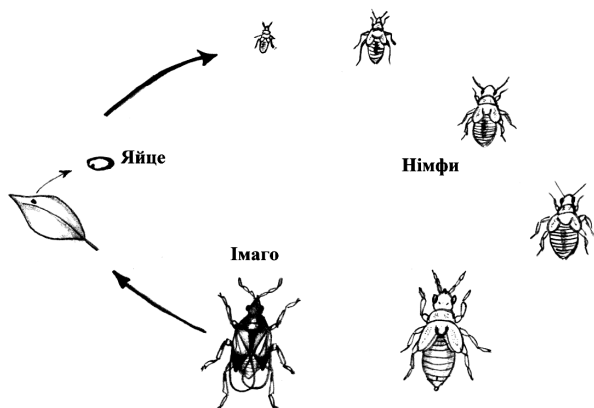


Рис. 19. Цикл розвитку периллюса

Технологія розведення периллюса

Розведення периллюса можна здійснювати в лабораторних та лабораторно-польових умовах.

Розведення периллюса в лабораторії здійснюється у садках чи гігростатах. Перенесення периллюса здійснюється у фазі яйця. Кладки яєць наклеюють білком курячого яйця на картонні картки і поміщають у пробірки із органічного скла. У такому вигляді матеріал може бути відправлений на значні відстані і протягом 4–6 днів не потребує ніякого догляду.

Розвиток яєць та виплодження личинок периллюса. Отримані кладки яєць поміщують у гігростати, де підтримують температуру 28–30 °С і вологість повітря 65–85 %. Яйця хижака освітлення не потребують.

Гігростати складаються з двох частин. Нижня частина — кристалізатор (діаметром 13 см), в який наливають на 2/3 об'єму насичений водний розчин кухонної солі. Зверху кристалізатор об'язують туго натягнутою двошаровою марлею, на яку поміщають кружечок фільтрувального паперу (діаметром 12 см). Верхня частина — перевернута догори дном чашка Петрі (діаметром 10 см) поміщується на кристалізатор і накриває собою фільтрувальний папір з розміщеними на ньому яйцями клопа. За таких умов інкубаційний період яєць триває 4–6 днів, а відсоток відродження личинок становить 91–96 %. В один гігростат уміщується близько 1–3 тисяч яєць периллюса. Приблизно за добу до відродження личинок колір яєць стає рожевим. А перед самим відродженням личинок — помаранчевий. Різниця кольору яєць дає можливість перед відро-

дженням личинок розподілити яйця в окремі гігrostати по 100–150 шт., що спрощує подальшу роботу з комахами.

Гігrostати з личинками і дорослими клопами слід тримати у лабораторії за температури повітря 25–30 °C і освітленні 16–18 годин. Периліюса притаманна чітко виражена фотоперіодична реакція довготривалого типу. Чутливими до фотоперіоду є личинки і крилаті клопи.

Вигодовування личинок периліюса. Для личинок першого віку достатньо покласти в гігrostат листя картоплі або пробірку з дистильованою водою, закриту ватним тампоном. До третього віку (5–7 днів) потреба у кормі тваринного походження незначна і тому заміну корму та фільтрувального паперу можна здійснювати через день. У цей період кожні десять особин периліюса потребують 250–300 яєць або 4 личинок четвертого віку колорадського жука, або стільки ж жуків з обрізаними надкрилами.

Після відродження личинок третього віку периліюса потрібно розселити так, щоб у кожному гігrostаті було по 10–15 особин. Для подальшого розвитку (від личинки третього віку до окрилення клопів) периліюса потрібна значна кількість корму. За передімагінальний період розвитку один клоп потребує в середньому 242 яйця або 4 личинки четвертого віку чи 5–6 імаго колорадського жука. У випадку нестачі їжі виникає канібалізм.

Особливу увагу слід приділяти живленню личинок п'ятого віку, коли прожерливість хижака значно зростає. У цей період периліюс споживає 70 % корму, потрібного для розвитку личинки.

Догляд за дорослими клопами. Після окрилення клопів поміщують у гігrostат. В одному гігrostаті має бути не більше ніж три пари клопів. Спаровування периліюса залежно від температури повітря і якості корму починається на 3–5-й день, а відкладання яєць на 7–12-й день. Плодючість клопів значною мірою залежить від корму. У разі живлення яйцями в лабораторних умовах кожна самка відкладає в середньому 490 яєць, личинками — 209, дорослими жуками — 161, а за змішаного типу живлення — 178. Оптимальним кормом для периліюса є яйця колорадського жука. У разі живлення яйцями не тільки зростає плодючість хижака, а також прискорюється його розвиток та зменшується відхід.

Крім гігrostата для лабораторного розведення периліюса використовують ізолятори з млинового газу (діаметр — 13 см, довжина — 20 см). В ізолятор поміщують 100–150 личинок третього віку. Ізолятори з личинками прикріплюють на окремі пагони кущів картоплі, вирощені також у лабораторних умовах. В ізоляторах слід вирощувати личинок периліюса тільки до п'ятого віку. У п'ятому віці личинок переносять у садки, обтягнуті капроном. Беруть по 200

особин і догодовують їх до окрилення імаго. Потім підраховують самців і самиць серед окрилених клопів та забезпечують їх співвідношення 1:1. У верхній частині садка розвішують білі нитки, на які клопи відкладають яйця. На ізоляторі насипають прожарений пісок і кладуть букет з картопляних листків або ставлять чашку Петрі з вологим ватним тампоном.

Порівняння ефективності вирощування перилюса в гіростатах та ізоляторах

1 Вирощування в гіростаті більш трудомістке, але це дає можливість без проблем спостерігати за розвитком хижака.

2 В ізоляторах вирощування комах значно полегшується тим, що достатньо згодовувати корм один раз на два-три дні.

3 Залишки корму в гіростатах на другий-третій день розкладаються, а в ізоляторах висихають.

4 Плодючість клопів у ізоляторах у три рази менша, ніж у гіростатах.

5 У гіростатах яйця сортуються за датами відкладання і це дає змогу запобігти канібалізму.

Лабораторно-польовий метод розведення перилюса. Метод використовується для підвищення життєздатності клопа. Статевозрілих клопів, відкладені ними яйця та личинки, що виплодилися (до другого віку включно) утримуються в лабораторії за наведеним вище методом. Личинок, починаючи з третього віку і до стадій окрилених імаго, утримують в ізоляторах або садках у польових умовах. Для зимівлі садки з клопами переносять у неопалювальне приміщення, де підтримують температуру повітря 5–10 °С і вологість у межах 60–70 %. Перед використанням садки дезінфікують розчином солі. У садки насипають тонким шаром (3–5 см) зволожений прожарений пісок. Потім поміщають у садки сухе листя з дуба або бука та шматки кори. Шматки кори кладуть пухкою стопкою, зв'язаною шпагатом. Протягом зимового періоду пісок у садках періодично зволожують у зв'язку з тим, що сухість повітря спричиняє смертність клопів.

Переваги лабораторно-польового методу:

1. Відсоток виживання клопів у цих умовах становить 67–73 %, а середня плодючість самиці — 300–350 яєць.

2. За лабораторно-польового методу підвищується виживання клопів у зимовий період. У неопалювальному приміщенні цей показник становить 13 %, за лабораторно-польового методу — 70 %.

Вплив зберігання і обробки корму на розвиток перилюса. Плодючість, життєздатність і тривалість життя перилюса значною мірою залежить від виду корму та способів його обробки. Важливим питанням під час розведення клопа є максимальне забезпечен-

ня кормом різних стадій розвитку хижака. У разі живлення личинок перилюса дорослими особинами колорадського жука, починаючи з другого віку, крила з'являються у 20 % клопів.

Щоб збільшити тривалість життя і плодючість перилюса в лабораторії, у січні–гравні потрібно мати значну кількість яєць і личинок старших віків шкідника. Для цього у червні–вересні поточного року збирають яйцекладки і личинок колорадського жука, поміщають їх у морозильник і зберігають за температури +5,5–10 °С до моменту їх використання. Яйцекладки шкідника необхідно заморозувати разом з листям картоплі, після чого зберігати у банках (0,5 л), закритих чашками Петрі і етиленовою плівкою. Личинок колорадського жука поміщають по 50–100 шт. у 200-грамові банки. Зверху банку закривають плівкою у два шари і зав'язують. Навесні у період розведення перилюса беруть потрібну кількість корму (яйцекладки і личинки шкідника), розморожують протягом 2–3 годин, а корм у склянці знову заморозують.

Для отримання в лабораторії максимальної кількості яєць, личинок і дорослих особин перилюса — корм хижака протягом всього періоду розведення — слід дотримуватися такої схеми.

Клопів, які перезимували першу генерацію хижака, потрібно годувати яйцями і личинками колорадського жука, зібраними у минулому році і які зберігалися в холодильнику.

Імаго другої генерації і личинок третьої генерації можна вирощувати на змішаному кормі: яйця і личинки колорадського жука, які є у достатній кількості у природних умовах.

Для отримання значної кількості яєць від самиць перилюса третьої генерації їх краще утримувати на личинках шкідників старших віків, що були зібрані раніше і зберігалися у морозильнику. Середня плодючість самиці при цьому 180 яєць, що в 2,6 рази вище, ніж у разі живлення живими личинками шкідника. Якщо у достатній кількості не заготовлено яйцекладок і личинок старших віків колорадського жука, то клопів четвертої–п'ятої і наступних генерацій потрібно годувати личинками старших віків шкідника, обробленими гарячою (70 °С) водою.

Коли на картопляних полях немає яйцекладок і личинок молодших віків колорадського жука, хижака годують личинками старших віків, обробленими високими чи низькими температурами, а також яйцями колорадського жука, які зберігалися у холодильнику. При цьому вихід дорослих клопів буде достатньо високим (60–100 %).

Така схема живлення перилюса за масового його розмноження дає можливість отримати максимальну кількість хижака і перетворити процес розведення клопа у безперервний (з лютого по грудень) цикл.

Оптимізація розведення перилюса. У разі живлення одним і тим самим видом корму плодючість самиць перилюса, вирощених із будь-яких яєць, становить у середньому 97 яєць (від 43 до 172), а плодючість самиць, вирощених із яєць, опромінених УФ-променями — 177 яєць (від 65 до 389). Клопи, отримані з опромінених яйцекладок, перезимовують краще, ніж клопи, вирощені із простих яєць.

Свіжовідкладені яйцекладки перилюса збирають і поміщають на окремий квадратик фільтрувального паперу. Кожний день протягом 3–5 хв їх опромінюють за 30 °С. Опромінювання припиняють за добу до відродження личинок. Для роботи використовують парортутну лампу ПРК-2, ПРК-4. Час стабілізації лампи — 15 хвилин, після чого починають обробку яйцекладки перилюса.

5.7. Біологічні, морфологічні особливості кокциনেлід та технологія їх розведення

Сонечко, кокцинеліди (*Coccinellidae*) — одна з великих родин твердокрилих (*Coleoptera*), що налічує понад 5000 видів. У нашій країні з цієї родини відомо близько 80 видів, переважна більшість яких є хижаками.

Морфологія. Жуки невеликих розмірів — довжина тіла імаго від 1 до 18 мм. Тіло зазвичай округло-овальне, сильно опукле, майже напівкулясте (нижній бік майже плаский або слабовипуклий). У деяких груп сонечок тіло довгасто-овальне, тією чи іншою мірою сплющене. Поверхня тіла частіше гола, рідше — покрита волосками. Голова невелика, може бути витягнута у поздовжньому або поперечному напрямку. Очі великі, часто з виїмкою на передньому краї. Вусики 8–11-членикові, короткої або середньої довжини, з булавою (частіше) або без неї. Передньо- та середньогруди поперечні. Задньогруди широкі, майже квадратні. Ноги середньої довжини, покриті густими волосками. Лапки приховано чотиричленикові (здаються тричлениковими, оскільки третій членик маленький і прихований у лопатях другого). Передньоспинка ширше голови, опукла, поперечна, з вирізкою різної форми на передньому краї. Часто — з плямами або малюнком. Надкрила червоні, жовті, коричневі з чорними або білими плямами, які, іноді зливаючись, утворюють мінливий малюнок, або надкрила чорні з червоними або жовтими плямами. Черевце знизу майже зовсім пласке, зверху набагато більш пласке, ніж надкрила, і складається з 5–6 видимих стернітів. Статевий диморфізм виражений слабо. У більшості видів вершина п'ятого чи шостого стернітів у самців з вирізкою або ямкою, у самиць — з горбком. У деяких видів у самців перший членик

передніх і середніх лапок розширених. Іноді самиці і самці відрізняються малюнком на передньоспинці.

Личинки сонечок видовженої форми, зверху та на боках з рядами бородавкоподібних горбиків або вкриті шипиками.

Біологія. Найбільш поширеними видами є семикрапкове *Coccinella septempunctata* та двокрапкове *Adalia bipunctata* сонечка. Сонечко семикрапкове поширене на всій території України, найбільш чисельне у лісостеповій та степовій зонах. Розвивається в одному-двох поколіннях на рік, але в південних районах країни у незначній частині популяції спостерігається наявність третього покоління. Період відкладання яєць дуже розтягнутий, у першого покоління продовжується більше місяця. У одній кладці міститься від 15 до 40 яєць, але зустрічаються більші за розмірами яйцекладки, особливо у жуків другого покоління, які мають більш сприятливі умови розвитку. За характером живлення семикрапкове сонечко — поліфаг широкого спектра. Воно знищує попелиць на овочевих, технічних, зернових культурах, різних травах, меншою мірою на деревах, зокрема — на плодових. Проте на дерев'янистій рослинності зустрічається тільки імаго цього виду, на травах — як імаго, так і личинки. Семикрапкове сонечко особливо численне на злакових, бобових та цукрових буряках, уражених попелицями. Воно знищує також пшеничних трипсів, алейродид, листоблішок, дрібних цикадок, яйця та личинок деяких жуків і метеликів. Навесні за відсутності або недостатньої кількості попелиць хижак може живитися пилюком та нектаром квітучих рослин.

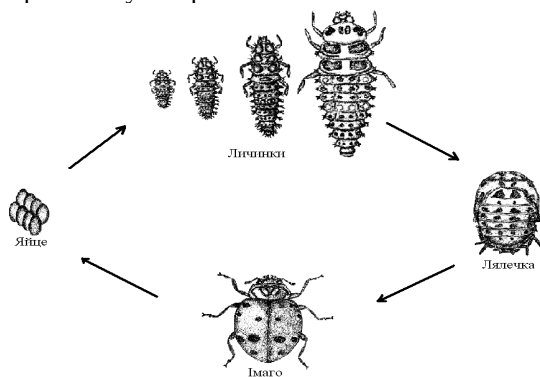


Рис. 20. Розвиток кокцинелід

Зимуючі скупчення цього виду розміщуються у різних місцях: лісовій підстилці, біля основи трав та чагарників, тріщинах ґрунту та кори дерев, під камінням, а також у гірських річкових долинах.

Двокрапкове сонечко поширене у лісовій та лісостеповій зонах. Розвивається в двох поколіннях на рік. Навесні та в першій половині літа у цього виду чітко виражена прив'язаність до дерев'янистої рослинності та вибірковість у живленні. У цей період двокрапкове сонечко живиться попелицями на плодкових культурах, та є основним хижаком на яблунях, грушах, сливах, абрикосах, а також знищує попелиць на черемсі, березі, осині, в'язі, карагачі та інших породах дерев. У середині літа та осені на деревах та травах жуки розселяються більш рівномірно, у цей час вони набувають найбільшої чисельності на тютюні та різних бур'янах.

Двокрапкове сонечко зимує під корою дерев, у сухій траві та під опалим листям. Весною та на початку літа концентрується в садах, але під час хімічних обробок проти плодожерки сонечко гине і кількість знищених сонечок то більша, що пізніше проведені обробки.

Технологія розведення кокцинелід

Розведення кокцинелід на штучних поживних середовищах

Найпростіше вирощувати сонечок на штучних поживних середовищах. За основу беруть штучне поживне середовище, запропоноване 1966 р. для сонечка колеомегіля. До його складу входить: казеїн, сахароза, зародки пшениці, гідролізат соєвих бобів, глікоген, вершкове масло, екстракт печінки, кукурудзяна олія, пивні дріжджі та інші компоненти. Проте життєздатність сонечок, вирощених на цьому середовищі, зменшується вже у другому поколінні.

Протягом 1976 р. було випробувано близько 60 середовищ для двокрапкового сонечка. В основі середовищ були: зародки пшениці, пивні дріжджі, сахароза, мед, яйця, казеїн, ніпазан, суміш солей, вітаміни, адреоміцин ветеренатний, агар і вода. Але навіть на кращих середовищах швидкість розвитку личинок була на 20–30 %, а маса імаго майже на третину менша, ніж у контролі, де кормом була персикова попелиця. Головним недоліком було те, що імаго, вирощені на цих середовищах, не відкладали яєць, хоча й жили протягом шести місяців.

Із напівсинтетичних середовищ для розведення семикрапкового сонечка було відібране середовище такого складу: пивні дріжджі — 20 см³, (далі все в г) сіль Вессона — 1,5, сира теляча печінка — 30, агар — 2, сахароза — 13, кукурудзяна олія — 1, кокосова олія — 2,5, холестерин — 0,2, казеїн — 12, цистин — 0,15, гліцин — 0,15, глютамінова кислота — 0,05, вітамін В₁ — 0,006, В₂ — 0,006, В₃ — 0,00006, інозит — 0,04, параамінобензойна кислота — 0,02, токоферол — 0,02, пантотенова кислота — 0,03, холінхлорид — 0,1, віотин — 0,0006, фолієва кислота — 0,015. На цьому середовищі личинки розвиваються приблизно у два рази повільніше, ніж на природному кормі. Додавання висушених бобових попелиць прискорює їх розвиток.

Свіжі і висушені бобові попелиці потрібні також як добавки до корму для розмноження імаго семикрапкового сонечка.

Для імаго цього сонечка найбільш задовільним є середовище з такими складовими: (все в грамах) казеїн — 14, сухе молоко — 2, висушені попелиці — 25, свіжі попелиці — 2,5, сахароза — 12, кукурудзяна олія — 1,5, кокосова олія — 1, сіль Вессона — 1,5, автолізат пивних дріжджів — 8 см³, цистин — 0,12, токоферол — 0,07, агар — 1.

Розроблено поживні середовища і для інших видів сонечок, для таких, як 14-крапкове і циклонета. До складу середовища для цих сонечок входить соя і відходи ситотрожного виробництва. Середовище забезпечує нормальний розвиток жуків і личинок упродовж чотирьох поколінь, у подальшому вихід імаго скорочується до 14 %.

Чергування у живленні живих попелиць і штучних поживних середовищ спрощує процес розведення ентомофагів.

Розведення кокцинелід на попелицях. Не зважаючи на значні успіхи у розробці штучних поживних середовищ, досі ще не створено універсальне поживне середовище, придатне як для личинок так і для імаго сонечок. Імаго для нормальної життєдіяльності обов'язково потребує додавання натурального корму — попелиць, або їх природних заміників. Штучні поживні середовища можуть використовуватися тільки інколи або як додатковий корм. Однак це не зменшує їх значення, оскільки отримання попелиць у потрібних кількостях — процес достатньо трудомісткий, а розмноження їх у виробничих умовах ще слабо налагоджений.

Нині ведуть розробки автоматичних ліній для розмноження попелиці, зокрема горохової. Якщо це технічне завдання буде виконане, то вирішиться і питання масового розведення сонечок. Поки що попелицю розводять на рослинах-господарях вручну.

Один з методів розведення сонечок і попелиць полягає у такому. На стінках боксів розміром 8–12 м² на висоті 100–120 см встановлюються стелажі завширшки 80 см на відстані 100–120 см один від одного. Над кожним стелажем на висоті 70–90 см поміщають по дві лампи (40-ват) денного світла. У боксі підтримують температуру +22–24 °С, відносну вологість повітря 60–70 %, фотоперіод 17 год (за допомогою автоматичного реле-годинника). За можливості також встановлюють кондиціонер і зволожувач повітря «Комфорт».

Як корм для більшості видів сонечок найбільш прийнятні бобова і горохова попелиці. Горох або боби замочують у воді на добу, потім промивають і поміщають шарами, розділеними марлею, у скляні кювети, щільно прикриті склом. Через три дні, коли довжина корінців досягне 2–3 см, горох і боби висаджують у пластмасові ящики, заповнені ґрунтом, піском або пінопластом, і рясно поливають. Замість ящиків можна використовувати півлітрові склянки з

водою, закриті поліетиленовими кришками з отворами. Рослини заселяються попелицями до розгортання листя. За 5–7 днів на одній рослині гороху розвивається у середньому до 150 комах.

Розмножувати два види попелиць потрібно в окремих, добре ізольованих боксах, оскільки бобова попелиця розвивається швидше горохової і поступово її витісняє. Проте бобова попелиця сильно уражується паразитами, які можуть повністю знищити її популяцію, тому бажано зберігати обидва види.

Можна використовувати для вигодовування кокцинелід злакову попелицю, яку розводять на сходах пшениці, вирощуваної у кюветах, заповнених на третину піском.

Крім того, починаючи з весни, можна застосовувати для розведення сонечок попелиць, що розвиваються в природі. У південних районах країни попелиці з'являються в травні спочатку на травах, а потім на чагарниках і деревах.

Повноцінним кормом для сонечок є також заморожені попелиці, меншою мірою — висушені. Попелиць збирають у місцях їх природного заселення наприкінці травня — початку червня, в період максимального розвитку. Дуже зручні для заготівлі попелиці, що розвиваються масово на осоті, кінському щавлі, солоді. Так, на одному паростку осоту завдовжки 6–10 см, суцільно заселеному попелицями, налічується у середньому до 2000 особин. Паростки з попелицями зрізують ножицями і поміщають у паперові пакети. Продуктивність становить зазвичай 112 паростків за годину, або 1350000 попелиць за 6 год. У морозильній камері холодильника за температури –10...–13 °С попелиці, заморожені разом з паростками, зберігають до двох місяців.

Для отримання сухого корму, стебла рослин тримають у пакетах два дні, потім струшують з них попелиць і висушують на листах паперу. Заморожені попелиці можуть слугувати основним кормом для розведення сонечок, висушені — додатковим.

У лабораторіях, що займаються розведенням сонечок, окрім розмножуваних тут попелиць, завжди бажано мати в запасі сухий квітковий пилок, а також заморожених або сухих попелиць. Це запобігатиме збоєм у роботі за малої кількості попелиць. Пропоновані способи заготовки корму для сонечок прості і доступні для кожної біолабораторії.

За відсутності попелиць і корму-замінника для живлення жуків можна використовувати 15 %-й розчин меду або цукру з водою. Весною вони дуже охоче їдять зволожений цукор-рафінад. Його шматочки і тампони вати, змочені розчином меду або цукру, а також водою, розкладають у чашки Петрі і дають сонечкам.

Під час розведення сонечок утримують у дерев'яних садках з дверцятами, що відкриваються, затягнутих марлею або капроною

сіткою. Для спостереження одну із стінок садка роблять зі скла. Садки можуть бути різної величини, оптимальними вважаються розміри 50x50x75 см, у них поміщають до 100 жуків. Сонечок можна розводити і у скляних циліндрах ємністю 10 л, закритих зверху марлею. В одному циліндрі утримують 30–40 жуків і до 80 личинок.

Також для розведення сонечок пропонують садки особливої конструкції. Їх дном є круглі кювети діаметром 50 см з бортами заввишки 5 см. На кювети надягають трикутний ізолятор, зшитий з шматка млинового газу розміром 156x65 см. У бічний шов ізолятора, починаючи знизу, ушивають замок-блискавку завдовжки 35–37 см; до основи ізолятора пришивають гумку (ширина 2,5, довжина 133 см), за допомогою якої його закріплюють за відігнуті назвні борти кювети. Місткість садка 27 л, у ньому можна помістити до 700 імаго і 1000 личинок сонечок.

Не рекомендується підсвічувати кожний садок люмінесцентними лампами, оскільки світло турбує жуків і примушує їх активніше рухатися. Крім того, температури вище за оптимальну негативно позначаються на розвитку сонечок і призводять до швидкого старіння популяції. Цілком достатньо ламп, розміщених над стелажми або на стелі боксу.

Не можна також допускати великої скупченості жуків, тому що це викликає у них міграційну реакцію і зниження плодючості. Навіть у просторі садки (50x50x75 см) не рекомендується поміщати більше 200 особин; оптимальною вважається кількість 100 жуків на садок за співвідношення статей 1:1.

Кормом у садках для сонечок служать попелиці, отримані в лабораторії або зібрані в природі. У першому випадку кювети або банки, в яких вирощується горох, уже заселений попелицями, поміщають у садок і сонечка живляться ними протягом 4–5 днів. В іншому випадку стебла рослин з великими колоніями попелиць ставлять у садки в банках з водою. Частину стебел з попелицями можна зберігати в холодильнику у відкритих пакетах за температури +2–5 °С. У садках, крім того, розкладають вату, клаптики марлі та інших тканин, на які жуки охоче відкладають яйця. Яйцекладки по одній-дві переносять у чашки Петрі, сюди кладуть і гілочку або листок з попелицями і ставлять чашки на стелажі. Через 3–4 дні відроджуються личинки першого віку, у цей час в чашках обов'язково мають бути попелиці, інакше личинки знищують одна одну. Якщо личинок напруцьовують для колонізації в теплицях, то їх розселяють там уже після першої линьки. Для відтворення лабораторної популяції личинок поміщають у садки з кормом, де вони розвиваються до залялькування і відродження жуків.

Збір і транспортування. Сонечок легше всього збирати на зимівлях, які знаходяться зазвичай протягом багатьох років на одних і тих самих місцях. Найчастіше всього це гірські райони. Збирають їх у звичайні пробірки, а потім витрушують у невеликий вентильований фанерний ящик, заповнений наполовину сухим листям. Жуків осіннього збору зберігають у прохолодному і сухому місці за температури від +4 до -4 °С. Проте взимку велика кількість їх гине, тому бажаніший весняний збір.

Велике значення має спосіб транспортування сонечок. Найпростіше перевозити їх рано навесні і восени, коли вони малоактивні і тримаються скупчено. Весною дно транспортувальних ящиків слід закривати зволженим мохом і поміщати в них сухі або змочені родзинки, вату, просочену водою і 15 %-м розчином цукру або меду; без дотримання таких заходів жуки швидко гинуть.

Оптимізація розведення кокцинелід. Під час розведення сонечок використовують і природні замітники попелиць, наприклад, яйця млинової вогнівки і мух. В Японії розроблено метод розмноження сонечок на личинках і трутнях медоносних бджіл. Таке вигодування показало найвищі результати, однак отримання личинок і лялечок дуже затратне.

У багатьох країнах сонечок вирощують на висушених і заморожених попелицях, а також на сухому пилку рослин. Випробувано чотири способи розведення мінливого і семикрапкового сонечок на природних заміниках попелиці. Личинки молодших віків нормально розвивалися у разі годування квітковим пилком з берези, кукурудзи, личинки старших віків на такому кормі розвивалися повільніше і не перетворювалися на лялечку. Отже, квітковий пилко під час вирощування цих видів може бути використаний лише короткочасно як підтримувальний корм за нестачі або відсутності попелиць.

Хоча дослідження із розведення кокцинелід на штучних поживних середовищах ведуться вже понад 20 років, успіху у цьому питанні не досягнуто. Створені для розведення кокцинелід штучні поживні середовища складні за складом і, найголовніше, не забезпечують досить високих або хоча б задовільних показників життєздатності кокцинелід лабораторних популяцій. На сьогодні потреби виробництва ставлять невідкладне завдання масового розведення кокцинелід і використання їх у біологічних та інтегрованих системах. Цю проблему можливо вирішити тільки у разі розведення кокцинелід на природному кормі або природних заміниках. Це підтверджує також і той факт, що всі створені штучні середовища задовільні лише за додавання до них природного корму кокцинелід. Безсумнівним є й те, що успіхи у світовій практиці з розведення

кокцинелід належать видам, що розмножуються на природному кормі або на його природних заміниках.

Розведення кокцинелід на природному кормі вимагає також масового розведення жертви, що є дуже трудомісткою роботою. Нині у світі найбільш освоєно розведення кокцинелід-кокцидофагів, для чого використовують їх природний корм — кокцид. Великі успіхи у цьому відношенні досягнуті з *Cryptolacmus moitrouzieri*, якого вже понад півстоліття розмножують в інсектаріях на борошнистих червцях, яких вирощують на етиольованих паростках картоплі. Цей спосіб набув значного поширення в усіх кутках світу, де застосовують сезонну колонізацію *C. montrouzieri*. В Індії *C. montrouzieri* розводять на кокцидах *Dactylopius opintia*, *Phanococcus lilacnus* і *P. citri*. У Франції розроблено методику розведення *Chilocorus bipustulatus*, *Ch. distisma*, *Ch. smigma*, *Pharoscytmus ovoideus* на каліфорнійській і померанчевій щитівках, вирощених на гарбузах. В Італії для накопичення *Exochomus quadripustulatus* і *Chilocorus bipustulatus* їх розводять на маслинній щитівці (*Saissetia oleae*) на паростках картоплі і рослинах олеандра. В Аджарії на Чорноморському узбережжі індійського хілокоруса *Chilocorus bijugus* розмножують за температури +20–23 °С і 8–10-годинному фотоперіоді на бульбах картоплі, заселених олеандровою і каліфорнійською щитівками. В Індії *Rodolia fumida* розводять в лабораторії на природному кормі — манговому червці (*Drosicha steblingi*). Розведення *Chilocorus rubidus*, *Exochomus quadripustulatus* і *E. undulatus* можливо на акацієвій несправжній щитівці (*Eulecanium corni*).

Проводяться дослідження з удосконалення методів розведення кокцид, які є кормом для кокцинелід. Каліфорнійську щитівку розмножують на кавунах та картоплі з штучно стоншеною шкіркою за температури +26 °С, і 50±5 %-ї відносної вологості повітря. Чайну щитівку успішно розводять на плодах яблуна, лимона, апельсина, грейпфрута, гарбуза, бульбах картоплі та батату. У багатьох країнах для розмноження кокцинелід-кокцидофагів існують спеціальні інсектарії. В Аджарії розводять *Rodolia cardinalis*, *Cryptolaemus montrouzieri* і *Lindorus lophantae*. Французький інсектарій розмножує і розселяє *R. cardinalis* і *C. montrouzieri* у Франції, а також *Chilocorus bipustulatus* — у Північній Африці. Для розведення кокцинелід-афідофагів використовують попелиць. Сьогодні проводять дослідження зі створення штучних поживних середовищ для попелиць. Розроблено поживне середовище для попелиць, що містить сахарозу, 23 амінокислоти, 10 вітамінів, 2 солі і хлориди, 5 мікроелементів з вмістом рибофлавіну.

Розроблено методику масового розведення попелиць на рослинах-господарях. Освоєно масове розведення *Acyrtosiphon pisum*,

Megoura viciae і *Mysus persicae*. Перші два види розводять на горосі і бобах. Розведення попелиць на горосі і бобах дозволяє отримати потрібну кількість корму для кокцинелід. Горох вирощують на суміші вермикуліту і землі у спеціальних ящиках (61x61x10 см). На кожному стелажі (1,32x0,61x1,33 м) встановлюють 12 ящиків у два ряди. В одному ящику вирощують по 450 рослин. Коли рослини досягають у висоту 3 см висоти, кожен ящик заражають 1000 попелицями. Розведення попелиць здійснюється за температури +15–21 °С, 16-годинному фотоперіоді і постійній аерації повітря. Боби вирощують на поживному розчині Білоусова (у половинній концентрації) у скляних банках або металевих стелажах. З 1 м² стелажа гідропонії культури за 10–12 днів за температури +20–22 °С, і 70 % відносної вологості повітря та 16-годинного фотоперіоду отримують понад 30 тис. горохових попелиць. Налагоджено напівпромислове розведення попелиць. Однак процес розмноження попелиць не вдалося механізувати, тільки гідротермічний режим розведення і фотоперіод підтримуються найпростішими автоматами. У Фінляндії здійснюється протягом всього року розмноження моновольтинних популяцій семикрапкового і двокрапкового сонечок на персиковій попелиці, яку вирощують на перці і огірках. Для личинок оптимальна температура +25 °С, відносна вологість повітря 80–90 %, для імаго — відповідно +20–22 °С і 30–60 %, фотоперіод — 18 годин. За тимчасового утримання в інсектаріях великої кількості кокцинелід, потрібних для розселення або інших цілей, цілком можливо використовувати попелиць, зібраних у природі. У США масове розведення семикрапкового сонечка здійснюють на попелицях з капусти і картоплі. Попелиць поміщають в особливі контейнери на листки картоплі і капусти. Туди ж підсаджують і личинок сонечка до другого віку і потім випускають їх на картопляні поля. Розроблено методику короткочасного утримання (протягом одного-півтора місяця) великих партій кокцинелід. Жуків по 100 особин розміщують у дерев'яні садки (розміром 50x50x60 см), затягнуті марлею або капроном з дверцятами. Весняне утримання кокцинелід в інсектарії має свої особливості: в цей час попелиць у природі ще немає або їх дуже мало. Тому основним кормом для них є 10–15 %-й розчин меду або цукру, яким змочують ватні тампони і розкладають їх у чашки Петрі, які потім розставляють на дно інсектаріїв. Сюди ж кладуть шматочки зволоженого цукру-рафінаду, а також тампони з вати, змочені водою. Корм змінюють через три-чотири дні. Пагони з великими колоніями попелиць зрізують, ставлять у банки з водою і поміщають у садки. Частину пагонів з попелицями можна зберігати в холодильнику у відкритих целофанових мішках.

Крім садків, кокцинелід зручно тримати у невеликих ізольованих відсіках інсектарію, дверці і стінки яких затягнуті металевою сіткою. Корм розкладають на полицях. Оптимальна температура утримання кокцинелід в інсектарії +20–22 °С, відносна вологість повітря в межах 70 %. У разі підвищення температури активність жуків зростає, особливо навесні, вони починають літати в садках і перестають живитися. Тому навесні за значних підвищень температури садки з жуками переносять у підвальне приміщення. Застосовуючи викладену методику, в інсектарії можна протримати більше 100 тис. особин кокцинелід протягом півтора місяця, до моменту їх розселення в природі.

Для розведення кокцинелід можна використовувати висушених попелиць і пилки квітучих рослин. Для повного розвитку *Coleomegilla maculata* потрібно 13 мг сухих попелиць. На кормі з висушених попелиць з додаванням води успішно розвиваються також *Anatis mali*, *Adalia bipunctata*, *Hippodamia tredeimpunctata*. Для видів роду *Coccinella* цей корм незадовільний. Під час випробування квіткового пилку як корму для кокцинелід добрі результати отримано з *Coleomegilla maculata*, особливо за змішаного живлення пилком кукурудзи і горохових попелиць. У разі годування одним пилком плодючість кокцинелід знижується на 50 %. Однак цей спосіб дає можливість підтримати культуру *C. maculata* на пилку протягом багатьох поколінь, що має істотне значення за практичного використання кокцинелід.

Більш перспективно застосування для розведення кокцинелід заморожених попелиць. Для розведення *Hippodamia convergens*, *Adalia bipunctata* і *Coccinella trifasciata* застосовують тополевих галових попелиць (*Pemphigus populitransversus* і *P. populicaulis*) і в'язових попелиць (*Georgiaphis ulmi*), заморожених за температури –17,7 – 18,8°С. Розведення кокцинелід на заморожених попелицях дає можливість заготовити корм у потрібній кількості (у замороженому вигляді попелиці зберігаються протягом двох-трьох місяців). З цією метою використовують попелиць, які розвиваються у природному середовищі, що спрощує і здешевлює процес розведення кокцинелід-афідофагів.

Розроблено також методику лабораторного розведення *Aiolocaria mirabilis* – хижака личинок горіхового листоїда. Під час розведення цього виду кращим кормом є яйця, личинки і лялечки тополевого листоїда (*Melasoma populi*), якого легко розводити в інсектарії. Для цього 5 жуків поміщають у садки розміром 50х50х60 см, куди ставлять букети з молодого листа тополі. Букети змінюють через день. Виявлені яйцекладки листоїда використовують для відоводування кокцинелід. Частину яйцекладок поміщають в окремі

садки для отримання з них личинок і лялечок листоїда, яких у подальшому також згодуюють кокцинелідам. Личинки старших віків сонечка особливо охоче живляться личинками старших віків і лялечками тополевого листоїда, імаго надають перевагу яйцям фітофага, хоча так само, як і личинки, живляться всіма преімагінальними стадіями листоїда.

Водночас з розведенням кокцинелід на природному кормі проводяться пошуки його природних заміників. Успішно розводять семикрапкове сонечко (*Coccinella septempunctata*) на яйцях вогнівки — *Ephestia kuehniella*, а очкове сонечко (*Anatis ocellata*) — на личинках мух і бананів. Яйця вогнівки і мух — цілком прийнятний корм також для імаго інших видів кокцинелід. В Японії розроблено метод розведення кокцинелід на личинках і лялечках трутнів медоносних бджіл. Цей корм використовують у замороженому вигляді або у вигляді ліофілізованого порошку з додаванням води. Імаго вигодують в чашках Петрі, личинок — у піддонах розміром 26x32x4,5 см за температури +25 °С. Личинки і лялечки трутнів медоносних бджіл випробувані під час розведення різних видів кокцинелід з такими результатами: у *Harmonie axyridis* і *Menochilus sexmaeiatus* спостерігався нормальний розвиток усіх стадій, а також відкладання яєць протягом кількох генерацій, у *Aiolocaria mirabilis*, *Chilocorus kuzanae*, *Coccinella septempunctata*, *Propylaca japonica* відбувалося відкладання яєць і розвиток личинок, для *Chilocorus rubidus*, *Scymnus hilaris*, *S. otohime*, *Vibidia duodecimnotata*, *Stethorus japonicus* цей корм придатний лише для утримання імаго, відкладання яєць не відбувається. Найкращі результати отримано з *Harmonia axyridis* у разі розведення цього виду на порошок з ліофілізованих личинок і лялечок трутнів медоносних бджіл.

За масового розведення кокцинелід, як і інших ентомофагів, виникає небезпека зниження рівня життєдіяльності лабораторних популяцій, а особини, призначені для випуску та розселення, мають бути так само ефективні, як і природні ентомофаги. Для швидкого оцінювання життєздатності лабораторних популяцій комах використовують тести, які включають дані щодо швидкості розвитку, виживання всіх стадій, здатності до парування, активності та плодючості імаго. Стандартом слугують природні популяції. Під час розведення кокцинелід дуже часто спостерігається канібалізм, що виникає за нестачі корму або невідповідності його потребам цього виду.

РОЗДІЛ VI

РОЗВЕДЕННЯ ЕНТОМО- ТА АКАРИФАГІВ ДЛЯ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ

6.1. Розведення паразитів

6.1.1. Біологічні, морфологічні особливості енкарзії та технологія її розведення

Енкарзія — *Encarsia formosa* Gahan., ряд перетинчастокрилі (Hymenoptera) родина афелініди (Aphelinidae). Це внутрішній паразит личинок білокрилки. Доросла комаха живиться екскрементами білокрилки і її гемолімфою, яка виділяється після наколювання яйцекладом як за відкладання яєць, так і спеціально для живлення.

Морфологія. Самиці завдовжки близько 0,6 мм і завширшки — 0,3 мм, із чорною головою і грудьми та жовтим черевцем. Самці чорні, завдовжки понад 0,6 мм, у популяції трапляються дуже рідко і лише в осінній період. Яйце видовжено-овальне, завдовжки біля 0,13 мм. Личинки першого віку жовтуваті, напівпрозорі, завдовжки 0,24 мм.

Біологія. Оптимальні умови для розвитку паразита — температура 25–30° С за вологості повітря 70 % і тривалості світлового дня 14–17 годин.

Самиця енкарзії відкладає по одному яйцю в личинок білокрилки другого, третього і четвертого віку, але надає перевагу личинкам третього віку. Плодючість самиці становить 60–100 яєць. За період життя одна самиця енкарзії здатна знищити до 100 личинок білокрилки. Личинки енкарзії відроджуються з яєць і розвиваються в тілі господаря, живлячись його внутрішнім вмістом. Личинки паразита, які відроджуються в молодших личинкових віках шкідника, не продовжують свій розвиток, доки личинки господаря не досягнуть четвертого віку (рис. 21). Тому тривалість розвитку яйця і личинки енкарзії то більша, що більш ранні стадії білокрилки вона паразитує. Водночас тривалість розвитку лялечки залишається постійною, а виліт імаго відбувається в німфальних віках білокрилки. У своєму розвитку личинки паразита мають три вікових стадії, після проходження яких вони заляльковуються в тілі личинки. Білокрилка в цей період набуває чорного кольору і візуально добре відрізняється від незаражених паразитом особин.

Повний цикл розвитку від яйця до імаго енкарзія проходить за температури +20–25°С за 24–28 днів, а за температури +28 – 30°С — за 16–18 днів.

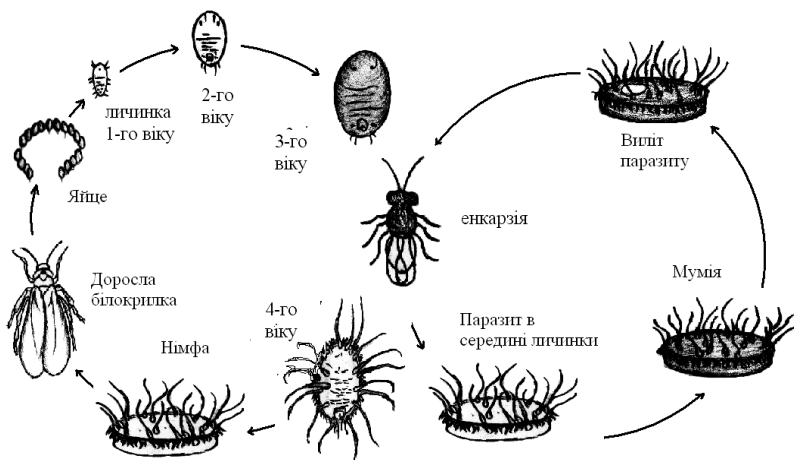


Рис. 21. Цикл розвитку білокрилки і енкарзії

Технологія розведення енкарзії

Існує багато варіантів методу розведення паразита енкарзії. Різниця між різними методиками розведення паразита полягає у виборі кормової рослини для розмноження оранжерейної білокрилки (тютюн, квасоля, картопля та інші рослини). Найкращою кормовою рослиною для масового отримання білокрилки з метою розмноження на ній енкарзії вважається тютюн. Методика розведення енкарзії не складна і включає такі дії: вирощування рослин тютюну, заселення рослин оранжерейною білокрилкою, зараження колоній білокрилки паразитом енкарзією, збирання листків тютюну із чорними личинками білокрилки, зараженими енкарзією і розселення паразита на листках тютюну в колонії шкідника на рослині, що підлягають захисту від білокрилки оранжерейної.

Одним із суттєвих недоліків цього методу є те, що водночас із енкарзією в оранжереї заноситься і значна кількість білокрилки оранжерейної. Щоб уникнути цього рекомендується листки із білокрилкою, зараженою енкарзією, кілька хвилин обробити в звичайній пральній машині. При цьому відбувається відокремлення темних особин білокрилки із енкарзією в них. Потім ці особини відбирають, просушують, наклеюють на папір і використовують за призначенням. Отже, методика розведення паразита енкарзії за варіанта розведення її на білокрилці оранжерейній, унеможливаючи розселення шкідника в теплицях, стає більш трудомісткою. До

того ж, значна кількість паразита гине в процесі обробки біологічного матеріалу в пральній машині.

Використання паразита енкарзії в оранжереях саду показало, що ентомофаг заражає не лише білокрилку оранжереюну, а поселяється і в колоніях білокрилки чистотілової і заражає її. Ці спостереження дозволили розробити новий метод розведення енкарзії на чистотіловій білокрилці (*Aleurodes proletella* L.), яка не пошкоджує рослини, що вирощуються в оранжереях ботанічних садів і промислового квітникарства.

Розмноження енкарзії на *Aleurodes proletella* включає такі етапи:

1) вирощування рослин чистотілу. Насіння висівають кожні 7–10 днів. Температура +8–10 °С. Освітлення впродовж усього року природне. Краще вирощувати рослини влітку у відкритому ґрунті;

2) заселення рослин чистотілу білокрилкою чистотіловою з розрахунку 20–30 особин білокрилки на одну рослину. Температура +14–16 °С і може бути вищою. Освітлення впродовж усього року природне;

3) зараження білокрилки енкарзією з розрахунку 1–2 особини енкарзії на 5–7 особин білокрилки чистотілової. Температура +20–25 °С, вологість повітря 70–90 %. Освітлення влітку природне, взимку тривалість світлового дня 18 годин;

4) розселення енкарзії в оранжереях, що підлягають захисту від білокрилки оранжереюної. Вазони із чистотілом і білокрилкою чистотіловою, зараженою енкарзією, розставляють серед рослин у теплицях і оранжереях.

Слід зазначити, що рослини чистотілу краще вирощувати на ділянці у відкритому ґрунті, викопуючи й пересаджуючи їх у горщики впродовж літа, а восени (вересень) заготовляти потрібну кількість рослин чистотілу на зиму. Рослини чистотілу й білокрилку чистотілову можна не ризикуючи вирощувати безпосередньо в теплицях і оранжереях поряд з хризантемами, герберою, калами, примулами, гвоздиною, пуансетією та іншими квітково-декоративними рослинами.

Одним із недоліків розведення енкарзії на чистотілі є те, що чистотіл, за спостереженнями дослідників, є однією із найпривабливіших рослин для звичайного павутинного кліща, який, розмножуючись на чистотілі дуже швидко і в значній кількості може унеможливити розмноження білокрилки чистотілової та енкарзії. Але цей недолік можна використати як корисний момент для своєчасного виявлення павутинного кліща в оранжереях. Відомо, що на багатьох рослинах (гвоздики, хризантеми, гербери) побачити незброєним оком звичайного павутинного кліща за зовнішніми ознаками пошкоджень листків рослин можна за певної, досить ви-

сокої (більше двох балів) щільності шкідника на цих рослинах. Під час розведення енкарзії на чистотіловій білокрилці на чистотілі безпосередньо в оранжереях, звичайний павутинний кліщ проявляє свою присутність в оранжереях перш за все пошкодженнями чистотілу, які добре помітні (на зеленому фоні верхнього боку листків утворюються дрібні безбарвні цяточки). Тому, рослини чистотілу можна використовувати як тест-об'єкт для виявлення звичайного павутинного кліща в теплицях. Після з'явлення перших безбарвних цяточок від павутинного кліща на листках чистотілу рекомендується рослини чистотілу заселяти хижим кліщем фітосейулюсом або амблісейулюсом каліфорнійським, що сприяє їх масовому розмноженню і контролю шкідника в теплицях на культурних рослинах.

Чистотіл вирощують у теплицях протягом усього періоду вирощування основної культури. Він виконує дві функції: приваблює звичайного павутинного кліща і є нішею для хижих кліщів (фітосейулюса й амблісейулюса каліфорнійського), чистотілової білокрилки й паразита енкарзії.

Застосування енкарзії. *Encarsia formosa* застосовується на багатьох овочевих і декоративних культурах закритого ґрунту для контролю тепличної білокрилки. Початок колонізації ентомофага в умовах закритого ґрунту збігається з появою імаго білокрилки. У цей період рівномірно на всій площі теплиці розміщують картки з муміфікованими енкарзією німфами (кожна картка містить приблизно 50 німф). Операцію повторюють двічі з інтервалом 1,5–2 тижні. Під час профілактичних виселень використовують 5–10 особин на 1 м². Уже через 3–5 днів за температури 22–30 °С відбувається вихід імаго. У випадках масового розвитку популяції шкідника щільність заселення становить 15–30 особин на 1 м² з інтервалом 1–2 тижні, доки не буде досягнутий баланс між шкідником і енкарзією. Картки з енкарзією розміщують у середині вегетативної маси культури. Найбільшу результативність мають систематичні профілактичні виселення.

Дорослі особини енкарзії здатні переміщатися в пошуках джерела корму на 10–15 м. За 18 °С здатність до переміщення і пошуку корму обмежена. Тривалість життя різко скорочується за високих температур (понад 30 °С). Переміщенню (мобільності) і ефективній роботі енкарзії перешкоджають цукристи виділення шкідника, за високої активності розвитку останнього.

У разі виявлення білокрилки на розсаді перший випуск енкарзії здійснюють за 5–7 днів до висадки рослин у теплицю. У цьому випадку разом з розсадою у теплиці розселяються і личинки білокрилки, заражені паразитом. Невеликі площі розсадного відділення більшою мірою гарантують виявлення ентомофагів усіх осеред-

ків (личинок) шкідника і їх паразитування. Лялечок енкарзії розкладають з інтервалом 2–3 метри з розрахунку 3–5 особин/м². Показником успішної інтродуції енкарзії в теплиці є зараженість личинок білокрилки після перших випусків не нижче 30–40 %. Якщо з причин низьких температур, слабкої освітленості, несвоєчасного виявлення вогнищ білокрилки і т. д. ці показники нижчі, то під час останнього випуску слід дотримуватися в осередку співвідношення паразит : господар 1:10. Такий спосіб застосування забезпечує ефективно контролювання білокрилки протягом усього вегетаційного сезону. Контроль за застосуванням енкарзії проводять кожні 10–15 днів, переглядаючи вибірково рослини і підраховуючи личинок білокрилки старшого віку, заселених (почорнілих) і незаселених паразитом.

Другий спосіб застосування енкарзії — за масового розселення білокрилки можна використовувати рослини-резерватори. Для цього на рослинах томатів попередньо накопичують протягом 8 тижнів паразита. Чисельність енкарзії на одній рослині досягає 8 тисяч особин за заселеності личинками білокрилки на 82–84 %. У теплиці підсаджують рослини-резерватори по 5–9 штук на 1000 квадратних метрів.

Спосіб множинної масової колонізації — у разі виявлення білокрилки енкарзію випускають у три прийоми з інтервалом в 14 днів. Норма випуску — 10 особин на один квадратний метр. У першу чергу, паразита випускають у вогнища шкідника за співвідношення одна особина на 10 личинок білокрилки.

У цьому випадку додаткові випуски енкарзії і самостійний її розвиток в теплицях будуть утримувати розмноження білокрилки на господарсько невідчутному рівні. У середньому для захисту огірків від білокрилки на 1 га теплиць необхідно не менше 150 тис. особин енкарзії. Найбільш ефективна енкарзія у весняно-літній і літній періоди за досить високої температури.

Ефективність застосування паразита енкарзії проти тепличної білокрилки є найвищою за температури 30 °С і значно знижується за температури до 20 °С і менше. Зниження температури та збільшення термінів зберігання супроводжується різким зниженням виживаності енкарзії.

У теплицях, де в попередньому році було виявлено білокрилку, перший випуск енкарзії проводиться після висадки розсади на постійне місце.

В умовах короткого дня і слабкої освітленості (нижче 4200 люкс) активність енкарзії знижується і тільки деякі особини відкладають яйця. За збільшення освітленості до 7300 люкс репродуктивна здатність паразита цілком відновлюється.

Зберігання. Пробірку з енкарзіями можна зберігати в холодильнику за температури від 4 до 10 °С до 10 днів. Не можна допускати заморожування.

6.1.2. Біологічні, морфологічні особливості афідіуса та технологія його розведення

Афідіус — *Aphidius colemani*, ряд перетинчастокрили (Hymenoptera) родина афідіїди (Aphidiidae) — ефективний паразит персикової попелиці. Коло господарів паразита включає 40 видів попелиць, але персикова попелиця є найбільш поширеним.

Морфологія. Імаго 2 мм, тіло струнке, чорного забарвлення, ноги коричневі, вусики довгі, крила прозорі з чітко вираженим жилкуванням. Самиці й самці афідіуса відрізняються за останнім черевним сегментом, що загострений у перших й округлений у других, а також за довжиною вусиків, які довші в самців (17–19 сегментів), ніж у самиць (14–16 сегментів). Яйце видовжене зі стебельцем. Личинка 2–4 мм, 1-го віку з круглою головою, довгими гострими мандибулами і довгим хвостовим придатком, у личинок старшого віку хвіст відсутній.

Біологія. Зимує діпазуюча личинка останнього віку всередині тіла муміфікованої попелиці. Має 5–7 поколінь. Життєвий цикл афідіуса складається із преімагінального періоду, що включає стадії яйця, личинки, передлялечки й лялечки і відбувається у тілі господаря і вільноживучого імаго. Личинка після відродження з яйця перші три віки живляться гемолімфою тіла господаря й не ушкоджує життєво важливі органи. Личинка четвертого віку живляться внутрішніми тканинами тіла попелиці після чого робить отвір у вентральній оболонці господаря й прикріплює його до рослини за допомогою шовковистих виділень. Завершується розвиток личинки утворенням кокона всередині оболонки. Під час утворення кокона зовнішній вигляд попелиці змінюється і вона набуває характерного муміфікованого вигляду. Стадія передлялечки проходить усередині кокона й характеризується трансформацією тканин личинки. І, нарешті, у стадії лялечки формується імаго паразита. Імаго, що сформувалося, залишає оболонку господаря через отвір, який робить у спинній частині хвостового відділу мумії.

Статеве співвідношення зазвичай 1:1. Самці паразита вилітають раніше самиць і через кілька годин готові до спарювання. У щойно відроджених особин афідіуса є достатній запас поживних речовин, що дає змогу їм ставати до спарювання й відкладання яєць без додаткового живлення. Запліднені самиці в потомстві дають осо-

бин обох статей, а незапліднені розмножуються партеногенетично за типом арренотокії, даючи в потомстві лише самців.

Самицям паразита для дозрівання яєць і повної реалізації потенційної плодючості потрібне додаткове живлення у вигляді медвяної роси попелиць і води. Заміна медвяної роси медом або цукровим сиропом не є повноцінною. Тривалість життя імаго і їхня плодючість залежать не лише від додаткового живлення, але й від кліматичних умов, причому температура має більше значення, ніж корм. За низьких температур тривалість життя збільшується, а активність комах зменшується. Оптимальними умовами для паразита є температура 25 °С і відносна вологість повітря 70–80 %. У цьому випадку, за наявності персикової попелиці, досягається максимальна плодючість (понад 300 яєць), а тривалість життя становить до 14 діб.

Самицям паразита притаманні висока пошукова здатність і вони виявляють шкідника на відстані до 80 м від місця випуску. Під час пошуку господаря самиця, насамперед, реагує на запах попелиць і медвяної роси. Приваблена запахом, вона обшукує рослину, бігаючи по листках і стеблах у різних напрямках, а вусиками і яйцекладом визначає придатність попелиці до зараження. Визначивши придатність шкідника, самиця проколює яйцекладом покриви тіла живителя й відкладає одне яйце (рис. 22). Афідіус паразитує попелиць як на відкритих, так і затінених ділянках рослини, але надає перевагу останнім. На активність паразита впливають погодні умови. Зазвичай він активний у ранкові й пообідні години.

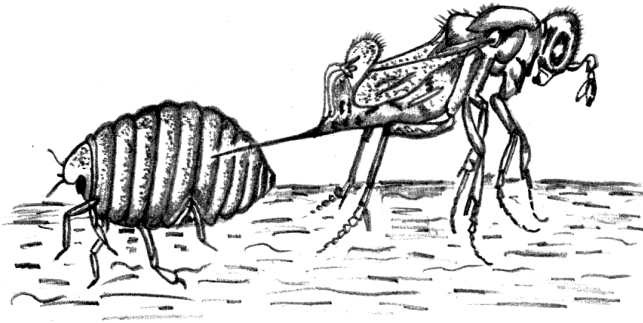


Рис. 21. Самиця афідіуса заражає попелицю

Афідіус відкладає яйця в попелиць усіх віків, але переважно другого-четвертого віку. Якщо яйце відкладене в личинок молодшого віку, то попелиця гине. У випадку паразитування ли-

чинок старшого віку або імаго шкідник здатний деякий період давати потомство, але воно небагаточисленне. Вибираючи господаря, паразит не здатний відрізнити заражених попелиць від незаражених, тому в одну попелицю може бути відкладено кілька яєць, однак розвивається лише одне. Зазначено, що за великої чисельності паразитів багаторазове перезараження спричиняє передчасну загибель попелиці.

Тривалість розвитку паразита від яйця до утворення мумії на персиковій попелиці за температури 10, 15, 20 і 25 °С становить 26,7; 14,1; 8,2 й 7 діб відповідно. Розвиток комахи від яйця до імаго за цих самих температур завершується відповідно за 42,4; 22,6; 13,2 і 11,6 доби. В однакових температурних умовах паразит розвивається довше, ніж персикова попелиця, однак за рахунок високої плодючості він здатний ефективно контролювати розмноження шкідника.

Нижній поріг розвитку різних стадій паразита становить 7,4–7,9°C, тому ці температури є найбільш оптимальними для короткострокового зберігання. За впливу знижених температур і короткого фотоперіоду на личинок молодших віків у паразита може виникнути діапауза, аналогічна періоду спокою в зимовий період. У теплицях за наявності попелиць афідіус розмножується цілий рік.

Технологія розведення афідіуса

З метою спрощення методу розведення афідіуса й одержання його в будь-яких необхідних кількостях з мінімальними затратами праці пропонується заміна природніх господарів паразита, якими є персикова, люцернова та інші види попелиць на лабораторного — звичайну злакову попелицю. Злакова попелиця є ідеальним господарем для розведення паразита у виробничих біолабораторіях з низки причин і, насамперед, тому, що не шкодить рослинам, які використовують для розведення фітосейулюса, енкарзії, галиці тощо. У разі внесення афідіуса разом з господарем у теплиці злакова попелиця не переходить на вирощувані в захищеному ґрунті культури. Крім того, розведення попелиці дуже просте і не вимагає спеціального устаткування і великих площ.

Попелицю розводять на проростках пшениці або ячменю, висіяних на поверхні будь-якого вологоємного субстрату (пісок, дрібний керамзит), що має глибину 1,5–2 см. Для вирощування рослин доцільно використати невисокі посудини, такі як емальовані листи, пластмасові кювети, чашки Петрі та інший аналогічний посуд. Зерна злаків насипають на зволожений субстрат суцільним шаром. Коли проростки досягають висоти 2–3 см їх заселяють попелицею із розрахунку 2–2,5 особини на рослину. Посуд з рослинами і попелицею розташовують на три-чотирирусних стелажах,

відстань між ярусами –50–60 см. Кожен ярус освітлюється люмінесцентними лампами, що забезпечують освітленість 2,5–3 тис. лк. Для підтримки постійного зеленого конвеєра рослини висаджують із інтервалом у 2–3 дні.

У таких умовах оптимальна температура для розвитку злакової попелиці 25 °С. Якщо за 15 °С популяція попелиці за одне покоління збільшується в 48 разів за тривалості розвитку від вирождення личинки до імаго за 11,5 доби й плодючості 48,2 личинки, за 20 °С відповідні показники 54; 8,8; 54, то за 25 °С популяція збільшується в 62 рази за тривалості розвитку 5,5 доби і плодючості 62,3 личинки. За середньої чисельності попелиць 30–40 особин/рослину, що досягається на п'ятий день після заселення, частину посуду переносять у приміщення з аналогічними стелажми, де випускають паразита. Для цього серед рослин розміщують скляні посудини з певною кількістю мумій, з яких починають вилітати імаго паразита. Частину рослин з попелицями, що залишилася, використовують для наступного відтворення фітофага. Тривалість розвитку афідіуса на злаковій попелиці від яйця до імаго за температури 15, 20 й 25 °С становить відповідно 22,6, 13,2 і 11,6 доби. Фактична плодючість однієї самиці за цих температур 36,2, 78,3 і 122 муміфікованих попелиць, а популяція збільшується за одне покоління у 14–51 рази. Таким чином, температурні оптимуми для розвитку господаря і паразита збігаються і становлять 25 °С. За цієї температури злакова попелиця збільшує свою чисельність за тиждень у 15,4, а паразит — у 7,5 рази.

У разі розведення афідіуса на злаковій попелиці спостерігається зниження його плодючості, що пов'язане, насамперед з тим, що розміри лабораторного господаря менші, ніж основного природного — персикової попелиці, тому мумії й імаго афідіуса, що вилітають, менших розмірів. Водночас розвиток паразитів на господарях менших розмірів впливає на їхню наступну плодючість. Розвиваючись на проростках злаків, попелиця не продукує медвяну росу, що, мабуть, пов'язане з високим умістом поживних речовин у соку молодих рослин. Тим часом, медвяна роса є основним додатковим живленням для імаго і її відсутність скорочує тривалість життя паразита. Щоб запобігати здрібнюванню афідіуса, що виникає за безперервного розведення на злаковій попелиці, потрібно 2–3 рази на рік замінити лабораторну популяцію паразитами, зібраними з теплиць, де здійснювали випуск ентомофага.

Оптимальним співвідношенням афідіуса й попелиці за масового розведення є одна самиця паразита на 40–50 попелиць. Кількість муміфікованих попелиць, одержуваних з одиниці площі, зменшується за зміни співвідношення на користь шкідника.

Тривалість життя імаго паразита в цих умовах становить 7–10 діб. За цей період у перших паразитованих попелицях завершується розвиток личинки й попелиця муміфікується, прикріпившись до рослини або стінок судини. Масове утворення мумій завершується за 8–9 діб. До цього часу якість кормової рослини значно погіршується й немуміфікована попелиця залишає її. Для запобігання загибелі попелиці й концентрації її на рослинах необхідно розмістити кілька посудин з молодими рослинами, на яких завершиться утворення мумій у попелиць, що залишилися. В одну попелицю може бути відкладено кілька яєць, однак розвивається тільки одна личинка. У зв'язку із цим за масового розведення фактична плодючість паразита значно нижче, ніж за індивідуального. Весь цикл розмноження від посіву рослин до збору мумій завершується за 16–18 діб.

За початкової чисельності 300 попелиць і випуску паразита в співвідношенні 1:40 з однієї чашки Петрі одержують до 1000 мумій. Мумії збирають разом з рослинами, до яких вони прикріплені. Для нагромадження біоматеріалу щойноутворені мумії в скляних банках поміщають у холодильник за 7–6 °С. Строк зберігання мумій паразита — не більше 10–15 діб, за подальшого зберігання відбувається виліт імаго в холодильник. За потреби зберігання імаго паразитам слід давати додаткове живлення у вигляді цукрового сиропу або меду. Тривалість зберігання імаго — не більше трьох діб. Розведення афідіуса на злаковій попелиці протягом багатьох поколінь не змінює основних біологічних показників. Зворотний перехід на природного господаря — персикову попелицю — відбувається зі значним підвищенням плодючості й тривалості життя. Так, плодючість однієї самиці за паразитування персикової попелиці за 25 °С становить понад 300 муміфікованих попелиць, а популяція за одне покоління збільшується в 103 рази. У разі розведення паразита на злаковій і персиковій попелицях співвідношення самців і самиць залишається незмінним (1:1).

Для організації масового розведення афідіуса в умовах тепличних комбінатів з урахуванням нинішніх площ, зайнятих під вирощування солодкого перцю (1–6 га), необхідно два ізольованих приміщення площею не більше 8–10 м² кожне, обладнаних стелажми й люмінесцентними лампами, у яких можна підтримувати температуру в межах 25 °С.

Розведення афідіуса в ізольованому від зовнішнього середовища приміщенні дає можливість виключити можливе заселення його вторинними, зазвичай численними наприкінці літа й на початку осені, що вкрай небажано як в умовах відтворення, так і

у разі застосування паразита в теплицях. На личинках і лялечках афідіуса розвиваються кілька видів вторинних.

У разі виявлення вторинних у розвідницьких приміщеннях слід негайно припинити їхнє використання протягом 3–4 тижнів. За відсутності господаря вторинні, що вилетіли, загинуть. Розводити афідіуса необхідно починати у окремому приміщенні, використовуючи для зараження імаго паразитів, зібраних у розвідницькому приміщенні або тих, що вилетіли з мумій, попередньо зібраних у скляний посуд. Відділення паразитів від вторинних досягається тим, що з одновікових мумій значно раніше (на 7–10 днів) вилітають імаго афідіуса. Це дозволяє відокремити афідіуса від вторинних паразитів і запобігти їх потраплянню в розвідницьке приміщення. Протягом місяця варто контролювати чистоту культури паразита, перевіряючи виліт по імаго із частини щойно заражених мумій, з огляду на те, що вторинні паразити розвиваються триваліший час.

Застосування афідіуса у захисті від персикової попелиці на солодкому перці. У разі застосування афідіуса, як й інших корисних членистоногих, дуже важливе раннє виявлення вогнищ розмноження шкідника. Заселення рослини персиковою попелицею може відбутися вже в період вирощування розсади, тому регулярні обстеження необхідно починати з розсадного відділення. Персикова попелиця не робить видимих ушкоджень на рослинах перцю й поява перших особин проходить, як правило, непоміченою. Тому доцільні профілактичні випуски паразита на молоді рослини, що гарантує своєчасне виявлення й паразитування попелиць. Для постійного контролювання розсади перцю за допомогою паразита наступні випуски проводять щотижня, тому що за відсутності попелиць афідіус живе 2–3 дні.

У випадку виявлення шкідника на рослинах, висаджених на постійне місце, ретельно обстежують теплиці, установлюють границі й загальну чисельність попелиці у вогнищі. Для визначення кількості шкідника підраховують чисельність попелиці на кількох рослинах з найменшою, середньою і найбільшою заселеністю, одержавши середнє значення, перемножують його на кількість рослин у вогнищі. Паразита у вогнища розмноження попелиці вносять у муміях з рослинами, на яких вони розвивалися. Мумії рівномірно розкладають на заселеній ділянці, розміщуючи їх на верхні листки рослин. Для швидкого придушення шкідника співвідношення має становити не менше однієї саміці паразита на 20–30 попелиць. Потреба в необхідній кількості мумій установлюється з урахуванням статевого співвідношення, що в афідіуса зазвичай становить 1:1. У зв'язку з тим, що в

потомстві персикової попелиці утворюються крилаті форми самиць-розселювачок навіть за незначної чисельності шкідника, ймовірність їхнього розселення по всій теплиці дуже велика, тому мумії афідіуса необхідно також розміщувати на всій площі. Паразит здатний виявити попелицю на великій відстані, тому в інших місцях мумії розкладають в 50–60 купок/га з розрахунку 20–40 мумій в одній купці.

Афідіус успішно відтворюється в умовах теплиць, що забезпечує ефективне контролювання шкідника протягом тривалого часу. За своєчасної і правильної інтродукції паразит повністю знищує популяцію шкідника протягом 20–30 днів й у відсутності попелиці гине. За виникнення нових колоній персикової попелиці випуски афідіуса поновлюють.

6.1.3. Біологічні особливості та технологія розведення ентомопатогенних нематод

Біологія ентомопатогенних нематод. У процесі розвитку нематод зазвичай вирізняють три основні фази: дорослі особини, яйце та личинка. У свою чергу, процес розвитку личинки включає чотири вікові стадії, наприкінці личинка четвертого віку линяє на дорослих особин: самиць та самців. Життєвий цикл ентомопатогенних нематод видів *Steinernematidae* та *Heterorhabditidae* має багато спільного, основною відмінністю є наявність у нематод *Heterorhabditidae* у першому поколінні гермафродитних особин, самиць і самці з'являються тільки у другій генерації. Цикл розвитку нематод представлено на рис. 23.

Дорослі особини в першому поколінні є більшими, ніж у другому поколінні, при цьому зафіксовано чітко виражений статевий деформізм: самиці завжди значно більші, ніж самці.

Самиці нематод відкладають у гемолімфу комахи яйця, які вже містять розвинуту личинку першого покоління. Під кінець відкладання яець, коли настає старіння самиці, личинки першого покоління видуплюються з яець, які ще знаходяться всередині тіла самиці. Знищивши при цьому внутрішній вміст тіла самиці, личинки розривають її кутикулу і виходять до порожнини тіла комахи.

Надалі нематоди розвиваються в комасі-господареві, доки не знищать повністю вміст тіла, після цього в трупі комахи залишаються лише інвазійні личинки, які мігрують у зовнішнє середовище. Коли поживних речовин є достатньо для розвитку одного покоління нематод, всередині комахи відбувається звичайна линька личинок другого покоління на третє, і нематоди продовжують розвиватися, даючи наступне покоління. Як тільки запас поживних ре-

човин для розвитку нематод у тілі господаря істотно збіднюється, личинки другого покоління починають линяти на третє покоління і залишають тіло комахи. При цьому личинки третього покоління не скидають кутикулу, яка залишилася від другого покоління, і тому знаходяться ніби в додатковому чохлі. Ці личинки мають назву інфекційних, вони мігрують з тіла комахи-господаря у навколишнє середовище в пошуках нового хазяїна, поза тілом комахи інвазійна личинка не живиться.

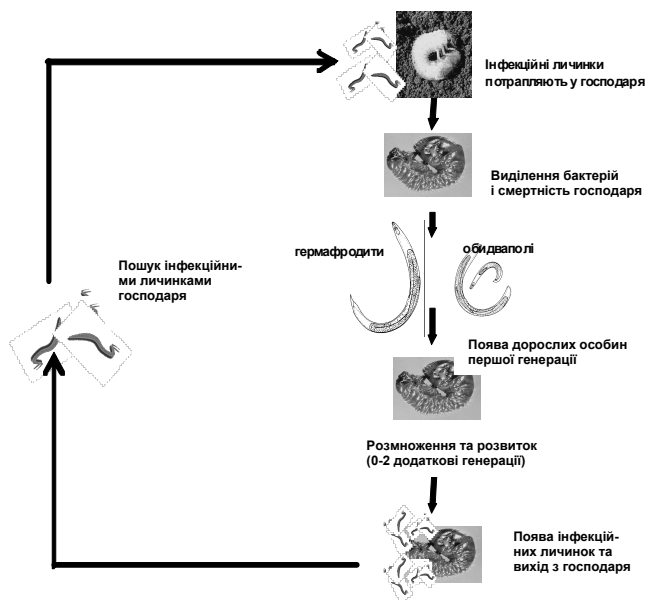


Рис. 23. Цикл розвитку ентомопатогенних нематод

Після входження інвазійних личинок до організму комахи статтевозрілі особини розвиваються на 3–4-й день. Загалом, залежно від умов навколишнього середовища і густоти популяції нематод першого покоління в тілі комахи-господаря, весь цикл розвитку нематод триває протягом 7–30 днів.

Проникнення нематод до тіла комахи-господаря може відбуватися пасивно (з кормом) або активно (через рот, анус та дихальця). За рахунок високого внутрішнього гідростатичного тиску тіла у поєднанні з його незначним діаметром (8–15 мкм) нематоди продавлюють внутрішні тканини комахи і потрапляють до гемолімфи.

Нематоди можуть проникати та розвиватися як у тілі здорових комах, так у тілі комах, що загинули, наприклад, під дією пестицидів. Інтенсивність проникнення нематод до тіла комах залежить від температури зовнішнього середовища, кількості інвазійних личинок, що знаходяться в зоні перебування комахи-господаря, та інших факторів.

Досить широкий спектр комах-господарів нематод пояснюється високопатогенними властивостями симбіотичних бактерій, розмноження яких призводить до швидкої загибелі комах. За рахунок цього нематодам не потрібно долати захисні реакції та пристосовуватися до життєвого циклу комах. Висока вірулентність нематодно-бактеріального комплексу проти комахи-шкідника є основою використання ентомопатогенних нематод як можливих агентів у біологічних методах боротьби зі шкідниками бактерій.

Про наявність симбіотичних відносин між ентомогенними нематодами та бактеріями було заявлено ще в 30-х роках ХХ ст., задовго до встановлення потенційної можливості застосування нематод як агентів біологічної боротьби зі шкідниками сільськогосподарських культур.

Відомо, що для нематод виду *Steinernematidae* характерним є симбіоз з бактерією виду *Xenorhabdus*, для нематод виду *Heterorhabditidae* — з бактерією виду *Photorhabdus*. Через зараження бактеріями комахи гинуть від септицемії, а інвазійні личинки нематод живляться вмістом тіла комах, що загинула.

Зв'язок ентомопатогенних нематод та бактерій є взаємовигідним. Нематоди потрібні бактеріям, щоб останні мали можливість проникати до гемоцїлі комах. Розплodжуючись у гемоцїлі і розкладаючи тканини комах-господаря до продуктів, які легко засвоюються нематодами, бактерії, в свою чергу, допомагають репродукції нематод і пришвидшують загибель комах.

Бактерії *Xenorhabdus* та *Photorhabdus* є грам-позитивними, факультативними, спороутворюючими анаеробними бактеріями, що належать до родини *Enterobacteriaceae*. Загалом у родині *Xenorhabdus* існує дев'ять видів бактерії, що асоціюються з нематодами родини *Steinernema*, а в родині *Photorhabdus* три види бактерій, що асоціюються з нематодами родини *Heterorhabditis*. Основною відмінністю між вказаними видами бактерій є їх здатність утворювати люмінесцентне світіння та наявність позитивного каталізу. Бактерії родини *Photorhabdus* утворюють люмінесцентне світіння та мають позитивний каталіз, а *Xenorhabdus* не мають цих властивостей.

Систематика ентомопатогенних нематод. Ентомопатогенні нематоди належать до типу первиннопорожнинних *Nematelminthes*, класу нематод *Nematoda*, підкласу фазмідієвих *Secernenta*,

ряду *Rhabditidae*. Загалом вирізняють тридцять родин нематод, які мають здатність заражувати комах (табл. 15).

Таблиця 15

Таксономія ентомопатогенних нематод

Клас *Adenophorea* (син. *Aphasmidia*)

Ряд Mononchida

Родина Plectidae

Ряд Stichosomida

Родина Mermithidae

Tetradonematidae

Клас *Secernentea* (син. *Phasmidia*)

Ряд Rhabditida

Родина Carabonematidae

Cephalobidae

Chambersiellidae

Heterorhabditidae

Oxyuridae

Panagrolaimidae

Rhabditidae

Steinernematidae

Syrphonematidae

Thelastomatidae

Ряд Spirurida

Родина Filariidae

Onchocercidae

Physalopteridae

Syngamidae

Spiruridae

Sudulutidae

Thelaziidae

Ряд Diplogasterida

Родина Diplogasteridae

Cylindrocorporidae

Ряд Tylenchida

Родина Allantonematidae

Aphelenchidae

Aphelenchoididae

Entaphelenchidae

Phaenopsitylenchidae

Sphaerulariidae

Tylenchidae

Для біологічного захисту рослин потенційне значення мають сім головних родин нематод, а саме: *Steinernematidae*, *Heterorhabditidae*, *Mermithidae*, *Allantonematidae*, *Neotylenchidae*, *Sphaerulariidae*, *Rhabditidae*.

Особливості поведінки ентмопатогенних нематод. Найбільш важливим фактором, що лімітує кількість комах-господарів нематод, є особливість поведінки інфекційних личинок під час пошуку комахи-господаря.

Загалом виділяють два види поведінки нематод під час пошуку комахи-господаря, відомих як поведінка амбушерів та поведінка крущерів. Для перших основна стратегія полягає в очікуванні комахи-господаря, перебуваючи на місці. Другий вид поведінки характеризується постійним пересуванням та активним пошуком комахи-господаря.

У реальних умовах для більшості нематод, насамперед із видів *S.riobrave* та *S.feltiae*, характерним є проміжний варіант поведінки, що дає можливість їм заражувати комах, які знаходяться у верхніх шарах ґрунту. До останніх передусім належать личинки лускокрилих сциаридових комариків та довгоносиків. Перший тип поведінки амбушерів, ще можна охарактеризувати як «сиджу та очікую», є властивим для видів *S.carpocapsae* та *S.scapterisci*. Такій стратегії притаманна низька рухова активність нематод та їх знаходження здебільшого на поверхні ґрунту. Цей вид нематод заражає здебільшого комах-господарів, які є мобільними та перебувають на поверхні ґрунту. До комах з такими властивостями відносять, у першу чергу, яблуневу плодожерку, совку, вовчка.

Представниками другої пошукової стратегії поведінки є так звані «круїзери, до яких належать нематоди видів *S.glaseri* та *H.bacteriophora*, що характеризуються значною рухливістю і активним пересуванням уздовж профілю ґрунту. Здебільшого ці рухомі нематоди заражають комах-господарів, яким притаманний сидячий спосіб життя. До комах з такими властивостями належать личинки пластигастирих, предлялечки та лялечки лускокрилих.

Іншою значною особливістю поведінки інфекційних личинок є коливання їх тіла, за якого до 30–95 % тіла личинки здатне підніматися над субстратом на кілька секунд. Описане явище називається «ніктація». Багато нематод, що належать до першого типу поведінки амбушерів або до проміжного типу поведінки, можуть підніматися навіть на 95 % свого тіла і більше, а інколи навіть опиратися на хвіст.

Нематоди другого виду поведінки, так звані круїзери, також мають здатність коливатися, проте не можуть при цьому ставати на хвіст. З другого боку, інфекційні личинки, які не мають здатності коливатися та ставати на хвіст, можуть скакати. Ця особливість використовується для того, щоб якимось чином прикріпитися до комахи-господаря, і далі проникати вглиб тіла комахи.

Локалізація та стратегії, притаманні ентомопатогенним нематодам під час пошуку комахи-господаря, лише частково визначають коло комах-господарів, оскільки в інфекційному процесі значну роль відіграють також процеси розпізнавання та адаптації до комах-господаря і виникнення інфекції. Вивчення особливостей поведінки нематод є важливим для подальшого прогнозування інфекційних процесів у польових умовах.

Екологія ентомопатогенних нематод. До абіотичних факторів, які впливають на поширення нематод, зазвичай відносять:

- вологість ґрунту ;
- температуру ґрунту;
- ультрафіолетове опромінення;
- структуру ґрунту.

Нематоди є вологолюбними організмами. Цей факт пояснює їх значне поширення в ґрунті, де оптимальні умови існування інвазійної стадії нематод, а також можливість переживання несприятливих умов навколишнього середовища.

Кількість інвазійних личинок у ґрунті змінюється протягом року, досягаючи максимальної кількості навесні та восени, влітку через підвищення температури кількість личинок зменшується. Пороговими температурами для розвитку нематод є температури в діапазоні від 10–15 до 30–40 °С.

Ультрафіолетове опромінення надзвичайно негативно впливає на нематод, убиваючи їх за кілька хвилин.

Структура ґрунту істотно впливає на розвиток нематод, при цьому що меншими є пори в ґрунті, то гірше нематоди можуть поширюватися в ньому. Водний потенціал ґрунту є найважливішим фактором, що визначає ефективність їх використання проти шкідників.

Розвиток нематод також визначається вмістом кисню та складом органічних речовин ґрунту. Водночас рН та засоленість ґрунту не є надто суттєвими для розвитку цих організмів.

Нематоди, внесені до ґрунту, відразу починають активно мігрувати як до поверхні ґрунту, та і в нижчі горизонти, загалом залишаючись рухомими та здатними до зараження протягом 8 тижнів. Основну кількість мігруючих личинок можна виявити через 2–4 доби на відстані 15 см від поверхні ґрунту, потім активність поступово затухає. Найбільш інтенсивно міграція нематод відбувається за наявності комах-господаря, в цьому випадку через сім днів після внесення в ґрунт нематоди можуть поширитися в горизонтальному напрямку на відстань до 30 см, долаючи в день до 4 см.

Встановлено факт поширення нематод на відстань 3 м від місця їх первинного внесення до ґрунту.

Вертикальне поширення нематод у ґрунті польових умов є достатньо добре вивченим, популяція *Steinernema carpocapsae* в основному існує на глибині 1–2 см від поверхні ґрунту, а популяція *Heteroraditis bacteriophora* на глибині 8 см від поверхні ґрунту.

Спектр горизонтального поширення нематод ґрунті суттєво змінюється для різних видів, при цьому варіативність поширення виду *Heteroraditis bacteriophora* є значно більшою порівняно з видами *Steinernema carpocapsae* та *Steinernema feltiae*.

За одночасного знаходження в ґрунті декількох видів ентомопатогенних нематод відбувається значна конкуренція між видами за місця локалізації і за комаху–господаря. Слід зазначити, що у випадку, коли в ґрунті знаходяться одночасно два види нематод *Steinernema carpocapsae* Wei. та *Heteroraditis bacteriophora* Poinet., перший вид переважно домінує на глибині 5–15 см, а другий — на глибині 25–30 см.

Було помічено різницю в поведінці ентомопатогенних нематод відносно здатності відшукувати комаху–господаря. У природних умовах практично не зафіксовано фактів одночасного зараження комахи–господаря двома різними видами нематод. У поодиноких випадках, коли цей факт усе ж мав місце, в комасі, що загинула, нематоди далі не розвивалися.

Агротехніка вирощування культур впливає на виживаність, персистентність та поширення ентомопатогенних нематод. У зв'язку з тим, що біологія ентомопатогенних нематод тісно пов'язана з ґрунтом, обробіток ґрунту впливає на їхній розвиток. Встановлено, що стандартна оранка під час вирощування кукурудзи негативно впливала на нематод *S. carpocapsae* та *H. bacteriophora*, хоча такого впливу не спостерігалось щодо нематод *S. riobravae*. Цей факт можливо пояснити тим, що ці види нематод мають різні пошукові стратегії господаря. Нематода *S. riobravae* не здатна активно рухатися і пересуватися в глибші шари ґрунту, тому вона не має такої високої чутливості до оранки.

Відносно впливу добрив на ентомопатогенних нематод, то існуючі результати досліджень дуже суперечливі. Установлено, що неорганічні добрива на перший день після внесення збільшують активність ентомопатогенних нематод, але на 10–20-й день відбувається пригнічення їх розвитку. *H. bacteriophora* більш чутлива до дії добрив. У польових дослідах використання органічних добрив сприяло збільшенню популяції нематод *S. feltiae*, хоча внесення НРК негативно впливало на розмноження та розвиток нематод.

Ентомопатогенні нематоди можуть впливати на інші види нематод, такі як мілогельмінти, нематоди, що вільно проживають, хижі нематоди, омніворні нематоди. Всі перелічені види нематод відіграють важливу роль в процесі ґрунтоутворення.

Установленим є факт конкурентної боротьби ентомопатогенних нематод з іншими мікробіологічними патогенними організмами за комах-господарів. Наприклад, встановлено, що ентомопатогенні нематоди виду *S. carpocapsae* та патогенні організми *B. thuringiensis* можуть одночасно розвиватися у комах-господарях, проте кількість інфікованих личинок, яких продукують заражені комахи, є набагато меншою, ніж у випадку, коли комаху не була заражена патогенними організмами.

Серед природних ворогів ентомопатогенних нематод найбільш вивчені грибні патогенні організми. Встановлено, що патогени виду *Hirsutella rhossiliensis* викликають високу смертність популяцій ентомопатогенних нематод роду *S. glaseri*, ці ж патогени менше впливають на нематоди роду *H. bacteriophora*. До інших організмів, які регулюють чисельність ентомопатогенних нематод у природі, також належать кліщі та хижі нематоди.

З другого боку, перелічені природні вороги ентомопатогенних нематод мало впливають на зменшення їх чисельності в польових умовах, хоча відомо, наприклад, що мурахи не їдять комах, заражених ентомопатогенними нематодами.

Спектр господарів ентомопатогенних нематод. Для підвищення ефективності застосування ентомопатогенних нематод потрібно володіти інформацією про комах-господарів, яких вони можуть заразити в лабораторних умовах, у польових умовах за використання методу сезонної колонізації або у природі.

У лабораторних умовах ентомопатогенні нематоди заражують досить широкий спектр комах-господарів у всіх фазах їх розвитку, крім яйця, що пояснюється безпосереднім контактом нематод з комахою-господарем, оптимальними екологічними умовами та відсутністю бар'єрів поведінки для виникнення інфекції.

Більшість нематод у лабораторних умовах ведуть себе як багатодітні паразити. Нематоди виду *Steinernema carpocapsae* заражають у лабораторних умовах близько 250 видів комах, які належать до 75 родин та 11 рядів. Проте в природних та польових умовах кількість комах-господарів, які можуть бути заражені нематодами, є значно нижчою. Установлено природних господарів для 9 із 17 визначених представників роду *Steinernema Carpopocapsae* та 3 з 6 представників роду *Heterorhabditis*. Внаслідок того, що нематоди адаптовані до умов ґрунтового середовища, їх основними господарями в природних умовах є комахи, що розвиваються у ґрунті. Зазвичай виділення нематод з ґрунту здійснюється за допомогою личинок вошаної молі *Galleria mellonella* L.

Спектр господарів ентомопатогенних нематод досить широко представлено лускокрилими комахами. *Steinernema carpocapsae* не за-

ражає твердокрилих шкідників у природних умовах, тоді як немато-ди виду *Steinernema feltae* крім Lepidoptera в природних умовах заражають лускокрилих (здебільшого Noctuidae), твердокрилих комах (Scarabidae, Curculionidae) і навіть двокрилих (*Tipulla sp*; *Delia radicum*). Нематода *Heterorhabditis bacteriophora* теж належить до багатоклітинних паразитів і заражає представників лускокрилих (Noctuidae) та твердокрилих (Chrysomelidae, Scarabaeidae, Curculionidae) комах. Існують види нематод, яким властива видоспецифічність, наприклад, таку властивість мають нематоли *Steinernema kurshidai* та *Steinernema scarabei*, які в природних умовах заражають личинки хрущів. Нематоли виду *Steinernema scapterisci* заражують лише вовчка.

Першим дослідником, який розмножив культуру нематод (*Steinernema*) на штучному живильному середовищі був Рудольф Глейзер.

Для масового розведення ентомопатогенних нематод зазвичай використовують метод тришарового поживного середовища, вперше описаний Bedding. За цього методу нематод вирощують у пластикових торбинках, що містять 3–5 кг поживного середовища, що являє собою гомогенну суміш курячих потрохів та яловичого жиру. Як інертний наповнювач використовують пористу губку із поліефірполіуретану, що має тримірну поверхню з багаточисельними ходами, та добре вентильюється. Інертний наповнювач змочують поживним середовищем, після чого вносять у середовище чисту культуру бактерії-симбіонта з розрахунку 100 мл бактерій інокулюму. Культивування інокулюму проводять протягом двох днів за температури 23 °С, потім до торбинки вносять нематодний інокулюм у кількості 60 млн нематод на 3 кг середовища. Моноксенне культивування проводять два тижні за 23 °С для нематод виду *Steinernema* та три-чотири тижні для нематод виду *Heterorhabditis*. Після цього терміну готову культуру нематод переносять на сталеві сита з чарунками розміром 0,6 мм, які далі поміщають у корито та заливають водою, температура якої 15–25 °С на дві години. Вважається, що протягом цього часу до 95 % усіх нематод мігрує в воду. Далі нематодну суспензію промивають водою, виділені личинки після промивання закладають на зберігання. Виробництво нематод за цією технологією становить 1300–2000 млн інфекційних личинок на одну торбинку. Перевагами описаного методу є його низька собівартість та простота технологічних операцій, які не потребують високої кваліфікації обслуговочого персоналу.

Витрати на виробництво значно скоротилися, коли цей процес став напівавтоматизованим. Виробництво нематод методом моноксенної рідкої ферментації дало змогу значно зменшити витрати та отримувати 50×10^{12} інфекційних личинок щомісяця. Нині

S. carpocapsae, *S. feltiae*, *S. glaseri* и *S. riobravo* ефективно розмножують у 7500–80000 –літрових ферментерах, що дає можливість отримати 150000 інфекційних личинок/мл. У зв'язку з фізіологічними відмінностями між видами нематод поживні середовища теж значно різняться між собою. Найчастіше вони складаються з води, емульгатора, дріжджів, овочевої олії та протеїну.

Для лабораторних досліджень та вирощування нематод у невеликих обсягах ентомопатогенних нематод розмножують методами *in vivo*. Культивування *in vivo* є досить надійним методом розведення нематод і дозволяє отримати високоякісний матеріал. Проте підхід вимагає значних затрат праці, має високу собівартість і тому непридатний для використання у промислових масштабах.

Воцана міль *Galeria melonella* L. вважається найкращим господарем для розмноження ентомопатогенних нематод *in vivo* в лабораторних та промислових умовах. У разі зараження личинок останнього віку воцаної молі з середньою масою тіла 150 мг можна отримати 100–200 тис. нематод. Woodrin та Кауа вважають, що максимальна чисельність інфекційних личинок нематоди *H. bacteriophora*, які розвиваються в одній гусені галерії, може досягати 350 тис., проте середні показники значно менші і становлять від 30 до 50 тис. інфекційних личинок.

Під час розмноження ентомопатогенних нематод у лабораторних умовах у країнах колишнього СРСР найчастіше використовували личинки воцаної молі, маса яких становила менше, ніж 150 мг. Цей метод розмноження ЕНП досить затратний та складний. Крім того, з'ясувалося, що за довготривалого розмноження на галерії активність ентомопатогенних нематод значно зменшується.

Крім галерії — стандартного господаря для розведення ентомопатогенних нематод як альтернативного господаря також використовували личинки шовковичного шовкопряда *Bombix mori* та борошнистого хрущака *Tenebrio Molitor*. Для розмноження ентомопатогенних нематод використовували також капустияну совку *Barathra brassica* F., гусінь якої має великі розміри, що дозволяє отримати 280 тис. інвазійних личинок нематод *Steinernema*, але методика розведення капустияної совки в лабораторних умовах складніша, ніж воцаної молі.

Ентомопатогенних нематод також розмножують на інших комах-господарях. Розроблено технологію масового виробництва ЕНП на гусені шовковичного шовкопряда, яку розводять протягом року на штучному живильному середовищі, до складу якого входять листя шовковиці, окремі білкові та вуглеводні компоненти, антибіотики та антисептик. Вихід нематод з однієї гусені шовковичного шовкопряда становить 25 тис. інвазійних личинок. Відомо також,

що борошняний хрущак (*Tenebrio molitor* L.) — придатний господар для розмноження *Steinernema carpocapsae*. Дані про розмноження *Heterorabditis bacteriophora* на борошняному хрущаку досить суперечливі.

Деякі компанії з виробництва препаратів на основі ентомопатогенних нематод на промисловій основі використовують інший метод моноксенної ферментації нематод на рідкому середовищі.

Для успішного моноксеного культивування ентомопатогенних нематод велике значення має підготовка чистої культури симбіотичних бактерій. Типовими компонентами середовища є дріжджі, соєве борошно, глюкоза та гліцерин; рослинні або тваринні жири та сіль. У процесі розмноження нематод потрібно постійно унеможлилювати потрапляння кисню в біореактор, який може зашкодити процесу. Для розмноження нематод використовують біореактори місткістю 7500–8000 літрів. Використовуючи цю технологію, можна отримати до 250 000 інфекційних личинок/мл залежно від виду нематод. Тривалість процесу розмноження нематод визначається їх родом та видом, при цьому розмноження виду *Heterorabditis* зазвичай триває довше, ніж *Steinernema*.

6.2. Розведення хижаків

6.2.1. Біологічні, морфологічні особливості макролофуса та технологія його розведення

Клоп **макролофус** — *Macrolophus nubilis*, родина сліпняки (Miridae) ряд клопи (Hemiptera). Хижий клоп макролофус у захищеному ґрунті є поліфагом і може житися яйцями, личинками і дорослими особинами білокрилки, а також попелицями, трипсами та павутинними кліщами. Багатоїдність макролофуса в умовах закритого ґрунту є перевагою, що забезпечує його вищу ефективність порівняно з монофагами.

Морфологія. Тіло дорослого клопа макролофуса видовжене, опушене, світло-зеленого кольору, завдовжки 2,7–3,7 мм (рис. 24). У самиць добре помітний яйцеклад. Личинки схожі на дорослих особин. Яйця трохи зігнутої форми, жовтувато-зеленого або сірувато-жовтого кольору.

Біологія. У природних умовах макролофус зимує на стадії німфи третього віку під розетками листків. Період ембріонального розвитку клопа 14–35 днів (у середньому 21). Личинки хижака починають розвиватися вже за 13 °С незалежно від вологості повітря. Вони витримують підвищення температури до 42 °С. Нижній поріг розвитку — 13 °С. Тривалість розвитку личинкової стадії залежно від температури

повітря становить від 18 до 25 днів. Максимальна тривалість життя самиці — 71 день (у середньому — 30), самця відповідно — 30 і 27 днів. Тривалість розвитку однієї генерації 37–43 дні.

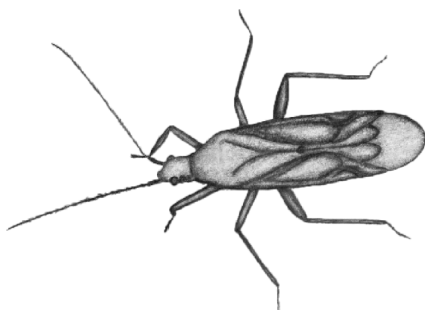


Рис. 23. Імаго макролофуса

Потенційна плодючість самиць 140 яєць, фактична — 70–80 яєць. Підвищення температури до 30 °С і вище різко знижує плодючість. Самиці відкладають яйця у центральну або бокові жилки листка (до 30 шт.). Личинки, які щойно вийшли з яєць, світло-жовті, з віком стають зеленуватими. Личинкових стадій п'ять. Тривалість ембріонального розвитку становить 9–15 днів, личинок — 8–25 днів. За сприятливих умов (+20–25 °С) розвиток одного покоління від яйця до імаго триває 35–40 днів. За рік може утворитися 3–5 поколінь клопа.

Живляться клопи як тваринною, так і рослинною їжею. Однак за відсутності тваринної їжі розвиток кожної стадії сповільнюється на кілька днів. Тривалість життя імаго, що розвивається з таких личинок, скорочується у 5 разів. Найбільш активні у живленні личинки четвертого-п'ятого віку; імаго менш ненажерливі. За добу одна особина знищує близько 30 личинок старших віків або до 40 імаго попелиці. За своє життя одна особина клопа здатна знищити 3500 яєць або 2500 личинок білокрилки. З підвищенням температури сумарна ненажерливість залишається незмінною, а добова — збільшується.

Технологія масового розведення макролофуса

Масове розмноження макролофуса здійснюють на білокрилці та яйцях зернової молі.

Технологію масового розведення хижого клопа макролофуса на тепличній білокрилці становлять три етапи:

- 1) вирощування кормових рослин для білокрилки;
- 2) розмноження білокрилки;

3) розмноження макролофуса.

1. Рослини тютюну вирощують у приміщеннях, ізольованих від місця розведення комах. Для нормального їх розвитку в приміщенні слід забезпечити тривалість світлового дня 16–18 годин лампами денного світла. Після пікірування розсади рослини висаджують у керамічні вазони діаметром 20 см. Через 45–50 діб рослини досягають фази 6–8 листків і придатні для заселення білокрилкою.

2. Заселення рослин білокрилкою проводять у спеціальному приміщенні — «маточнику білокрилки». На рослини розкладають листя з великою щільністю личинок та імаго шкідника з розрахунку 200 особин на рослину.

3. Після заселення білокрилкою 75–100 % листової поверхні шкідником половину рослин переносять у приміщення, яке призначене для розведення макролофуса — «маточник клопа», де підтримують температуру не нижче +23 °С (оптимальна +25–27 °С) і вологість повітря 70–85 %. У разі знищення білокрилки макролофусом у приміщення заносять нові рослини, заселені білокрилкою, а старі — у «відстійник», де їх витримують понад місяць, протягом якого їх періодично оглядають і збирають личинок клопа, які відроджуються.

Технологія розведення макролофуса на яйцях зернової молі відрізняється від описаного вище тим, що вирощені рослини тютюну не заселяються білокрилкою, а на них наносять за допомогою медичного порошоквдувача яйця молі, якими живляться клопи. На одну рослину тютюну розміщують по 400 особин макролофуса. Витрата яєць зернової молі на 100 рослин становить 1,4 г за сім діб. Після відродження личинок клопа яйця молі витрачають з розрахунку 10 яєць на одну особину за добу.

Макролофус у захищеному ґрунті є поліфагом і може живитися яйцями, личинками і дорослими особинами білокрилки, а також попелицями, трипсами та павутинними кліщами. На різних оранжерейних рослинах тривалість ембріонального розвитку макролофуса неоднакова. Найменший період ембріонального розвитку — 9 днів — на гібіскусі і пуансетії, 14 — 16 днів — клеродендроні Томпсона, мирті великолистому та хризотемусі, 30 днів — куфеї і мирті дрібнолистому, 35 днів — каланхое перистому. Успіх інтродукції хижака в оранжереї залежить від таких факторів: екологічної сумісності із жертвою, репродуктивної здатності, легкості розмноження у великій кількості для цілеспрямованої його колонізації шляхом упровадження в оранжереї рослин-резерваторів для розведення хижака. Такими резерваторами є рослини тютюну — *Nicotiana tabacum* L., які за своїми морфобіологічними властивостями найбільш підходять для розведення хижого клопа.

Хижого клопа макролофуса рекомендується розмножувати на рослинах тютюну, підживлюючи клопа добре промороженими яйцями ситотроги, за температури +20–26 °С і відносної вологості повітря в межах 75 — 95 %.

В умовах ботанічних садів і промислового квітництва розмноження ситотроги з метою отримання її яєць для підживлення хижого клопа технічно складно й економічно не вигідно. У зв'язку з цим були зроблені пошуки іншого корму для живлення клопа. Як корм використовують для макролофуса личинки і імаго мухи дрозопіли, яка легко розмножується на будь-яких зволжених сухофруктах, злакова попелиця (розмножується на проростках ячменю) і каліфорнійський черв'як. Личинки і імаго дрозопіли та каліфорнійського черв'яка проморожували одну добу в морозильній камері. Після проморожування дрозопілу розсипали на листки тютюну, а каліфорнійського черв'яка попередньо ділили на частини і потім розкладали на листки тютюну, заселеного клопом макролофусом. Злакову попелицю разом із рослинами ячменю розкладали на рослини тютюну, заселених макролофусом. Встановлено, що із випробованих заміників яєць ситотроги як корму найкращі показники плодючості (до 20 яєць, визначали за кількістю личинок, що вилупилися) і тривалості розвитку одного покоління (51,8 днів) було отримано у варіанті використання злакової попелиці.

Таблиця 16

Показники плодючості та тривалості розвитку *Macrolophus nubilis* H.S. залежно від корму (температура 18–24 °С, відносна вологість повітря 72–94 %)

Корм	Плодючість (кількість личинок, що відродилися із яєць)	Тривалість розвитку одного покоління, дні
Дрозопіла	8,8 ± 2,3	61,2 ± 2,0
Каліфорнійський черв'як	7,5 ± 1,9	63,6 ± 2,6
Попелиця злакова	20,1 ± 3,1	51,8 ± 1,7

Одним із недоліків розмноження хижого клопа макролофуса на рослинах тютюну є те, що тютюн довго росте (60–70 днів) від посіву до отримання рослин, придатних для розведення на них макролофуса. Було встановлено, що рослини тютюну дуже добре під-

даються живцюванню. Тому першу партію рослин тютюну отримували із насіння, а в подальшій роботі ці рослини тютюну постійно живцювали. Для живцювання використовують здерев'яніле стебло із трьома листками, два нижніх листки видаляють і ставлять у воду за температури +22 — 26 °С. У посуд з водою і живцями кладуть кілька (2–5 шт. на один літр води) вуглинок із листяних порід, з метою запобігання загниванню живців.

Цикл робіт під час розведення клопа макролофуса:

1. Вирощування рослин. Тютюн сіють перший раз, а потім його постійно живцюють. Температура +22–26 °С, відносна вологість повітря 75–95 %.

2. Заселення рослин клопом макролофусом, з розрахунку 8–10 дорослих клопів на одну рослину тютюну, заввишки 50–60 см. Гіротермічний режим той самий.

3. Підживлення макролофуса на рослинах тютюну методом розкладання рослин ячменю із злаковою попелицею. На одну рослину тютюну щоденно розкладали 10–12 рослин ячменю, заселених не менше 10–15 особинами попелиці.

4. Використання хижого клопа методом його розселення разом із рослинами тютюну у вогнища розмноження шкідника або попереднього розселення із рослинами тютюну в теплиці за 20 днів до вирощування основної культури.

6.2.2. Біологічні, морфологічні особливості амблісейуса та технологія його розведення

Хижий кліщ амблісейус — *Amblyseiys makenziei*, родина фітосейїди (Phytoseiidae), ряд паразитоїдні кліщі (Parasitiformes). У природних умовах цей вид зустрічається в США (Каліфорнія). У Голландії амблісейус маккензі був виявлений в теплицях. Живиться окрім різних видів кліщів також і дрібними комахами, переважно трипсами.

Морфологія. Розміри дорослих кліщів: самців — 0,27–0,29 мм, самиць — 0,39–0,40 мм, загальний колір тіла від світло-коричневого до вишнево-червоного значною мірою варіює. Яйце овальне, матово-біле, личинка (0,17–0,19 мм) світла, напівпрозора, має три пари ніг. У німф і імаго чотири пари ніг. Протонімфа відразу після линьки напівпрозора, білуватого кольору. Наїжені протонімфи набувають рожевого, а потім помаранчево-червоного забарвлення. Протонімфа, що закінчила живлення, знову линяє і перетворюється на дейтонімфу. Останні дві фази німфи хижака помітно дрібніші за дорослих кліщів, але їх точна ідентифікація можлива лише за мікроскопічного дослідження просвітлених препаратів.

Біологія. Розвиток амблісейуса відбувається за звичайною для фітосеїд схемою: яйце — личинка — німфа I (протонімфа) — німфа II (дейтонімфа) — імаго (самиця і самець). Запліднені самиці відкладають овальні, матово-білі яйця групами по 2–3 шт., прикріплюючи їх до волосків з нижнього боку листків рослин. Тривалість ембріонального розвитку залежно від температури коливається від 1,0 до 6,6 дня. За оптимальної температури (25 °С) через дві доби із яйця видупляється личинка. Личинка амблісейуса не живляться, задовольняючись запасом ембріонального жовтка. Розташувшись, як правило, поблизу покинутої яєчної оболонки, личинка линяє в протонімфу. Тривалість розвитку личинки 0,5–2,2 дня. Німфи, як і дорослі кліщі, мають чотири пари ніг і ведуть активний хижацький спосіб життя. Для протонімф найбільш доступними фазами шкідника є яйця і личинки першого віку тютюнового трипса. Тривалість розвитку протонімфи — 1,1–8,0 днів. Дейтонімфа активна і ненажерлива. За добу знищує практично стільки ж личинок шкідника (5–6), що й імаго. Тривалість розвитку становить 1,6–6,2 дня. Найбільш активні хижаки у фазі імаго. Самиця за добу знищує 5–8 личинок тютюнового трипса. Тривалість її життя 21–30 днів, загальна плодючість — близько 30 яєць.

Амблісейус знищує, головним чином, личинок трипса, меншою мірою — яйця шкідника. Хижак може також жититися й іншими видами фітофагів, наприклад, павутинним кліщем, хризантемним та іншими видами трипсів. Однак у разі живлення на різних видах жертви, його біологічні показники значно змінюються. За приблизно однакової тривалості преімагінального розвитку, який становить 9–11 діб, тривалість життя самиць і репродуктивний період на тютюновому трипсі становить відповідно 21,8 та 17,5, на хризантемному трипсі — 18,1 і 16,7, на павутинному кліщі — 17,1 і 12,0 днів. Ще більші відмінності у плодючості. Якщо, живлячись личинками тютюнового трипса, хижак відкладає в середньому 32 яйця, то цей показник на хризантемному трипсі знижується до 15,5, на павутинному кліщі — 7,3.

На біологічні показники хижака впливає не лише вид жертви, але і кормові рослини, на яких відбувається його розмноження. Живлячись тютюновим трипсом на огірках, самиці амблісейуса живуть в середньому 22 дні і відкладають до 40 яєць. На хризантемі тривалість життя зменшується до 17 діб, а плодючість — до 17 яєць, на солодкому перці безпосередньо 15 і 27.

Важливою особливістю амблісейуса є його пристосованість до високих температур. За спостереженнями дослідників, температурні зони оптимального розвитку тютюнового трипса і амблісейуса збігаються і знаходяться в межах 25–30 °С, оптимальна вологість

повітря 80–95 %. За цих умов у обох видів спостерігають найвищі біологічні показники: тривалість розвитку тютюнового трипса 11,5 днів, виживаність – 86,7 %, плодючість – 2,7 яйця за добу, в амблісейуса – 4,2 днів, 99,2 % і 2,3 яйця за добу. Добова потреба у кормі (ненажерливість) (5–8 личинок трипса) більше ніж у два рази перевищує плодючість шкідника, крім того, тривалість розвитку генерації амблісейуса у двічі менша від тютюнового трипса.

Зниження температури до 15 °С менш сприятливе для амблісейуса — значно збільшується тривалість розвитку, самиці хижака не відкладають яйця, тоді як тютюновий трипс у цих умовах, попри значне уповільнення розвитку, продовжує відкладання яєць. Тому, за температури близької до 15 °С чисельність хижака на рослинах зменшується, тоді як чисельність шкідника постійно зростає.

Технологія масового розведення амблісейуса

Масове розведення амблісейуса здійснюється на борошняному кліщі *Acarus farris*. Борошняний кліщ здатний розвиватися у широкому діапазоні температур, однак найбільш сприятливою є 25 °С. За цих умов розвиток яйця триває 3–4 доби, а весь преіматиніальний період завершується за 7–8 діб. Під час життя (40–45 діб) самиця кліща відкладає понад 100 яєць, які легко відрізняються від яєць хижака меншими розмірами та молочно-білим забарвленням.

Цей метод не потребує значних промислових площ і вартісного устаткування. Для розмноження хижака придатні будь-які приміщення або камери, обладнані стелажами для розміщення садків. Розмножують хижака і жертв за оптимальних гідротермічних умов: температура — 25 °С, вологість повітря наближена до 90 %. Потрібна вологість створюється в садках, опис яких наведено нижче. Освітлення під час розмноження кліщів не потрібне.

Методика масового розмноження амблісейуса включає такі етапи:

I. Підготовка поживного середовища для борошняного кліща.

II. Розмноження борошняного кліща.

III. Розмноження амблісейуса.

Підготовка поживного середовища і садків для розмноження кліщів

Кормом для розмноження борошняного кліща є пшеничні висівки просіяні через сито з розміром чарунок 1,5–2 мм для видалення з борошна дрібних фракцій висівок, що запобігає злежуванню поживного середовища. У злежаному кормі борошняний кліщ накопичується гірше, а амблісейус накопичується на поверхні висівка. Це знижує вихід хижака на одиницю об'єму середовища.

З метою знищення інших видів шкідників запасів і їх хижаків, висівки, що просяють, поміщають у термостат і прогрівають за 50–70 °С протягом 8–24 годин. За товщини шару до 5 см прогрівання

триває 8–12 годин, а за 10 см і більше — майже добу (20–24 годин).

Після термічної обробки висівки зволожують до 17 %. На 1 кг висівок додають 205 мл води, рівномірно розподіляють її за допомогою пульверизатора і ретельно перемішують. Підвищений уміст води в середовищі може викликати зростання плісневих грибків, що пригнічують на розвиток обох видів кліщів. Приготований корм розміщують у садок.

Садок складається з двох посудин (кристалізаторів або інших посудин) різних розмірів і діаметра. Посудину меншого розміру поміщають у велику з таким розрахунком, щоб проміжок між їх стінками був не менше 3–5 см. Верхній край зовнішньої посудини має бути вище на 2–5 см. Якщо використовують садки великих розмірів (понад 50 см), для поліпшення аерації проміжок і різницю у висоті слід збільшити в двічі-тричі.

У внутрішню, меншу посудину насипають поживне середовище — висівки, в зовнішню заливають 15 %-й водний розчин їдко-го калію (KOH), що забезпечує підтримку вологості повітря на рівні 90 %. Для того щоб не допускати спливання меншої посудини кількість розчину не має бути надмірною. Зверху садок накривають склом (рис. 25).

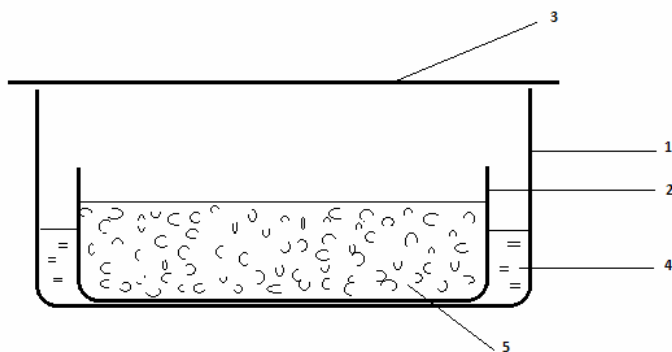


Рис. 25. Садок для розмноження кліщів:

- 1 — посудина більшого розміру;
2 — посудина меншого розміру; 3 — покривельне скло; 4 — 15 % водний розчин їдко-го калію (KOH); 5 — поживне середовище — висівки

Розмноження борошняного кліща. Основою успішного розмноження хижака є надійна кормова база, тобто здобуття максимальної високої щільності популяції борошняного кліща на одиницю об'єму середовища. Встановлено, що за щільності популяції борошняного кліща не нижче 5 тис. особин на 1 см³ можна отримувати в серед-

ньому 60 тис. самиць амблісейуса з одного літра висівок. Для заселення нової партії середовища борошняним кліщем користуються культурою, що містить не менше 4 тис. особин шкідника в 1 см³.

Середовище з кліщами маточної культури переміщується з висівками підготовленими для розмноження в пропорції 1:39–99 (за об'ємом). Це відповідає початковій щільності 40–100 кліщів/см³. За такої початкової чисельності потрібну для заселення хижакom щільність популяції борошняного кліща (5 тис/см³) можна отримати через 2–3 тижні.

Після заселення борошняним кліщем висівки розподіляють по садках. Оптимальна товщина шару висівок у садку — 3 см. Збільшення товщини шару середовища небажано, оскільки в цьому випадку розмноження шкідника уповільнюється через погану аерацію.

Садки з висівками, заселеними акарусом, поміщують у термостат з температурою близько 25 °С. За нижчої температури розвиток шкідника сповільнюється, а за температури вище 25 °С – пригнічується. Підвищення її рівня до 30 °С супроводжується масовою міграцією кліщів з середовища. Основним кормом борошняного кліща є багатий на поживні речовини ендосперм зерна. Після знищення ендосперму внаслідок активної міграції кліщів відбувається різке зниження їх чисельності в садках. Для запобігання злежуванню і поліпшення аерації висівки слід періодично перемішувати (один раз в 2–3 доби). За ходом накопичення кліща ведеться регулярний контроль (не рідше двох разів на тиждень). Досягнувши потрібної щільності популяції борошняного кліща, садки переносять в інше приміщення, де проводиться заселення середовища амблісейусом.

Розмноження амблісейуса відбувається в тих самих садках. Оптимальна температура – 25 °С. У разі зниження її нижче 25°C рівень накопичення хижакa сповільнюється, а за 15 °С і нижче призупиняється, оскільки самиці перестають відкладати яйця.

Хижакa випускають в садки з розрахунку 5 самиць на 1 см³ висівок. Таким чином, у разі заселення висівок культурою, що містить 50–60 самиць амблісейуса на 1 см³, для створення потрібної вихідної щільності популяції хижакa (5 самиць/см³), на кожні 10 об'ємів висівок, заселених акарусом, слід внести один об'єм культури амблісейуса. Відміряну кількість висівок переносять (сито) і просівають через сітку з чарунками 1x1 мм у садок з борошнистим кліщем. За температури 25 °С через 14 днів після випуску хижакa чисельність амблісейуса досягає 40–50 самиць на 1 см³.

У перший тиждень після колонізації амблісейуса спостереження за його накопиченням проводять двічі на тиждень; надалі —

не рідше, ніж через день. Для поліпшення аерації середовища і заобігання його злежуванню, як і за розмноження кліща-жертви, висівки перемішують двічі-тричі на тиждень.

До кінця другого тижня розмноження хижака слід приділяти особливу увагу наявності в середовищі корму борошняного кліща. За практично цілковитого знищення корму хижака потрібно використати для колонізації в теплиці, або, додавши висівок з акарусом (1/4–1/5 від первинного об'єму), помістити на зберігання.

Зберігання амблісейуса. У разі потреби амблісейуса можна зберігати з висівками за зниженої температури 14–15 °С. У цих умовах накопичення хижака припиняється, а борошняний кліщ за наявності корму продовжує розмножуватися. У період зберігання здійснюється постійний контроль (не рідше двох разів на тиждень) чисельності кліщів і стану середовища. Період зберігання хижака не має перевищувати трьох тижнів. Після проходження цього часу садки переносять в оптимальні умови (25 °С). Тут хижак знову продовжує накопичуватися (протягом 1–2 тижнів) за рахунок борошняного кліща, що розмножився під час зберігання. Після знищення жертви амблісейуса можна використовувати для колонізації або знов додати висівки з борошнним кліщем і помістити садки на зберігання за 14–15 °С.

У зимовий період, а також, коли поява трипсів у теплицях малоімовірна, температуру під час розмноження хижака, з метою економії висівок, рекомендується знизити до 20 °С.

Таблиця 17

Можливі недоліки у разі порушення методики розведення амблісейуса

Відхилення, що спостерігаються	Причина	Спосіб усунення
1	2	3
Утворення конденсату у вигляді капель рідини на покривному скельці садка	У садок залитий неохолоджений розчин КОН	Використовувати тільки охолоджений після приготування розчин КОН
Випадання кристалів КОН на внутрішніх стінках садка	Концентрація розчину КОН знижена	Довести концентрацію розчину до потрібного рівня

1	2	3
<p>Масова міграція із середовища і загибель борошнистих кліщів, утворюючи бурий наліт на зовнішніх (рідше внутрішніх) стінках садка</p>	<p>Порушення (недопустимі різкі перепади температурного режиму) Висівки непридатні для живлення кліщів через відсутність ендосперму. Пліснявіння і кучкування середовища через перезволоження, не достатньо ретельного перемішування за зволоження, потрапляння крапель конденсату. Надмірно висока температура (до 30 °С і більше). Вологість висівок неприпустимо низька</p>	<p>Забезпечити нормальний режим температури. Відсіяти кліщів і використати їх для заселення свіжого середовища. Замінити садок і середовище (висівки) свіжим, забезпечити нормальний рівень вологості, не допускати порушень технологій зволоження — використовувати пульверизатор і проводити ретельне перемішування. Забезпечити нормальний режим температури. Довести вологість висівок до потрібного рівня</p>
<p>За наявності у висівках ендосперму чисельність популяції борошняного кліща не зростає</p>	<p>Низька вологість повітря. Недостатня стерилізація середовища (порушено режим прогрівання під час підготовки висівок для розмноження кліщів)</p>	<p>Забезпечити нормальний режим температури. Довести вологість висівок до потрібного рівня</p>
<p>Знаходяться лише поодинокі особини чи невеликі скупчення кліщів в середовищі, на його поверхні і стінках садка. Кліщі концентруються головним чином у глибоких шарах висівок, на поверхні заходяться лише поодинокі особини. Культура заселена іншими видами шкідливих хижих кліщів</p>	<p>Проникнення хижого кліща амблісейуса через погану ізоляцію</p>	

Застосування амблісейуса. Перші пошкодження тютюновим трипсом у теплиці знаходяться, як правило, поблизу місць опалення, або на найближчих рослинах до проходів і в цей період популяція фітофага представлена дорослими комахами. Пошкодження

малопомітні у вигляді хаотично розміщених штрихів світлого тону. Через 10–14 діб об'єм і характер пошкодження змінюються. Це відбувається завдяки відродженню і активному живленню найбільш шкідливої фази фітофага — личинок першого і другого віку. Залежно від середньодобової температури і віку рослин середня щільність личинок на цьому етапі становить 4–12 особин на листок. Вже за такої чисельності відбувається перерозподіл популяції на рослині. Більшість імаго трипса живляться і відкладають яйця на молодих сформованих листках, а личинки першого та другого віку знаходяться на нижньому боці листків більш нижчих ярусів.

Вдалий захист огірка та солодкого перцю із застосуванням амблісейуса потребує сигналізації строків появи шкідника, а також чіткого обліку кількості пошкоджених рослин і чисельності трипса на них. Це пояснюється тим, що у хижака низька функціональна реакція на щільність шкідника, а також мала швидкість розселення і пошукова здатність. У зв'язку з цим контрольний ефект від застосування амблісейуса залежить від місця і щільності інтродукції хижака в теплиці, тому колонізацію хижака потрібно здійснювати безпосередньо поблизу вогнища розмноження шкідника, дотримуючись високих співвідношень хижак : жертва.

Для рослин огірка, де щільність шкідника досягає 15–30 личинок на листок, випуск хижака слід здійснювати у співвідношенні хижак:жертва 5:1 або 3:1. За меншої чисельності трипса достатньо дотримуватися співвідношення 1:1. На солодкому перці ефективні норми внесення у вогнище більш ніжчі і становлять 3:1–1:1. Розселення амблісейуса здійснюється щотижнево протягом 4–5 тижнів. Хижого кліща колонізують разом із субстратом, на якому здійснювали його розведення. Необхідний об'єм субстрату висипають на ґрунти під стебло рослини.

Оскільки амблісейус знищує тільки невелику кількість популяції шкідника (личинок першого віку і рідко яйця), дуже важко досягти повного знищення трипса. Ефективність застосування ентомофага полягає у стабілізації або зниженні середньої щільності шкідника. Потреба у хижаку у разі захисту 1 га огірків або перцю становить 500 тис. — 1 млн особин.

6.2.3. Біологічні, морфологічні особливості оріуса та технологія його розведення

Хижих клопів роду *Orius* широко використовують для захисту рослин від трипсів. Хижий клоп *Orius laevisgatus* належить до родини антокоріди (*Anthocoridae*), ряду клопи (*Hemiptera*). Представники роду *Orius* всеїдні, тобто можуть живитися пилком і

рослинним соком, а також різними видами трипсів, попелиць, білокрилок, кліщів і яйцями молі. Різні види *Orius* відомі як ефективні хижачі західного квіткового трипса і в природному середовищі поширені в районах з помірним кліматом. Видовий *Orius laevigatus* в природних умовах поширений у басейні Середземного моря, від Атлантичного регіону Західної Європи до східної частини Середземного моря, включаючи Ізраїль.

Морфологія. Це невелика комаха (клоп), що має колючесисний ротовий апарат і дві пари крил. Тіло сплюснене, голова витягнута вперед, хоботок тричлениковий, вусики чотиричленикові. Передньоспинка трапецієподібна. Лапки ніг у наших видів тричленикові. Доросла особина коричнево-чорного кольору із сірими плямами, має розмір тіла 2,5–3 мм. Відрізнити статеву приналежність особин можна за геніталіями, а також за наявністю яйцекладу у жіночих особин. Колір яєць варіює від безбарвного до білого, розмір 0,4x0,13 мм. Щойно відроджені личинки спочатку безбарвні, але через кілька годин стають жовті. Пізніше личинки поступово набувають темнішого забарвлення, притаманного імаго.

Біологія. Оріус має сім стадій онтогенезу: яйце, п'ять личиноквих (німфальних) етапів, і доросла особина. Самиця відкладає яйця майже повністю занурюючи їх у тканини рослин, на поверхні помітно лише верхню частину. Яйця відкладаються в тканини листа, стебла, жилки рослин. Приблизно через 5 днів з яєць відроджуються личинки (німфи). Після відкладання яйце безбарвне, але надалі воно стає молочно-білого кольору. Плодючість становить 120–150 яєць (приблизно 1–3 яєць в добу). Найбільшу кількість яєць самиця відкладає в перші два тижні життя. Яйця закладаються індивідуально і приблизно через 4 доби, за температури +25 С з'являються перші личинки, блискучі і безбарвні. Через кілька годин забарвлення тіла личинки набуває жовтуватого відтінку, який зберігається впродовж другої і третьої стадії личинки. На четвертому і п'ятому етапах німфального розвитку забарвлення стає темно-коричневим, їх тіла формою стають схожими на дорослих особини. Німфи і імаго мають сплюснене тіло, що дозволяє їм проникати в бутони квіток і між пелюстками. Дорослі особини незабаром після появи спаровуються і через 3–5 днів (залежно від температури), самиці починають відкладати яйця. Час розвитку різних видів *Orius* залежить від температури, корму (належної якості і кількості) і меншою мірою від типу культур. Додаткова наявність пилку покращує живлення і розвиток. Тривалість розвитку оріуса з яйця до дорослої особини становить близько 16–18 днів за 25°С. Тривалість життя дорослої особини 3–4 тижні, причому самці мають коротший період життя, ніж самиці. Співвідно-

шення статей 1:1. Самиця за добу здатна знищити до 60–70 трипсів, а личинка до 25–30. За наявності надлишку корму знищує більше жертв, ніж може з'їсти. Імаго здатне до перельотів на значні відстані, що значно сприяє пошукам нової жертви.

У *Orius laevisgatus* і *Orius insidiosus* перші чотири личинкові стадії займають приблизно по 2–3 дні за 25 °С, п'ята ж стадія триває 4–5 днів. Повний цикл розвитку — приблизно три тижні, але він може збільшуватися за більш низьких температур. Дорослий хижак живе протягом 3–4 тижнів.

Імаго живиться всіма стадіями трипсів, а личинки оріуса — тільки личинками трипса. Крім того, оріус також знищує попелиць, павутинного кліща, яйця молі. Він знаходить корм контактним способом, охоплює жертву передніми кінцівками, проколює і висмоктує рідину з тіла комахи. Іноді оріус знищує більше комах, ніж потрібно для живлення. Крім того, імаго оріуса також їдять пилок. Деякі різновиди *Orius* входять у стан спокою за короткого світлового дня, інші ж не реагують на цей фактор.

Технологія масового розведення оріуса

Оптимальними прийнято вважати такі умови утримання оріуса: температура повітря 25 ± 1 °С, відносна вологість 80 ± 10 %, тривалість світлового дня 16 годин. У цих умовах яйця оріуса розвиваються 4–5 діб, личинки що вийшли з яєць проходять п'ять віків, перетворюючись у дорослих клопів за 13–14 діб. Через 3–5 діб самиці починають відкладати яйця, живуть близько місяця. Плодючість становить близько 100 яєць на самицю, але сильно залежить від умов утримання, особливо від кількості та якості корму.

Як корм для оріусів зазвичай використовують яйця лускокрилик: зернової молі *Sitotroga cerealella* Oliv., млинової вогнівки *Ephestia kuchniella* Zell та інших. Яйця наклеюють на смужки паперу медом, цукровим сиропом, яечним білком і т.д. і поміщають у садки. Для вирощування 1000 личинок оріуса до дорослої фази потрібно близько 100 г яєць зернової молі. У виробничих біолабораторіях потрібну кількість корму зазвичай визначають дослідним шляхом, додаючи корм у міру його поїдання.

6.2.4. Біологічні, морфологічні особливості афідимізи та технологія її розведення

Афідиміза — *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (родина галиці *Cecidomyiidae*, ряд двокрилі, або мухи *Diptera*). В Україні поширена на всій території. Личинки живляться різними видами попелиць.

Морфологія. Доросла комаха має довжину тіла близько 2 мм, з довгими тонкими ногами. У галиці достатньо помітно виражений статевий диморфізм. У самців вусики такі самі, як і довжина тіла, а вусики самиць удвічі коротші. Імаго галиці афідимізи живе кілька днів. Личинки афідимізи червоподібної форми, без ніг, жовтого або світло-рожевого кольору. Яйця видовжено-овальні, завдовжки 0,3 мм. Колір яєць від оранжевого до світло-коричневого. Лялечка завдовжки 1,8–1,9 мм знаходиться в шовковистому коконі (рис. 26).

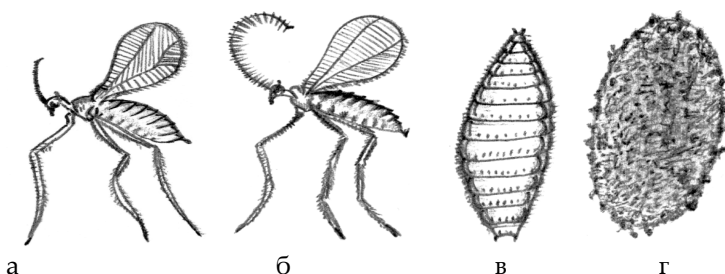


Рис. 26. Афідиміза:

а) самиця; б) самець; в) личинка; г) кокон

Біологія. У природних умовах зимує діпазуюча личинка в коконі під рослинними рештками або поверхневому шарі ґрунту. Дорослі комахи з'являються у травні. Вони потребують додаткового живлення падию, що виділяється попелицями. Розмножується галиця, як правило, гомогенетичним шляхом. Яйця самиці відкладають на стебла та листки рослин серед колоній різних видів попелиць (рис. 27). Найбільш активні комахи у нічний час доби.

Плодючість самиць коливається від 25 до 100 яєць. Цей показник значно залежить від забезпеченості та якості корму в період додаткового живлення самиць. Найвища плодючість у галиці спостерігається за температури 21–23°C і відносної вологості повітря 80–95 %. Оптимальний фотоперіод — 16 годин. У стадії личинки третього віку або лялечки в піщаному пупарії за 7 °C вона може зберігатися 3–4 тижні. Смертність при цьому не перевищує 50 %.

Сума ефективних температур для преімагінальних стадій життєвого циклу хижої галиці становить 290 градусоднів. Нижній температурний поріг розвитку для яєць становить 10,7°C, для личинок — 4,2 °C, для лялечок — 5,7 °C. (табл. 18).

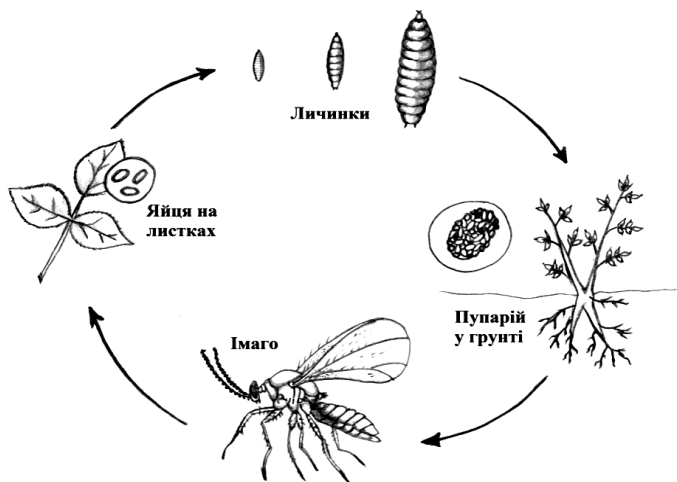


Рис. 27. Цикл розвитку хижої галіці афідимізи

Таблиця 18

Особливості розвитку галіці афідимізи за різних температур повітря (відносна вологість повітря 80–100 %).

Стадія розвитку	Температура °С					
	15		20		25	
	Т	С	Т	С	Т	С
Яйце	4,6 – 5,3	0 – 14,4	2,3 – 2,8	17 – 25	1,6 – 1,7	2 – 15
Личинка	9,5 – 11,0	5 – 7	6,9 – 7,4	4 – 8	5,3 – 5,4	2 – 3
Лялечка	15,3–17,1	10 – 17	10,1–11,8	13 – 17	6,8 – 9,2	17 – 20

Т – тривалість преімагінального періоду;
 С – смертність хижака за цей період (%).

Плодючість галіці суттєво залежить також від кількості та виду живителя в період розвитку личинки. У разі живлення личинок видами попелиць за однакових умов плодючість самиць різна. Найбільш плодючі самиці, отримані з личинок, які живилися бобовою або виковою попелицями.

Наявність на рослинах попелиць – обов'язкова умова для відкладання яєць самицею галіці. Дорослі галіці мають високу пошукову здатність і знаходять навіть найменші колонії попелиць.

Личинки галиці афідимізи є типовими олігофагами і здатні жити на 61 виді попелиць. У природних умовах найчастіше вони живуть у колоніях баштанної, капустиної, бобової, горохової, викової та інших видів попелиць.

Оптимальними гідротермічними умовами для розвитку *Aphidoletes*, є температура на рівні 25°C і відносна вологість повітря 70–90 %. Вологість має важливе значення для успішної появи дорослих особин з кокона, тому за виселень стежать за підтримкою субстрату (вермікуліт, торф, пісок), що містить кокони, у вологому стані.

Технології масового розведення афідимізи

Різними науковими установами розроблено кілька способів масового розведення хижої галиці афідимізи. Детальний аналіз і практична апробація дозволяють об'єднати їх у три групи:

1) утримання імаго хижака у садках, кінцевий продукт розведення — кокони;

2) розведення афідимізи в спеціальних теплицях, в яких вирощують відповідні рослини, розмножують на них один із видів попелиць і потім випускають на рослини з попелицями імаго галиці, яка вільно розмножується протягом двох-трьох поколінь. Надлишок дорослих комах відловлюють і переносять у виробничі теплиці;

3) розведення хижака безпосередньо у виробничих теплицях з використанням для цього одного із видів попелиць, що не пошкоджують основну культуру. Для цього завчасно вирощують у цих теплицях, наприклад, кормові боби, потім заселяють їх бобовою попелицею і випускають на них імаго афідимізи. Хижак накопичується на цих рослинах, а за появи попелиць на основній культурі поширюється у теплиці.

Головною ланкою всіх наведених способів розведення афідимізи є отримання достатньої для живлення личинок хижака кількості попелиць, яких розмножують на вегетуючих рослинах. Вибираючи кормову рослину, потрібно мати на увазі, що вона має не тільки забезпечувати розведення на ній попелиць, а й бути відповідним субстратом для одержання яєць хижака.

Способи розведення афідимізи, об'єднані в першу групу, хоча і потребують більших зусиль, але більш продуктивні, бо забезпечують значно вищий вихід біоматеріалу.

Садковий метод розведення хижої галиці, в свою чергу, можна розподілити:

1. За способом одержання яєць від самиць:

а) заміна рослин у садках проводиться разом із заміною хижака — самиці протягом двох-трьох діб відкладають яйця на одні

рослини, потім замінюють рослини і вносять нову партію імаго галиці;

б) рослини в садках замінюють щоденно, не замінюючи самиць афідимізи, а періодично поповнюють їх кількість, підтримуючи цим високий репродуктивний потенціал.

2. За способом відгодівлі личинок галиці та збору коконів:

а) личинки галиці живляться попелицею на вегетуючих рослинах протягом всього періоду їх розвитку. Збирання коконів проводять нахилиючи рослини над субстратом (пісок);

б) личинки хижака молодшого віку живляться спочатку на вегетуючих рослинах, потім рослини разом з личинками галиці і попелицею зрізують і складають у спеціальні посудини, на дні яких зволожений пісок.

Щодо виду попелиці, яка використовується як живитель для личинок хижака і виду рослин, на яких розмножують попелиць, то найбільш зручними є звичайна злакова попелиця на проростках пшениці та бобова попелиця на проростках кормових бобів.

Залежно від виду попелиці, на якому розмножують галицю, розроблено дві технології розведення хижака. Обидві технології мають свої переваги і недоліки відносно одна до одної. Для масового розведення галиці афідимізи необхідно мати два добре ізольованих приміщення: одне — для накопичення попелиць, друге — для одержання галиці (співвідношення площ приміщень 4:1). Загальна площа приміщень має становити 100 м на кожні 10 га теплиць, в яких планується застосовувати афідимізу.

Весь процес лабораторного розведення афідимізи поділяється на такі етапи: розведення попелиць, одержання яєць афідимізи, відгодівля личинок і збирання коконів.

Розведення галиці афідимізи на злаковій попелиці

Розведення попелиці. Рослини пшениці вирощують у кюветі розміром 30х50х3 см. Як субстрат для одержання проростків можна використовувати торф, пісок, тирсу або звичайний ґрунт. Для одержання дружних сходів краще висівати завчасно пророщене насіння. Для засівання кювет загальною площею 1 м потрібно мати 1,0–1,5 кг сухого насіння пшениці.

У разі сівки сухого насіння сходи з'являються через п'ять, замоченого у воді — через чотири, а пророщеного — через дві доби. Після посіву насіння слід постійно підтримувати оптимальну вологість субстрату. Через дві доби після появи сходів (висота 4–5 см) рослини заселяють попелицею з розрахунку 20–25 г на 1 м². Кювети з рослинами, заселеними попелицею, розміщують на багатоярусних стелажах з обов'язковим освітленням рослин люмінесцентними лампами ЛБ (ЛД) — 40. Температура в приміщенні має бути в

межах +20–27 °С, вологість повітря не вище 90 %, термін фотоперіоду 16–18 годин.

Через 8–10 діб починають збирати попелицю. У цей час комахи перестають розмножуватися, активно пересуваються і скупчуються на вершинах рослин, їх легко можна струсити рукою або за допомогою рідкого металевого гребінця з довгими зубчиками. Для струшування попелиць кювети з рослинами нахилиють під гострим кутом над поліетиленовою плівкою і проводять рукою (гребінцем) по листках рослин. За один раз можна зібрати близько 50 г попелиці. Через дві-три доби операцію повторюють. Загальний вихід попелиць з 1 м² становить близько 150 г. Зібраних попелиць використовують для заселення нових рослин і годівлі личинок афідимізи. Попелицю можна зберігати в чашках Петрі в холодильнику за температури +2–5 °С до п'яти днів.

Одержання яєць галиці афідимізи. Для одержання яєць хижої галиці афідимізи необхідні садки, які являють собою каркас з дерев'яних рейок, обтягнутий поліетиленовою плівкою (розміром 40х40х40 см). У передній стінці мають бути дверцята або вшитий рукав із капронової сітки. У садок вносять 2 тис. коконів хижої галиці. Перед початком льоту мух у садок кладуть шматок поролонової губки, змочений 15 %-м цукровим сиропом, і рослини пшениці з попелицею, які слугують субстратом для відкладання яєць самцями хижака. Рослини мають бути заввишки 6–10 см і бути заселеними попелицею — 30–50 особин на рослину. Рослини беруть із кювети, приблизно 50–60 проростків, розміщують їх разом із субстратом, на якому вони ростуть, у чашку Петрі і ставлять у садок з афідимізою.

Самиці галиці протягом доби на рослини з попелицею інтенсивно відкладають яйця. Ці рослини забирають із садка, а на їх місце ставлять нові і так щоденно. Для підтримання високої сумарної плодючості самиць хижака потрібно кожні чотири–п'ять діб у садок додавати нову партію коконів афідимізи.

Виводівля личинок афідимізи і збирання коконів. Рослини з відкладеними на них яйцями галиці розподіляють рівномірно по кюветі з п'яти–шестиденними проростками пшениці, заселеними попелицею, і розміщують на стелаж. Через дві–три доби з яєць відроджуються личинки і починають живитися попелицею. На четверту добу після відродження личинок кювети з ними переносять до спеціального садка для збирання коконів. Бокові стінки садка зашиті металевим листом або поліетиленовою плівкою. Перед встановленням кювети з личинками в садок потрібно на кожну кювету внести по 7–10 г попелиці, рівномірно розподіливши її по всій площі кювети. Через два–три дні личинки галиці закінчують розвиток і

падають у пісок в кюветі на дні садка, і через деякий час утворюють кокон.

Для відокремлення коконів пісок з кювети відкидають на сито з отворами 1,5х1,5 мм. Пісок просипається через отвори, а кокони залишаються в ситі. За виконання всіх умов технологічного циклу з однієї кювети можна одержати близько 8 тис. коконів галиці афідимізи.

Розведення галиці афідимізи на бобовій попелиці

Розведення попелиці. Бобова попелиця, як живитель для личинок хижої галиці афідимізи, має переваги порівняно із звичайною злаковою попелицею. Головною перевагою є те, що плодючість самиць, одержаних з личинок, які живилися бобовою попелицею, значно вища. Бобова попелиця має більші розміри тіла, легше струшується з рослин. Цей вид попелиці краще за все розмножується в лабораторних умовах на проростках кормових бобів. Боби вирощують у дерев'яних або пластмасових ящиках розміром 45х25х10 см і поліетиленових горщиках діаметром 7 см, заввишки 10 см. Найкращий субстрат для бобів — торфоперегнійна суміш.

Насіння бобів завчасно намочують протягом доби в 0,05 %-му розчині марганцевокислого калію. Посів проводять на глибину 1–1,5 см. На один ящик висівають одну склянку сухого або дві склянки замоченого насіння, близько 350 насінин. В один ящик висівають 25 насінин. Оптимальні умови для сходів бобів температура +25 °С, відносна вологість повітря 75 %.

Сходи з'являються через п'ять–шість діб. На другий день після появи сходів, коли висота проростків буде близько 2 см, їх заселяють бобовою попелицею з розрахунку три–п'ять комах на одну рослину, або близько 1000 особин на один ящик і 60–80 на горщик. Рослини з попелицею розміщують на стелажах з обов'язковим додатковим освітленням люмінесцентними лампами.

У приміщенні підтримують температуру вдень +25 °С і вночі +17–18°С, відносну вологість повітря 75–85 %, тривалість світлового дня 16–18 год. Через дві–три доби на кожному проростку накопичується по 30–40 особин попелиці.

Одержання яєць афідимізи. Для одержання яєць галиці використовують такі самі садки, як і за розмноження хижака на злаковій попелиці. У садок вміщують 1,5–2 тис. коконів галиці і після вильоту перших мух дають підгодівлю у вигляді 15 % -го цукрового сиропу, і в садок ставлять три горщики з проросткам бобів з попелицею (всього десь 60 рослин і близько 2 тис. особин попелиці). Протягом доби самиці галиці відкладають яйця на рослини в колонії попелиці. Щодоби рослини в садках замінюють і кожні чотири–п'ять діб у садок додають нову партію коконів і корм для імаго галиці.

Відгодівля личинок афідимізи і збирання коконів. Горщики з рослинами, на яких знаходяться яйця галиці, на дві-три доби (до повного відродження личинок хижака) розміщують на стелажі в приміщенні, де підтримуються оптимальні для хижака гідротермічні умови. Після відродження личинок афідимізи рослини бобів зрізають і кладуть у пластмасові (або інші) тази. На дно насипають просіяний вологий пісок шаром 3 см (пісок завчасно стерилізують шляхом прожарювання в термостаті протягом 2 годин за температури +150 °С).

Личинок щоденно підживляють, підкладаючи в тази рослини бобів з попелищами, які зрізують у ящиках. У кожний кладуть близько 200 рослин.

Через сім-вісім діб личинки закінчують розвиток і в піску заляльковуються. Після утворення личинками коконів з тази прибирають рослинні рештки, пісок висипають у сито і відсівають кокони галиці від піску. Краще просіювати пісок послідовно через кілька сит з отворами діаметром 3,0; 1,5; 1,0 мм. На ситі з отворами 3 мм після просіювання затримуються дрібні рослинні рештки і грудочки піску, на ситі з отворами 1,5 мм — нормально розвинуті кокони галиці і на ситі 1 мм — деяка кількість не залялькованих личинок галиці, яких висипають у тази з личинками хижака. З одного таза таким способом отримуємо близько 5 тис. коконів галиці афідимізи.

Зберігання коконів галиці афідимізи

Довготривале зберігання. Галицю афідимізу краще всього зберігати у фазі діапаузуоучої личинки. У стан діапаузи личинки старшого віку (другий-третій день після вилуплювання з яєць) входять під дією відносно низьких температур (+18–20 °С) і короткого фотоперіоду (12–14 год.). Діапаузуючих личинок у коконах (стадія передлялечки) розміщують у вологий пісок і зберігають за температури +4...+5 °С і відносної вологості повітря 80–90 %. Мінімальний термін зберігання діапаузуючих личинок — 40 діб. У такому стані афідимізу можна зберігати протягом 12 місяців, однак за збільшення терміну зберігання живучість хижака зменшується. Термін вильоту дорослих комах із коконів після закінчення діапаузи значно довший, ніж із звичайних коконів.

Короткотривале зберігання. Личинок, які закінчили живлення і утворили кокон, відділяють від сухого піску за допомогою сита і розміщують у вологий стерильний пісок. У такому стані їх зберігають за температури +4...+5 °С протягом 45 діб. За такого способу зберігання відроджується до 80 % імаго афідимізи.

Застосування галиці афідимізи. Важливими умовами успішного застосування галиці афідимізи у боротьбі з попелищами є: своєчасне виявлення перших вогнищ шкідника й досить висока (не

менш 701 %) відносна вологість повітря в теплицях. Застосовувати афідофага найкраще у фазі кокона, розміщуючи їх поблизу виявлених колоній попелиць, урахувуючи, що галиця ефективна в радіусі 60 м від місця випуску. Застосовують кокони, з яких починають вилітати мухи. Кокони розміщують у паперові або пластмасові баночки об'ємом близько 100 мл, які зверху накривають поліетиленовою плівкою, але так, щоб мухи мали змогу вилетіти з баночки. У кожную баночку насипають по 2–5 тис. коконів хижака, і підвішують їх на рослини, рівномірно розміщуючи у теплиці. Колонізацію хижака проводять щотижня, доки співвідношення личинок галиці та попелиць в колоніях на рослинах не досягне 1:5. За період вегетації рослин загальна норма застосування галиці становить від 100 до 500 тис. коконів на 1 га. За своєчасного виявлення перших вогнищ і випуску афідимізи зазвичай вдається контролювати розмноження шкідника й утримувати його чисельність на низькому рівні за норми хижака 500 тис. особин на 1 га за сезон, навіть у разі занесення значної кількості попелиць із відкритого ґрунту.

Інтенсивність використання галиць можна підвищити за рахунок відлову й перерозподілу імаго, що нагромадилися в теплицях після пригнічення розмноження великих вогнищ попелиць.

Досить уздовж стін теплиці, де розташовані вогнища галиць, поставити на ніч підняті догори дном з одного боку на кілочках фарнерні посилкові ящики — у них накопичуються тисячі дорослих хижаків. Ранком ящики перевертають, закривають склом і переносять у теплицю, де потрібен випуск.

Імаго галиці дуже чутливі до низької вологості повітря в теплиці і до пестицидів. Тому в період вильоту імаго із коконів слід утримуватися від застосування будь-яких хімічних засобів і бажано підтримувати в теплиці високу вологість повітря.

6.2.5. Біологічні, морфологічні особливості фітосейулюса та технологія його розведення

Фітосейулюс — *Phytoseiulus persimilis* Ath.-Henr. (родина фітосейїди — Phytoseidae, ряд паразитоїдні кліщі — Parasitiformes). Це спеціалізований хижак звичайного павутинного кліща.

Морфологія. Розмір тіла акарифага становить близько 0,5 мм. Забарвлення тіла варіює від помаранчево-червоного до темно-червоного, інколи вишневого кольору. Яйця овальні, молочно-білого кольору з жовтувато-помаранчевим відтінком, розміром 0,18 та 0,21 мм. Вони добре відрізняються від дрібніших (0,14 мм) і кулястих яєць павутинного кліща. Личинка 1-го віку шестинога жовтувато-жовтогарячого забарвлення, 0,17–0,20 мм. Німфа 1-го віку

(протонімфа) — червоно-оранжева з чотирма парами ніг. Німфа 2-го віку (дейтонімфа) — більш темного забарвлення, сперматека відсутня.

Біологія. Самиця акарифага відкладає від 2 до 6 яєць протягом однієї доби, а за життєвий цикл 100 яєць. Тривалість життя акарифага 20–25 днів. Співвідношення статей зазвичай 1:4 на користь жіночих особин. Самиця відкладає яйця на нижній бік листка. Яйця акарифага вимогливіші до гідротермічним умов, ніж личинки, німфи і дорослі особини. За низької вологості (25–30 %) гинуть яйця хижака, розвиток припиняється за зниження температури до 7 °С.

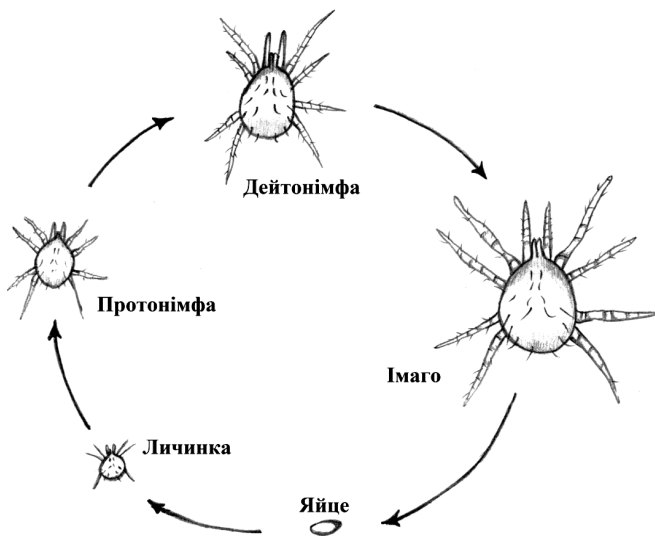


Рис. 28. Цикл розвитку фітосейулюса

За харчовою спеціалізацією фітосейулюс є типовим олігофагом. Він живиться представниками родини павутинних кліщів (звичайний, садовий павутинний, глодовий та ін.). Жертва висмоктується повністю. Фітосейулюс може живитися кліщами як в активних фазах їх розвитку, так і їхніми яйцями. Самиці фітосейулюса знищують щодня до 30 яєць або до 25 особин шкідника пізніших фаз його розвитку. Краще живляться свіжовідкладеними яйцями жертви. За живлення діпазуючими самицями павутинного кліща хижак за добу знищує 4–5 самиць шкідника, проте при цьому у акарифага знижується плодючість. Без корму самиці хижака гинуть через чотири доби. Дорослі хижаки за надлишку жертви зни-

щують переважно дорослих шкідників і великих німф, залишаючи деяку частину німф, личинок і яєць для живлення личинок власного потомства. Знищивши основну частину колонії шкідника, дорослі кліщі мігрують на інші заселені павутинними кліщами листки, де знову відкладають яйця і продовжують свій розвиток. Німфи акарифага практично повністю ліквідують залишки колонії шкідника і також переходять на інші листки у пошуках корму. Фітосейулюс є агресивним хижаком, який значною мірою пристосований до проживання в дуже «запавутинених» колоніях тетраніхових кліщів. Канібалізм у фітосейулюса майже не виражений. Життєвий цикл фітосейулюса проходить на зелених частинах рослин, заражених павутинними кліщами. За відсутності шкідника хижак здатний віднайти і знищити діпазуючих самиць кліща в місцях їх згущення на зимівлю.

Спаровування починається після останньої линьки. Запліднені самиці відкладають яйця серед колоній шкідника, прикріплюючи їх до тенет павутини або безпосередньо до поверхні листка. Яйця хижака легко відрізняються від яєць павутинного кліща овальною формою. На його розвиток великий вплив має температура та оптимальна температура повітря.

Фітосейулюс — гірофільний вид, тому на його розвиток, ненажерливість і плодючість впливає рівень відносної вологості повітря. Так, за 50 % яйця хижака висихають, за 60 % — розвиток яєць можливий лише за високої температури. Молоді та дорослі кліщі більш стійкі до пониженої вологості і нормально розвиваються за 60 %. За відносної вологості повітря 25–35 %, незалежно від температури, фітосейулюс розвиватися не може. Для розвитку акарифага найбільш сприятлива температура 25–26 °С та відносна вологість повітря 70–80 %. Висока ненажерливість фітосейулюса повною мірою проявляється в оптимальному режимі і залежить від відносної вологості повітря: за її підвищення кількість спожитого корму зменшується. Так, за температури 25 °С і вологості 50–70 % одна самиця знищує щодобово 21–23 особин павутинного кліща в різних фазах його розвитку. За тієї самої температури, але вологості повітря 98 % хижак знищує дві особини жертви.

Плодючість самиць хижого кліща залежить від кількох факторів. Із зниженням вологості зменшується кількість відкладених яєць. За температури 25 °С і відносної вологості повітря 30, 50, 70–98 % добова плодючість фітосейулюса дорівнює 0,8, 1,3 та 4,3 яйця.

На репродуктивну здатність хижака також впливає якість корму. Висока швидкість живлення та репродукції хижака спостерігається за виживання видів роду *Tetranychus*. Біологічні параметри фітосейулюса, за інших умов (температура, вологість), значною мі-

рою залежить від виду кормової рослини, на якій відбувається живлення павутинного кліща, наприклад на сої, плодючість у середньому становить 69,1 яйця, троянді — 59,6, хризантемі — 45,1 і на гвоздиці — 32,5 яйця.

З практичного погляду найбільшу цікавість представляє темп росту популяції хижака на різних рослинах-господарях. Установлено, що у разі живлення павутинним кліщем на сої популяція фітосейулюса зростає на 10-й день у 28 разів.

Будучи спеціалізованим хижаким павутинних кліщів, фітосейулюс не може тривалий час зберігатися на рослинах, вільних від його жертви, і скоро (через 3–4 доби) гине.

У промислових умовах, коли виникають нові вогнища павутинного кліща, необхідно весь час розводити фітосейулюса в масовій кількості протягом всього вегетаційного періоду.

Технологія розведення фітосейулюса

Для розмноження фітосейулюса спочатку розводять павутинного кліща на посівах сої, квасолі, кормових бобів, кукурудзи або огірків. Попередньо в теплиці вирощують рослини до появи трьох–п'яти листків. Потім їх заселяють павутинними кліщами з розрахунку 40–50 особин на одну рослину. Протягом цього періоду в теплиці потрібно підтримувати температуру +25–30 °С і відносну вологість повітря 35–55 %. Доцільно розводити павутинних кліщів у ізовланих приміщеннях. Це пов'язано з необхідністю періодичних змін вологості середовища під час розведення павутинних кліщів, а також захисту їх від передчасного знищення хижаким. Заселення рослин фітосейулюсом проводять через 10 діб з розрахунку близько 10 самиць і німф на одну рослину. Збирати фітосейулюса слід за досягнення кількісного співвідношення хижака і жертви 1:1, що звичайно настає через 15–20 діб після заселення рослин хижаким.

Весь цикл розведення, починаючи від сівки сої до збирання фітосейулюса, триває 45–50 діб, при цьому на 1 м² посівів нагромаджується до 36 тис. і більше імаго та німф хижака. Тому для розведення фітосейулюса достатньо використати 0,5 % площі, зайнятої культурою, яка захищатиметься. Починають розмножувати фітосейулюса за 40–50 діб до висаджування розсади огірків у ґрунт, а розселяють за появи первинних вогнищ павутинного кліща.

У разі використання вищенаведеного способу розведення фітосейулюса часто виникають труднощі, які значною мірою негативно впливають на продуктивність роботи біолабораторії. Це пов'язано з тим, що оптимальні гіротермічні режими для фітосейулюса і його жертви суттєво відрізняються між собою. Оптимальними умовами для розвитку фітосейулюса є температура +25–30 °С і відносна вологість повітря вище 70 %, а оптимальні умови

для павутинного кліща — температура +27–29 °С і відносна вологість повітря 35–55 %. За загальноприйнятою технологією виробництва в лабораторній теплиці підтримується «середній» гіротермічний режим — температура +27–30 °С і відносна вологість повітря 50–60 %. За таких умов розмноження вихід хижака з одиниці площі теплиці значно нижче біологічно можливого, що доводиться компенсувати збільшенням площі теплиці. Це в кінцевому підсумку, призводить до підвищення собівартості овочевої продукції.

У теплиці, де проводиться розмноження кліщів, підтримується оптимальний для павутинного кліща гіротермічний режим (температура +27–30 °С, відносна вологість повітря 45–55 %), а з метою створення сприятливих умов для розвитку фітосейулюса над ділянкою з кормовими рослинами, які заселені павутинним кліщем, після випуску на них фітосейулюса, встановлюється на металевому каркасі плівкове укриття заввишки 60 см. Під укриттям через 1,5–2 години вологість досягає 75–80 %, а температура повітря +29–30 °С. Такий гіротермічний режим відповідає оптимальним умовам розвитку фітосейулюса. Це вдосконалення технології лабораторного розведення фітосейулюса забезпечує підтримання оптимальних гіротермічних режимів для розвитку як павутинного кліща, так і для його хижака — фітосейулюса. Вихід хижака з одиниці площі теплиці при цьому збільшується у три — чотири рази порівняно із загальноприйнятою технологією.

Запропоновано ще один спосіб розведення фітосейулюса на зрізаних рослинах з павутинним кліщем у спеціальному садку-віварію. Розводять хижака таким чином.

Спочатку вирощують кормову рослину для павутинного кліща (сою). За такого способу розведення соя сприяє більшому накопиченню шкідника і створює кращі умови для аерації садка, зберігає кормову придатність протягом семи діб. Необхідне освітлення у зимовий період забезпечується лампами ДРЛФ — ТЛЕ 400. Густота висіву сої має бути 300–400 рослин на 1 м².

Через 15–20 діб кормові рослини (фаза трьох-чотирьох справжніх листків) заселяють павутинним кліщем з розрахунку 40–50 особин на рослину.

Накопичення павутинного кліща на рослинах сої триває до появи на листках чітко помітної мармуровості (через 10–15 діб після заселення живителем). Для живлення фітосейулюса зрізують рослини, на яких пошкодженість листків займає 70–80 % поверхні. Ділянки, виділені для розведення павутинного кліща, через 30–35 діб можуть знову використовуватися для вирощування сої.

Розведення фітосейулюса здійснюється у прямокутному садку, виготовленому з прозорого матеріалу (оргскло), з дном і кону-

соподібним дахом. Останній закінчується горловиною з перехідником. Перехідник відповідає розмірам горловини садка-приймача, який являє собою скляні банки місткістю 0,5–3 л. У стінках садка є два отвори, через які здійснюється завантаження та видалення рослин. Ці отвори щільно закриваються кришками. П'ять отворів діаметром 20 см, затягнуті капроною сіткою (№55), забезпечують аерацію садка. Площа для вентиляції має становити 15–20 % від загальної площі стін садка. У середині він поділений на дві однакові частини перегородкою, яка має в центрі отвір діаметром 14 см і багато отворів діаметром 1 см на всій поверхні (рис. 29). Дно садка має чотири ніжки заввишки 5 см. Розміри садка 30x30x60 см. Під час розведення садок установлюють у піддон з водою, отвори закривають кришками, горловину щільною тканиною. У приміщенні, де знаходиться садок, підтримують температуру +26–28 °С і відносну вологість повітря 40–60 %.

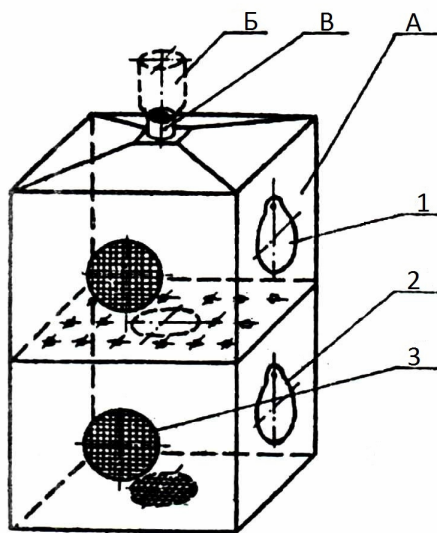


Рис. 29. Пристрій для розведення фітосейюса
(за Поповим та ін., 1989):

- 1 — завантажувальний отвір; 2 — вивантажувальний отвір; 3 — отвір для аерації; А — бокс; Б — садок-приймач; В — перехідник

Зрізані під корінь рослини сої з павутинним кліщем переносять у приміщення для розведення хижака і через завантажувальний отвір заповнюють 1/3 об'єму верхньої частини садка. Рослини розкладають рівномірно, фітосейюса розселяють з розрахунку

1000 дорослих особин на садок. Для живлення хижака кожні дві доби вносять нові рослини з такою ж кількістю павутинного кліща. Через п'ять діб після початку розведення фітосейулюса рослинні рештки перерозподіляють. Для цього відкривають вивантажувальний люк і переносять у нижню частину садка вперше закладені рослини. Таким же чином діють перед кожною наступною «годівлею» акарифага. Рослинні рештки з нижньої камери садка видаляють кожні дві–три доби, коли личинки фітосейулюса, що відродилися з яєць, перейдуть на рослини з жертвою у верхню частину садка. Цикл розведення фітосейулюса в садку триває 14 діб. За цей період його чисельність збільшується у 30–40 разів.

Збір фітосейулюса. За дві–три доби до збору корму хижаку не дають. Хижак, якщо співвідношення його і жертви наближається до 1:1, залишає рослини і мігрує догори. Щільну тканину знімають і в отворі розміщують садок–приймальник (банку горловиною донизу). Для запобігання розповзанню акарифага щілину між банкою і стінкою приймача заклеюють лейкопластиром. У горловині банки за її діаметром установлюють лійку з щільного паперу, вузьким отвором донизу. У разі накопичення фітосейулюса в садку–приймальнику (стінки банки суцільно вкриті кліщами) його замінюють іншим (чотири–п'ять разів), до повного збору кліща. У кожен банку потім засипають 50–100 см³ сипучого субстрату (висівки). Круговими рухами перемішують субстрат і збирають кліща із стінок банки. Уміст усіх банок зсипають в одну посудину і доводять обсяг до 1 л. З отриманої суміші відбирають три–чотири проби по 1 см³ і підраховують кількість фітосейулюса в кожній. Для цього висипають кожен пробу на білий папір і підраховують.

6.2.6. Біологічні, морфологічні особливості золотоочок та технологія їх розведення

Найбільше поширена золотоочка звичайна — *Chrysopa carnea* Steph., родина золотоочки (*Chrysopidae*), ряд сітчастокрилі (Neuroptera). В європейській частині налічується понад 10 видів золотоочок, серед яких найбільш поширені *Ch.perla*.L., *Ch. formosa* Br., *Ch. ventalis* Curt.

Морфологія. Доросла особина зеленого кольору з жовтуватою смужкою на спинній частині тіла від голови до черевця. Розмір тіла 20–30 мм. Вусики довгі, очі світло-золотистого кольору. Крила прозорі, їх розмах 23–30 мм. Ноги блідо-зелені, лапки коричневі. Личинки веретеноподібні, дещо плескуваті, з довгими гострими щелепами, сірі чи коричневі. У міру росту їх розмір становить від 1 мм

до 6–8 мм. Відкладені яйця наче стоять на високих тонких стебельцях-ніжках (рис. 30).

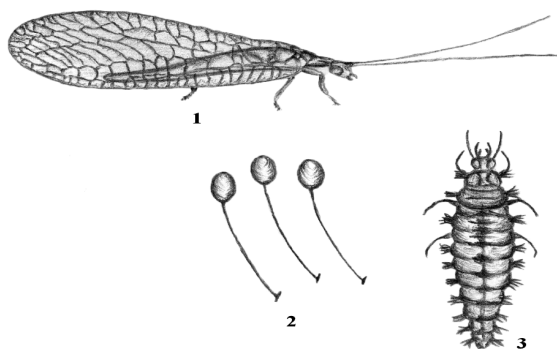


Рис. 30. Золотоочка:

1 — імаго, 2 — яйця, 3 — личинка

Біологія. У природі має 2–3 покоління в рік. Яйця відкладає серед колоній тих попелиць, яких найбільш охоче поїдають личинки золотоочок. Крім того, вони можуть живитися яйцями інших комах, зокрема колорадського жука, листоблішками, різними дрібними личинками комах і кліщами. Дорослі комахи живляться пилком квіток, деякі види хижі.

Існує кореляційна залежність між температурою і строками розвитку преімагінальних фаз золотоочки. У міру підвищення температури від 20 до 35 °С тривалість розвитку зменшується. Весь цикл розвитку від яйця до імаго за 20 °С триває 35 діб, 25 °С — 21,8 доби, 30 °С — 17 діб, а за 35 °С — 15,5 доби.

Різні фази розвитку золотоочки протягом всього циклу розвитку характеризуються різною пластичністю відносно температури і вологості повітря. Найменшу зону оптимуму мають лялечки першого віку, повноцінний розвиток яких відбувається за температури 25 °С і відносній вологості повітря 80 %. Яйця, личинки другого-третього віку і передлялечки значно менш вибагливі і можуть бути визнані евритермними і евригумідними. На цих етапах онтогенезу високе виживання золотоочки відмічається в широкому діапазоні температур 20–30 °С і відносній вологості повітря 20–80 %.

На фазі імаго золотоочка відрізняється яскраво вираженою гігрофільністю. Зміна рівня вологості від 80 до 50 % у всіх температурних режимах призводить до зменшення тривалості життя самиць і значного зниження плодючості: від 222 до 48 яєць в середньому на

одну самицю за 20 °С, від 140 до 32 яєць за 25 °С, від 102 до 58 яєць за 30 °С. Оптимальні умови для імаго золотоочки знаходяться у зоні помірної температури 20 °С і підвищеної вологості повітря 80 %.

Технологія масового розведення золотоочок

Відмічаючи поліфагію личинок золотоочки, слід зазначити, що не всі комахи є рівноцінним джерелом живлення для хижака. Про це свідчать зміни строків розвитку, плодючості та життєздатності золотоочки за живлення різними видами. Так, у США розроблений метод розведення золотоочки, заснований на вигодовуванні личинок яйцями і гусінню картопляної молі. Але для нашої країни цей метод неприйнятний, оскільки картопляна міль є небезпечним карантинним шкідником.

Існують методи розведення золотоочки на яйцях зернової молі, на попелиці і штучних дієтах.

Розведення золотоочок на яйцях зернової молі. Вивчаючи придатність яєць зернової молі для вирощування золотоочок, проводили дослідження і порівняння з вирощуванням на попелиці *Rhopalosiphoninus latisiphon*. Вигодовування лабораторної популяції золотоочки яйцями зернової молі не спричинило до істотних змін строків розвитку, маси коконів і плодючості у хижаків, тому яйця зернової молі є повноцінним джерелом живлення для личинок золотоочки.

Для розведення хижака можуть використовуватися як щойно відкладені яйця зернової молі, так і ті, що втратили життєздатність як результат тривалого зберігання (1–3 місяці) в умовах зниженої температури 1–4 °С, та яйця, в яких вже почався розвиток гусені. Додавання до яєць зернової молі меду сприяє отриманню більших і однорідних за масою коконів. Але у разі ведення культури ентомофага в яйцях, які довго зберігалися, спостерігається погіршення якості вихідного біоматеріалу: знижується виживання личинок, зменшується маса коконів і відсоток виходу імаго.

Практичний інтерес являє собою зберігання яєць зернової молі, що використовуються в трихограмному виробництві. Найкращі умови за тривалого зберігання яєць зернової молі є їх консервація у рідкому азоті, що подовжує період зберігання їх до семи місяців, зберігаючи якість біоматеріалу. Такий спосіб може використовуватися за цілорічного ведення культури золотоочки в періоди, коли корму немає у зв'язку з циклічною роботою біофабрик. За безперервного надходження корму можливе короткочасне зберігання біоматеріалу (1–3 місяці) у холодильнику. При цьому слід дотримуватися гіротермічного режиму, підтримуючи вологість 80 %, температуру 4 °С.

Виховання личинок. В основу методики індивідуально-колективного виховування личинок покладено використання комірчастих садків і триразове внесення корму (яєць зернової молі).

Багато дослідників спостерігали канібалізм личинок золотоочки. Встановлено, що зі збільшенням щільності личинок (навіть в умовах надлишкового корму) проявлення канібалізму збільшується. Так, за індивідуального утримання розвиток закінчило 92 % особин, а за щільності 5; 20–100 та 200–500 особин на садок — 70 %; 40–50 та 22–24 % відповідно. Канібалізм призводить до значного зниження виходу коконів, а відповідно і до зайвих витрат корму, обмежуючи тим самим можливість групового утримання личинок. Для подолання цієї небажаної біологічної особливості золотоочки використовують садки з паперовими вкладками типу бджолиних сот, що забезпечує індивідуально колективне вигодовування личинок. Використання таких вкладок дозволяє отримати з садків одного і того самого об'єму і за однакової вихідної чисельності вдвічі більше коконів, ніж без них. При цьому витрати на живлення на кожний отриманий кокон також зменшується вдвічі.

Режими годування. Норми годування личинок золотоочки визначають на основі даних про їх індивідуальну ненажерливість за оптимальних гіротермічних умов. У міру розвитку ненажерливість личинок суттєво змінюється. За експериментальними даними, личинки золотоочки у першому-другому і третьому віці висмоктують у середньому 29, 89 і 878 яєць молі відповідно. Личинки, які розвиваються в самиць, більш ненажерливі, ніж личинки, які перетворюються у самців. Норми вигодовування вираховують за максимальною ненажерливістю личинок-самиць. Кількість корму становить 20–30 мг на одну особину до залялькування.

Зміну корму найкраще всього проводити в період активного живлення личинок, оминаючи моменти линяння і переддняльного спокою. Передбачається триразове годування личинок золотоочки у комірчастих садках: перше годування — одночасно з розсіюванням у комірки тридобових яєць хижака; друге — через п'ять діб після першого; третє годування — через три дні після другого; норми 0,8 мг; 5,6 та 6,4 мг яєць молі на садок (400 комірок) відповідно.

Методика утримання імаго золотоочки. Більшість видів імаго золотоочки не живляться тваринною їжею. У природних умовах дорослі комахи живляться пилом різних квітучих рослин, солодким ексудатом листків і плодів, а також медвяними виділеннями попилиць і червців.

Вуглеводне живлення може лише підтримати існування імаго, а для дозрівання статевої продукції необхідні білки. Як замітники природних джерел білкової їжі використовуються білкові препарати на основі автолізатів та гідролізатів пивних дріжджів.

Автолізат пивних дріжджів за поживністю перевищує гідролізат. Підвищення концентрації автолізату від 20 до 40 % сприяє іс-

тотному збільшенню плодючості самиць золотоочки (в середньому на 54 %). Впливає на плодючість самиць також і спосіб годування. Комахи, які отримують білкове і вуглеводне живлення у вигляді крапель, що чергуються, відкладають на 37–39 % більше яєць, ніж за живлення сумішами тих самих компонентів. Протягом перших 4–5 діб життя імаго більше потрібні вуглеводи, тому білки вводять до раціону, починаючи з 5–6-ї доби їхнього життя. Можлива заміна меду 70 %-м розчином сахарози або цукру. Але найкращі результати за вигодовування комах медом і 40 %-м автолізатом пивних дріжджів за роздільного нанесення обох компонентів на стінки садка у вигляді рядів крапель, які чергуються.

Оптимальна чисельність імаго у садках для відкладання яєць. Збільшення рівня чисельності дорослих особин у садках є раціональним лише до певного рівня.

Дорослих комах розміщують у стандартних садках (30x10 см), за співвідношення самиць і самців 1:1, за оптимальної чисельності — 200 особин на садок (без урахування статі) і щоденної підгодівлі.

Надмірна кількість (500–600 комах на садок) призводить до істотного зменшення кількості яєць, які отримують від однієї самиці. Крім того, з підвищенням щільності збільшується кількість незапліднених яєць. З іншого боку, за надмірного зниження рівня чисельності (менше 200 комах на садок) потрібне невинправдане збільшення кількості садків, площі і різке затрати праці.

Співвідношення статі і плодючість самиць. Співвідношення статі не має достовірного впливу на плодючість самиць, тому немає потреби визначення статі комах і дозволяється розміщувати в садки кокони з лялечками без будь-якого сортування, враховуючи лише потребу створення оптимальної популяційної щільності.

Зберігання золотоочки звичайної. Досвід практичного використання золотоочки показує, що найбільш зручною стадією за масових випусків цього хижака у вогнища шкідника є стадія яйця. Як стадія розвитку, на якій можливо тривале зберігання, було вибрано дорослу комаху. Можливе зберігання передлялечок і лялечок у коконах, оскільки на цих стадіях різні маніпуляції над комахами порівняно прості.

Зберігання яєць. Відомо, що чутливість яєць різних видів комах до низьких температур змінюється у процесі ембріогенезу. У літературі є дані, що низькі температури за тривалого, а в деяких випадках і короткочасного впливу на яйця комах помітно знижують життєздатність личинок, що відроджуються.

На виживання яєць золотоочки найбільший вплив протягом усього періоду зберігання має ступінь ембріонального розвитку (вік яєць). Від цього фактора ще більше залежить життєздатність личинок. Значення температури і вологості збільшується зі збільшенням

періоду зберігання. Придатність конкретних умов для зберігання яєць золотоочки не може бути встановлена шляхом визначення лише їх виживання. Для більш повного об'єктивного оцінювання найважливішим показником є життєздатність личинок, що відродилися. Для короткочасного зберігання з метою накопичення біоматеріалу перед випуском у природу найбільш придатні яйця хижака:

1. За необхідності зберігання біоматеріалу протягом одного тижня можливо зберігати одно-, дво- та триденні яйця за температури $+4-8^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості 50–90 %; за таких умов, з яєць відроджується до 75 % життєздатних личинок.

2. За потреби зберігання біоматеріалу протягом двох тижнів на зберігання закладають лише одно та дводенні яйця за температури $+8^{\circ}\text{C}$ і вологості 70–90 %. Дотримуючись цих умов з одnodенних яєць можна отримати 47–50 % життєздатних личинок, з дводенних — 34–42 %.

3. Протягом трьох тижнів доцільно зберігати лише одnodенні яйця за 8°C і вологості 90 %, при цьому вихід життєздатних личинок досягає 40 %.

Зберігання яєць понад три тижні не має практичного значення.

Зберігання передлялечок і лялечок у коконі. Фази передлялечки і лялечки мало придатні для зберігання. У разі виживання близько 50 % передлялечки в коконах зберігаються не більше двох тижнів (температура 4°C та вологість 50 %). Лялечки в коконах за цих самих умов зберігаються близько чотирьох тижнів.

Зберігання дорослих комах. Для тривалого зберігання в осінньо-зимовий період придатні лише дорослі комахи. Найбільш сприятлива температура 4°C і вологість 70–90 %, що забезпечує зберігання 85–90 % самиць протягом 25 тижнів. У комах після зберігання тривалість активного життя, а відповідно і плодючість, зменшується відповідно вдвічі.

Період найбільш рентабельного утримання імаго і збору яєць становить перші дев'ять тижнів відкладання яєць. За цей час самиці відкладають основну масу найбільш життєздатних яєць — понад 90 %.

Схема технологічного процесу масового розведення золотоочки. В основу цієї схеми покладено виробничі цикли, які повторюються, тривалістю 13 тижнів кожний. Ці цикли складаються з двох головних етапів:

I. Інкубація яєць і виховання личинок до заляльковування і вильоту імаго — 4 тижні.

II. Виховання дорослих комах і збір яєць — 9 тижнів.

Результати напіввиробничих досліджень безперервного процесу масового розведення золотоочки дозволяють вважати, що за дотримання технологічних вимог з урахуванням утрат:

а) від 10 тисяч імаго золотоочки протягом 9–тижневого періоду відкладання яєць самицями можливо отримати в середньому за добу близько 20 тисяч яєць;

б) для отримання 10 тисяч імаго достатньо здійснити виведення личинок хижака у 25 комірчастих садках (по 400 комірок у кожному) за середнього виходу коконів — 450 шт. садка.

Штучні дієти для золотоочок. До складу сухих штучних дієт входять сахароза, дріжджі або сухий автолізат пивних дріжджів, сухе молоко, пшеничні висівки та інші компоненти. До традиційних рідких поживних середовищ входять автолізат пивних дріжджів і як вуглеводневий компонент мед або сахароза.

Для золотоочки звичайної *Chrysopa carnea* розроблено технології масового розведення з використанням для личинок альтернативних жертв — комах у різних фазах розвитку (наприклад, яєць зернової молі *Sitotroga cerealella* Olis. або личинок трутнів медоносних бджіл). Однак висока ціна вирощуваних хижаків цього виду (наприклад у США 12,5 долара за 1000 личинок другого віку під час розведення останніх на яйцях зернової молі) не дозволяє використовувати їх у промислових масштабах. Розробки штучних дієт для личинок золотоочки звичайної розпочаті ще з 1965 року і активно продовжуються до тепер. Всі створені на сьогодні дієти для личинок золотоочки звичайної можуть бути чітко розподілені на дві основні групи:

1. Спрощені середовища, що містять 5–20 компонентів, призначені для лабораторного чи масового розведення хижака.

2. Хімічно визначені ШПС, що містять до 65 компонентів та призначені виключно для забезпечення потреб личинок у різних поживних речовинах.

Золотоочка китайська *Chrysopa sinica*. Нині описані лише два рецепти дієти для личинок цього виду. На перший погляд вони достатньо прості за складом (8–10 компонентів) і забезпечують нормальний розвиток хижака з добрим виживанням та розмноженням. Водночас вони містять дорогі компоненти такі як гемолімфа лялечок дубового шовкопряда (*Antheraea pernyi*), мед, курячі яйця, що перешкоджає використанню схожих дієт з метою масового розведення золотоочки китайської.

Золотоочки Chrysopa prasina і Chrysopa albolineata. Відомості про масове розведення, штучні дієти та використання у біологічній боротьбі з шкідниками відсутні. Проте відомо, що личинки цих двох видів хризопід здатні нормально розвиватися, живлячись яйцями зернової молі. Ці відомості, не зважаючи на розбіжності у біології хризопід *Chrysopa prasina і Chrysopa albolineata*, наприклад, толерантність до низької вологості повітря, дозволяють сподіватись на те, що

ці хижакі займають помітне місце серед агентів біологічної боротьби з шкідниками декоративних насаджень у містах, а також шкідниками плодкових і бавовнику в посушливих районах.

На основі даних про потреби в амінокислотах, жирах і вуглеводах личинок хризопід, а також як результат пошуку дешевих джерел штучного поживного середовища та досліджень їх хімічного складу було запропоновано наступну штучну дієту. В цій дієті основним компонентом є біомаса бактерій *Acinetobacter calcoaceticus*. Особливістю цього середовища є використання за джерело білка і амінокислот біомаси бактерій *Acinetobacter calcoaceticus* (штам 34x12).

Склад дієти (г/100 г середовища):

- 1) Біомаса бактерій — 12,0–17,5;
- 2) Сахароза — 4,3– 4,9;
- 3) Фосфат натрію однозамінний — 0,038–0,040;
- 4) Аскорбінова кислота — 0,0075– 0,081;
- 5) Вітамін В₁₂ — 0,00003–0,000032;
- 6) Холін хлорид — 0,0038–0,040;
- 7) Соняшникова олія — 0,039–0,054;
- 8) Соняшковий лецитин — 0,039–0,054;
- 9) Твин 80 — 0,080–0,093;
- 10) Сорбінова кислота — 0,080–0,130;
- 11) Вода — до 100 мл.

Цією дієтою вигодовують личинок хризопід, починаючи з моменту їх відродження у вигляді змоченої нею соснової тирси (заздалегідь відсіяна фракція 0,3–0,7 мл) за співвідношення дієта/тирси 2:1 [об'єм (мл)/вага (г)]. Личинок утримують індивідуально в пробірках Хлоринського об'ємом 5 мл за температури 24–26 °С, відносної вологості повітря 75–78 % і за 16-годинного світлового дня. У кожен пробірку вносять 40–60 мл корму, замінюючи його цілком кожні 2–3 дні. Вживаність відповідних стадій розвитку в усіх хижаків на штучній дієті не поступається особинам того самого виду, що живляться яйцями зернової молі. Дорослих комах золотоочок звичайної, китайської, альболінеата і празіна годують сумішшю меду або автолізом пивних дріжджів, а золотоочки перлинної, яка є хижакком у стадії імаго — живими попелицями *Schisaphis graminus* Rond, яких вирощують на проростках пшениці. Молоді імаго утримують протягом доби і вигодовують розчином меду. З початку відкладання яєць золотоочок попарно розсаджують в скляні колби. Вигодування комах і облік яйцекладок проводиться через добу протягом 30 діб. Температура в термостаті +25 °С, вологість 70–80 %, тривалість фотоперіоду — 18 годин.

6.2.7. Біологічні, морфологічні особливості мух-сирфід та технологія їх розведення

Ряд двокрилих — *Diptera*; родина дзюрчалки — *Syrphidae*.

У регулюванні чисельності попелиць важливу роль відіграють мухи сирфіди. Личинки хижих сирфід вважаються найненажерливішими серед афідофагів. Протягом дня личинка мухи із роду *Syrphus* з'їдає 50–200, а протягом життя — до 2000 попелиць. Крім попелиць, личинки сирфід знищують павутинних кліщів, трипсів і яйця деяких комах.

Видовий склад

Основними видами у різних зонах країни є мухи *Syrphus corollae* F., *Syrphus balteatus* Deg., *Syrphus ribesii* L., *Syrphus luniger* Mg., *Sphaerophoria scripta* L., *Sph. ruebellei* Wd., *Scaeva pyra tri* L. тощо.

Морфологія. Голова у сирфід напівкуляста, часто витягнута донизу на зразок носа; вусики сильно зближені між собою і складаються з 3 члеників, з яких останній на кінці має або щетинку, або паличку; вічок 3; хоботок недовгий, з 4 щетинками; черевце, що складається з 5–7 члеників, має різну форму; ноги короткі і слабкі; крила досить великі і мають додаткову поздовжню жилку, що проходить, зазвичай, між третьою і четвертою поздовжніми жилками і не досягає краю крила (найбільш характерна ознака родини).

Зовнішній вигляд сирфід у загальному досить різноманітний. Більшість видів яскраво забарвлені і часто подібні до різних перетинчастокрилих (ос, джмелів, бджіл). Така схожість забезпечує мухам додатковий захист від ворогів, оскільки, яких вони наслідують, забезпечені жалом і їх уникають вороги.

Яйця сирфід білого кольору, видовжено-овальної форми з непомітним мікропіле на передньому полюсі і поверхнею мікроскопічної структури, завдовжки до 1 мм. Личинки видовжені, звужені до переднього кінця і у деяких видів забезпечені рудиментарними черевними ніжками.

Біологія. Зимують сирфіди на території України у фазі лялечки. Місця зимівлі різні. Більшість пупаріїв знаходиться у ґрунті, але частина з них зимує на минулорічних рослинних рештках — на листках і стеблах рослин. У південних районах країни, де зимівля сирфід можлива і у фазі личинки, в умовах сухої осені частина личинок для заляльковування переповає у вологий шар ґрунту.

Весняний виліт мух із пупаріїв, що перезимували, спостерігається у квітні–травні. Однак на овочевих полях сирфіди з'являються не раніше другої половини травня, з появою колоній попелиць. До цього основні види сирфід, які попелиць на овочевих культурах, живляться солодкими виділеннями попелиць на дерев'янистих і

кущових породах, де попелиці з'являються значно раніше. У весняний період дорослих мух часто можна побачити на квітках бур'янів, де вони живляться нектаром і пилком.

Більшість видів має від 2 до 4 і більше генерацій на рік. Вплив температури, відносної вологості повітря, освітленості, тривалості світлового дня та інших факторів найбільш повно вивчено для основного виду сирфід *Syrphus corollae* F.

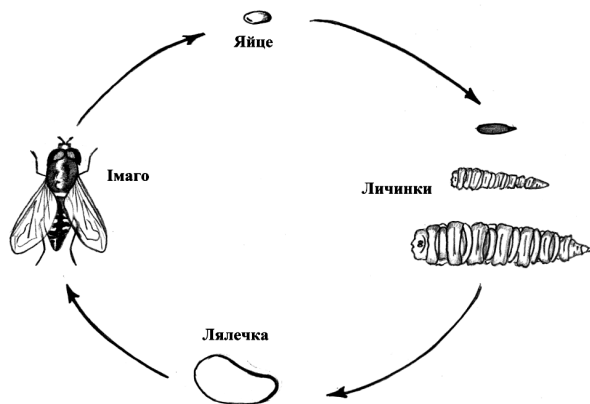


Рис. 31. Цикл розвитку сирфід

Нижній температурний поріг розвитку преімагінальних фаз сирфід знаходиться у межах від +3 до +5 °С. Так, для *Syrphus corollae*, нижній поріг розвитку +4 °С. За +5 °С преімагінальний розвиток хоча і спостерігається, але затягується до 120 діб (табл. 18.), за +10 і +15 °С і відносній вологості повітря від 70 до 95 % розвиток завершується відповідно за 70 і 30 діб. За температури від +20 до +30 °С розвиток проходить за 19–13,5 доби (табл. 19).

Верхній температурний поріг розвитку знаходиться вище +32°С. Таким чином, тривалість передімагінальних фаз розвитку мухи *Syrphus corollae* знаходяться у прямій залежності від температури. Відносна вологість також має значення для розвитку яєць і личинок. Зниження вологості за межі 70 % призводить до загибелі сирфід, особливо у фазі яйця.

Для всіх досліджених видів сирфід характерно, що за відносно низьких температур кількість нормально розвинутих яєць, личинок, лялечок вище, ніж за високих температур. Тому для виховання яєць і личинок сирфід оптимальна температура +20 °С, для ляле-

чок — +25 °С. Наочним прикладом цього є вихід життєздатних личинок, лялечок і імаго *Syrphus corollae* залежно від температури під час лабораторного розведення (табл. 20).

Таблиця 19

Тривалість розвитку передімагінальних фаз *Syrphus corolla*

Температура, °С	Відносна вологість повітря	Тривалість розвитку, діб						
		яйця	Вік личинки				лялечки	загальна
			першого	другого	третього	всього		
5	70	–	21,0	16,0	23,7	60,7	60,0	120,7
10	70	9,0	8,1	7,0	16,0	31,1	30,0	70,1
15	70	6,0	2,3	2,0	6,4	10,7	13,2	29,9
	95	5,8	2,8	2,9	6,8	12,5	14,0	32,3
20	70	2,1	1,7	1,3	4,8	7,8	9,0	18,9
	95	2,8	1,9	1,7	5,0	8,6	9,4	20,8
25	70	2,0	1,7	1,4	3,5	6,6	6,8	15,4
30	70	1,7	1,6	1,3	3,2	6,1	5,7	13,5

Таблиця 20

Вихід життєздатних личинок, лялечок і імаго *Syrphus corollae* залежно від температур

Температура, °С	Яйця		Личинки		Лялечки	
	Кількість у досліді екземплярів	Вихід личинок, %	Кількість у досліді екземплярів	Вихід лялечок, %	Кількість у досліді екземплярів	Вихід імаго, %
10	36	94	34	84	30	96
15	48	85	41	82	34	94
20	40	77	39	76	41	91
25	52	78	74	64	48	89
30	96	66	64	57	37	89

Велике значення за лабораторного розведення сирфід має освітленість. Найкращим варіантом є освітлення садків з трьох боків люмінесцентними лампами із загальною інтенсивністю освітлення всередині садка 2400 лк. При цьому верхнє світло — пряме, а бічне — розсіяне (притінення за допомогою фільтрувального папе-

ру). За такого освітлення орієнтація мух буде найбільш правильною і всі яйця будуть відкладені на рослинах з попелицею. За одностороннього освітлення орієнтація мух відносно субстрату порушується і яйця розміщуються на стінках садка поблизу джерела світла, що ускладнюватиме їх збір.

Важливою під час розведення сирфід є тривалість світлового дня. Так, у *S. corollae* за 10-годинного фотоперіоду плодючість становить 74 яйця, за 12- і 16-годинного — відповідно 108 і 112.

У знищенні попелиць на присадибних ділянках основне значення мають мухт *S. corollae* і *S. balteatus*. У них більша кількість генерацій, плодючість і тривалість життя, а також порівняно коротка тривалість розвитку від яйця до імаго (24–28 днів). Після вильоту із лялечок самиці цих видів відкладають яйця на 4-й, 6-й день, водночас як інші види — тільки через 4–6 тижнів.

Характерна особливість сирфід-афідофагів — турбота про потомство, яка виробилася у процесі тривалої еволюції: самиці сирфід відкладають яйця тільки в колонії попелиць потрібної щільності.

Личинки сирфід відіграють велику роль у знищенні попелиць. Личинки мух знищують протягом свого життя від 500 до 2000 попелиць.

Найбільш різноманітний видовий склад хижих сирфід на капусті, овочевому горосі, насінниках столових буряків.

Технологія розведення мух-сирфід

Муху розводять на гороховій, виковій, буряковій, капустяній і персиковій попелицях. Для розведення перших трьох видів попелиць використовують кінські боби, а для двох останніх — чорну редьку. Мухи відкладають яйця на рослини, заселені попелицями. За появи личинок сирфід рослини зрізують і розкладають у заселені попелицями кювети. Заляльковуються личинки у тирсі чи керамзиті. Оптимальними умовами для розведення сирфід є температура +21–22 °С, відносна вологість повітря не нижче 70 % та світловий день 16 годин. Зібрані пупарії сирфід зберігають у холодильнику за температури +4 °С та відносній вологості повітря 90 %.

Лабораторне розведення. Для утримання сирфід *Syrphus luniger* Mg. у лабораторних умовах придатні садки розміром 50x65x65 см. Три стінки цих садків із скла, а задня сітчаста. Освітлюється садок двома неоновими трубками, які підвішують на висоті 35 см від стелі. Одночасно із зовнішнього боку садка встановлюють дві настільні лампи. Для того щоб запобігти односторонній оптичній орієнтації комах, за допомогою білого фільтрувального паперу отримують розсіяне світло.

Оптимальна відносна вологість повітря — 65–70 %, за більш високої вологості комахи не спаровуються.

Живлення комах — пилок або мед. Їжу поміщають на пробкову пластинку 1x8 см, яку прикріплюють до однієї із бокових стінок. Корм міняють через два дні. У садку утримують дорослих комах, а потім і личинок, які з'являються через два дні після відкладання яєць. На 9–10-й день личинки досягають стадії заляльковування і спускаються на дно, де розсипана суміш торфу і гравію. На 12-й день від 10 пар мух можна зібрати 250–300 пупаріїв.

За допомогою цього методу можна отримати 14 поколінь протягом одного року. Парування комах проходить під час льоту на 4-й день. Яйця розвиваються за температури +22 °С і відносної вологості 70 %. У середньому відкладання яєць самицями триває 14 днів, 26,5 яйця на кожную самицю за день. Розвиток личинок за +22 °С закінчується за 8–10 днів.

Вихід личинок може сягати 40–45 %. На заляльковування личинок негативно впливає забруднення випорожненнями. Розвиток лялечок знаходиться у прямій залежності від температури. Найкраща температура +20 °С. За +15 °С дорослі комахи вилітають через 16–17 днів, +20 °С — через 9–10 днів, +25 °С — через 7 днів.

Зберігання. Заляльковуються личинки у тирсі або керамзиті. Якщо потрібні дорослі мухи, то пупарії залишають у субстраті до вильоту.

Оскільки стінки стелажа з трьох боків закриті капроною сіткою, а з одного — висувними дверцятами із органічного скла, то після вильоту мух їх легко збирають екстаустером. Якщо ж пупарії відбирають для зберігання, то їх вибирають із субстрату відразу ж після заляльковування.

За безсубстратного способу вирощування рослин останні разом з личинками сирфід третього віку зрізують і поміщають в ексікатори із закритим сіткою дном. Після заляльковування личинок зів'ялі рослини прибирають.

Зберігають зібрані пупарії сирфід у холодильнику за +4 °С і відносній вологості повітря +90 %. Для створення високої вологості використовують ексікатори. За таких умов зберігання пупаріїв протягом двох місяців вилітає понад 60 % дорослих мух.

РОЗДІЛ VII КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЕНТОМОФАГІВ

Контроль якості ентомофагів наводиться згідно з методичними вказівками Міжнародної організації із захисту рослин.

7.1. Контроль якості афідіуса (*Aphidius ervi*)

Умови проведення контролю якості

Температура: $22 \pm 2^\circ\text{C}$;

Вологість: $75 \pm 5\%$;

Світловий режим: 16:8 (день : ніч).

Критерії якості для дорослих комах

Кількість: кількість живих імаго, які мають вийти з упаковки, вказує виробник.

Смертність дорослих особин: 8 % з кількості імаго в контейнері, в основі якого взяті зразки з трьох контейнерів.

Вихід комах, показники виходу: 75 % (вибірка 250 особин). В основі щотижневий тест.

Співвідношення статей: не менше 45 % самиць.

Плодючість: 35 мумій на одну самицю за дві години, коли тест проводиться на *Macrosiphum euphorbiae* Thomas., тест проводиться щорічно.

Методика проведення контролю якості

Кількість імаго: підрахувати кількість неживих особин. Поставити контейнер до холодильної камери щонайменше на дві години. Підрахувати кількість живих особин.

Кількість та вихід мумій. Визначити кількість комах, які мають вийти з мумій. Покласти мумії з переносним матеріалом до контейнера (висота — 15 см, діаметр — 9 см) з пробкою в днищі. Кришка має один або кілька отворів з марлевою тканиною для вентиляції. Нанести кілька крапель меду на зовнішній бік тканини. Мумії та переносний матеріал можна транспортувати до нового контейнера щодня за допомогою отвору в днищі. Контейнер з імаго, які з нього вийшли, можна заморозити і з часом провести підрахунок. Продовжувати, доки імаго афідіуса не перестануть виходити. Максимальний період випробування — 8 днів.

Альтернативний спосіб збору імаго: покласти мумії з переносним матеріалом до вентиляваного контейнера (15 см заввишки, 9 см в діаметрі) з кришкою в днищі. Приклеїти перевернуту догори дном лійку до верхньої частини контейнера. Скляна збиральна трубка кріпиться до «шийки» лійки як пробка. Стандартне джерело освітлення — флуоресцентна трубка — розміщується на висоті

20 см над збиральним приладом. Уся система, за винятком збиральної трубки, вкривається темною тканиною, щоб завадити осам вибратися із збиральної трубки. Трубку потрібно змінювати щодня. Протягом тижня підрахувати кількість дорослих афідіусів, які збралися в трубці. Додати до цієї кількості кількість ос, які залишилися на дні приладу.

Для підрахунку показника виходу, визначити загальну кількість мумій у контейнері та вирахувати відсоток виходу згідно з формулою:

$$(\text{кількість імаго} / \text{кількість мумій}) \times 100.$$

Співвідношення статей. Змішати імаго, отриманих після виходу. Взяти зразок (100 особин) та вирахувати кількість самиць. Самиці відрізняються від самців наявністю яйцеклада на кінці черевця. Довжина черевця самиці майже така сама, як і довжина крил. Черевце самця більш заокруглене на кінці і коротше ніж крила. Самиці мають становити більше ніж 45 % від усієї кількості.

Тест на плодючість. Тест виконується з дисками на агарі.

День 1. Готується біозразок. Піддон для зразка складається з круглої пластикової чашки Петрі з щільною кришкою (завширшки 77 мм, заввишки 31 мм). Шматок марлі поміщається в кришку для вентиляції. У піддон вливається 1 см рідкого агару, який охолоджується до 30°C. Перед тим як агар затвердіє на нього кладеться перевернутий догори листок баклажана. Дуже важливо використовувати свіжий листок з максимальним тургором, інакше життєвий відрізок буде закоротким для періоду випробування (11 днів). Доцільніше відбирати листя рано вранці. Покласти десять дорослих *Macrosiphum euphorbiae* Thom. на поверхню листка, використовуючи тонку щіточку. Розмістити чашки Петрі догори дном на вентиляований піддон, щоб створити більш природні умови для попелиць і запобігти тому, щоб листя стало липким від паді. Через день перемістити дорослих попелиць. Під час переміщення можна відібрати 30–40 молодих попелиць для дослідження. Підготувати 60 піддонів.

Покласти у контейнер достатню кількість лялечок *Aphidius ervi* Haliday, які близькі до відродження. Кілька крапель меду наносять на стінку контейнера або на марлю. Контейнер розміщують у кімнаті з контрольованим кліматом (22 °C).

День 2. Перемістити дорослих попелиць з посудин за допомогою вологої щіточки. Визначити кількість потомства (>30 / піддон).

Розмістити контейнер з осами, які вийшли, в прохолодній кімнаті (8–12 °C) на 5 хвилин. Висипати ос з контейнера на гладеньку білу поверхню. Для збирання ос використати маленькі пляшечки. Відібрати 30 самиць, визначивши їх за допомогою стереоскопічного

мікроскопа. З пляшечки дістати одну самицю і розмістити її в чашці Петрі в прохолодній кімнаті. Покласти чашки догори дном на півгодини за температури 22 °С.

Перенести чашки до прохолодної кімнати. Через 5 хвилин висипати ос у нову чашку Петрі. Перевернути чашки догори дном на 90 хвилин за аналогічної температури. Виділити ос з чашок.

День 3–10. Перевірити стан листків. Якщо листки зів'яли, то перемістити попелиць до нової чашки Петрі зі свіжим листям.

День 11. Підрахувати кількість мумій на чашку.

7.2. Контроль якості галиці афідімізи (*Aphidoletes aphidimyza*)

Умови проведення контролю якості

Температура: 22±2 °С;

Вологість: 75±5 %;

Світловий режим: 16 : 8 (день : ніч).

Критерії якості

Кількість: кількість дорослих комах, указана на упаковці; щотижневий тест.

Відродження: >70 % відродження з лялечок протягом тижня; щотижневий тест; (вибірка 150 особин).

Співвідношення статей: ≥ 45 % самиць; щотижневий тест; (вибірка 150 особин)

Плодючість: > 40 яець/самицю протягом трьох днів; щорічний тест; (вибірка 25 особин).

Методика проведення контролю якості

Для тесту використовують 1000 лялечок на 0,1 літр вермикуліту (22 грами).

Підрахунок кількості лялечок *Aphidoletes aphidimyza* на контейнер: Зважити вміст контейнера. Акуратно змішати і відібрати три зразки по одному граму. Підрахувати кількість лялечок на зразок. Потрібно врахувати те, що лялечки можуть бути склеєними одна з одною. Вирахувати загальну кількість лялечок на контейнер.

Кількість імаго та відсоток відродження. Покласти половину вихідного матеріалу назад до контейнера, а сам контейнер відкритим у відро, дно якого застелене білим папером. Обережно закрити відро і розмістити за температури 22 °С. Через 6–7 днів більшість імаго галиці вийде. Помістити відро в охолоджувальну камеру на 4 години, після чого можна провести облік галиць. Помножити отримане число на 2. Зробити розтин 150 лялечок, щоб визначити відсоток відродження.

Співвідношення статей. Відібрати 150 імаго галиці з тих, які вийшли, і розділити їх за статевою приналежністю. Самці мають довгі вусики, покриті волосками, самиці — короткі безволосі вусики.

Плодючість. Підрахувати кількість днів, потрібних для виходу з лялечок. Для цього потрібно провести розтин лялечки і оцінити розвиток очей, кінцівок та крил:

- кінцівки та очі відсутні — 7 днів;
- наявні кінцівки та білі очі — 4–5 днів;
- чітко спостерігається сітчаста будова очей — 2–3 дні;
- сформовані крила темного кольору — 1 день.

Розмістити відкриту пляшку у великій клітці (>40x40x40 см). Галиці можуть легко проповзати крізь 12-сантиметровий шар вермикуліту. Щоб забезпечити гарантоване спаровування, потрібно принести кілька грудочок павутиння, яке відбирається металевим кільцем з діаметром 20 см. Кільце слід розмістити горизонтально в кутку тильної сторони клітки. Комарі вийдуть протягом ночі та світанку. Спаровування відбувається на першу ніч після виходу.

Покласти рослину з попелицею у клітку (пшениця з *Rhopalosiphum padi*). Це буде джерелом вуглеводів та стимулюватиме відкладання яєць.

День 0. Приготувати 25 піддонів з *Aphis gossypii* (приблизно 100 екз./росл.) на огірку на той день, коли очікується вихід. Також можна використати солодкий перець з *Myzus sp.* Попелиця може бути будь-якого віку. Комарі вийдуть у велику клітку увечері та вночі.

День 1 (ранок). Розмістити клітку у прохолодній кімнаті (5–10 °С) на 10 хвилин. Самиць, яких можна визначити візуально, обережно кладуть на піддони (25x25 см). Розмістити піддони догори дном у кімнаті з контрольованим кліматом. Піддони кладуть на шматок марлі, щоб забезпечити вентиляцію.

День 4. Підрахувати кількість яєць на піддонах. Якщо в багатьох з них спостерігається відсутність яєць(>5), проте більшість комарів ще живі, це свідчить про їх небажання спаровуватися. У такому разі дослід потрібно повторити.

Дослідження льоту. Покласти 250 лялечок на піддон, який, у свою чергу, розміщується у циліндрі з діаметром приблизно 25 см. Зробити маленьке кільце із олії (підійде будь-яка, доки не почне танути) на відстані 5 см від днища. Покласти циліндр у велику клітку або залишити його відчиненим у кімнаті з контрольованим кліматом. Коли більшість комарів вийде, підрахувати кількість тих, що залишилися на дні (не літаючі), а також кількість білих оболонок у піддоні (= усі, які вийшли). Вирахувати кількість тих, що літають.

7.3. Контроль якості дакнузи (*Dacnusa sibirica* Telenga)

Паразит листового мінера. Доросла оса — темно-коричневого або чорного кольору, 2–3 мм завдовжки. Самиця відкладає яйце в личинку, переважно першої або другої вікової стадії. Після відродження з яйця личинка осі годується і розвивається усередині лялечки листового мінера.

Умови проведення контролю якості

Температура: 22±2°C;

Вологість: 60±5 %;

Світловий режим: 16:8 (день : ніч).

Методика проведення контролю якості

Дослідження плодючості

Спосіб I. Використання як господаря *Chromatomya syngenesiae* H.

Рослина: *Sonchus oleraceus* вирощується з насіння протягом 8 тижнів.

Господар: *Chromatomya syngenesiae* (мінімум 100 личинок другого віку на рослину).

Прилад: шестидесятисантиметрові кубічні садки

День 0. Помістити окремо самицю у садок, у якому знаходяться 3 рослини з личинками мінуючих мух на 72 години.

День 3. Вилучити самиць з садків, а рослини залишити доки личинки мух не залялюються (5 днів).

День 8. Зрізати рослини, залишити листя та стебла на яких знаходяться лялечки, а все інше видалити. Зберігати лялечки 21 день у вентиляваній пластиковій коробці (ідеальні розміри — 30x30x15 см), яка обмотана кількома шарами абсорбуючого паперу за вологості 80 % та температури 22 °С.

День 29. Заморозити коробку на добу і підрахувати імаго дакнузи.

Спосіб II. Використання як господаря мінуючу пасльонову муху *Liriomyza bryoniae*.

Рослина: *Phaseolus vulgaris* вирощується з насіння протягом двох тижнів до початку досліду.

Господар: мінер *Liriomyza bryoniae*.

Приготування: За два тижні до початку висіяти 300 насінин квасолі в маленьких горщиках з ґрунтом. Переконатися, що рослини ростуть за оптимальних умов (достатня кількість світла та азоту, відсутність мух-сціарід), оскільки потрібні сильні рослини.

Після закінчення двох тижнів відібрати рослини, перенести на окремі стелажі і підселити на них 500±10 одноденних самиць *Liriomyza bryoniae*. Для підживлення мінерів використовувати мед.

Забезпечують ріст рослин за температури +22–25 °С, до моменту досягнення личинками другого віку (приблизно 7 днів).

День 0. Підрахувати кількість личинок на уражених рослинах. Перенести заражені рослини до садків. Забезпечити співвідношення 150 личинок на одного паразита. Не використовувати рослини з кількістю личинок понад 30 особин на листок. Зібрати 15 самиць паразита і помістити до кожного садка по самиці.

День 3. Приєднати рукав або перехідник до садків щоб зібрати личинок паразита. Для їх заляльковування забезпечити температуру +22°C, вологість 80 %. За таких умов тривалість заляльковування становитиме 5 днів.

День 5–8. Перевірити чи всі личинки залялькувалися. Зібрати всі лялечки в чашки Петрі, доки вони не відродилися і зберігати за температури 22 °С та вологості 80 %.

День 20. Перевірити відроджуваність лялечок та підрахувати кількість дорослих особин, які вийшли після знищення їх в холодильній камері. Обчислити кількість потомства, яке з'явилося від кожної самиці протягом 3 днів досліджень.

7.4. Контроль якості дігліфуса (*Diglyphus isaea* Walker)

Diglyphus isaea належить до родини Eulophidae, ряду Нуменоптера. У природних ареалах зустрічається в Європі, Північній Америці і Азії. Ефективно інтродукований у деяких країнах. Поширений ектопаразит різних видів мінуючих мух (*Liriomyza bryoniae*, *L. trifolii*). Дрібні комахи чорного кольору з темно-зеленим металевим блиском, розміри тіла варіюють від 0,8 до 2,8 мм. Самиці більші від самців і мають добре помітну смугу на лапках задніх ніг.

Умови проведення контролю якості

Температура: 25±2 °С;

Вологість: 70±10 %;

Світловий режим: 16:8 (день : ніч).

Інтенсивність світла: <300 лкс, остерігатися прямого освітлення, яке впливає на активність самиць.

Методика проведення контролю якості

Плодючість. Ізолювати окремих самиць, вибраних випадково з кожної вибірки, у чашках Петрі діаметром 12 см. Помістити листок квасолі (*Phaseolus vulgaris* L.), заселений 10 личинками другого-третього віків *Liriomyza trifolii* чи *L. bryoniae* на злегка зволожений фільтрувальний папір і покласти у чашку. Додати кілька крапель меду на кришку чашки. Як альтернативу можна використати листя *Sonchus oleraceus* L., заселені *Chromatomyia syngenesiae* Hardy. Необ-

хідно замінити листя щодня протягом тижня і спостерігати наявність яєць паразитоїдів у мінах. Листя зберігається до розтину 24 год за температури 4–8°C. Тест проводиться для кожної самиці, з моменту початку відкладання яєць. Через 7 днів підраховується відсоток самиць, які відклали яйця. Додається кількість неживих самиць.

7.5. Контроль якості енкарзії (*Encarsia formosa* Gahan.)

Умови проведення контролю якості

Температура: 22±2 °С;

Вологість: 60–90 %;

Світловий режим: 16:8 (день : ніч).

Методика проведення контролю якості

Вихід імаго. Перед початком досліду визначити кількість імаго, які мають вийти. Відібрати три зразки, які становлять 1000 чи більше заселених (почорнілих) личинок господаря енкарзії. Покласти зразки до закритого контейнера на два тижні і потім визначити кількість імаго, які вийшли.

Співвідношення статей. Відібрати зразок 500 імаго з попередніх досліджень і визначити кількість самців. Самці мають чорне забарвлення тіла і їх легко можна відрізнити від самиць, у яких жовте черевце. Самиць має бути понад 98 %.

Плодючість

День 1. Покласти до контейнера певну кількість почорнілих личинок господаря, з яких має відроджуватись паразит.

День 2. Зібрати 30 щойно виплоджених самиць о 10 годині ранку, покласти кожен до невеликого контейнера з крапелькою меду і залишити до наступного дня.

День 3. Дослідження проводиться з окремими самицями в маленьких пластикових піддонах, схожих на чашку Петрі (мін. діаметр — 35 мм; висота 15 мм), які мають герметично закриватися. В кришку має бути вбудована нейлонова сітка, яка сприятиме повітрообміну. Піддони заповнюють розчином агару (1 %) на глибину 10 мм, туди поміщають листок тютюну верхньою частиною на агар, доки він не затвердів. На листок підсаджують мінімум 25 личинок білокрилки (*Trialeurodes vaporariorum*) третього та четвертого віків. Щоб забезпечити відповідну якість листової пластинки, слід збирати листя і готувати піддони рано вранці. У сумі має бути 30 піддонів, на які випускається по одній самиці.

День 4–5. Перемістити самиць до нових піддонів, щоб забезпечити їх кормом. Найкраще це робити зранку о 10-й годині.

День 6. Вилучити паразитованих личинок білокрилки. Зберігати їх у закритих контейнерах, щоб запобігти небажаному паразитизму у подальшому. Підрахувати почорнілих личинок через два тижні. Середня кількість заселених личинок на одну самицю в день має становити ≥ 7 . Дослідження проводиться з серпня по жовтень.

7.6. Контроль якості еретмоцеруса (*Eretmocerus eremicus* Rose)

Ентомофаг належить до ряду перетинчатокрилих (Hymenoptera), родини афеленід (Aphelinidae). Основним джерелом їжі для нього є тютюнова (*Bemisia tabaci* або *Bemisia argentifolia*) і теплична білокрилки (*Trialeurodes vaporariorum*). У природі вид зустрічається в пустинних районах Арізони і Каліфорнії. Вид стійкий до підвищених температур повітря. Тіло самиці дорослої особини блідо-жовтого кольору із зеленими очима і невеликими вусиками. Чоловічі особини більші (близько 0.8 мм), жовто-коричневого кольору. Також, як і *Encarsia formosa*, *Eretmocerus eremicus* є паразитичною осою, основним джерелом корму для якої є різні види білокрилок. Еретмоцерус може розвиватися у будь-якій стадії личинки шкідника, але оптимальними є другий і початок третього етапу індивідуального розвитку шкідника.

Умови проведення контролю якості

Температура: 22 ± 2 °C;

Вологість: 75 ± 10 %;

Світловий режим: 16:8 (день : ніч).

Методика проведення контролю якості

Вихід. Відібрати три зразки, в яких знаходяться 1000 або більше заселених (жовтих) личинок білокрилки. Покласти їх до зачищеного, вентиляованого контейнера на два тижні, а потім визначити кількість імаго, які відродилися. Їх можна підрахувати, порівнявши кількість порожніх лялечок на початку та наприкінці досліджень.

Співвідношення статей. Відібрати 500 дорослих особин з попереднього тесту і визначити кількість самиць. Самиці відрізняються від самців формою вусиків та світлішим жовтим кольором. Кількість самиць має становити ≥ 45 %.

Плодючість

День 1. Покласти у контейнер кілька заселених личинок, з яких виходять імаго еретмоцеруса. Вночі, перед тим як піддослідні комахи будуть зібрані з контейнера, потрібно вилучити усіх дорослих паразитів.

День 2. Зібрати зранку 30 самиць та самців, які щойно вийшли. Покласти їх разом до контейнера з краплею меду до наступного

дня для того, щоб сприяти їх спарюванню. Підживлювати медом до початку відкладання яєць.

День 3. Дослід проводиться на окремих самицях у невеликих круглих герметично закритих піддонах (діаметр 50 мм, висота 15 мм). У кришку має бути вбудована нейлонова сітка, яка сприятиме газообміну. Піддони заповнюють розчином агару на 10 мм, на який, доки він не затвердів, кладуть листок тютюну верхньою частиною. На одному листку має бути щонайменше 25 личинок білокрилки (*Trialeurodes vaporariorum*) третього та четвертого віку. Щоб забезпечити відповідну якість листової пластинки, потрібно збирати листя і готувати піддони рано вранці. У сумі має бути 30 піддонів, на які випускається по одній самиці.

День 4–5. Перемістити самиць до нових піддонів, щоб забезпечити їх кормом. Найкраще це робити зранку в один і той самий час.

День 6. Вилучити паразитованих личинок білокрилки. Зберігати всіх білокрилок у закритих контейнерах, щоб запобігти небажаному паразитизму в подальшому. Вилучити дорослих білокрилок, які розвинулися з непаразитованих личинок, для збереження листка в оптимальному стані.

День 20. Підрахувати всіх заселених личинок. Середня кількість паразитованих личинок білокрилки на самицю еретмоцеруса в день має становити ≥ 15 .

7.7. Контроль якості трихограми (*Trichogramma evanescence*, *Trichogramma euproctidis*, *Trichogramma embriophagum*, *Trihogramma cacoecia*)

Залежно від узагальненого критерію якості трихограми випускають трьох класів відповідно до табл. 21.

Таблиця 21

Характеристика класів якості трихограми

Клас якості	Узагальнений критерій якості трихограми
1	0,71–1,0
2	0,51–0,70
3	0,31–0,50

Ентомологічні препарати трихограми призначено:

1–2 класу — для застосування в будь-яких агроценозах відкритого і закритого ґрунту та в повторних циклах напрацювання препарату;

3 класу — для застосування в будь-яких агроценозах з коригуванням норм розселення.

Технічні вимоги

Ентомологічні препарати трихограми виробляють відповідно до вимог цього стандарту за технологічними регламентами, інструкціями, затвердженими у встановленому порядку, з дотриманням санітарних норм і правил, передбачених для біофабрик.

Вимоги до готової продукції

За органолептичними та біологічними показниками ентомологічні препарати трихограми мають відповідати вимогам, наведеним у табл. 22.

Таблиця 22

Органолептичні та біологічні показники ентомологічних препаратів трихограми

Назва показника	Норма
Зовнішній колір і вигляд	Однорідна сипуча маса яєць чорного кольору, часто з сизуватим відтінком
Ступінь зараження живителя, %, не менше	80
Відродження імаго трихограми, %, не менше	85
Статевий індекс імаго, не більше	0,5
Кількість деформованих особин, %, не більше	5
Плодючість, яєць на самицю, не менше	20
Міграційно-пошукова здатність, %, не менше	40

Вимоги до сировини

Щоб виготовити препарати трихограми, використовують таку сировину:

- маткову (маточну) культуру трихограми — згідно з чинним нормативним документом;
- яйця зернової молі — згідно з чинним нормативним документом;
- цукор-пісок — згідно з ДСТУ 2316.

Кожну партію сировини, яка надходить на виробництво, треба супроводжувати документом про якість.

Ентомологічні препарати трихограми приймають партіями. Партією вважають будь-яку кількість однорідної продукції, одержаної за один строк зараження, розфасовану за однакових умов на одному і тому самому устаткуванні та оформлену одним документом про якість.

Документ про якість має містити таку інформацію:

- 1) назву підприємства-виробника, його адресу;
- 2) назву продукції;
- 3) клас продукції;
- 4) номер партії;
- 5) кількість місць у партії;
- 6) маса нетто, г;
- 7) товарний знак (за наявності);
- 8) дата вироблення;
- 9) умови зберігання та термін придатності;
- 10) номер документа про якість;
- 11) позначення цього стандарту.

Щоб перевірити відповідність партій ентомологічних препаратів трихограми вимогам цього стандарту проводять приймально-здавальні випробовування. Приймально-здавальні випробовування охоплюють:

- 1) перевірку відповідності маркування та стану пакування;
- 2) визначення відповідності показників якості вимогам цього стандарту;
- 3) перевірку видової належності (видовий контроль).

Під час визначення якості пакування та маркування візуально оцінюють стан пакування та правильність маркування. Візуально перевіряють кожну одиницю пакування в партії. Дефектною вважають таку одиницю пакування, яка має хоч один з таких дефектів:

- 1) порушення маркування, що не дає змоги відтворити сутність маркувального тексту;
- 2) невідповідність тексту вимогам стандарту;
- 3) механічне пошкодження пакування,
- 4) деформоване пакування;
- 5) намокле пакування.

У разі виявлення дефектних пакувань їх бракують.

Періодичність контролювання показників якості залежить від цільового призначення ентомологічного препарату трихограми. У разі призначення препарату для обмеження чисельності шкідника у польових умовах контролюють безпосередньо перед застосуванням ентомологічного препарату. Якщо препарат призначено для подальшого розведення трихограми, то показники контролюють не менше одного разу на рік. Видовий контроль проводять на вимогу споживача.

Для приймально-здавального випробовування відбирають точкові проби продукції з кожного пакування в партії.

У разі отримання незадовільних результатів випробовувань хоча б за одним показником, усю партію ентомологічного препарату бракують.

Методи контролю якості трихограми

Відбирання проб. Відібрані проби об'єднують і виділяють з них середню пробу, маса якої має становити: за маси партії від 30 г до 300 г — не менше 10 % від маси партії, за маси партії понад 300 г — не менше 5 %. З середньої проби методом квартування відбирають лабораторну пробу масою 3 г. Лабораторну пробу розділяють на дві рівні частини та поміщають у два паперових пакети. Проби опечатують, наклеюють етикетку.

Одну з проб направляють на випробовування, а іншу зберігають за температури +3 °С на випадок повторного аналізу. Пробу, яку направляють на випробовування, треба зберігати за температури від +18 до +30 °С не більше доби.

Визначення зовнішнього вигляду і кольору

Лабораторну пробу розсипають на білому папері. Визначають візуально почорніння яєць живителя після завершення трихограмою стадії передлялечки. Оцінюють відповідність лабораторної проби органолептичним показникам.

Визначення ступеня зараженості живителя

Метод полягає у підрахунку у лабораторній пробі паразитованих та незаражених яєць лабораторного живителя.

Випробовування

З лабораторної проби, призначеної для аналізу, беруть три наважки по 5 мг. Яйця кожної наважки окремо розсипають на папір для письма розміром 100x100 мм, розбитий на квадрати 5x5 мм. Під бінокулярним мікроскопом МБС-10 підраховують почорнілі (заражені) яйця та загальну кількість яєць.

Ступінь зараженості живителя (X), у відсотках, розраховують для кожної досліджуваної наважки за формулою:

$$X = \frac{A}{B} \times 100,$$

де A — загальна кількість яєць в пробі, яку аналізують, шт.;

B — кількість чорних яєць, шт.;

100 — коефіцієнт для перерахунку у відсотки.

Обчислюють середній арифметичний ступінь зараженості живителя у відсотках (X_{cp}):

$$X_{cp} = \frac{X_1 + X_2 + X_3}{3},$$

де X_1, X_2, X_3 — ступінь зараженості живителя у першій, другій і третій наважках відповідно, %;

3 — кількість наважок.

За результат випробовувань беруть середнє арифметичне двох паралельних визначень, допустима розбіжність між якими не має

перевищувати $\pm 5\%$. Абсолютна похибка вимірювань методу становить $\pm 0,02\%$ за довірчої ймовірності $P = 0,95$.

Визначення відродження імаго трихограми

Метод полягає у підрахунку кількості імаго трихограми, які відродились з яєць

Випробовування

З лабораторної проби, призначеної для аналізу, відбирають 300 паразитованих (почорнілих) яєць. Беруть три пробірки Флоринського, в кожену з яких поміщають по 100 шт. яєць. Пробірки закривають ватно-марлевими корками і поміщають у термостат за температури $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ та відносної вологості $(75 \pm 5)\%$ до відродження імаго трихограми. Після відродження та загибелі імаго трихограми висипають вміст пробірки на папір. За допомогою гістологічної препарувальної голки під бінокулярним мікроскопом підраховують кількість імаго трихограми.

Показник відродження імаго трихограми (α_1), у відсотках, визначають за формулою:

$$\alpha_1 = \frac{N}{300} \times 100\%,$$

де N — кількість імаго трихограми, що відродились, у трьох пробірках, шт.;

300 — кількість паразитованих яєць лабораторного живителя, шт.;

100 — коефіцієнт для перерахунку у відсотки.

За результат випробовувань беруть середнє арифметичне двох паралельних визначень, допустима розбіжність між якими не може перевищувати $\pm 3\%$. Абсолютна похибка вимірювань методу становить $\pm 0,01\%$ за довірчої ймовірності $P = 0,95$.

Визначення статевого індексу імаго.

Метод полягає у підрахунку кількості самиць, що відродились з паразитованих яєць.

Випробовування

З паразитованих яєць проводять відродження імаго. Вміст пробірки висипають на папір. За допомогою гістологічної препарувальної голки під бінокулярним мікроскопом підраховують загальну кількість імаго, що відродились, та окремо кількість самиць. Самиць імаго визначають за визначником.

Опрацювання

Статевий індекс (α_2) визначають за формулою:

$$\alpha_2 = \frac{N_2}{N_1 - N_2},$$

де N_2 — загальна кількість самиць у трьох пробірках, шт.;

N_1 – загальна кількість імаго, що відродилися, у трьох пробірках, шт.

За результат випробовувань беруть середнє арифметичне двох паралельних визначень, допустима розбіжність між якими не може перевищувати $\pm 5\%$. Абсолютна похибка вимірювань методу становить $\pm 0,02\%$ за довірчої ймовірності $P = 0,95$.

Визначання кількості деформованих особин

Метод полягає у підрахунку кількості морфологічно ненормальних комах (безкрилих та з деформованими крилами), отриманих у разі відродження з почорнілих (заражених) яєць зернової молі.

З паразитованих яєць проводять відродження імаго. Підраховують кількість безкрилих особин та особин із деформованими крилами.

Кількість деформованих особин (H), у відсотках, визначають за формулою:

$$H = \frac{K}{N_1} \times 100\%,$$

де K – загальна кількість деформованих особин у трьох пробірках, шт.;

N_1 , – загальна кількість імаго, що відродилися, у трьох пробірках, шт.;

100 – коефіцієнт для перерахунку у відсотки.

За результат випробовувань беруть середнє арифметичне двох паралельних визначень, допустима розбіжність між якими не може перевищувати $\pm 5\%$. Абсолютна похибка вимірювань методу становить $\pm 0,02\%$ за довірчої ймовірності $P = 0,95$.

Визначення плідючості

Сутність методу полягає у підрахунку кількості паразитованих яєць живителя на одну самицю трихограми.

Випробовування

З проби, призначеної для аналізу, відбирають 100 шт. паразитованих яєць. У 10 пробірок Флоринського поміщають по 10 паразитованих яєць і закривають ватно-марлевими корками. Пробірки витримують у термостаті за температури повітря (25 ± 1)°C, відносної вологості повітря (75 ± 5)% та відсутності світла протягом 3–5 днів до відродження імаго трихограми. Від початку відродження і впродовж усієї тривалості життя дорослих комах щодня або через добу в кожную пробірку поміщають смужки з цупкого паперу розміром 7x20 мм, з наклеєними на них за допомогою води або розчину з масовою часткою 20% цукрового сиропу чи меду свіжими яйцями живителя (не менше 200 шт.). На кожній смужці вказують да-

ту та номер пробірки. Процедуру продовжують до повної загибелі імаго. Смужки із зараженими яйцями зернової молі переносять в окремі пробірки з такою самою нумерацією. Після загибелі імаго в кожній пробірці підраховують кількість самиць, а після почорніння яєць на смужках — кількість паразитованих яєць. Почорніння заражених яєць чекають не більше 5 діб.

Плодючість трихограми (Π), яєць на самицю, визначають за формулою:

$$\Pi = \frac{n}{N_1} \times 100\%,$$

де N_1 — загальна кількість паразитованих яєць у 10 пробірках, шт.;

n — загальна кількість самиць у 10 пробірках, шт.;

100 — коефіцієнт для перерахунку у відсотки.

За результат випробовувань беруть середнє арифметичне двох паралельних визначень, допустима розбіжність між якими не може перевищувати $\pm 5\%$. Абсолютна похибка вимірювань методу становить $\pm 0,01\%$ за довірчої ймовірності $P = 0,95$.

Визначення міграційно-пошукової здатності трихограми

Метод полягає у підрахунку кількості паразитованих яєць природного живителя в камерах інтегрального визначника якості ОКІ-2.

Випробовування

У три пробірки Флоринського відбирають наважки паразитованих яєць зернової молі по 0,5 г. Пробірки закривають ватно-марлевими корками і поміщають у термостат за температури (25 ± 1) °С та відносної вологості (75 ± 5) % до відродження імаго трихограми. В кожную з трьох камер інтегрального визначника якості ОКІ-2 з затіненого боку вкладають пробірку з відродженою трихограмою. На протилежному освітленому боці вносять по 500 яєць природного живителя (вид, проти якого планують застосовувати трихограму), наклеєні за допомогою води або розчину цукрового сиропу або меду з масовою часткою 20 % по 50 шт. на 10 карток 20 мм x 20 мм. Імаго і яйця природного живителя експонують протягом 8 год. Імаго трихограми видлучають, а яйця залишають до почорніння. Після почорніння підраховують кількість паразитованих яєць природного живителя. Почорніння заражених яєць чекають не більше 5 діб.

Опрацювання результатів

Міграційно-пошукову здатність (β), у відсотках, розраховують за формулою:

$$\beta = \frac{N_m}{N_0} \times 100\%$$

де N_m — загальна кількість паразитованих яєць на картках, шт.;

N_0 — загальна кількість яєць, відібраних для паразитування, шт.;

100 — коефіцієнт для перерахунку у відсотки.

За результат випробовувань беруть середнє арифметичне двох паралельних визначень, допустима розбіжність між якими має не перевищувати $\pm 5\%$. Абсолютна похибка вимірювань методу становить $\pm 0,01\%$ за довірчої ймовірності $P = 0,95$.

Визначення узагальнюючого критерію якості

Щоб визначити узагальнюючий критерій якості, використовують біологічні характеристики, які визначають ефективність ентомологічного препарату трихограми, а саме: відродження імаго трихограми із паразитованих яєць (α_1 , %), плодючість самиць (P , яєць на самицю) і міграційно-пошукова здатність (β , %).

Узагальнюючий коефіцієнт якості (D) розраховують за рівнянням множинної регресії: $D = -0,28 + 0,0034 \times \alpha_1 + 0,0084 \times P + 0,0074 \times \beta$, де α_1 — відродження імаго трихограми, %;

P — плодючість, яєць на самицю;

β — міграційно-пошукова здатність, %;

0,0034, 0,0084 та 0,0074 — коефіцієнти вагомості показника;
— 0,28 — константа.

Видовий контроль

Видовий контроль виконують фахівці підприємства за морфометричними показниками за допомогою визначника. Можна визначати стать молекулярно-генетичним аналізом.

7.8. Контроль якості неосейулюса (*Neoseiulus cucumeris*).

Умови проведення контролю якості

Температура: $25 \pm 1^\circ\text{C}$;

Вологість: $70 \pm 5\%$;

Світловий режим: 16:8 (день : ніч).

Критерії якості

Плодючість: ≥ 17 яєць/самицю протягом 7 днів.

Кліщів: *Neoseiulus cucumeris*, зазвичай продається у вигляді суміші з висівок, зернових кліщів (як джерела корму) і хижих кліщів. Співвідношення двох видів кліщів і їх концентрація у висівках можуть суттєво відрізнятись, залежно від продукту і виробника.

Методика проведення контролю якості

Кліщів можна вимивати з субстрату гарячою водою і підра-

ховувати їх кількість. Проте це трудомісткий метод. Для вилучення *Neoseiulus cucumeris* з матеріалу більш точним і зручним є метод Берлізе, який полягає у «виманюванні» кліщів із субстрату теплом лампи. Перевага полягає у тому, що живих кліщів добре видно, а мертві кліщі залишаються в решеті. Для цього змішують матеріал з усіх пакетів і беруть середню вибірку залежно від щільності хижого кліща у субстраті, що виробник зазначає на упаковці (табл. 23).

Таблиця 23

Вага середньої вибірки залежно від щільності неосейулюса у субстраті

Щільність <i>N. cucumeris</i>	Розмір вибірки
1000/5 г	0,5 г
500/5 г	0,5 г
250/5 г	1,0 г
100/5 г	1,0 г

Відібраний матеріал поміщають рівномірним шаром на сито діаметром 6 см та висотою 2,5 см. Ширина комірок сита — 333 мкм. Сито поміщають на відстані 4 см під лампу 150 Вт на прогрівання на 5 хвилин.

7.9. Контроль якості фітосейулюса (*Phytoseiulus persimilis* Ath.–Henr.)

Умови проведення контролю якості

Температура: 22–25°C;

Вологість: 70±5 %;

Світловий режим: 16:8 (день : ніч).

Критерії якості

Кількість: середня кількість живих хижаків має бути вказана на упаковці.

Співвідношення статей: ≥70 % самиць, проводиться раз у рік, вибірка 100 особин, проводиться за допомогою мікроскопа.

Плодючість: ≥10 яєць за 5 днів (вибірка 30 особин).

Тривалість життя: має становити не менше п'яти днів для 80 % самиць, яких в подальшому використовують у тесті на визначення плодючості.

Методика проведення контролю якості

Змішати вміст пакета, в якому знаходиться хижак і помістити

в контейнер. Взяти як мінімум 5 зразків з контейнера. Кожен зразок має становити не менше 2 % від загальної ваги. Матеріал у контейнері постійно перемішувати. Аналіз зразків робиться послідовно. Слід покласти зразки на білий аркуш паперу і розмістити під теплою лампою. Підрахувати живих хижаків, які вибігають з матеріалу. Додати кількість живих хижаків до решти в матеріалі.

Плодючість. Вирізати висічки з листків коричневої квасолі діаметром 2,5–3,5 см, заражені павутинним кліщем *Tetranychus urticae* Koch. Розмістити їх на агарі таким чином, щоб заражена сторона була вгорі, в маленькі пластикові контейнери з таким самим діаметром, як листкові диски та заввишки 2 см. Кришка контейнера має бути щільною для запобігання проникненню кліщів за межі контейнера, при цьому слід забезпечити відповідну вентиляцію.

Взяти на вибір самиць *P.persimilis* та помістити їх по одній самиці на листок, щоб кліщі вільно рухалися по субстрату. Перевернути контейнери з листками догори низом для створення схожих умов, в яких існують кліщі в природі. Після 48 годин перенести самиць у новий чистий контейнер. Підрахувати яйця і личинки, які самиці відклали у попередніх контейнерах. Залишити самиць хижаків у новому контейнері на 72 години, а потім підрахувати личинки і яйця. Проаналізувати 2 підрахунки і встановити плодючість протягом 5 днів. Виключити з підрахунків особин, які не відклали яйця, але зазначити їх кількість.

Приготування субстрату агару для тесту на плодючість: готується в 6 контейнерах, контейнер 200–500 мл, розрахунок на 6 днів. До 100 мл кип'яченої води, охолодженої до 65 °С, додати 1 г бактоагару і довести до кипіння, постійно помішуючи. Після цього охолодити розчин до 40–45 °С та розлити агар по контейнерах. Покласти листки у розчин агару до затвердіння, переконатися, що краї листків занурилися в агар — це запобігає їх передчасному засиханню.

7.10. Контроль якості амблісейуса (*Amblyseius mackenziei* Sch.).

Умови проведення контролю якості

Температура: 25 ± 1 °С;

Вологість: 70 ± 5 %;

Світловий режим: 16:8 (день : ніч).

Критерії якості

Кількість: загальна кількість живих хижаків має бути указана на упаковці.

Співвідношення статей: відбираємо 100 особин, з яких самиці

мають становити ≥ 60 %. Визначення проводимо під мікроскопом, попередньо приготувавши препарати.

Плодючість: ≥ 7 яець/самицю протягом 5 днів (вибірка 30 особин, сезонний тест).

Тривалість життя: ≥ 5 днів для 80 % самиць, яких в подальшому використовують в тесті на визначення плодючості.

Методика проведення контролю якості

Уміст упаковки перенести в контейнер. Взяти три зразки по 2 г кожний. Взяти два сита (розмір комірок: верхнє 315 мк, нижнє 90 мк), помістити на верхнє зразки і промити водою протягом кількох хвилин. Усі стадії кліща пройдуть через верхнє сито і залишаться на нижньому. Комах, які залишилися, облили гарячою водою. Сито з нижнього боку промокнути серветкою

є щоб позбутися зайвої вологи. Далі обережно перемістити кліщів з сита на білий папір і підрахувати загальну кількість кліща у трьох зразках і вирахувати середнє.

Плодючість: Зробити висічки діаметром 2,7 см з листя коричневої квасолі на яких знаходиться не менше 10–15 особин павутинного кліща *Tetranychus urticae* Koch з достатньою кількістю яець. Висічки помістити на агар інфікованою стороною догори у пластиковий контейнер діаметром 32 мм і заввишки 15 мм. Кришка контейнера має бути щільною для запобігання проникненню кліщів за межі контейнера, при цьому слід забезпечити відповідну вентиляцію.

Взяти на вибір самиць *A. taczekziei* та помістити їх по одній самиці на листок. Перевернути контейнери з листками догори для створення схожих умов, в яких існують кліщі в природі. Після 48 годин перенести самиць у новий чистий контейнер. Підрахувати яйця і личинки, які самиці відклали у попередніх контейнерах. Залишити самиць хижаків у новому контейнері на 72 години, а потім підрахувати личинок і яйця. Проаналізувати 2 підрахунки і встановити плодючість протягом 5 днів. Виключити з підрахунків особин, які не відклали яйця, але зазначити їх кількість.

Приготування субстрату агару для тесту на плодючість — див. у «Контроль якості фітосейулюса».

7.11. Контроль якості макролофуса (*Macrolophus caliginosus* Wagner.)

Умови проведення контролю якості

Температура: $22 \pm 2^\circ\text{C}$;

Вологість: 75 ± 10 %;

Світловий режим: 16:8 (день : ніч).

Критерії якості

Кількість: загальна кількість живих дорослих особин і німф має бути вказана на упаковці.

Смертність: не більше 5 % від кількості живих особин, вказаної на упаковці.

Співвідношення статей: відбираємо 100 особин, з яких самиці мають становити ≥ 45 %.

Плодючість: ≥ 7 яєць/самицю протягом 3 днів (вибірка 30 особин, сезонний тест).

Методика проведення контролю якості

Для визначення загальної кількості слід помістити пакет з макролофусом у морозильну камеру мінімум на годину, після чого підрахувати комах.

Смертність. Підраховують неживих комах, що залишаються у пакеті після того як його відкрили і дали можливість живим кохам вийти у контейнер.

Плодючість: Відібрати 30 самиць, вік яких після останньої личинкової лінки становитиме 7–10 днів. Помістити кожну окремо на висічку листка тютюну діаметром 5 см з головною жилкою посередині, занурену на 4 мм у агар. Відстань між агаром і кришкою контейнера має становити мінімум 2 см. Самиць макролофуса годувати яйцями млинової вогнівки *Ephesia kuehniella*. Через три доби вилучити самиць і обстежити під мікроскопом листок на наявність яєць. Яйця знаходяться у головній жилці листка. Середня кількість яєць має становити не менше семи яєць на самицю за три доби.

7.12. Контроль якості оріуса (*Orius laevigatus*)

Умови проведення контролю якості

Температура: 22–25°C;

Вологість: 70 ± 5 %;

Світловий режим: 16:8 (день : ніч).

Критерії якості

Кількість: загальна кількість живих дорослих особин і німф має бути вказана на упаковці.

Співвідношення статей: узяти на вибір особин, з яких самиці мають становити ≥ 45 % (відмінність між самицями і самцями зображена на рис. 32).

Плодючість: ≥ 30 яєць/самицю протягом 14 днів (вибірка 30 особин, сезонний тест).

Методика проведення контролю якості

Матеріал з контейнеру витримують 20 хв за 8 °C, потім просівають через сито для відокремлення субстрату, висівок і комах.

Узяти 100 дорослих особин, остання личинкова линька у яких відбулась менше 24 годин тому. Утримувати їх 2–3 дні, годуючи яйцями млинової вогнівки *Ephestia kuehniellai* і забезпечуючи рослинами квасолі. Потім визначити стать кожної особини під мікроскопом і помістити кожен пару у вентильований контейнер (висота 75 мм, діаметр 3–4 см) зі шматочками тканини стулок боба, яка є найбільш придатною для відкладання яєць всередину. Упродовж відкладання яєць слід забезпечувати самиць оріуса достатньою кількістю їжі (яйцями млинової вогнівки).

Кожні два–три дні замінювати висічки зі стулок на свіжі і підраховувати яйця. Порахувати загальну кількість яєць за 14-денний період. Зазначити кількість відмерлих самиць протягом випробувального періоду.



Рис. 32. Останні сегменти черевця оріуса: самці мають закручене, опукле черевце (А), а самиці — видовжений яйцеклад (В)

7.13. Контроль якості золотоочки звичайної (*Chrysoperla carnea*)

Основними показниками якості золотоочки є: плодючість самиць, тривалість життя самиць, співвідношення статей, виживаність, маса коконів, кількість деформованих особин, розміри імаго (табл. 24).

За відповідності вищевказаним стандартним показникам якості, вироблена партія золотоочки звичайної вважається якісною.

Плодючість самиць. З партії золотоочки відбирають 10 самиць і 10 самців та поміщають їх по одній парі в 10 однілітрових банок, куди кладуть шматки темної тканини. Імаго підгодовують 10 % медовим сиропом і автолизатом пивних дріжджів та підтримують температуру 24–26 °С, відносну вологість повітря — 60–65 %. Щодня підраховують кількість яєць, відкладених усіма самицями, змінюючи шматочки тканини з відкладеними яйцями на чисті. Процедуру повторюють до повної загибелі самиць у всіх банках. У випадку, якщо в одній з банок самиця не відкладає яйця — її виключають з обліку.

Стандартні показники якості золотоочки звичайної (*Chrysopa carnea* Steph.) за розмноження на яйцях зернової молі

№ з/п	Найменування показника	Значення показника
1.	Плодючість самиць (кількість яець, не менше, штук)	250
2.	Виживаність від стадії яйця до імаго (не менше, %)	70
3.	Деформовані особини імаго (не більше, %)	8
4.	Тривалість життя самиць (не менше доби)	20
5.	Маса коконів (не менш, мг)	7
6.	Співвідношення статей самців і самиць (не менше)	1:1
7.	Розміри імаго (не менше, мм): самиці самця	10 7

Визначають плодючість самиць за формулою:

$$П = \frac{A}{n},$$

де: P — середня плодючість самиці;

A — загальна кількість яець;

n — кількість яйцекладних самиць.

Виживаність. З партії відкладених яець відбирають 50 штук і розкладають у пробірки по одному яйцю. Пробірки закривають ватними тампонами і підтримують температуру 24–26 °С, відносну вологість 60–65 %. Після відродження личинок їх підгодовують яйцями ситотроги з розрахунку 20 мг на 1 личинку. Після утворення коконів і вильоту імаго підраховують виживаність за формулою:

$$X = \frac{A}{B},$$

де: X — виживання;

A — загальна кількість відібраних яець;

B — кількість невідроджених личинок або загиблих.

Деформовані особини імаго. З партії золотоочки відбирають 100 коконів і поміщають їх у трилітрову банку до виходу імаго золотоочки. Потім підраховують кількість деформованих особин імаго (деформовані та недорозвинені крила, відсутність або деформація вусиків). Визначають відсоток деформованих особин за формулою:

$$X = \frac{A - B}{A} * 100\%,$$

де: X — % деформованих особин;

A — загальна кількість імаго;

B — недеформовані особини.

Тривалість життя самиць. Облік тривалості життя самиць ведуть одночасно з визначенням їх плодючості і підраховують за формулою:

$$П = \frac{П_1 + П_2 + \dots + П_n}{N},$$

де: $П$ — середня тривалість життя самиць;

$П_1 \dots П_n$ — тривалість життя кожної самиці;

N — загальна кількість самиць.

Маса коконів. Під час відбору з виробленої партії золотоочки 100 коконів для визначення відсотка деформованих особин проводять одночасно їх сумарне зважування і визначають середню масу коконів за формулою:

$$M = \frac{M_n}{n},$$

де: M — середня маса коконів;

M_n — загальна вага коконів;

n — кількість коконів.

Співвідношення статей. Із партії відбирають 100 особин імаго. Підраховують окремо кількість самців і самиць, розрізняючи їх за морфологічними ознаками. Самці за розміром менше самиць і черевце у них вужче. Після підрахунку загальної кількості самців і самиць визначають співвідношення статей, ділячи більшу кількість особин за статевою приналежністю на меншу.

Розмір імаго. У разі визначення показника співвідношення одночасно під бінокуляром визначають розміри відібраних імаго, потім підраховують середній розмір самиць і самців.

ЛІТЕРАТУРА

1. Адашкевич Б. Разведение и хранение энтомофагов / Б. Адашкевич, Э. Шийко. — Ташкент : Узбекистан, 1983. — 144 с.
2. Анисимов А.И. Златоглазки (Chrysopidae): диагностика, особенности биологии, разведения, селекции и применения в закрытом грунте / [Анисимов А.И. и др.]. — СПб : ВИЗР, 2000. — 45 с.
3. Атамирзаев Х.Х. Экономическая оценка разведения габробракона на разных хозяевах и средах / Х.Х. Атамирзаев // Труды УзНИИЗР. : Ташкент : Госагропром СССР, 1987. — С. 31–35.
4. Бегляров Г.А. Биологические средства в защищенном грунте / Г.А. Бегляров // Защита раст. — 1985. — №3. — С.11–13.
5. Бегляров Г.А. Методические указания по биологическому методу борьбы с табачным трипсом в защищенном грунте / Г.А. Бегляров, Ф.А. Сучалкин. — М. : МСХ СССР, 1985. — 41 с.
6. Білик М.О. Захист овочевих культур від хвороб і шкідників у закритому ґрунті : навч. посіб. / Білик М.О., Євтушенко М.Д., Марютін Ф.М. — Х. : Еспада, 2003. — 458 с.
7. Білоусов Ю.В. Проблеми масового розведення та використання хижих членистоногих у сільському господарстві / Ю.В. Білоусов // Захист і карантин рослин. — № 54. — 2008.— С. 49–57.
8. Біологічний захист рослин / [за ред. М. П. Дядечка та М. М. Падія]. — Біла Церква, 2001. — 312 с.
9. Бондаренко Н.В. Биологическая защита растений / Н.В. Бондаренко. — Л. : Колос. Ленингр. отд-ние, 1978. — 256 с., ил.
10. Бондаренко Н.В. Методика массового размножения хищной галлицы афидимизы / Н.В. Бондаренко, Б.П. Асякин // Защита растений. — 1975. — №8. — С. 24–26.
11. Боярин В.В. Макролофус: взаємозв'язки в системі "рослина–фітофаг–ентомофаг" / В.В. Боярин, М.М. Тронь // Захист рослин. — №10. — 2003. — С. 11–13.
12. Бродвій В.М. Біологічний захист рослин / Бродвій В.М., Гулій В.В., Федоренко В.П. — К., 2004. — 351 с.
13. Выращивание златоглазки семиточечной *Chrysopa septempunctata* Wesm. на естественном и искусственном корме с целью использования ее против комплекса вредителей огурцов в защищенном грунте / Карелин В.Д. [и др.] // Массовое разведение насекомых. — Кишинев : Тимпул. —1984. — С. 25–29.
14. Гринберг Ш.М. О результатах лабораторного разведения и использования разновозрастной трихограммы / Ш.М. Гринберг, И.Н. Боубэтрын, Б.В. Пынзарь, А.Ф. Воротынцева // Массовое разведение насекомых. — Кишинев : Тимпул. — 1984. — С. 60–64.

15. Гусев Г. В. Биологические основы интродукции, применения и массового разведения энтомофагов/ Г.В. Гусев // Интродукция, акклиматизация и селекция энтомофагов. — Л., 1987. — С.3–7.

16. Довідник із захисту рослин / [Бублик Л.І. та ін.] ; за ред. М.П. Лісового. — К. : Урожай, 1999. — 744 с.

17. Дорохова Г.И. Афиидиды — разведение, применение, контроль качества биоматериала/ Г.И. Дорохова, В.И. Потемкина, Л.П. Красавина // Симпозиум стран СНГ по перепончатокрылым насекомым. — М., 2006. — С. 31

18. Дрозда В.Ф. Розвиток видів роду трихограма (Hymenoptera, Trichogrammatidae) при вирощуванні їх в яйцях дубового шовкопряда *Antheraea pernyi* G.M. (Lep.: Saturnidae) / В.Ф. Дрозда // Захист і карантин рослин. Міжвідом. тематичний зб. — 1996. — Вип. 43. — С. 120–129.

19. Злотин А. З. Теоретическое обоснование массового разведения насекомых / А.З. Злотин // Энтотомол. Обзорение. — 1981. — Вып. 60.— № 3.— С. 491–510.

20. Злотин А.З. Контроль качества культур насекомых / А.З. Злотин // 3-й съезд УЗО, сент., 1987 г. : тез докл. — К., 1987.— С.75.

21. Злотин А.З. Техническая энтомология / А.З. Злотин. — К. : Наук. думка, 1989. — 182 с.

22. Ентомологічні препарати трихограми. Загальні технічні умови : ДСТУ 5016:2008. — Київ : Держспоживстандарт України, 2009. — 29 с. — (Національний стандарт України).

23. Ижевский С.С. Опыт массового разведения насекомых в зарубежных странах / С.С. Ижевский // Массовое разведение насекомых. — Кишинев : Штиинца. — 1981. — С. 7-10.

24. Коваленков В.Г. Применение габробракона в интегрированной системе защиты растений / В.Г. Коваленков, Н.В. Козлова // Массовое разведение насекомых. — Кишинев : Штиинца. — 1981. — С. 30–32.

25. Коваленков В.Г. Маточник — резерватор трихограммы и хабробракона / В.Г. Коваленков, Т.В. Мещерякова // Защита растений. — М. — 1983. — №12. — С. 16–17.

26. Кондрагов Е. С. Методические указания по разведению капустной совки *Varaihra brassicae* L. на искусственных питательных средах / Кондрагов Е.С., Бегляров Г. А., Пономарева И. А. — М. : «Колос», 1975 — 16 с.

27. Лузгин М.С. Совершенствование технологических процессов разведения зерновой моли и трихограммы в условиях биофабрики / М.С. Лузгин // Биологические средства защиты растений, технологии их изготовления и применения. — 2005. — С. 160–167.

28.Макарова Н.А. Афиидиды: особенности их разведения и применения на овощных культурах в защищенном грунте : автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. биол. наук / Н.А. Макарова — 1997. — 16 с.

29.Марютін Ф.М. Екологічно безпечна система захисту огірка і помідора від хвороб і шкідників у закритому ґрунті / Ф.М. Марютін, М.О. Білик. — Х., 2002. — 194 с.

30.Методичні рекомендації по розведенню великої воцаної молі — універсального живителя для ентомофагів / [Харсун А.І, Падій М.М., Пентковська Є., Ерхам П.Г.]. — К. : Видав. УСГА. — 32 с.

31.Миронова М.К. Методические указания по разведению и применению хищного клеща ориуса *Orius lavigatus* / М.К. Миронова. — 1999. — 4 с.

32.Монастырский А.Л. Массовое разведении насекомых для биологической защиты растений / А.Л. Монастырский, В.В. Горбатовский. — М., 1991.—240 с.

33.Монастырский А.Л. Регламентация процессов массового разведения насекомых / А.Л. Монастырский, Ю.А. Масюк // Защита растений. — 1988.— №12. — С. 22–26.

34.Мороз М.М. Оптимізація розведення ентомофагів з родини Anthosoridae за рахунок розширення видового складу їх господарів / М.М. Мороз // Наук. вісн. НУБіП. — Режим доступу до журн. : www.nbuu.gov.ua/e-journals/nd/2012_6/12mms.pdf

35.Непомнящая А.М. Экологические исследования в целях оптимизации массового разведения златогазки обыкновенной *Chrysopa carnea* Steph. (Neuroptera, Chrysopidae) / А.М. Непомнящая, Д.М. Кушнир, И.Г. Язловецкий // Применение биологических методов защиты растений в сельскохозяйственном производстве. — Кишинев : Штиинца. —1988. — С.88–93.

36.Освоение природных ресурсов хищников — полифагов для использования в биологической защите / Н. А. Белякова [и др.] // Биологические средства защиты растений, технологии их изготовления и применения. — СПб. : ВИЗР, 2005. — С. 55–63.

37.Основи біологічного методу захисту рослин / [за ред. М.П.Дядечка]. — К. : Урожай, 1979. — 280 с.

38.Попов Г.А. Биологические основы массового разведения энтомофагов и их хозяев / Г.А. Попов // Биологические средства защиты растений. — М. : Колос, 1974. — С. 95–103.

39.Попов Н.А. Разведение галлицы афидимизы / Н.А. Попов, Ю.В. Белоусов //Защита растений. — 1987. — №10. — С. 24

40.Сапрыкин А.А. Биологические средства защиты растений, технологии их изготовления и применения / А.А. Сапрыкин, И.М. Пазюк. — СПб, 2005. — С. 55–63.

41. Сапрыкин А.А. Биологическая борьба с трипсами: применение и разведение хищных клопов ориусов / А.А. Сапрыкин, И.М. Пазюк. // Гавриш. — 2003. — № 3. — С. 14–16.

42. Семьянов В.П. Методика разведения и длительного хранения тропического вида кокцинелид *Leis dimidiata* Fabr, Coleoptera, Coccinellidae // Энт. О603.LXXV. В.П. Семьянов. —1996.— С. 714–750.

43. Старчевський І. Промислове виробництво ентомокультур/ І. Старчевський, О. Гончарук, Б. Шейкін // Техніка АПК. — № 9–10, 1994.

44. Степанычева Е.А. Возможность использования альтернативного корма для лабораторного разведения хищного клопа *Ogius laevigatus* / Е.А. Степанычева, А.В. Щеникова // Информ. бюлл. ВПРС МОББ 33. СПб.—2002.— С. 49–52.

45. Стефановська Т.Р. Ефективність розмноження ентомопатогенних нематод роду *Heterorhabditis* та *Steinernema* на воцаній молі та борошняному хрущаку / Т.Р. Стефановська // Електронний журнал «Наукові доповіді НАУ». — 2007. — Вип.2.

46. Стефановська Т.Р. Ефективність розмноження ентомопатогенних нематод роду *Heterorhabditis* та *Steinernema* на воцаній молі та борошняному хрущаку / Т.Р. Стефановська // Електронний журнал «Наукові доповіді НАУ». — 2007. — Вип.2.

47. Тамарина Н.А. Основы технической энтомологии / Н.А. Тамарина. — М. : МГУ. — 1990. — 204 с.

48. Технологический регламент на производство галлицы афидимизы / [Асякин Б.П. и др.]. — СПб, 2001. — 12 с.

49. Трапезникова О.В. Перспективы использования растений-суккулентов в качестве субстрата для откладки яиц клопами рода *Ogius* / О.В. Трапезникова // Труды ставропольского отделения Русского энтомологического общества : II Междунар науч.-практ. Интернет-конференция «Актуальные вопросы энтомологии. — Ставрополь, 2009. — Вып. 5. — С. 276–278.

50. Тронь М.М. Энтомофаги закрытого грунта / М.М. Тронь, Т.В. Крижанівська, В.В. Боярин // Захист рослин. — 1999. — № 2. — С.9.

51. Тряпицын В.А. Паразиты и хищники вредителей сельскохозяйственных культур / Тряпицын В.А., Шапиро В.А., Щепетильникова В.А. — Л., 1982. — 254 с.

52. Цыбульская Г.Н. Качественная оценка трихограммы / Г.Н. Цыбульская // Защита растений.—1973.— Вып.3. — С. 24–26.

53. Шагов Е.М. Особенности формирования культур насекомых с заданными биологическими свойствами в условиях технобиотеноса / Е.М. Шагов, Л.К. Новикова // С.-х. биология. — 1985. №6. — С. 86–89.

54. Шийко Э.С. Массовое развитие паразита персиковой тли афидиус (*Aphidius matricariae* Hal.) / Э.С. Шийко. — Кишинев, 1986. — 15 с.
55. Шийко Э.С. Биологические особенности и массовое разведение паразита персиковой тли *Aphidius matricariae* Hal. / Э.С. Шийко, Л.Э. Новицкая // Биологические методы в борьбе с вредителями и болезнями тепличных культур. — 1986. — С. 31–39.
56. Шувахина Е.Я. Златоглазки и их использование в борьбе с вредителями сельскохозяйственных культур / Е.Я. Шувахина // Биологические средства защиты растений. — М. : Колос, 1974. — С. 185–199.
57. Шувахина Е.Я. Испытание экспериментального бокса для разведения маточных культур обыкновенной и китайской златоглазок / Е.Я. Шувахина // Массовое разведение насекомых. — Кишинев : Штиинца. — 1985. — С. 41–47.
58. Яковчук Т.Н. Применение ювеноида при массовом разведении златоглазки обыкновенной (*Chrysopa carnea* Steph.) / Т.Н. Яковчук, А.П. Сазонов // Массовое разведение насекомых. — Кишинев : Штиинца. — 1981. — С. 23–24.
59. Bedding R. A. 1981. Low Cost in vitro Mass Production of *Neoaeplectana* and *Heterorhabditis* Species (Nematoda) for Field Control of Insect Pests. *Nematologica*. 27: — p.109–114.
60. Bigler, F. (1989) Quality assessment and control in entomophagous insects used for biological control. *Journal of Applied Entomology* 108, 390–400.
61. Bigler, F. (1991) Quality Control of Mass Reared Arthropods. *Proceedings 5th Workshop IOBC Global Working Group "Quality Control of Mass Reared Arthropods"*, 25–29 March 1991, Wageningen, The Netherlands, 205 pp.
62. Bigler, F. (1994) Quality control in *Trichogramma* production. In: Wajnberg, E. and Hassan, S.A. (eds) *Biological Control with Egg Parasitoids*. CABI International, Wallingford, Oxon, pp. 93–111.
63. Bolckmans, K.J.F. (1999) Commercial aspects of biological pest control. In: Ehlers R.U. 2001 *Appl Microbiol Biotechnol Mass production of entomopathogenic nematodes for plant protection*. 56(5–6):623–33.
64. Buecher E. J. and I. Popiel. 1989. Liquid Culture of the Entomopathogenous Nematode *Steinernema feltiae* with Its Bacterial Symbiont. *Nematologie*. 21(4): 500–504.
65. Conlong, D.E. (1995) Small colony initiation, maintenance and quality control in insect rearing. *Proceedings 4th National Insect Rearing Workshop*, Grahamstown, South Africa, 3 July 1995, 39 pp.

66. Conlong, D.E. and Mugoya, C.F. (1996) Rearing beneficial insects for biological control purposes in resource poor areas of Africa. *Entomophaga* 41, 505–512.

67. DeBach, P., ed. 1964. *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. Cambridge Univ. Press, Cambridge: 844 pp.

68. De Clercq, P. and Degheele, D. (1992) A meat-based diet for rearing the predatory stinkbugs *Podisus maculiventris* and *Podisus sagitta* (Het.: Pentatomidae). *Entomophaga* 37, 149–157.

69. De Clercq, P., Merlevede, F. and Tirry, L. (1998a) Unnatural prey and artificial diets for rearing *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae). *Biological Control* 12, 137–142.

70. De Clercq, P., Vandewalle, M. and Tirry, L. (1998b) Impact of inbreeding on performance of the predator *Podisus maculiventris*. *Biocontrol* 43, 299–310.

71. De Clercq, P. (2004). Culture of natural enemies on factitious foods and artificial diets. In: *Encyclopedia of Entomology* (J. L. Capinera, Ed.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, vol. I, 650–652.

72. Ferkovich, S.M., Moralesramos, J.A., Rojas, M.G., Oberlander, H., Carpenter, J.E. and Greany, P. (1999) Rearing of ectoparasitoid *Diapetimorpha introita* on an artificial diet: supplementation with insect cell line-derived factors. *BioControl* 44, 29–45.

73. Finney, G.L. and Fisher, T.W. (1964) Culture of entomophagous insects and their hosts. In DeBach, P. (ed.), *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. Chapman and Hall, London, pp. 329–355.

74. Floyd L. Inman III, Sunita Singh, Leonard D. Holmes Mass Production of the Beneficial Nematode *Heterorhabditis bacteriophora* and Its Bacterial Symbiont *Photobacterium luminescens* Indian J Microbiol (July–Sept 2012) 52(3):316–324 DOI 10.1007/s12088-012-0270-2

75. Grenier, S. (1994) Rearing of *Trichogramma* and other egg parasitoids on artificial diets. In: Wajnberg, E. and Hassan, S.A. (eds.) *Biological Control with Egg Parasitoids.*, CAB International, Wallingford, UK, pp. 73–92.

76. Grenier, S., Greany, P.D. and Cohen, A.C. (1994) Potential for mass release of insect parasitoids and predators through development of artificial culture techniques. In: Rosen, D., Bennett, F.D. and Capinera, J.L. (eds.) *Pest Management in the Subtropics: Biological Control – A Florida Perspective*. 10, Intercept, Andover, pp. 181–205.

77. Grenier, S., Yang, H., Guillaud, J. and Chapelle, L. (1995) Comparative development and biochemical analyses of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) grown in artificial media with hemolymph or devoid of insect components. *Comparative Biochemistry and Physiology* 111B, 83–90.

78. Grenier, S. and P. DeClercq 2003. Comparison of Artificially vs. Naturally Reared Natural Enemies and Their Potential for Use in Biological Control. Chapter 9 in: Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures. J.C. van Lenteren (ed.), CABI Publishing, Wallingford, UK: 115–131.

79. Guadaluperoyas, M.S, Morales– Ramos J.A., Louis, W Tdders. Optimization of a Host Diet for in vivo Production of Entomopathogenic Nematodes *Journal of Nematology* 44(3):264–273. 2012.

80. Gurr, G. and Wratten, S. (eds.) (2000) *Measures of Success in Biological Control*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 448 pp.

81. Hassan, S.A. and Hagen, K.S. (1978) A new artificial diet for rearing *Chrysopa carnea* larvae (Neuroptera, Chrysopidae). *Zeitschrift fur Angewandte Entomologie* 86, 315–320.

82. Hassan, S.A. and Wen Qing Zhang (2001) Variability in quality of *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) from commercial suppliers in Germany. *Biological Control* 22, 115–121.

83. Hu, J.S., Gelman, D.B., Bell, R.A. and Loeb, M.J. (1998) *In vitro* rearing of *Edovum puttleri*, an egg parasitoid of the Colorado potato beetle — development from egg through the pupal stage. *BioControl* 43, 1–16.

84. Kaushik, H.D. and Arora, R.K. (1998) *Trichogramma*: research and use in India. In: Hassan, S.A.(ed.) *Proceedings of the 5th International Symposium on Trichogramma and other egg parasitoids*, 4–7 March 1998, Cali, Colombia, pp. 155–176.

85. Kazmer, D.J. and Luck, R.F. (1995) Field tests of the size–fitness hypothesis in the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. *Ecology* 76, 412–425.

86. K.O. Spence , G.N. Stevens 1, H. Arimoto, J. Ruiz–Vega 2, H.K. Kaya, E.E. Lewis Shapiro I, Effect of insect cadaver desiccation and soil water potential during rehydrate on entomopathogenic nematode (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) production and virulence *Journal of Invertebrate Pathology* 106 (2011): 268–273

87. Lenteren, J.C. van, (2000) Measures of Success in Biological Control Of Arthropods By Augmentation Of Natural Enemies. In: Measures of Success in Biological Control, G. Gurr & S. Wratten (eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 77–103.

88. Lenteren, J.C. van, (2003) Commercial availability of biological control agents. Chapter 11 in: Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures. J.C. van Lenteren (ed.), CABI Publishing, Wallingford, UK: 167–179.

89.Lenteren, J.C. van & V.H.P. Bueno, (2003) Augmentative biological control of arthropods in Latin America. *BioControl* 48: 123–139.

90.Lenteren J.C., Roskam, M.M. and Timmer, R. (1997) Commercial mass production and pricing of organisms for biological control of pests in Europe. *Biological Control* 10, 143–149.

91.Lenteren, J.C., van (1999) Fundamental knowledge about insect reproduction: essential to develop sustainable pest management. *Invertebrate Reproduction and Development* 36, 1–15.

92.Lenteren, J.C. van (2000a) Measures of success in biological control of arthropods by augmentation of natural enemies. In: Gurr, G. and Wratten, S. (eds.) *Measures of Success in Biological Control*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 77–103.

93.Lenteren, J.C. van (ed.), 2003a. Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures. CABI Publishing, Wallingford, UK: 327 pp.

94.Lenteren, J.C. van, 2003b. Need of quality control of mass-produced biological control agents. Chapter 1 in: Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures. J.C. van Lenteren (ed.), CABI Publishing, Wallingford, UK: 1–18.

95.Lenteren, J.C. van, 2003c. Commercial availability of biological control agents. Chapter 11 in: Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures. J.C. van Lenteren (ed.), CABI Publishing, Wallingford, UK: 167–179.

96.Lenteren, J.C. van & M.G. Tommasini, 2003. Mass Production, Storage, Shipment and Release of Natural Enemies. Chapter 12 in: Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures. J.C. van Lenteren (ed.), CABI Publishing, Wallingford, UK: 181–189.

97.Lenteren, J.C. van, A. Hale, J.N. Klapwijk, J. van Schelt and S. Steinberg, 2003. Guidelines for quality control of commercially produced natural enemies. Chapter 19 in: Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures. J.C. van Lenteren (ed.), CABI Publishing, Wallingford, UK: 265–303.

98.Lenteren, J.C. van (ed.), 2003. Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures. CABI Publishing, Wallingford, UK Copyright IOBC 86IOBC Internet Book of Biological Control Version 5, January 2008 Editor: J.C. van Lenteren

99.Lenteren, J.C. van (2011) The state of commercial augmentative biological control: plenty of natural enemies, but a frustrating lack of uptake? [Biocontrol/DOI10/1007/s10526-011-9395-1](https://doi.org/10.1007/s10526-011-9395-1). The article is

published with open access at Soringerlink.com.

100.Niijima, K., Nishimura, R. and Matsuka, M. (1977) Nutritional studies of an aphidophagous coccinellid, *Harmonia axyridis*. 3. Rearing of larvae using a chemically defined diet and fractions of drone honey-bee powder. *Bulletin of the Faculty of Agriculture of Tamagawa University* 17, 45–51. h quality assessment comparisons of *in vitro* and *in vivo* reared adults. *Biological Control* 9, 201–207.

101.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.

102.Shapiro– D I., HAN R., DOLINKSI C Entomopathogenic Nematode Production and Application Technology Journal of Nematology 44(2):206–217. 2012.

103.Singh, P. (1984) Insect diets. Historical developments, recent advances, and future prospects. In: King, E.G. and Leppla, N.C. (eds.) *Advances and Challenges in Insect Rearing*. USDA/ARS, New Orleans, pp. 32–44.

104.Smirnoff, W.A. (1958) An artificial diet for rearing coccinellid beetles. *Canadian Entomologist* 90, 563–565.

105.Thompson, S.N. (1999) Nutrition and culture of entomophagous insects. *Annual Review of Entomology* 44, 561–592.

106.Thompson, S.N. and Hagen, K.S. (1999) Nutrition of entomophagous insects and other arthropods. In: Bellows, T.S. and Fisher, T.W. (eds.) *Handbook of Biological Control: Principles and Applications*. Academic Press, San Diego, CA, pp. 594–652.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. Сучасний стан та перспективи розведення корисних організмів для захисту рослин	6
РОЗДІЛ 2. Теоретичні основи розведення корисних комах.....	34
2.1 Типи взаємозв'язків між комахами.....	34
РОЗДІЛ 3. Культура комах.....	58
3.1. Фактори, що впливають на вирощування корисних комах.....	59
3.2. Штучні поживні середовища (дієти) для розведення комах.....	68
РОЗДІЛ 4. Характеристика та технологія розведення основних живителів хижих і паразитичних безхребетних.....	78
4.1. Біологічні особливості та технологія розведення галерії.....	78
4.2. Біологічні особливості та технологія розведення млинової вогнівки.....	84
4.3. Біологічні особливості та технологія розведення капустяної совки	86
4.4. Біологічні особливості та технологія розведення зернової молі	90
4.5. Біологічні особливості та технологія розведення кукурудзяного метелика.....	96
4.6. Біологічні особливості та технологія розведення озимої совки.....	101
4.7. Біологічні особливості та технологія розведення великого борошняного хрущака	104
4.8. Біологічні особливості та технологія розведення бавовникової совки.....	106
РОЗДІЛ 5. Розведення ентомо- і акарифагів для відкритого ґрунту	112
5.1. Біологічні, морфологічні особливості трихограми та технологія її розведення.....	112
5.2. Біологічні, морфологічні особливості габробракона та технологія його розведення	119
5.3. Біологічні, морфологічні особливості криптолемуса та технологія його розведення	123
5.4. Біологічні, морфологічні особливості подізуса та технологія його розведення	128
5.5. Біологічні, морфологічні особливості едовума та технологія його розведення	133
5.6. Біологічні, морфологічні перилюса особливості та технологія його розведення	140
5.7. Біологічні, морфологічні особливості кокцинелід та технологія їх розведення.....	147
РОЗДІЛ 6. Розведення ентомо- і акарифагів для закритого ґрунту	158

6.1. Розведення паразитів.....	158
6.1.1. Біологічні, морфологічні особливості енкарзії та технологія її розведення	158
6.1.2. Біологічні, морфологічні особливості афідіуса та технологія його розведення.....	163
6.1.3. Біологічні особливості та технологія розведення ентомопатогенних нематод.....	169
6.2. Розведення хижаків.....	179
6.2.1. Біологічні, морфологічні особливості макролофуса та технологія його розведення.....	179
6.2.2. Біологічні, морфологічні особливості амблісейуса та технологія його розведення.....	183
6.2.3. Біологічні, морфологічні особливості оріуса та технологія його розведення.....	190
6.2.4. Біологічні, морфологічні особливості афідимізи та технологія її розведення	192
6.2.5. Біологічні, морфологічні особливості фітосейулюса та технологія його розведення.....	200
6.2.6. Біологічні, морфологічні особливості золотоочок та технологія їх розведення	206
6.2.7. Біологічні, морфологічні особливості мух-сирфід та технологія їх розведення	214
РОЗДІЛ 7. Контроль якості ентомофагів.....	219
7.1. Контроль якості афідіуса (<i>Aphidius ervi</i>).....	219
7.2. Контроль якості галиці афідімізи (<i>Aphidoletes aphidimyza</i>).....	221
7.3. Контроль якості дакнузи (<i>Dacnusa sibirica</i> Telenga)	223
7.4. Контроль якості дігліфуса (<i>Diglyphus isaea</i> Walker)	224
7.5. Контроль якості енкарзії (<i>Encarsia formosa</i> Gahan)	225
7.6. Контроль якості еретмоцеруса (<i>Eretmocerus eremicus</i> Rose).....	226
7.7. Контроль якості трихограми (<i>Trichogramma evanescence</i> , <i>Trichogramma euproctidis</i> , <i>Trichogramma embriophagum</i> , <i>Trihogramma sacoecia</i>).....	227
7.8. Контроль якості неосейулюса (<i>Neoseiulus cucumeris</i>).....	234
7.9. Контроль якості фітосейулюса (<i>Phytoseiulus persimilis</i> Ath.-Henr.).....	235
7.10. Контроль якості амблісейуса (<i>Amblyseius mackenziei</i> Sch.).....	236
7.11. Контроль якості макролофуса (<i>Macrolophus caliginosus</i> Wagner.).....	237
7.12. Контроль якості оріуса (<i>Orius laevigatus</i>).....	238
7.13. Контроль якості золотоочки звичайної (<i>Chrysoperla carnea</i>)	239
ЛІТЕРАТУРА	242

Присвячується
світлій пам'яті доктора сільськогосподарських наук, професора
Валентини Сергіївни Шелестової
(1930–2006),
вшановуючи її внесок у розвиток біологічного контролю
шкідливих організмів в Україні



Посібник є узагальненням та аналізом великої кількості сучасних літературних джерел, зокрема іноземних, з цього питання. Для полегшення сприйняття інформації студентами посилення на авторів не наводяться в тексті, але список авторів додається окремо.

Автори висловлюють подяку студентам бакалаврської та магістерської підготовки із спеціальності захисту рослин, а також аспірантам кафедри ентомології ім. проф. М.П. Дядечка за допомогу, надану під час опрацювання матеріалів видання.

Навчальне видання

Стефановська Тетяна Робертівна

Кава Людмила Павлівна

Підліснюк Валентина Вікторівна

Томчак Анна

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ
І ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНІЗМІВ
У БІОЛОГІЧНОМУ ЗАХИСТІ РОСЛИН**

Навчальний посібник

Підписано до друку 26.12.2014 Формат 60x84/16.
Папір офсет. №1. Гарнітура Palatino Linotype. Друк офс.
Наклад 500 примірників, Зам. № 83

ДУ «НМЦ «Агроосвіта»
Київ-151, вул. Смілянська,11
тел. 249-94-04

Фірма «Інтас»