

Міністерство освіти і науки України  
Державний біотехнологічний університет

**М.О. Білик**

**БІОЛОГІЧНИЙ  
ЗАХИСТ РОСЛИН  
ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ**

Підручник

Харків «Майдан»  
2022

УДК 632.937(075.8)

Б 61

*Рекомендовано до видання вченою радою Державного біотехнологічного університету (протокол № 4 від 23 грудня 2021 р.)*

Рецензенти: *д-р. с.-г. наук, професор М.М. Доля НУБіП); д-р. біол. . наук, професор Є.М. Білецький (ДБТУ), д-р. с.-г. наук, професор Г.І. Яровий (ДБТУ)*

**Білик М.О.**

Б 61 Біологічний захист рослин від шкідливих організмів: підручник / М.О. Білик. – Харків: Майдан, 2022. – 356 с.

ISBN

Висвітлено теоретичні основи біологічного захисту рослин від шкідників хвороб та бур'янів. Здійснено оцінку сучасного рівня розвитку біологічного методу в інтегрованому захисті рослин, який найповніше відповідає цілям охорони довкілля і здоров'я людини. Викладено характеристику найважливіших природних ворогів шкідливих організмів рослин, біологічних препаратів, технології їх лабораторного виробництва та застосування.

Для здобувачів першого (бакалаврського) рівня спеціальностей 202 «Захист і карантин рослин», 201 «Агрономія» аграрних закладів вищої освіти. Видання буде корисним для спеціалістів біологічних лабораторій та біофабрик, спеціалістів аграрних підприємств, фермерів, садівників та городників-аматорів.

**УДК 632.937(075.8)**

ISBN

© ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, 2022  
© Білик М.О., 2022

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
<b>ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА</b>	
1. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТА СУЧАСНИЙ СТАН БІОЛОГІЧНОГО МЕТОДУ ЗАХИСТУ РОСЛИН .....	8
2. ПРИРОДНА РЕГУЛЯЦІЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ РОСЛИН У БІОЦЕНОЗАХ .....	14
2.1. Біоценози та їх складові .....	14
2.2. Основні форми антагоністичних взаємовідносин між організмами в біоценозах .....	18
2.2.1. Хижацтво .....	19
2.2.2. Паразитизм .....	23
2.2.3. Антибіоз .....	27
2.2.4. Спеціалізація хижаків і паразитів .....	29
3. ХИЖАКИ ТА ПАРАЗИТИ ШКІДНИКІВ РОСЛИН .....	33
3.1. Хижі членистоногі .....	33
3.1.1. Хижі комахи .....	37
3.1.1.1. Ряд Бабки – Odonata.....	37
3.1.1.2. Ряд Богомоли – Mantodea.....	39
3.1.1.3. Ряд Щипавки – Dermaptera.....	40
3.1.1.4. Ряд Трипси – Thysanoptera.....	42
3.1.1.5. Ряд Членистохоботні – Hemiptera, підряд Клопи – Heteroptera.....	43
3.1.1.6. Ряд Твердокрилі, або Жуки – Coleoptera.....	47
3.1.1.7. Ряд Сітчастокрилі – Neuroptera.....	55
3.1.1.8. Ряд Двокрилі, або Мухи та комари – Diptera.....	58
3.1.1.9. Ряд Перетинчастокрилі – Hymenoptera.....	61
3.1.2. Хижі Павукоподібні .....	63
3.1.2.1. Підклас Павуки – Aranea.....	63
3.1.2.2. Підклас Кліщі – Acari.....	66
3.2. Хордові – хижаки шкідників рослин .....	68
3.3. Паразитичні комахи .....	71
3.3.1. Ряд Перетинчастокрилі – Hymenoptera .....	72
3.3.2. Ряд Двокрилі, або Мухи та комари –Diptera .....	79
4. ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ ШКІДНИКІВ РОСЛИН .....	82
4.1. Основні поняття патології комах .....	82
4.2. Грибні хвороби (мікози) комах .....	89
4.3. Бактеріальні хвороби (бактеріози) комах .....	100
4.4. Вірусні хвороби (вірози) комах .....	106
4.5. Протозойні хвороби (протозоозози) комах .....	111
4.6. Нематодні хвороби (нематодонози, гельмінтози) комах .....	114

5. МІКРООРГАНІЗМИ – АНТАГОНІСТИ ЗБУДНИКІВ ХВОРОБ РОСЛИН .....	119
5.1. Гриби – антагоністи фітопатогенів .....	120
5.2. Бактерії – антагоністи фітопатогенів .....	127
5.3. Віруси – антагоністи фітопатогенів .....	130
6. ПРОДУКТИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІЗМІВ І ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В БІОЛОГІЧНОМУ ЗАХИСТІ РОСЛИН.....	132
6.1. Токсини .....	133
6.2. Антибіотики .....	140
6.3. Фітонциди .....	144
6.4. Фітоалексини .....	152
6.5. Гормони .....	153
6.6. Біологічно активні речовини, які впливають на поведінку членистоногих .....	156
7. РЕГУЛЮЮЧА РОЛЬ І СПОСОБИ ВИКОРИСТАННЯ ЗООФАГІВ, ГЕРБІФАГІВ І МІКРООРГАНІЗМІВ У ЗАХИСТІ РОСЛИН .....	160
7.1. Основні принципи регуляції чисельності популяцій у біоценозі .....	160
7.2. Характеристика окремих груп регулюючих чинників .....	161
7.3. Умови, що визначають ефективність ентомофагів .....	163
7.4. Способи використання тварин і мікроорганізмів у захисті рослин від шкідливих організмів .....	165
<b><i>СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА</i></b>	
8. БІОЛОГІЧНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ РОСЛИН ВІД ШКІДНИКІВ ....	171
8.1. Класифікація і препаративні форми біологічних препаратів .....	171
8.2. Біопрепарати для захисту рослин від шкідників .....	177
8.2.1. Грибні інсектицидні препарати .....	177
8.2.2. Бактеріальні препарати для захисту рослин від шкідників .....	180
8.2.3. Вірусні інсектицидні препарати .....	188
8.1.5. Інсектицидні препарати на основі БАР .....	190
8.3. Ентомофаги шкідників рослин відкритого ґрунту і біотехнологічні основи їх масового розведення .....	193
8.3.1. Трихограма .....	193
8.3.1.1. Загальна характеристика .....	193
8.3.1.2. Технологія масового розведення трихограми .....	197
8.3.1.3. Методика визначення якості трихограми ....	206
8.3.1.4. Застосування трихограми .....	211
8.3.2. Габробракон .....	213
8.3.3. Хойойя .....	216
8.3.4. Подізус .....	219
8.4. Паразити і хижаки шкідників овочевих культур закритого ґрунту .....	222

8.4.1.	Енкарзія .....	222
8.4.1.1.	Загальна характеристика енкарзії.....	222
8.4.1.2.	Технології розведення і використання енкарзії.....	225
8.4.2.	Афідіїди .....	232
8.4.3.	Паразити мінуючих мух .....	236
8.4.4.	Афідими́за .....	238
8.4.4.1.	Загальна характеристика .....	238
8.4.4.2.	Технології масового розведення і використання .....	240
8.4.5.	Хижі Сітчастокрилі .....	244
8.4.5.1.	Золотоочка звичайна .....	244
8.4.5.2.	Мікромус .....	250
8.4.6.	Макролофус .....	251
8.4.7.	Хижі кліщі .....	256
8.4.7.1.	Фітосейулюс .....	256
8.4.7.2.	Амблісейуси .....	264
9.	БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ РОСЛИН ВІД ХВОРОБ .....	271
9.1.	Біологічні фунгіцидні препарати .....	271
9.1.1.	Грибні препарати .....	271
9.1.1.1.	Препарати на основі грибів роду <i>Trichoderma</i> .....	271
9.1.1.2.	Біофунгіциди на основі грибів родів <i>Chaetomium</i> , <i>Fomes</i> та ін. ....	275
9.1.2.	Бактеріальні біофунгіциди .....	278
9.1.3.	Біофунгіциди на основі БАР .....	286
9.1.4.	Біопрепарати комплексної дії (Біоінсектофунгіциди) .....	288
9.2.	Вакцинація рослин .....	290
9.3.	Агробіологічний спосіб захисту овочевих культур у ґрунтових теплицях від мелойдогінозу .....	293
10.	БІОЛОГІЧНІ ЗАСОБИ БОРОТЬБИ З БУР'ЯНАМИ .....	297
10.1.	Загальні положення .....	297
10.2.	Фітоміза .....	299
10.3.	Амброзієвий листоїд .....	306
10.4.	Перспективи використання грибних препаратів проти бур'янів .....	307
11.	ГЕНЕТИЧНИЙ МЕТОД БОРОТЬБИ ЗІ ШКІДНИКАМИ РОСЛИН .....	310
12.	СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИЙ МЕТОД ЗАХИСТУ РОСЛИН ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ .....	317
	Рекомендована література .....	332
	Алфавітний покажчик українських назв хижаків і паразитів шкідників рослин, гербіфагів та біопрепаратів .....	336
	Алфавітний покажчик латинських назв біоагентів .....	339
	Додаток.....	343

## ВСТУП

У збільшенні виробництва і підвищенні якості продукції рослинництва важливу роль відіграє захист рослин від шкідливих організмів, оскільки втрати урожаю від шкідників, хвороб і бур'янів в окремі роки досягають 20–30 % від можливого урожаю.

Тривале інтенсивне застосування хімічних засобів захисту рослин має негативну, часто незворотну, дію на біоценози і не завжди забезпечує очікуваний ефект у захисті посівів сільськогосподарських культур від шкідливих організмів.

Останнім часом через тяжкий економічний стан в Україні значно зменшилися обсяги застосування пестицидів, проте негативний вплив тотальної хімізації сільськогосподарського виробництва в попередні роки триватиме довго.

Доведено, що для успішного захисту рослин від шкідників і хвороб найбільш ефективними є системи, що раціонально поєднують різні методи захисту. При цьому залежно від екологічного стану, щільності заселення культури шкідником, чисельності природних ворогів та інших умов роль провідного методу в ній може належати то одному, то іншому з них. В усіх випадках ці системи повинні включати профілактичні агротехнічні і біологічні заходи. Такий підхід до захисту рослин передбачає, насамперед, широке використання природних регулюючих механізмів. Це активно стимулює розвиток біологічного методу захисту рослин.

Біологічний метод захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів ґрунтується на використанні живих організмів або продуктів їхньої життєдіяльності. Сільськогосподарським культурам шкодять багато груп тварин: комахи, кліщі, нематоди, мишоподібні гризуни, а також хвороби (грибні, бактеріальні, вірусні тощо) і бур'янисті рослини, тому в біологічному захисті рослин використовують цілий комплекс біологічних засобів – ентомофаги й акарифаги з класів комах і павукоподібних, нематоди,

ентомопатогенні мікроорганізми (гриби, бактерії, віруси), антагоністи і гіперпаразити збудників хвороб рослин, комахи-фітофаги (гербіфаги). З продуктів життєдіяльності мікроорганізмів використовують антибіотики, токсини, атрактанти і їхні синтетичні аналоги.

Подальші успіхи біологічного захисту рослин тісно пов'язані з рівнем підготовки спеціалістів, які безпосередньо планують, організовують і контролюють проведення всіх профілактичних і винищувальних заходів у господарствах різних форм власності.

Сучасному спеціалісту із захисту рослин необхідно мати добрі навички з діагностики не тільки шкідливих організмів, а й їхніх природних ворогів, уміти оцінити роль найефективніших хижаків, паразитів і патогенів шкідників рослин, мікроорганізмів-антагоністів і гіперпаразитів збудників хвороб у конкретній екологічній ситуації і прийняти рішення про застосування того або іншого методу захисту рослин.

Без ґрунтового володіння комплексом біологічної та екологічної інформації, на якій базується сучасний біологічний захист рослин, неможливо розв'язати проблему збереження врожаю і не зашкодити довкіллю. У набутті цих навичок суттєво допоможе пропонований підручник.

## **ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА**

### **1. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТА СУЧАСНИЙ СТАН БІОЛОГІЧНОГО МЕТОДУ ЗАХИСТУ РОСЛИН**

Одним із важливих резервів збільшення виробництва зерна, овочів, плодів та іншої сільськогосподарської продукції є поліпшення захисту рослин від шкідників, хвороб та бур'янів. Сільське господарство України щорічно втрачає через них до 25–30 % врожаю. В умовах родючих ґрунтів, сприятливих кліматичних умов в Україні є реальні можливості різко збільшити врожай основних сільськогосподарських культур. Для цього потрібно об'єднати зусилля фахівців різних галузей аграрної науки і практики – селекціонерам забезпечити створення нових високопродуктивних сортів з високою стійкістю до шкідників і хвороб, спеціалістам-аграрникам розробити і втілювати в практику дотримання прогресивних технологій їх вирощування, а захисникам рослин забезпечити надійний захист культур та одержання екологічно чистої рослинницької продукції.

Наприкінці ХХ ст. в Україні було розроблено концепцію фітосанітарної оптимізації рослинництва. Вона прийшла на зміну інтенсивному хімічному захисту на основі використання пестицидів за схемою так званих календарних обробок, що ігнорують фактичний стан посівів. Нова концепція передбачає краще використання нехімічних методів захисту рослин. Така зміна орієнтації зумовлена тим, що хімічні пестициди разом з перевагами (наприклад, швидке і різке зниження чисельності шкідливих видів) мають й істотні недоліки, такі як накопичення залишків хімікатів у сільськогосподарській продукції, забруднення довкілля (водойм, ґрунту, повітря), загибель нецільових об'єктів (корисних комах, риби, птахів) та ін.

Важливу роль у цьому відіграє біологічний метод захисту рослин, який є досить ефективним і екологічно чистим. Він базується на використанні живих організмів, продуктів їх життєдіяльності та біологічно активних речовин, що регулюють розвиток та розмноження шкідливих організмів рослин.

Ученими напрацьовано технології розведення таких зоофагів для захисту рослин від шкідників рослин: трихограма, хижий кліщ



фітосейулюс, енкарзія, галиця афідіміза тощо, а також виробництва мікробіологічних препаратів для захисту рослин від хвороб і шкідників, доведено високу ефективність їх застосування. Розроблено також способи збереження та використання природних ресурсів зоофагів, ентомопатогенів, антагоністів збудників хвороб рослин. Проте їх використовують на сьогодні недостатньо, водночас саме з ними пов'язують великі можливості поліпшення захисту врожаю. В агроценозах є велика кількість видів різних біоагентів, які не використовують належним чином через необізнаність або безініціативність фахівців сільського господарства.

Нині перспективним є інтегрований захист рослин, який базується в основному на агротехнічному і біологічному методах, і лише в окремих випадках допускаючи застосування хімічних засобів. У переважній більшості випадків лише біологічними й агротехнічними методами можна знизити чисельність шкідливих організмів на посівах сільськогосподарських рослин до рівня, що не перевищує ЕПШ, і відмовитись від застосування інсектицидів.

Переведення захисту рослин на біоценотичну основу дозволить максимально використати природні регулюючі фактори, таким чином, ми зможемо управляти міжвидовими зв'язками в агроценозах.

Розвиток науково обґрунтованого біологічного захисту рослин в нашій країні розпочався в XIX ст. Одні з перших досліджень з біологічного методу пов'язані з іменем уродженця Харківщини, професора Одеського університету І.І. Мечнікова, який запропонував використовувати проти шкідливих комах ентомопатогенні мікроорганізми. Випускник цього університету І.М. Красильщик багато років працював над здійсненням цієї ідеї в боротьбі з хлібним жуком, буряковим довгоносом та іншими шкідниками рослин. Водночас М.Ф. Гамалея і Л. Пастер досліджували застосування патогенних мікроорганізмів для боротьби з мишоподібними гризунами. Видатні ентомологи І.А. Порчинський, І.Я. Шевирьов, М.В. Курдюмов провели численні дослідження для виявлення корисних організмів у різних типах агроценозів і розробки методів їх використання.

У 1904 р. в Києві було відкрито першу в Росії ентомологічну дослідну станцію, яку очолив відомий учений В.П. Поспелов. У 1910 р. відкрили ентомологічний відділ на Полтавській дослідній

сільськогосподарській станції, який очолив М.В. Курдюмов.

Природних ворогів збудників хвороб рослин стали використовувати значно пізніше, ніж регуляторів чисельності шкідників. Із грибів-антагоністів найбільш широко відомі представники роду *Trichoderma*, які застосовують проти корневих гнилей і фузаріозного в'янення. Перший біопрепарат в колишньому СРСР проти корневих гнилей *триходермін* розробили наприкінці 60-х рр. у ВІЗР під керівництвом Н.С. Федоринчика на основі *T. viride (lignorum)* (Fr.) Pers.

Тільки у 80-х рр. ХХ ст. розробка біопрепаратів проти хвороб рослин стала більш інтенсивнішою завдяки використанню таких антагоністичних мікроорганізмів, як бактерії *Pseudomonas fluorescens* Mig, *P. auerofaciens* Kluver, *Bacillus subtilis* Ehrenberg та ін. Це препарати *ризоплан* (згодом *планріз*), *бацифіт* (згодом *бактофіт*) тощо.

З грибів-гіперпаразитів у біологічному захисті рослин застосовують види роду *Ampelomyces*, що паразитують на борошністоросяних грибах. Зокрема, гриб *Ampelomyces quisqualis* був високо ефективним проти борошнистої роси огірка в захищеному ґрунті. Згодом стали використовувати гриб-гіперпаразит *Coniothyrium minitans* Samrb. проти білої гнилі цибулі й соняшнику.

Мікробіологічний захист рослин від бур'янів в Україні в основному перебуває на рівні перспективних розробок. Це пов'язано насамперед з труднощами виявлення високоспеціалізованих фітопатогенних мікроорганізмів, а також імовірністю придушення їх більш агресивними збудниками хвороб культурних рослин в агроценозах. Ведуть роботи з виділення грибів, патогенних для амброзії, показано ефективність обробки цього бур'яну сумішшю грибів фузаріум, альтернарія і кладоспоріум. У промислових масштабах відомі лише закордонні грибні препарати (мікогербіциди).

З гербіфагів відомі деякі види риб, що їх використовують для знищення водних бур'янів, а також птахів і комах, які поїдають небажану для людини рослинність, а також метод захисту посівів соняшнику від соняшникового вовчка з використанням мухи-фітомізи.

Слід зазначити можливість використання рослин як агентів біологічного захисту рослин. Людині давно знайомі інсектицидні і фунгіцидні властивості деяких рослин. Тому для боротьби зі шкідливими організмами здавна застосовували настої та відвари з рослин місцевої дикої флори і відходи культурних видів рослин.

Наприклад, насінники моркви закладають на зберігання в лушпайках цибулі для захисту від сірої і білої гнилей. Застосування настоїв часнику в період вегетації пригнічує розвиток збудників борошнистої роси, фітофторозу. Сильні інсектицидні властивості проти колорадського жука, лучного метелика тощо мають кавказька і далматська ромашки. Настій деревію придатний для боротьби з попелицями і кліщами. Останнім часом виявлено інсектицидну дію екстрактів цикорію звичайного й кульбаби лікарської проти рисового довгоносика та злакової попелиці. Сильну фунгіцидну дію до збудника борошнистої роси проявляють препарати із хвоща, кропиви, ялини. В основі лежить алелопатична хімічна взаємодія між організмами. Створено препарати на основі екстрактів з ряду рослин.

Для підвищення стійкості рослин до шкідників, хвороб і бур'янів в геном рослини вводять спеціальні гени (генетично модифіковані рослини) або обробляють рослини біологічно активними речовинами, що підвищують їхню стійкість до зараження патогенами або заселенню фітофагами. Один із сучасних напрямів у цій області захисту рослин – застосування індукторів стійкості рослин, так званих *еліситорів*. Вони діють не на збудника хвороби рослини, а на саму рослину, підвищуючи її стійкість до фітопатогена. Наприклад, розроблено серію препаратів під загальною назвою *хітозари*, основою яких є природна речовина хітозан.

Значний внесок у розробку біологічного методу зробили вчені К.Ф. Меєр, І.А. Рубцов, В.П. Поспелов, М.А. Теленга, О.І. Швецова, А.А. Євлахова, Г.О. Вікторов та ін. Академік В.П. Поспелов та проф. М.А. Теленга, які працювали в Інституті ентомології і фітопатології в Києві, багато зробили для його розвитку в Україні.

Отже, Київ ще в 30–40-ві рр. минулого сторіччя став центром, де розробляли теоретичні основи біологічного захисту рослин в Україні, а також практичні заходи щодо впровадження їх у виробництво. У дослідженнях з біологічного захисту рослин брали участь, крім науковців Інституту захисту рослин, науковці багатьох університетів, зокрема, Національного університету ім. Шевченка, Національного університету біоресурсів і природокористування, ХНАУ ім. В.В. Докучаєва та ін.

В Україні практичного значення біометод набув в середині 30-х рр. ХХ ст., коли були організовано перші виробничі біолабораторії, у яких розмножували паразитів трихограму і теленомуса. Їх використовували для захисту різних сільськогосподарських культур від совок та клопа-черепашки відповідно.

Найбільшого розвитку в Україні біологічний захист рослин досягнув у 70–80-х рр. ХХ ст. – обсяги застосування біологічних засобів становили близько 15 млн га, це 35 % від загального обсягу захисних робіт в Україні, працювало 13 біофабрик та близько 300 біолабораторій. Тільки в Харківській області біологічні засоби застосовували на площі майже 700 тис. га. У цей період в області працювало більше 20 крупних біолабораторій та біофабрик, на яких виробляли трихограму, фітосейулюса, енкарзію, афідимізу, бактороденцид, боверин, триходермін, ампеломіцин, вертицилін, ашерсонію. Зараз біологічний метод захисту рослин, як і взагалі вся галузь сільського господарства, переживає тяжкі часи. Через поганий економічний стан сільгоспвиробників більшість біологічних лабораторій перестали працювати. Промисловість України також практично не виробляє мікробіопрепарати, скоротились і наукові дослідження в цьому напрямі. Єдиною галуззю сільського господарства, де біологічний захист рослин є домінуючим, – це овочівництво закритого ґрунту. Майже в усіх крупних тепличних господарствах проти павутинних кліщів успішно використовують хижого кліща фітосейулюса, у боротьбі з різними попелицями – афідимізу та афідіуса, для захисту рослин від кореневих гнилей та деяких інших хвороб овочевих культур – грибний препарат триходермін.

На сьогодні не тільки в нашій країні, а і в розвинених країнах Заходу, незважаючи на безсумнівну увагу до біологічного методу, провідним і за обсягами застосування, і за ефективністю є хімічний метод захисту рослин. Існує багато причин, що стримують широке впровадження біологічного методу в сільськогосподарське виробництво. Відомий американський учений, професор Каліфорнійського університету Доутт, у книзі «Стратегія боротьби з шкідниками, хворобами та бур'янами в майбутньому» зауважив: «Використання високотоксичного інсектициду дає велике задоволення, тому що це пов'язано з фізичними діями і витратами, які швидко винагороджуються добре помітним покриттям рослин хімікатом і приємним уявленням про незліченні трупи членистоногих. На відміну від цього, біологічна боротьба пов'язана з науковою та розумовою діяльністю замість фізичної. Паразити і хижаки часто мікроскопічні і боротьба іде малопомітно. Біологічна боротьба не буває яскравою, гомінкою і не може бути джерелом великих прибутків».

Проте на сьогодні в Україні помітна тенденція зростання ролі біологічного методу в загальній системі інтегрованого захисту рослин, виникла нова ідеологія біологічного захисту, адаптована до

регіональних умов, основана на використанні широкого асортименту біологічних засобів захисту рослин і збереженні природних регуляторів чисельності шкідливих видів. Особливість сучасного етапу розвитку біологічного захисту рослин – розширення мережі регіональних державних біолабораторій і комерційних фірм, які забезпечують і виробництво, і застосування біологічних засобів захисту рослин, поєднуючи фахівців, що розвивають виробничі і дослідницькі аспекти біологічного захисту рослин. Для раціонального й грамотного застосування біологічних засобів захисту рослин потрібна підготовка висококласних фахівців.

Необхідність об'єднання зусиль учених усього світу для розробки біологічних методів захисту рослин від шкідливих організмів привела до створення в 1971 р. Міжнародної організації з біологічної боротьби зі шкідливими організмами (МОББ). Її мета – сприяння міжнародному співробітництву у сфері розвитку біологічних засобів захисту рослин, проведення наукових досліджень, пропаганда біологічних методів захисту рослин на національному і міжнародному рівнях. До складу організації та її регіональних секцій входить більше 70 країн.

Участь у діяльності МОББ дозволяє одержувати науково-технічну інформацію про закордонний досвід з біологічного захисту рослин у вигляді праць міжнародних нарад і симпозіумів, періодичних видань (Інформаційні бюлетені МОББ), списків-каталогів агентів біологічного захисту.

За визначенням МОББ, термін «біологічна боротьба» (біологічний контроль) означає використання живих організмів, продуктів їхньої життєдіяльності і їхніх аналогів для запобігання або зниження збитку і втрат, спричинених шкідливими організмами.

У ДСТУ 4756:2007 Захист рослин, терміни та визначення понять дають таке визначення: «**Біологічний захист рослин** – це захист рослин від шкідливих організмів за допомогою агентів біологічного захисту чи продуктів їх життєдіяльності. **Агент біологічного захисту рослин** – це природний ворог, антагоніст, конкурент чи інший самовідтворювальний організм, який застосовують для захисту рослин від шкідливих організмів».

## 2. ПРИРОДНА РЕГУЛЯЦІЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ РОСЛИН У БІОЦЕНОЗАХ

### 2.1. БІОЦЕНОЗИ ТА ЇХ СКЛАДОВІ

Теоретичні підвалини біологічного регулювання чисельності шкідливих організмів рослин формувались протягом тривалого часу. З погляду сучасного рівня розвитку біологічний метод захисту рослин як прикладна сфера людської діяльності базується на біоценології – науці, що вивчає один з вищих рівнів організації живої природи.

Підґрунтям для розвитку концепції різних рівнів організації живої природи стало уявлення про матеріальну єдність світу. У наш час виділяють такі рівні організації живої природи: молекулярний, клітинний, організмівий, популяційний, видовий; біоценотичний та екосистемий. На кожному з цих рівнів діють свої закономірності, які вивчають різні біологічні науки. Молекулярний рівень організації живого досліджують молекулярна біологія, молекулярна генетика, біохімія, біофізика тощо; клітинний рівень – цитологія; організмівий – морфологія, аутекологія, фізіологія тощо; популяційний – популяційна генетика та екологія; біоценотичний – біоценологія; екосистемий – екосіотемологія і біосферологія.

Біоценотичний рівень розглядає комплекси живих організмів у тісній єдності з абіотичними чинниками середовища, що є предметом біогеоценології. Біологічний метод захисту рослин базується на біоценології, тому слід дати визначення поняттю «біоценоз» і коротко зупинитись на його функціональних властивостях.

**Біоценоз** (від грец. *біос* – життя, *коіноз* – спільний) – це сукупність рослин, тварин і мікроорганізмів, які заселяють більш-менш або менш однорідну ділянку суші або водойми і характеризуються певними зв'язками між собою і пристосованістю до навколишнього середовища. У спеціальній літературі поняття біоценоз часто позначають терміном «екосистема». Місце, яке займає біоценоз, називається «біотопом».

Біоценоз – відносно стійка система автотрофних і гетеротрофних організмів, що склалася історично. Видовий склад біоценозу залежить від тривалості його існування. Молоді біоценози бідні на види, тоді як зрілі значно багатші.

Розрізняють природні і штучні, або вторинні біоценози. Біоценози, створені людиною, значно бідніші, їх називають «агроценозами». Це сади, польові угіддя, лісові культури, парки тощо. Вони, як правило, нестійкі і постійно підтримуються людиною для одержання сільськогосподарської продукції.

Найчастіше під терміном «агроценоз» слід розуміти комплекс живих організмів, який склався історично і населяє поля сівозміни або сівозміну взагалі. Це складна, динамічна, відносно стійка саморегулююча, екологічна система, у якій зв'язки між організмами відбуваються, головним чином, через обмін енергією між ними, тобто одні види існують за рахунок інших.

Агроценоз складається з двох основних частин: живої і неживої природи. Нежива частина агроценозу включає мінеральну частину ґрунту й атмосферу. Жива частина агроценозу складається з автотрофних і гетеротрофних організмів.

Автотрофні (рослинні) організми, становлять енергетичну основу агроценозу. За рахунок сонячної енергії, вуглекислого газу, води і мінеральних солей вони синтезують органічні речовини, завдяки чому рослини часто називають продуцентами.

Гетеротрофні організми ділять на дві групи: редуценти (бактерії та інші групи мікроорганізмів), що поглинають відмерлі частини рослин і переробляють їх на мінеральні солі і гази, і консументи (членистоногі, черви та інші види тварин), що живляться і рослинною, і тваринною їжею.

Взаємозв'язок усіх основних компонентів, тобто структура агроценозу, є результатом довготривалого історичного процесу становлення і розвитку землеробства, починаючи з неоліту. Цей процес триває і нині в епоху інтенсивних технологій вирощування високопродуктивних сортів і гібридів різних культур.

У становленні і розвитку агроценозів спостерігаються такі основні закономірності, як і в природних біоценозах. Основною рушійною силою процесів саморегуляції організмів в агроценозах, як і в природних екосистемах, є єдність боротьби між організмами за існування, єдність протиборства в ланках системи рослина-фітофаг-зоофаг і природний добір.

Відомо, що саморегуляція відбувається через взаємодію особин усередині популяції і через взаємодію з особинами інших видів. На процеси саморегуляції організмів в агроценозах впливають, у свою чергу, так звані моделюючі фактори (кількість і

якість корму, кліматичні умови середовища). Ступінь впливу всіх факторів визначається культурою землеробства, агротехнікою вирощування рослин, упродовженням стійких сортів. Вивчення динаміки чисельності шкідливих організмів і факторів, що обмежують рівень чисельності їхніх окремих популяцій є початковим етапом у вивченні такої складної проблеми, як пізнання закономірностей масового розмноження окремих видів. Однобоке вивчення лише кількісних змін у динаміці чисельності деяких видів комах не дозволяє зрозуміти якісні (фізіологічні) зміни, характерні для окремих популяцій виду за період їх розвитку. Перехід кількісних змін у якісні або виявлення причин стрибкоподібної зміни в структурі популяції особливо важливі для прогнозування масового розмноження, чи навпаки, депресії найнебезпечніших видів. При цьому під час прогнозування господарського значення окремих популяцій шкідників необхідно брати до уваги не лише їх кількість на одиницю площі, а й рівень життєздатності.

Стрибкоподібний характер масового розмноження видів є результатом нагромадження якісних змін в організмах окремих популяцій. Зміни фізіологічного стану популяцій певною мірою можна контролювати вивченням маси особин шкідника в період відходу його в стан діпаузи.

Таким чином, характерною особливістю біоценозів і першого, і другого порядків є їхня здатність до саморегуляції, тобто до безперервного обміну енергією між організмами, що неминуче призводить до періодичного зростання чи зменшення чисельності тих або інших видів.

Спеціалісти, які працюють у галузі біологічного захисту рослин, мають справу з конкретними угрупованнями живих організмів. У всіх біоценозах зв'язки між організмами різних видів переважно міцніші, а взаємозалежність жорсткіша, ніж між особинами одного виду. У багатьох випадках дії особин одного виду є вирішальним чинником збереження індивідууму іншого виду.

Якщо між особинами одного виду зберігається більш-менш опосередкований зв'язок, то між індивідуумами різних видів такий зв'язок більш сталий та постійний. Більше того, втрата такого зв'язку може призвести до загибелі індивіду. Наприклад, і окремі особини фітофагів, і їх обмежені за чисельністю групи можуть тривалий час існувати окремо від основної популяції і навіть розмножуватися.



Біоценоз як обмежена в просторі сукупність пов'язаних між собою індивидів і груп особин різних видів тварин, рослин та інших організмів є системою, що може самостійно розвиватися і має здатність до саморегуляції.

Принципово важливим є те, що виникнення нового біоценозу починається не з появи окремого виду, а із взаємодії різних видів живих істот.

Глибоке вивчення біоценозів має важливе значення для вирішення багатьох прикладних господарських завдань. Знання біологічних процесів, пов'язаних із життєдіяльністю біоценозів, необхідні для реалізації ідей біологічного регулювання чисельності шкідливих для рослин організмів. До таких процесів слід віднести насамперед масові розмноження фітофагів та бур'янів, результати інтродукції господарсько корисного виду, результати впливу антропоічних чинників на склад, структуру і, урешті-решт, продуктивність біоценозів тощо. Отже, аналіз типової структури біоценозів, складання прогнозів його розвитку має важливе наукове та господарське значення.

Біоценози розрізняють за ступенем складності йа обсягом, що визначається кількістю видів, які входять до цієї системи, а також розміром її території.

Великі біоценози включають дрібні співтовариства, що об'єднують групи особин, тісніше пов'язаних між собою. Це означає, що біоценози мають ієрархічну будову і складну структуру.

Разом з тим виділення окремих рівнів та підсистем є досить складним унаслідок заплутаних стосунків і взаємозалежностей між індивідами і групами різного трофічного рівня та обсягу.

Базуючись на всьому комплексі прямих та опосередкованих зв'язків у біоценозі, біологічний захист рослин особливо виділяє та використовує паразитичні і конкурентні взаємовідносини між популяціями.

## **2.2. ОСНОВНІ ФОРМИ АНТАГОНІСТИЧНИХ ВЗАЄМОВІДНОСИН МІЖ ОРГАНІЗМАМИ В БІОЦЕНОЗАХ**

Форми взаємовідносин організмів у біоценозі надзвичайно складні і різноманітні. У цілому їх можна розділити на дві великі групи: внутрішньовидові та міжвидові відносини.

Для біологічного захисту рослин від шкідливих організмів особливе значення мають міжвидові відносини антагоністичного характеру. Це перш за все хижацтво, паразитизм і антибіоз.

Слід мати на увазі, що між хижацтвом та паразитизмом іноді важко провести чітку межу. Крім того, деякі види в личинковій фазі є паразитами, а в дорослій – хижакими, як, наприклад, поширений ентомофаг капустяних та бурякових мух – алеохара.

Багато хижих і паразитичних тварин, у першу чергу комах, відіграють істотну роль у зниженні чисельності шкідників сільськогосподарських культур. У зв'язку з великим видовим різноманіттям ентомофауни агробіоценози зазвичай являють собою дуже складну і динамічну за структурою систему. Тому основою біологічного методу захисту рослин має бути розуміння закономірностей сформованих взаємин між паразитами, хижакими та їх жертвами і хазяїнами – фітофагами в онтогенезі і біоценозах.

Особливу увагу слід приділяти точному встановленню видової приналежності виявлених видів і визначенню ступеня їхньої адаптації до певного шкідника. Це необхідно для визначення серед них основних, найефективніших видів паразитів і хижаків. Під час вивчення практичного значення ентомофагів важливе найбільш повне знання їхнього життєвого і сезонного циклів, а також ступеня поєднання їхнього розвитку зі шкідниками рослин з урахуванням особливостей розвитку кормової культури й екологічних умов, що складаються на сільськогосподарських угіддях. Це дозволяє точніше визначати періоди найвищої чисельності й активності ентомофагів і встановлювати можливість ефективного контролю ними шкідника в місцях його розмноження.

### 2.2.1. Хижацтво

*Хижацтво* характеризується тим, що один організм – хижак живиться іншим – жертвою, яку часто відразу знищує. За своє життя хижак з'їдає велику кількість особин жертви. Порівняно з паразитизмом хижацтво розглядають як більш давній за походженням тип живлення тварин.

Хижаки шкідників сільськогосподарських рослин представлені комахами, кліщами, павуками та деякими представниками інших класів тварин.

Хижацтво є найпростішим та найпоширенішим типом взаємовідносин у тваринному світі. Хижаки живляться своєю жертвою зазвичай один раз або протягом короткого періоду. Але окремі з них можуть повертатися для повторного живлення за рахунок цієї жертви. Для закінчення свого розвитку хижа личинка використовує звичайно не одну, а декілька жертв, які після живлення хижака, як правило, гинуть. Залежно від цього розрізняють *фатальне хижацтво* (жертва гине) і *нефатальне* (жертва лишається живою). *Канібалізм* – особлива форма хижацтва, також належить до цього типу взаємовідносин і полягає в тому, що хижак поїдає особин свого виду. Трапляється він серед личинок золотоочок, деяких хижих клопів, жужелиць та ін. Часто хижий спосіб життя ведуть тільки личинки, тоді як дорослі особини живляться за рахунок рослин (наприклад, деякі золотоочки з ряду Сітчастокрилі, дзюрчалки з ряду Двокрилі).

Під час живлення хижаки можуть подрібнювати свою жертву за допомогою гризучих ротових органів, як це роблять бабки, богомоли, мурахи, оси, більшість жужелиць, сонечок та ін. Для ентомофагів, що живляться комахами зі щільними і твердими покривами тіла, характерне внутрішньокишкове травлення, що потребує більш ретельної механічної підготовки їжі для засвоєння. Травна система таких видів має спеціально пристосовані для цього відділи. Зокрема, у жужелиць цю функцію виконує провентрикулос, у якому після попереднього розжовування їжі в ротовій порожнині забезпечується краще подрібнення їжі надходженням її в середню кишку, де під дією ферментів відбувається повніший її гідроліз. Процеси обробки їжі і травлення в жужелиць та деяких інших комах відбуваються повільніше, ніж у рослиноїдних видів.

Багато видів висмоктують вміст жертви за допомогою пристосованого для цього сисного ротового апарату, що характерно для клопів, трипсів, ктирів, або за допомогою сильно розвинутих порожніх мандибул, як у деяких видів жужелиць і сонечок, або особливого жолобка, як у личинок золотоочок. Для видів, що висмоктують їжу, типове позакишкове травлення, при якому хижак через нанесену ранку вводить у жертву травний сік, а потім висмоктує з жертви вже частково переварену порожнинну рідину. Види, пристосовані до одержання їжі в рідкій консистенції (комахи із сисним ротовим апаратом і ті, що мають полі мандибули), а також такі, що споживають їжу з невеликими включеннями вмісту жертви, характеризуються позакишковим травленням. Однак живлення пилком квіток викликає в імаго цих видів перебудову хоботка і деяких відділів травного тракту, забезпечує краще переварювання твердих частин їжі. Це характерно для видів родини дзюрчалок (*Syrphidae*), які живляться пилком. У жужелиць родів *Carabus* і *Calosoma*, для жуків яких характерне позакишкове травлення, провентрикулос усередині покритий довгими щетинками, що виконують функцію фільтра.

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

За характером пристосованості активних фаз до хижацтва серед хижих комах виділяють такі групи:

- 1) види, що виступають як хижаки тільки в дорослій фазі;
- 2) види, що хижачать лише на личинковій фазі;
- 3) види, що хижачать на личинковій та імагінальній фазах.

Перша група включає невелике число переважно багатоїдних видів. Більшість з них відкладає яйця поза жертвою. До цієї групи можуть бути віднесені скорпіонові мухи і хижі жуки-стафілініди роду *Aleochara*, яким білкова їжа необхідна для статевого дозрівання. Личинки перших живляться у ґрунті мертвими комахами й іншими органічними речовинами. Личинки алеохар – ектопаразити лялечок капустяних та інших мух. До цієї групи належать також мурахи і деякі види ос, яким властиві складні

інстинкти турботи про потомство. Імаго цих перетинчастокрилих ловлять комах для годівлі своїх личинок. Вони ретельно подрібнюють жертву, перетворюючи її на рідку кашку. Дорослі мурахи харчуються комахами й солодкими виділеннями попелиць, а оси – нектаром квіток і деякими комахами.

Друга група включає переважно хижих мух сирфід, галиць, сріблянок і деяких сітчастокрилих – золотоочку звичайну. Дорослі сирфіди й золотоочки живляться нектаром і пилом рослин. Мухи відкладають яйця в місцях скупчення жертви (колонії попелиць) – майбутньої їжі для їхніх личинок. Золотоочка розміщує яйця поза колоніями жертви, її личинки самі шукають собі корм.

Третя група найчисельніша і найрізноманітніша за своєю харчовою спеціалізацією та способом життя. Одні з них розрізняються режимами живлення і стаціями мешкання личинок та імаго. Наприклад, личинки бабок живуть у водоймах і живляться личинками комарів, одноденок та інших організмів. Дорослі бабки – повітряні мисливці, які ловлять свою жертву на льоту. Дорослі верблюдки живляться комахами на рослинах, а їхні личинки в ходах стовбурів дерев поїдають личинок жуків. Личинки ктирів у ґрунті живляться личинками комах, а дорослі ктирі – переважно дорослими комахами.

Найчисленнішими є хижаки, у яких личинки й імаго мають схожі харчові режими і заселяють однакові стації. До них належать сонечки, жужелиці, золотоочки та ін. Ці хижаки хоча і можуть живитися великою кількістю членистоногих, але в багатьох з них виявлені трофічні зв'язки з певними таксономічними групами комах чи кліщів. Більшість сітчастокрилих надає перевагу сисним кохам. Серед сонечок відомий вузький олігофаг – стеторус крапковий, що живиться лише павутинними кліщами. Він широко розповсюджений, заселяє різні стації. Відкладає яйця в колонії кліща, завдяки чому личинка забезпечена кормом з першого дня життя.

Багато видів сонечок є хижакми кокцид. До них належать місцеві види – хіпераспис, хілокоруси і завезені з інших країн – родолія, криптолемус і ліндорус. Вони живуть переважно в деревинно-чагарниковій рослинності. Найчисленнішими є види сонечок, що живляться попелицями. Серед них широковідомі екологічно пластичні види: семикрапкове, мінливе, 14-крапкове сонечка і багато інших видів. Вони відкладають яйця групами на

рослини. Їхні личинки в пошуках їжі здатні мігрувати на великі відстані.

У багатьох видів хижих комах, наприклад ктирів, стації харчування і харчові режими на різних фазах розвитку можуть бути неоднакові. У деяких хижаків (жужелиці, сонечки) відсутня турбота про потомство. Самки можуть відкласти яйця в місцях, де немає корму для личинок. У зв'язку з цим хижим личинкам у пошуку жертви доводиться пересуватися на великі відстані і витратити багато енергії, особливо при незначній кількості корму. Тому живильні речовини вони витрачають не тільки на власний ріст і розвиток личинок, нагромадження резервів для розвитку імагінальної фази, але й на поповнення енергетичних витрат. У разі слабких міграційних здібностей личинки змушені живитися несприятливою їжею, що, природно, позначається на їхньому фізіологічному стані. Цінність корму для хижака визначається різницею в енергії, одержуваній ним за рахунок поїдання жертви, та енергією, витраченою на її пошук.

Для певної групи хижаків важливого значення набуває характер живлення імаго. Завдяки живленню личинок та імаго сприятливим кормом – личинками червця – плідність криптолемусу досягала в середньому 425 яєць, тоді як при живленні яйцями червця вона знижувалася до 5 яєць. Під час живлення личинок хижака яйцями червця, а жуків – його личинками самки в середньому відклали 289 яєць, а під час живлення самок яйцями (несприятливий корм) – усього 63 яйця.

У хижих жужелиць плідність значною мірою визначається якістю їжі дорослих комах. Самки красотіла пахучого (*Calosoma sycophanta*) у разі живлення великими гусеницями відкладали до 530 яєць, але яйця не дозрівали, якщо живилися тільки дрібними гусеницями.

Самки сирфід і галиць відкладають яйця в колонії попелиць – майбутнього корму їхніх личинок. Це виключає необхідність витрат личинками енергії на пошук жертви. Слід зазначити, що личинки галиць паралізують у колонії велику кількість попелиць, які є для них кормовим резервом і стають непридатними для живлення інших хижаків. Секрет, який вводять у жертву, може викликати паралізацію, має ферментативну активність, у зв'язку з чим відбувається частковий гідроліз порожнинної рідини жертви. Через це позакишкове травлення, забезпечуючи одержання

личинками мух більш повноцінного корму, може сприяти і більш успішному нагромадженню в них резервів. У дорослих особин цих мух потреба в кормі, багатому білковими речовинами, істотно знижується. Самки сирфід у процесі статевого дозрівання живляться нектаром квіток і солодких виділень попелиць, потреба в білковій їжі задовольняється за рахунок живлення пилком квіток. У кишечнику і зобі самок накопичується до 3–6 мг пилку, що містить цукри, велику кількість білка, вільних амінокислот і вітаміни.

Імаго галиць вилітають статевозрілими. Для багатьох видів додаткове живлення необов'язкове, однак з одержанням вуглеводної їжі плідність самок може трохи підвищуватися за рахунок повнішого використання накопичених на личинковій стадії резервів.

### 2.2.2. Паразитизм

*Паразитизм* – більш спеціалізована форма відносин між організмами, коли один організм – паразит живе за рахунок іншого організму – хазяїна (живителя) і тісно зв'язаний з ним біологічно й екологічно на певному проміжку свого життєвого циклу. Паразити, як правило, призводять хазяїна до загибелі або сильного виснаження.

Паразитизм є досить складною формою взаємовідносин між організмами. Це однобічне використання одного організму (так званого живителя чи хазяїна) для живлення іншим і як середовища для життя паразита протягом усього періоду розвитку його личинкової стадії. Таким чином, личинка паразита для свого розвитку використовує здебільшого тільки одну особину живителя. При цьому останній звичайно гине в кінці розвитку паразита. В окремих випадках живитель залишається живим, але дуже виснаженим і не може закінчити свій розвиток. Якщо живителем паразита є доросла комаха, яка після його розвитку залишається живою, то зазвичай вона виявляється повністю або частково безплідною.

Більшість паразитичних комах належить до рядів перетинчастокрилих та двокрилих, відомі вони також у рядах віялокрилих, іноді – твердокрилих.

Розрізняють такі форми паразитизму: екто- та ендопаразитизм, облігатний, факультативний, випадковий,

первинний, паразитизм другого і вищих порядків, поодинокий, груповий, множинний, моноксенний, гетероксенний, клептопаразитизм.

*Ектопаразити* (або зовнішні) живуть і розвиваються на поверхні тіла живителя. Живляться через отвір, зроблений у його шкіряному покриві. На відміну від них, *ендопаразити* розвиваються всередині тіла живителя.

*Факультативний* паразит у разі відсутності живителя може існувати за рахунок рослинної їжі, а *облігатний* – не може.

*Випадковим* називають паразита, якщо його виявили на такому живителі, з яким його життєвий цикл зазвичай не пов'язаний. Якщо паразит живиться за рахунок іншого паразита, який перебуває в тілі або на тілі живителя, його називають *гіперпаразитом*. Розрізняють паразитів другого, третього і вищих порядків.

*Клептопаразит* (паразит-зłodій) використовує живителя, уже зараженого іншим паразитом, личинка клептопаразита знищує личинку первинного паразита.

При *множинному* паразитизмі (мультипаразитизм) в одній особині живителя розвиваються дві або декілька особин паразита одного виду (іноді декілька десятків). При одиночному паразитизмі в тілі живителя паразитує одна особина паразита.

*Моноксенний* паразитизм характеризується розвитком паразита в одній особині живителя, тоді як при *гетероксенному* він розвивається послідовно у двох живителях різних видів.

У личинок паразитичних комах, на відміну від хижих, кормові можливості обмежені лише однією особиною хазяїна. Специфічною особливістю паразитичної личинки є здатність одержувати живильні речовини, що містяться в гемолімфі і жировій тканині хазяїна, не викликаючи його загибелі до завершення свого розвитку. Фізіологічний стан паразита визначається кількістю і якістю накопичених в організмі хазяїна харчових резервів. Для дорослих комах більш характерне вуглеводне живлення.

У перетинчастокрилих комах різних груп і мух-тахін, що паразитують на фітофагах, на початкових етапах онтогенезу виявляють розбіжності в характері впливу на хазяїна, що визначає і можливості паразитизму.

Насамперед варто виділити ектопаразитичних перетинчастокрилих, що паразитують переважно на личинках комах. Личинка паразита живиться вмістом хазяїна, якого самка перед зараженням



паралізує. Личинка вводить у тіло хазяїна травні ферменти й інші речовини, що викликають не тільки гідроліз умісту паралізованої личинки, але і його консервацію, це дозволяє паразиту до кінця свого розвитку одержувати повноцінний корм.

У ендопаразитичних комах умови життя личинки змінюються залежно від того, за рахунок якої фази онтогенезу хазяїна вона розвивається. Паразити яєць і лялечок призупиняють розвиток хазяїна. Під дією виділюваного самкою секрету і травних ферментів личинки вміст яєць та лялечок хазяїна перетворюється на гомогенат, що і слугує джерелом корму личинки. Паразити личинок та імаго комах на початкових етапах розвитку не завдають шкоди хазяїну. Своєю присутністю вони стимулюють у заражених личинок хазяїна активізацію метаболізму, у результаті чого спостерігається поліпшення його фізіологічного стану. Личинка першого віку одержує живильні речовини з гемолімфи хазяїна дифузно через покриви тіла. З переходом у середні й особливо старший (останній) вік вона починає живитися жировою тканиною личинки хазяїна і пригнічувати її розвиток. В останньому віці личинка паразита спричиняє лізис умісту хазяїна і поглинає його цілком. Личинки паразитичних мух, розвиваючись у личинках і лялечках комах, впливають на хазяїна аналогічно до личинок паразитичних перетинчастокрилих. Паразитуючи в дорослих комах, личинка паразита поглинає живильні речовини, що містяться в гемолімфі хазяїна, і запас яких безупинно поповнюється в процесі його живлення. Присутність паразита пригнічує процеси статевого дозрівання в самок, але, як правило, не викликає їхньої загибелі.

Яйцепродукція і тривалість життя імаго паразитичних комах визначаються умовами існування личинки і лялечки, насамперед накопиченою в процесі онтогенезу кількістю жирового тіла. Живлення імаго сприяє збереженню жирового тіла і життєдіяльності організму протягом тривалого терміну, а також забезпечує більш раціональне використання наявних жиробілкових резервів у жировій тканині на дозрівання яйцевої продукції.

Ступінь повноцінності паразитичних комах, обмежених у своєму живленні кормовими резервами лише однієї особини хазяїна, прямо залежить від умов розвитку цієї особини. У зв'язку з гетерогенністю популяцій фітофагів-хазяїнів умови для личинок паразита, що розвиваються в них, також складаються по-різному.

Це впливає на розміри тіла дорослих комах, ступінь розвитку в них статеві системи. Нерідко в разі погіршення умов живлення відбувається зменшення кількості оваріол у яєчниках самок порівняно з їхнім числом в особинах, що розвивалися в сприятливих умовах. Зокрема, великі самки *Microbracon gelechia* Ashm. з розміром тіла 3,3 мм мали дві пари оваріол і 16 зрілих яєць у них, у дрібних самок (менше 2,5 мм) яєчники склалися з однієї пари оваріол і 8 яєць. Різницю в кількості оваріол зафіксовано також у самок *Trybliographa* sp. різних поколінь, що розвивалися в неоднакових умовах. У самок, які вилітають із пупаріїв капустяної мухи, що зимували, яєчники склалися з 21–28-яйцевих трубочок і містили 140–149 яєць, а літнього покоління – 11–12-яйцевих трубочок і 104–109 яєць. Аналогічну залежність плідності самок від розміру тіла і розвиненості в них гонад виявлено і у *Tachina magnicornis* – паразита зернової совки. У різних за розміром самок кількість яйцевих трубочок варіює від 20 до 30 і більше, а зрілих яєць – від 1500 до 2500.

Потреба у вуглеводно-білковій їжі при імагінальному живленні в паразитичних комах визначається характером статевого дозрівання самок і нерідко має видову специфіку. У паразитичних мух-тахін самки вилітають статевонезрілими, їхнє дозрівання в різних видів може тривати від 4–6 днів до 1 міс. Основою для дозрівання яєчників у тахін служать жирно-білкові відкладення, накопичені в жировій тканині личинки. Однак їх реалізація в імагінальній фазі стає можливою тільки при додатковому білковому живленні (у поєднанні з вуглеводним). Необхідні живильні речовини самки одержують під час живлення нектаром і пилом рослин (у першу чергу зонтичних і молочайних). Білкові речовини вони одержують також від широко розповсюдженого в них живлення солодкими виділеннями попелиць, що містять велику кількість вільних амінокислот, гідролізний білок і вітаміни групи B. У лабораторії без додаткового живлення білковою їжею мух-тахіни не дозрівали. Також вони мають велику потребу у воді.

Вуглеводне живлення необхідне для всіх паразитичних перетинчастокрилих. Воно значно підвищує плідність самок і продовжує їхнє життя. Дорослі їдці живляться нектаром різних культурних і диких нектароносів та солодких виділень сисних комах – паддю, однак живлення паддю менш ефективне. Установлено, що для багатьох їдців характерне живлення

гемолімфою хазяїна, яка багата на азотисті речовини і вільні амінокислоти. Необхідність живлення гемолімфою виявлено в першу чергу для ектопаразитів і деяких браконід і іхневмонід – ендопаразитів, що перебувають на низьких ступенях еволюційного розвитку. Живлення гемолімфою хазяїна пов'язане в них насамперед з потребою нагромадження в яйцях паразитів необхідної кількості жовтка, що забезпечує розвиток ембріона. Розвиток ембріона в яйцях ектопаразитів, що розміщені на поверхні тіла хазяїна або поряд з ним, здійснюється лише за рахунок живильних речовин у яйці.

Таким чином, у паразитичних комах імагінальне живлення забезпечує процеси, пов'язані з життям і розмноженням, а також сприяє більшій синхронізації розвитку паразита і хазяїна.

### 2.2.3. Антибіоз

Живі організми постійно взаємодіють один з одним, але результат від цього у всіх виходить різним. Одні отримують вигоду, інші – нічого, а треті взагалі втрачають можливість нормально існувати. Негативні відносини, коли один з організмів обов'язково «програє» від спілкування з іншим, – це відносини, які носять назву **антибіоз**.

Вижити і поширити свої гени – найважливіше завдання будь-якого організму на нашій планеті. Заради цього він не гребує вступати в сутичку з конкурентами, пригнічувати слабких або, навпаки, об'єднуватися з іншими особинами, щоб діяти більш ефективно. Зважаючи на це, відносини між живими істотами можуть бути:

- позитивними – де один або обидва отримують вигоду;
- нейтральними – де ніхто ні на кого не впливає;
- негативними – де кому-небудь неодмінно завдають шкоди.

Останній тип співіснування – це **антибіоз** (грец. «проти життя»). При такій взаємодії один організм не дає розвиватися іншому, отруюючи його, пригнічуючи або перекриваючи доступ до необхідних ресурсів. Антибіоз може проявлятися в різних формах, в односторонньому і двосторонньому порядку. Серед основних його різновидів виділяють:

- аменсалізм;

- аллелопатію;
- конкуренцію.

Нерідко до нього зараховують також паразитизм і хижацтво.

Антибіоз може існувати і у вигляді поведінкової моделі тварин, і на мікробіологічному рівні, де основними учасниками зв'язків є бактерії, віруси, гриби та інші організми. Він виникає у боротьбі за ресурс або територію, у протистоянні за домінування, а також проявляється як превентивний захід для запобігання можливих негативних наслідків.

По своїй суті *аменсалізм* – це антибіоз, за якого негативний вплив зачіпає тільки одного учасника зв'язку. При цьому інший учасник не завжди отримує для себе відчутну користь.

Прикладом аменсалізму є відносини рослин у лісі. Швидкорослі дерева з високими стовбурами і гіллястою кроною затіняють дрібніші види, не даючи сонячному світлу доходити до нижніх ярусів. У результаті виживають тільки ті, що зуміли пристосуватися до малої кількості світла, інші гинуть. Те саме відбувається з рослинами, у яких коренева система розвинена гірше, ніж у сусідів.

Одним з найвитонченіших видів антибіозу є *алелопатія*, адже негативний вплив організмів один на одного зумовлений їхніми фізіологічними особливостями. Вона проявляється у вигляді виділення секретів і різних рідин, які заважають розвитку інших видів.

Частіше алелопатія спостерігається в грибів, бактерій і рослин. Основними шкідливими речовинами, які вони виробляють, є:

- маразмини – речовини типу аміаку й альдегідів, які виробляють мікроорганізми для пригнічення росту і розмноження вищих рослин;
- коліни – продукуються вищими рослинами і спрямовані проти інших вищих рослин;
- антибіотики – виділяються грибами, актиноміцетами і неміцеліальними бактеріями і діють проти інших грибів, бактерій та вірусів, у тому числі фітопатогенів;
- фітонциди – летючі речовини, які продукуються рослинами і пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів і деяких тваринних організмів.

Ці властивості організмів нині використовують для практичних цілей у біологічному захисті рослин. На їх основі виробляють біопрепарати, що нешкідливі для теплокровних тварин і екологічно безпечні. Найбільше значення мають мікроорганізми, які в процесі життєдіяльності продукують антибіотики, що ефективні для придушення бактеріальних, грибних і вірусних хвороб рослин, а також шкідливих комах, кліщів і нематод.

#### **2.2.4. Спеціалізація хижаків і паразитів**

За ступенем спеціалізації до хазяїнів і жертв паразитичних і хижих комах, як і інші організми, поділяють на три основні біологічні групи:

1) вузькоспеціалізовані (*монофаги*), тобто пристосовані до розвитку на одному виді хазяїна чи до живлення одним або двома видами жертви;

2) багатोїдні (*полифаги*), які здатні жити за рахунок широкого кола видів (хазяїнів чи жертв) представників різних рядів комах чи навіть різних класів;

3) відносно спеціалізовані (*олігофаги*), що паразитують на видах або живляться видами, що належать до різних родів у межах родини. Ця група є проміжною і численнішою. Вона включає види різного ступеня спеціалізації від вузької до широкої олігофагії.

Спеціалізація паразитів-ентомофагів визначається ступенем зв'язку циклу розвитку ентомофага до циклу розвитку основного хазяїна, подібністю вимог ентомофага і хазяїна до умов зовнішнього середовища, зв'язком активного періоду дорослої фази ентомофага до періоду розвитку відповідної фази хазяїна, а також фізіологічних особливостей ентомофага до життя за рахунок організму цього хазяїна.

Більшу відповідність у життєвих циклах і вимогах до фізичних факторів середовища з хазяїнами зафіксовано у вузькоспеціалізованих ентомофагів, що здатні самостійно придушувати шкідника, як, наприклад, афелінус – паразит кров'яної попелиці, бластотрикс – паразит акацієвої несправжньої щитівки, псевдафікус – паразит червця Комстока, родолія – хижак іцерії. Однак монофагія у вузькому її розумінні порівняно мало розповсюджена серед ентомофагів.

Найчастіше вузька спеціалізація до хазяїнів спостерігається в ентомофагів, що адаптувалися до видів комах, які характеризуються особливими морфологічними чи біологічними властивостями, що вимагають спеціальних пристосувань. Спеціалізація лісоноти визначила її морфологічні і поведінкові пристосування до зараження гусениць зернової совки всередині колосся. В афелінуса і родолії спеціалізація пов'язана з подоланням механічних бар'єрів у зв'язку зі специфікою будови тіла хазяїна (жертви). На відміну від цього, на легкодоступних видах і таких, які тривалий час трапляються в природі в масі, живуть ентомофаги із широкою кормовою спеціалізацією, як, наприклад, хижак попилиць.

Поліфаги характеризуються широкою екологічною пластичністю і відсутністю синхронності в розвитку з хазяїнами. Вони мають велике значення в придушенні шкідника в роки його масового розмноження.

Серед олігофагів багато ефективних паразитів і хижаків шкідників сільськогосподарських культур. На відміну від поліфагів їхня роль у стримуванні розмноження фітофагів стабільніша. Незважаючи на широке коло хазяїнів, у них існує тісніший зв'язок із двома чи трьома видами комах. Такі види комах прийнято називати основними хазяїнами. Комах, що живуть у місцях поширення основного хазяїна, але яких паразит заражає рідше, називають додатковими хазяїнами.

В ентомофагів розрізняють оліго- та поліфагію в просторі і часі. Такі паразити здатні розвиватися на різних видах комах, поширених одночасно в цій місцевості. Для таких паразитів багато комах є альтернативними хазяїнами. Зміна хазяїнів у часі викликана у паразитів необхідністю заміни зникаючих видів іншими. Звичайно це спостерігають в поліциклічних паразитів, біологічно пов'язаних з моноциклічними хазяїнами.

У процесі еволюції в складних біогеоценозах на кожному виді фітофага сформувалися характерні для них комплекси ентомофагів. Численні паразити і хижакі, що входять до них, включають і специфічні, і рідкісні для цього шкідника види. Найбільшу видову різноманітність ентомофагів (до 40 видів і більше) зареєстровано звичайно на фітофагах, здатних до масового розмноження. За ступенем харчової спеціалізації до хазяїна серед комплексів ентомофагів можна виділити такі групи:

- численні і постійно присутні види;
- види, що трапляються постійно, але нечисленні;
- нечисленні види, що трапляються рідко.

Перша група включає ентомофагів, для яких цей хазяїн є основним, а самі ентомофаги стосовно нього є облігатними. Вони складають основне ядро комплексу природних ворогів на цьому хазяїні. Ця група представлена зазвичай невеликим числом видів, вузькими чи помірними, але нерідко і широкими олігофагами, наприклад, хижак попелиць. Чисельність окремих видів таких ентомофагів за роками може істотно варіювати, але звичайно в сумі кількість їхніх особин сягає 75–95 % від загального числа виведених паразитів. Ці ентомофаги мають найбільше господарське значення в придушенні шкідників. Такі паразити пристосовані до різних фаз розвитку хазяїна. Це знижує міжвидову конкуренцію, і в такий спосіб виникає можливість для їхнього співіснування на одному хазяїні. У хижих комах міжвидова конкуренція проявляється більшою мірою. Співіснування хижих видів з однаковою харчовою спеціалізацією, наприклад хижаків попелиць і кліщів, стало можливим у результаті вироблення в них різних поведінкових інстинктів, що забезпечують деяку розбіжність у строках і періодах їхнього відвідування колоній жертви.

Друга група ентомофагів характеризується тим, що певний шкідник слугує додатковим хазяїном, а вони для нього є факультативними. Ця група включає переважно широкі олігофаги. У сумі вони в загальному комплексі ентомофагів не перевищують 5–10 %.

Третя група представлена широкими олігофагами і поліфагами. Для них певний хазяїн незвичайний, а самі паразити – випадкові. Кількість таких паразитів не перевищує 1–3 % від загальної кількості виведених особин.

Ентомофаги двох останніх груп досягають більшої видової різноманітності в роки масового розмноження певного шкідника.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Назвіть перші відомості про використання у захисті рослин від шкідливих організмів їх природних ворогів.
2. Дайте визначення понять «біологічний захист рослин» і «агент біологічного захисту рослин».

3. Назвіть основні біологічні агенти захисту рослин.
4. Дайте визначення термінів «біоценоз» і «агроценоз».
5. Назвіть антагоністичні форми взаємовідносин між організмами в біоценозі.
6. Назвіть і охарактеризуйте основні форми паразитизму.
7. Охарактеризуйте основні різновиди антибіозу.
8. Що таке алелопатія і як вона проявляється?
9. Назвіть і охарактеризуйте основні біологічні групи хижих і паразитичних організмів за ступенем спеціалізації до хазяїнів і жертв.



### 3. ХИЖАКИ ТА ПАРАЗИТИ ШКІДНИКІВ РОСЛИН

#### 3.1. ХИЖІ ЧЛЕНИСТОНОГІ

Членистоногі (*Arthropoda*) – найчисельніший за кількістю видів тип тварин. До нього належать близько 80 % усіх відомих на сьогодні видів тваринного світу. Членистоногі широко розповсюджені і відіграють важливу роль у природі. Серед них є значна група шкідників рослин, що завдають великої шкоди сільському господарству. Значна кількість видів членистоногих є паразитами і хижаками фітофагів. Вони відіграють істотно позитивну роль у біоценозах як активні регулятори чисельності шкідливих видів. Окремі види членистоногих використовують у біологічному захисті рослин від шкідників і бур'янів.

Тип Членистоногі включає три підтипи: Зябродишні — *Branchiata*, Хеліцерові — *Chelicerata* і Трахейнодишні — *Tracheata*. Найважливіші таксономічні категорії членистоногих, до яких належать основні хижаки і паразити шкідників рослин, наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Основні систематичні групи типу Членистоногі, представники яких є хижаками і паразитами (паразитоїдами) фітофагів

Під-тип	Клас	Під-клас	Ряд	Родина	
1	2	3	4	5	
Хеліцерові — <i>Chelicerata</i>	Павукоподібні — <i>Arachnida</i>	Павуки — <i>Aranea</i>		Павуки-тенетники — <i>Theridiidae</i>	
				Лініфінії — <i>Linyphiidae</i>	
				Павуки-колопряди — <i>Araneidae</i>	
				Павуки-вовки — <i>Licosidae</i>	
				Павуки-скакуни — <i>Salticidae</i>	
		Кліщі — <i>Acari</i>	Акариформні кліщі — <i>Acariformes</i>		Червонотілки — <i>Trombidiidae</i>
					Аністиди — <i>Anistidae</i>
					Хейлетиди — <i>Cheyletidae</i>
					Стигмеїди — <i>Stigmaeidae</i>
					Кліщі пузаті — <i>Pyemotidae</i>
					Бделліди — <i>Bdellidae</i>
					Гемісаркоптиди — <i>Hemisarcoptidae</i>
			Паразитоформні кліщі — <i>Parasitiformes</i>	Фітосейїди — <i>Phytoseiidae</i>	

1	2	3	4	5
Трахеїнодишні – Tracheata	Комахи – Insecta		Богомоліві — <i>Mantodea</i>	Богомоли справжні — <i>Mantidae</i>
			Бабки — <i>Odonata</i>	Лютки — <i>Lestidae</i>
				Красуні — <i>Calopterygidae</i>
			Членистохоботні— <i>Hemiptera</i> , підряд Клопи або Напівтвердокрилі, — <i>Heteroptera</i>	Щитники — <i>Pentatomidae</i>
				Сліпняки — <i>Miridae</i>
				Клопи-мисливці — <i>Nabidae</i>
				Хижачки-крихітки — <i>Anthocoridae</i>
			Пухирчастонігі, або Трипси — <i>Thysanoptera</i>	Хижачки — <i>Reduviidae</i>
				Тріпиди — <i>Thripidae</i>
			Твердокрилі, або Жуки — <i>Coleoptera</i>	Еолотріпиди — <i>Aeolothripidae</i>
				Туруни, або Жужелиці — <i>Coleoptera</i>
				Сонечки — <i>Coccinellidae</i>
				Коротконадкрилі — <i>Staphilinidae</i>
				Наривники — <i>Meloidae</i>
				Малашки — <i>Melyridae</i>
				М'якотілки — <i>Cantharidae</i>
			Карапузики — <i>Histeridae</i>	
			Сітчастокрилі — <i>Neuroptera</i>	Золотоочки — <i>Chrisopidae</i>
				Гемеробіїди — <i>Hemerobiidae</i>
				Пильнокрилі — <i>Coniopterygidae</i>
			Двокрилі, або Мухи та комари — <i>Diptera</i>	Галиці — <i>Cecidomyiidae</i>
				Дзюрчалки — <i>Syrphidae</i>
				Ктирі — <i>Asilidae</i>
				Сріблянки (Хамеміїди) — <i>Chamaemyiidae</i>
				Тахіни — <i>Tachinidae</i>
				Бревінкові — <i>Bombyliidae</i>
				Саркофагіди — <i>Sarcophagidae</i>
			Перетинчато- крилі — <i>Hyme- noptera</i>	Їздці-іхневмоніди — <i>Ichneumonidae</i>
Браконіди — <i>Braconidae</i>				
Афідіїди — <i>Aphhidiidae</i>				
Сцеліоніди — <i>Scelionidae</i>				

1	2	3	4	5
Трахейнодишні — <i>Tracheata</i>	Комахи — <i>Insecta</i>		Перетинчасто-крилі — <i>Hymenoptera</i>	Трихограми — <i>Trichogrammatidae</i>
				Афелініди — <i>Aphelinidae</i>
				Хальцидіди — <i>Chalcididae</i>
				Енциртиди — <i>Encirtidae</i>
				Птеромаліди — <i>Pteromalidae</i>
				Евлофіди — <i>Eulophidae</i>
				Діапріїди — <i>Diapriidae</i>
				Сколії — <i>Scoliidae</i>
				Мурахи — <i>Formicidae</i>

Велика різноманітність (у сучасній фауні відомо понад 1 млн видів комах, в Україні – більше 25 000), недостатні знання про походження багатьох груп і різні погляди на принципи виділення великих таксонів не дозволяють до сьогодні розробити єдину систему комах. Постійно відбуваються значні зміни не тільки на рівні родів та родин, а й на рівні надродин та рядів. У сучасній фауні до підтипу Трахейнодишні належить надклас Шестиногі (*Hexapoda*), який представлений двома класами: Ентогнатні (*Entognata*) і Комахи (*Insecta*). До недавнього часу перший з них вважали підкласом комах. У табл. 2.2 наведено основні таксономічні групи комах.

Таблиця 2.2

**Різноманіття рядів комах (кількість видів) світової фауни та фауни України**

Таксономічна група	Світова фауна	Фауна України
1	2	3
<b>Надклас Шестиногі — <i>Hexapoda</i></b>		
<b>Клас Ентогнатні — <i>Entognata</i></b>		
Ряд Протури, або Безсяжкові — <i>Protura</i>	220	1
Ряд Ногохвостки — <i>Collembola</i>	3500	110
Ряд Двохвостки — <i>Diplura</i>	400	3
<b>Клас Комахи — <i>Insecta</i></b>		

1	2	3
<b>Підклас Безкрилі комахи — Apterigota</b>		
Ряд Мікрокоріфія — <i>Microcoriphia</i>	250	6
Ряд Щетинкохвостки — <i>Thysanura</i>	330	6
<b>Підклас Крилаті комахи — Pterigota</b>		
<b>Відділ I. Комахи з неповним перетворенням — Hemimetabola</b>		
<b>Надряд Ефемероїдні — Ephemeroidea</b>		
Ряд Одноденки — <i>Ephemeroptera</i>	1600	50
<b>Надряд Одонатоїдні — Odonatoidea</b>		
Ряд Бабки — <i>Odonata</i>	4500	70
<b>Надряд Ортоптероїдні — Orthopteroidea</b>		
Ряд Таргани — <i>Blattoptera</i>	3600	16
Ряд Богомоли — <i>Mantoidea</i>	20 00	6
Ряд Терміти — <i>Isoptera</i>	2500	1
Ряд Веснянки — <i>Plecoptera</i>	2000	50
Ряд Ембії — <i>Embioptera</i>	200	1
Ряд Грилоблатиди — <i>Grilloblattida</i>	10	0
Ряд Паличники — <i>Phasmatoptera</i>	2500	0
Ряд Прямокрилі — <i>Orthoptera</i>	20000	150
Ряд Щипавки — <i>Dermaptera</i>	1200	13
Ряд Гемімериди — <i>Hemimerida</i>	8	0
Ряд Зораптери — <i>Zoraptera</i>	20	0
<b>Надряд Геміптероїдні — Hemipteroidea</b>		
Ряд Сіноїди — <i>Psocoptera</i>	2000	20
Ряд Пухоїди — <i>Mallophaga</i>	2600	150
Ряд Воші — <i>Anoplura</i>	300	40
Ряд Членистохоботні — <i>Hemiptera</i>	80 000	2580
Ряд Трипси — <i>Thysanoptera</i>	2500	250
<b>Відділ II. Комахи з повним перетворенням — Holometabola</b>		
<b>Надряд Колеоптероїдні — Coleopteroidea</b>		
Ряд Твердокрилі, або Жуки — <i>Coleoptera</i>	350 000	6000
Ряд Віялокрилі — <i>Strepsiptera</i>	300	5
<b>Надряд Нейроптероїдні — Neuropteroidea</b>		
Ряд Сітчастокрилі — <i>Neuroptera</i>	3500	72
Ряд Верблюдки — <i>Raphidioptera</i>	100	4
Ряд Великокрилі — <i>Megaloptera</i>	240	5
<b>Надряд Мекоптероїдні — Mecopteroidea</b>		
Ряд Скорпіонові мухи — <i>Mecoptera</i>	470	10
Ряд Волохокрильці — <i>Trichoptera</i>	3000	100
Ряд Лускокрилі — <i>Lepidoptera</i>	140000	5000

Закінчення табл. 2.2

Ряд Перетинчастокрилі — <i>Hymenoptera</i>	300 000	10 000
Ряд Блохи — <i>Aphaniptera</i>	1000	105
Ряд Двокрилі — <i>Diptera</i>	85 000	4500
<b>Усього видів комах</b>	<b>1 000 000</b>	<b>25 000</b>

### 3.1.1. Хижі комах

Хижі види комах трапляються в 16 рядах і серед представників з неповним (бабки, богомоліві, веснянки, прямокрилі, щипавки, трипси), і з повним (жуки, сітчастокрилі, верблюдки, скорпіонові мухи, волохокрильці, лускокрилі, перетинчастокрилі, двокрилі) перетворенням. Хижі комах часто представлені великими систематичними групами на рівні ряду, наприклад, Бабки (*Odonata*), Богомоліві (*Mantoptera*), Сітчастокрилі (*Neuroptera*), і родин – Клопи-антокориди (*Anthorcoridae*), Ктирі (*Asilidae*) і багатьма родинами ряду Жуки, які об'єднано в підряд М'ясоїдні. Однак найбільш важливе значення для біологічного методу мають хижі клопи, трипси, жуки, сітчастокрилі, перетинчастокрилі, двокрилі. Жертвами для хижих комах є представники майже всіх рядів комах та інших членистоногих, у тому числі величезна кількість шкідників рослин.

#### 3.1.1.1. Ряд Бабки – *Odonata*

Це великі комах із струнким, видовженим, яскраво забарвленим тілом. Бабки існували ще в карбоні й за минулі мільйони років вони мало змінилися, поєднуючи архаїчність організації з ознаками спеціалізації і високої досконалості. Їх примітивність – у гомономності розставлених у сторони сітчастих крил, спеціалізація – у гіпертрофії плеїритів і додатковому копулятивному органі у самців, досконалість – у розвитку м'язів крил прямої дії та надзвичайній пильності очей. Голова велика, рухома, з фасеточними очима (по боках), які займають більшу її частину. Є три прості очка. Вусики короткі, щетинкоподібні.

Ротовий апарат гризучого типу. Дві пари майже однакових прозорих крил з густою сіткою поздовжніх і поперечних жилок. Черевце струнке, тонке, має 10 сегментів. Дорослі комах – прекрасні літуни. Це ненажерливі хижаки, які в польоті наздоганяють свою здобич — різних комах. Дорослі бабки полюють удень, а деякі, наприклад коромисла, – і в присмерку. Під час шлюбного польоту

самець підгинає черевце і заповнює спермою розташований на другому сегменті черевця вторинний копулятивний орган. Під час спарювання самка притискає до цього органа кінець свого черевця і, утримувана за шию церками самця, заповнює резервуари насіннеприймача. У багатьох бабок ці акти проходять у повітрі в польоті.

Відкладання яєць, сформованих у паноістичних оваріолах, відбувається по-різному. Деякі види розсіюють їх над поверхнею води, інші в супроводі самця занурюються під воду і, користуючись яйцекладом, поміщають яйця в підводні рослини. Форма яєць у бабок різноманітна.

Заселяючи стоячі чи слабопроточні водойми, личинки бабок (наяди) полюють за водяними комахами, мальками риб і пуголовками. Їхня довга нижня губа, у спокої притиснута до голови, викидається вперед для захоплення здобичі. Личинки тривалий час розвиваються у воді (лише деякі австралійські види живуть у вологому моху) і багаторазово линяють (до 15 разів), у них з'являються зачатки крил, вони перетворюються на німф і, нарешті, на імаго.

У світовій фауні відомо близько 4500 видів бабок, у тому числі в Україні 70 видів. Ряд поділяють на три підряди: *Zygoptera* – Рівнокрилі, *Anisoptera* – Різнокрилі й *Anisozigoptera* – представники якого були широко розповсюджені в мезозої і нині представлені лише двома видами в Японії та Індії. Рівнокрилі бабки – відносно дрібні, з однаковими за формою передніми й задніми крилами, їхні личинки мають три лопаті хвостових зябер. Різнокрилі – більші й масивніші, із широкими в основі задніми крилами. Їхні личинки дихають зябрами, зміщеними в задню кишку: набирають і з силою виштовхують з них воду, при цьому дуже швидко переміщуються. Представники *Anisozigoptera* мають крила *Zygoptera*, але зябра, як у *Anisoptera*. Серед фауни України з рівнокрилих поширені представники родин: Лютки – *Lestidae*, Стрілки – *Coenagrionidae* (додаток, рис. 1), Красуні – *Calopterygidae* (додаток, рис. 2); з різнокрилих – Величезні коромисла – *Aeschnidae* (додаток, рис. 3), Металічні бабки – *Cordulidae*, Дідки – *Gomphidae* і Справжні бабки – *Libellulidae* (додаток, рис. 4).

Практичне значення бабок подвійне: поїдаючи молодь промислових риб і переносючи паразитів водоплавних птахів, личинки бабок завдають деякої шкоди, але вони самі є кормом для риб і птахів. Дорослі бабки дуже корисні – вони знищують шкідливих комах.

### 3.1.1.2. Ряд Богомоли – *Mantoidea*

Переважно великі комахи з подовженим тілом і вільною рухливою головою. Передньоспинка округла, значно довша за ширину, трохи розширена над основами передніх ніг. Передні ноги хватальні, середні і задні – бігальні, усі лапки ніг п'ятичленикові. Крила різноманітні, сітчасті, передні крила трохи щільніші від задніх, іноді укорочені. У спокійному стані вони складаються віялоподібно і прикриваються передніми крилами, які виконують функцію надкрил. Черевце подовжене, сплюснене, на кінці з порівняно довгими членистими церками, а в самців, крім того, є пара нечленистих грифельків. Рухома голова майже трикутної форми. Ротовий апарат гризучого типу. Богомолів легко можна відрізнити від інших комах за будовою передніх ніг: міцні стегно і гомілка вкриті сильними шипами; згинаючись, гомілка входить у стегно, як лезо ножа в рукоятку, утворюючи потужний хватальний апарат.

Комахи дістали свою назву за характерну позу: вони часто сидять, трохи піднявши передній відділ тіла і виставивши вперед і вгору передні ноги, неначе моляться. Простираючи сильні передні ноги, вони застигають в очікуванні жертви, злегка поводячи з боку на бік маленькою трикутною головою з розвинутими антенами й опуклими очима. Витягнуті передньогруди полегшують огляд території. На перший погляд богомол здається флегматичною, малорухливою комахою, однак він здатний до блискавичних кидків.

Кількість видів богомолів незначна, у світі нараховують близько 2000 видів, в Україні – п'ять. Поширені вони, в основному, у тропіках і субтропіках, лише деякі види трапляються в пустелях і степах. Дуже теплолюбні, ближче до північних регіонів степової зони трапляються випадково і рідко. Дорослих богомолів можна побачити в другій половині літа. Літають вони неохоче, особливо самки. Колір тіла богомолів має захисне забарвлення – світло-зелене, жовте, буре.

Богомоли – хижі комахи. Вони полюють, чатуючи на здобич, і можуть тривалий час просидіти нерухомо. Лише голова обертається на всі боки – вистежує жертву. Коли з'являється здобич, богомол повільно підповзає до неї, швидко викидає вперед передні ноги і захоплює ними комаху. Ловлять найрізноманітніших комах, як правило, тих, яких у цей час трапляється найбільше. Дуже ненажерливі, можуть залишити недоїдену здобич і спіймати наступну

комаху. У раціоні личинок молодших віків переважають попелиці, цикадки й інші дрібні членистоногі, пізніше – більші комахи, наприклад, прямокрилі, жуки, метелики, бджоли, оси. І в личинок, і в дорослих комах виражена схильність до канібалізму.

Богомоли – комахи з неповним перетворенням. Зимують богомоли у стадії яйця. Самка відкладає яйця з кінця літа і до пізньої осені. Під час яйцевідкладання разом з яйцями із яйцеклада виступає клейка рідина, яка огортає яйця і твердне. Таким чином, яйця вміщуються в капсулу характерної форми, яку називають оотекою. Кількість яєць в оотеці коливається від 100 до 300 шт. На камінні, гілках, травинках оотека висить до весни. Навесні з неї вилуплюються личинки. Вони відрізняються від дорослих богомолів не лише розмірами. Тіло молодої личинки вкрите спрямованими назад дрібними шипиками. На кінці її черевця є дві довгі нитки, які допомагають личинкам швидше вибратися з оотеки. Основною їжею комахи в цей час є попелиці. Росте вона швидко. Дорослі личинки схожі на своїх батьків і живляться вже більшою здобиччю. Лише недорозвинені крила відрізняють їх від імаго. Після чотириразового линяння личинка перетворюється на дорослу комаху.

Найпоширенішим видами фауни наших богомолів є представники родини Справжніх богомолів: *богомол звичайний* – *Mantis religiosa* (додаток, рис. 5). Крила скляно-прозорі. На внутрішньому боці тазиків передніх ніг є чорна пляма. За цими ознаками легко відрізнити богомола звичайного від інших степових видів. До цієї родини також належить цікава і дуже рідкісна комаха – *боліварія короткокрила* – *Bolivaria brachyptera*. Вона трапляється в Криму і на півдні Одеської області.

В Україні мешкають представники ще однієї родини богомолів – Емпузи (*Empusidae*). У представників цієї родини на голові розміщений конічний відросток, що стирчить уперед, вусики у самців пірчасті. У Криму мешкає *емпуза смугаста* – *Empusa fasciata*. (додаток, рис. 6), у Херсонській області – *емпуза піщана* – *Empusa pennicornia*.

### 3.1.1.3. Ряд Шкірястокрилі, або Щипавки — *Dermaptera*

Комахи середньої величини (довжина 5–20 мм) з подовженим, трохи сплющеним тілом, прогнатичною серцеподібною головою і невеликою передньоспинкою. Крила різнорідні, передня пара шкіря-



ста, дуже ущільнена, позбавлена жилок, коротка, задня – більш ніж-на, сітчаста, лише на основній половині переднього краю є рогова пластинка. У спокої задні крила складаються в'ялоподібно уздовж і двічі впоперек і виступають з-під надкрил у вигляді коротких рогових пластинок. Часто крила відсутні. Ноги ходильні, з тричлениковими лапками.

У щипавок звичайно добре виражений статевий диморфізм: самець має складніше влаштовані церки, ніж самка. Диморфізм спостерігається і серед самців: особи, що розвиваються в гірших умовах, мають коротші церки.

Самки відкладають яйця купками, причому деякі види роблять у ґрунті гніздо. Вони проявляють також своєрідну турботу про потомство, залишаючись у гнізді не тільки протягом ембріонального, але і частини постембріонального періоду.

Щипавки вологолюбні і теплолюбні, ведуть потайний, переважно нічний спосіб життя, а вдень ховаються під каменями, опалим листям. Нерозбірливі у виборі їжі й активні вночі, щипавки ховаються вдень під каменями, у гнилих пенях, під опалим прілим листям або в підземних гніздах, де охороняють відкладені яйця і німф. Нерідко можна зустріти численні скупчення особин, об'єднані лише прагненням до вологих і теплих укриттів. Вони особливо численні і різноманітні в країнах з теплим і вологим кліматом, у широколистих лісах з могутньою підстилкою. Відомо не менше 1300 видів щипавок.

У процесі постембріонального розвитку щипавки линяють чотири-шість разів, причому найбільш примітивні з них, обламуючи членисті церки перед останнім линянням, набувають характерних форцепсів тільки в дорослому стані.

Живляться тваринною і рослинною їжею. Деякі види шкодять рослинам. Водночас щипавки набувають усе більшого значення як багатоїдні хижаки шкідливих комах. Наприклад, *щипавку звичайну* – *Forficula auricularia* L. (додаток, рис. 7) нині вважають активним хижаком. У садах виявлено живлення цього виду гусеницями яблуневої плодожерки, деяких листовійок, кров'яної попелиці. Досить поширеним видом є *щипавка городня* – *Forficula tomis* Kol.

### 3.1.1.4. Ряд Трипси — *Thysanoptera*

Малі комахи (завдовжки 0,5–5 мм) з більш або менш сплющеним у спинно-черевному напрямі тілом, укрите дрібними щетинками. Ротові частини колючо-сисного типу, асиметричні (голова асиметрична, права мандибула редукована). Складні фасеткові очі великі, займають до половини довжини голови. Простих вічок звичайно три (рідко вони редуковані). Вусики шести-, дев'ятичленикові. Грудні сегменти представлені передньогрудьми та крилогрудьми (птеротораксом: злитими середньо- та задньогрудьми). Крила розвинені не однаково: часто вони редуковані або мають довгасту форму й облямовані довгими війками. Ноги бігального типу. Лапки одно- або двочленикові, із кігтиками і втяжним присисним пухирцем (ароліумом) на кінці. Черевце закінчується вершинною трубкою (тубусом). Перетворення, як і в усіх попередніх рядів, неповне. З особливостями морфології трипсів пов'язані їхні інші назви – пузиреногі (завдяки наявності присисних пухирців на лапках) або бахромчастокрилі (завдяки наявності довгих щетинок по периметру крил).

Самки відкладають від 30 до 300 яєць у тканини рослин (у надрізану яйцекладом борозенку) або відкрито. У середніх широтах за сезон розвивається одна-дві генерації, на півдні — до 12.

Сучасна світова фауна налічує близько 2 500 видів із 165 родів. В Україні зареєстровано близько 250 видів із трьох родин. У межах ряду виділяють два підряди: яйцекладні (*Terebrantia*) і трубкохвості (*Tubulifera*) трипси, причому перші звичайно фітофаги, другі – хижаки, що знищують різних дрібних комах, наприклад, попелиць, інших трипсів тощо.

На посівах злакових культур в Україні зареєстровано 11 видів хижих трипсів. З них тільки види родів *Aeolothrips*, *Melanthrips*, *Rhipidothrips* є спеціалізованими хижаками. Наприклад, личинки і дорослі особини *трипса смугастого* – *Aeolothrips fasciatus* L. (додаток, рис. 8) і *хижого* – *A. intermedius* Wagn. живляться попелицями, яйцями і личинками рослиноїдних трипсів і павутинними кліщами. Один хижий трипс або його личинка старшого віку протягом доби висисає 70–30 яєць або 32–44 личинки пшеничного трипса.

Хижі трипси розвиваються у двох поколіннях, зимують личинки в ґрунті. Навесні вони оточують себе щільним прозорим

коконом і перетворюються на пронімфу, а через п'ять–шість днів – на німфу. Дорослі трипси вилітають через п'ять–сім днів після окрилення і деякий час живляться нектаром і пилюкою на суцвіттях айстрових, капустяних тощо. Від рослиноїдних трипсів вони легко відрізняються більшою рухливістю і наявністю на крилах темних широких поперечних смужок.

Хижі види трипсів застосовують в оранжереях як хижаків павутинних кліщів і шкідливих видів трипсів.

### **3.1.1.5. Ряд Членистохоботні – *Hemiptera*, підряд Клопи, або Напівтвердокрили – *Heteroptera***

Серед комах з неповним перетворенням (*Hemimetabola*) клопи лідирують за кількістю видів (понад 40 000 у світовій фауні і 930 — в Україні), розмаїтості освоєних середовищ і джерел їжі. Багато з них – фітофаги, що заселили всі типи рослинних асоціацій, інші – хижаки, паразити, або сапрофаги.

Це комахи, як правило, середньої величини, хоча серед них є гіганти (до 10 см завдовжки) і ледь помітні неозброєним оком з колючо-сисним ротовим апаратом і характерною будовою передніх крил, перетворених у надкрила з перетинчастою задньою частиною.

Голова у верхній частині зверху розділена двома поздовжніми швами на наличник і лежачі з боків від нього щоки. За наличником і щоками розташовані лоб і тім'я. Крім складних (фасеточних) очей, на тімені часто є два простих вічка. Хоботок звичайно складається з трьох чи чотирьох члеників. Перед або під очима прикріплені вусики. Середньогруди зверху мають вид щитка. Задньогруди, як правило, зверху не видно, на боках між середніми і задніми тазиками є отвори пахучих залоз, що можуть бути продовжені у вигляді борозенки – каналу пахучих залоз, або випарної площадки.

Передні крила (надкрила) прикривають зверху спинний бік черевця і задні крила. Надкрила можуть бути повними або укороченими. Задні крила перетинчасті, цілком укладаються під надкрилами, при укороченні останніх завжди недорозвинені або відсутні.

Личинки мають основні зовнішні особливості дорослої стадії, а надкрила – вигляд крилових зачатків, або крилових чохлаків. Отвори пахучих залоз у кількості одна-три пари розташовані на спинному

боці черевця. Прості вічка завжди відсутні. Лапки мають не більше ніж двох, а вусики – не більше чотирьох члеників.

Яйця дуже різноманітні за формою і будовою, зовні завжди мають більш-менш щільну оболонку – хоріон. При виході личинки з яйця у одних видів клопів відкривається спеціальна кришечка на передньому (верхньому) кінці, в інших – яйце певним чином просто розтріскується на цьому самому кінці. Яйця самки відкладають потай – у живі і мертві тканини рослин, захищені місця (під лусочками кори, у тріщини деревини, іноді в ґрунт і під рослинні рештки) або відкрито – на різні частини рослин чи мертвий субстрат. За характером живлення наземні види клопів поділяють на дві основні групи – рослиноїдні (фітофаги) і хижаки (зоофаги); частина видів має змішане живлення (фітозоофаги); кілька видів – паразити людини і тварин. Деякі види переносять вірусні і бактеріальні хвороби рослин. Хижі клопи, особливо представники родин *Nabidae*, *Anthocoridae*, а також деякі представники родин *Miridae* і *Pentatomidae* відіграють істотну роль у зниженні чисельності шкідливих комах і кліщів.

**Родина Щитники – *Pentatomidae*.** Клопи середніх і великих розмірів (4,5–17 мм) з помірно сплющеним і дуже хітинізованим тілом. На території України поширено понад 130 видів. Основна маса видів рослиноїдні, представники підродини *Asopinae* – хижаки. У хижих видів хоботок, особливо його перший членик, більш товстий, основа хоботка зближена з верхньою губою й охоплена позаду хоботковими пластинками.

Зимують дорослі клопи або яйця. Частіше дають одне покоління за рік. У садах різними гусеницями, несправжніми гусеницями і представниками ряду Рівнокрилих живляться *пікромерус двозубий* – *Picromerus bidens* L. (додаток, рис. 9), *арма вільхова* – *Arma custos* F (додаток, рис. 10). З Північної Америки для боротьби з колорадським жуком інтродуковано два види щитників: *периллюс* – *Perillus bioculatus* Fabr. (додаток, рис. 11) і *подізус* – *Podisus maculiventris* Say. (додаток, рис. 12).

**Родина Сліпняки – *Miridae*.** Клопи середніх розмірів і дрібні (довжина 2–11 мм), з подовженою або подовжено-овальною формою тіла. Вусики довші за голову, чотиричленикові, лапки тричленикові. Хоботок чотиричлениковий. Вічок немає. Зовнішній покрив ніжний і м'який. Забарвлення звичайно зеленувато-жовтувате. Крила часто вкорочені.

Родина клопів, яка налічує майже 800 родів та більше 6000 видів. На території СНД поширені близько 650 видів із 165 родів; в Україні – понад 320 видів.

Переважають рослиноїдні види, але багато хижих видів і зі змішаним живленням. Яйця відкладають у стебла і листки рослин. Зимують частіше яйця, іноді дорослі клопи. Спеціалізованим хижаком грушевого клопика є *Stethoconus cyrtopeltis* F.; попелицями, яйцями і дрібними гусеницями в садах живляться *Deraeocoris ruber* L., *D. olivaceus* L. і *D. trifasciatus* L. Найбільше практичне значення як хижаки сисних шкідників овочевих культур у закритому ґрунті мають: *Macrolophus nubilus* H. S. (додаток, рис. 13), *Macrolophus caliginosus* Wagner, *Dicyphus errans* Wolff. (додаток, рис. 14),

**Родина Антокориди (Хижаки-крихітки) – Anthocoridae.** Дрібні клопи (довжина 1,5–4,5 мм) зі сплющеною овальною чи подовженою формою тіла. Покриви тіла ніжні. Забарвлення бурувате або чорне, перетинка блискуча, без чітких замкнутих комірок. Зимують на імагінальній стадії розвитку. Відносно невелика родина, яка об'єднує близько 250 видів.

Усі види є хижаками, живляться попелицями, медяницями, червцями, трипсами, дрібними гусеницями, личинками жуків, кліщами і яйцями комах і кліщів. Живуть на деревах і чагарниках, на квітах, у підстилці, галлах попелиць, згорнутих листках. Яйця відкладають у тканини рослин, під кору, у ґрунт. Зимують звичайно дорослі клопи.

Для регуляції чисельності плодкових кліщів, попелиць і медяниць у садах велике значення мають *антокорис звичайний* – *Anthocoris nemorum* L. (додаток, рис. 15) і *антокорис лісовий* – *A. nemoralis* F. Чисельність павутинного кліща на багатьох культурах регулюють *оріус чорний* – *Orius niger* Wolff (додаток, рис. 16), *оріус білокрилий* – *O. albidipennis* Reut. та ін.

**Родина Клопи-мисливці – Nabidae.** Комахи середньої величини (довжина 5,5–10,5 мм). Тіло здебільшого подовжене, його довжина не менше ніж у 4,5 раза більша від ширини передньоспинки, зверху сірувате, іноді жовтувате, бурувате або червонувате, матове; задня частина голови, передня частина передньоспинки і щиток як правило з поздовжньою темною лінією або смугою; щиток весь матовий. Вічка є. Вусики чотиричленикові, тонкі і довгі, перший членник трохи коротший голови. Черевце зверху, крім черевного ободка, одноколірне, чорне, рідко буре чи жовтувате. Черевний ободок знизу відділений від черевця різким поздовжнім вдавленням. Тіло знизу бурувато-жовтувате, з поздовжніми темними смугами, іноді майже цілком чорне, у густому золотавому опушенні.

Усі види – хижаки. Живуть переважно в трав'янистій рослинності. Знищують попелиць, цикадок, клопів, у тому числі польового, бурякового, люцернового тощо, гусениць і яйця лускокрилих, яйця клопів-щитників, личинок жуків і т. д. Розвивається два-три покоління за рік. Зимують імаго. Яйця відкладають у стебла рослин. Найпоширеніші види: *Nabis fesus* L. (додаток, рис. 17), *N. punctatus* Cs., *N. pseudoferus* Rem., і *N. feroides* Rem.

**Родина Лігеїди — *Lygaeidae*.** Малі або середніх розмірів клопи із твердими покривами. Голова не сплюснена, перед очима без перетяжки. Хоботок чотиричлениковий. Вусики чотиричленикові, довші за голову. Середньогруди й задньогруди суцільні. Надкрила поділяють на коріум, клавус і перетинку. Часто трапляються короткокрилі форми. Зимують на стадії імаго, іноді в личинковій фазі. У світі описано понад 2000 видів. В Україні поширено 160 видів лігеїд. Більшість видів живе на поверхні ґрунту, під рослинами та в підстилці; частина – на рослинах. Більшість видів фітофаги. Хижають представники однієї підродини *Geocorinae*, що відрізняються пунктированими надкрилами. Тіло звичайно блискуче. Живуть серед рослинних залишків. Живляться личинками і лялечками мух, личинками клопів, цикадок, гусеницями і яйцями різних метеликів, у тому числі яйцями озимої совки. Найбільш поширені види *Geocoris ater* L., *G. grylloides* L. і *G. dispar* Waga.

**Родина Редувіїди – *Reduviidae*.** Великі (завдовжки 8–19 мм), рідше невеликих розмірів клопи, з витягнутою, більш-менш циліндричною головою, коротким, товстим, дуже вигнутим хоботком. Хоботок тричлениковий, вусики чотиричленикові. Щиток маленький, середньо- і задньогруди суцільні. Лапки три- або двочленикові. Представники родини – хижаки, які живляться різними комахами. Уколи хоботка великих видів небезпечні для людини. Живуть на деревах, у траві, на поверхні ґрунту; окремі види – у гніздах, норах, людському житлі, під камінням. Летять уночі на світло. Редувіїди – велика родина (близько 3000 видів) широко представлена в тропіках. В Україні – 24 види.

Як хижаки редувіїди живляться різними комахами і кліщами, можуть нападати на людину. *Reduvius personatus* L. живе в будинках, живиться синантропними комахами. На деревах і чагарниках у Лісостепу України найчастіше трапляється *Rhynocoris annulatus* L., на півдні – ринокорис червоний – *Rh. iracundus* Poda. (додаток, рис. 18).

### 3.1.1.6. Ряд Твердокрилі, або Жуки — *Coleoptera*

Представники ряду мають дуже тверді покриви, звичайно компактне і міцне тіло, довжина якого варіює від 0,3 (*Trichopterygidae*) до 160 мм (*Dynastes hercules* L.).

Незважаючи на колосальну кількість видів (їх описано близько 350 000, в Україні виявлено 6000), розмаїтість розмірів, життєвих форм і освоєних середовищ мешкання, майже всі твердокрилі зберігають однотипний зовнішній вигляд і розвиток. Більшість жуків мають гризучий ротовий апарат, тверді міцні передні крила (надкрила), які прикривають у спокої перетинчасті задні крила і м'який верхній бік черевця. Задні крила набагато довші від передніх. Вони слугують для польоту і в спокійному стані складені і сховані під надкрилами. Жуки – комахи з типовим повним перетворенням з гістолітичним метаморфозом, зрідка ускладненим до гіперметаморфозу.

Часто на надкрилах є дуже різноманітні утворення – від полірованої гладкої поверхні до різноманітних шипів, горбків і ямок. Дуже часто – поздовжні борозенки або ряди більш-менш заглиблених крапок, відділених одна від одної проміжками.

Задні (нижні) крила слугують для польоту; вони перетинчасті, більш-менш прозорі, з темними жилками. Крила можуть бути укороченими або зовсім відсутніми.

На кожному членику грудей є по одній парі ніг. Ноги частіше ходильні чи бігальні, рідше скакальні, копальні чи плавальні.

Забарвлення жуків дуже різноманітне; воно залежить або від наявності в покривах тіла барвних речовин-пігментів (неметалеві кольори), або від особливої мікроскопічної структури (металеві відтінки) чи комбінації пігментів і структур.

Різні статі одного виду жуків часто помітно відрізняються зовнішнім виглядом: самці звичайно трохи менші і мають вужче тіло, ніж самки. Нерідко статі розрізняються за кольором або структурою поверхні.

Переважає більшість жуків розмножується двостатевим шляхом. Після спарювання, що триває в деяких видів кілька діб, самки відкладають яйця і нерідко охороняють їх. Яйця жуків звичайно овальні, напівпрозорі, світлі (найчастіше білі), іноді жовті, сірі чи світло-зелені; їх оболонка тонка, без різкої скульптури.

Личинки жуків дуже різноманітні. У жужелиць, стафілінід і деяких інших вони з довгими ногами, виразними вусиками і звичайно з хвостовими нитками; голова спрямована вперед; тіло витягнуте, дуже рухливе.

Лялькування відбувається найчастіше в ґрунті, а також під корою або в деревині, де жили личинки; зрідка (у сонечок, деяких листоїдів) – відкрито на рослинах. Для лялькування в землі або в деревині личинки готують так звану колисочку, деякі плетуть справжній кокон. Лялечки, які розвиваються в колисочках, вільні, м'які, білі; у них легко можна розрізнити всі частини тіла майбутнього жука. Лялечки, що прикріплюються відкрито, мають сильні склеротизовані покриви і нерідко яскраво забарвлені.

На території України більшість жуків має однорічний життєвий цикл, але існують численні винятки. Зокрема, сонечки можуть мати по декілька генерацій протягом року. Різні співвідношення тривалості фаз імаго і личинки. У багатьох жужелиць, стафілінід личинки завершують розвиток протягом кількох тижнів, тоді як імаго живуть кілька місяців, а іноді й кілька років. Зимуює звичайно жук або личинка, лише дуже рідко – яйця і лялечки.

За характером спеціалізації живлення серед жуків переважають фітофаги і хижаки, нерідко – сапрофаги, копрофаги і некрофаги, іноді дорослі особини взагалі не живляться. Паразити представлені лише деякими видами, наприклад, жужелиці роду *Lebia* паразитують на личинках жуків-листоїдів, стафіліни роду *Aleochara* – на лялечках мух, а деякі наривники, проникаючи в бджолині сім'ї та в кубушки саранових, знищують їхніх личинок і яйця.

У більшості груп жуків характер живлення личинки й імаго дуже подібний, в інших же живлення різних фаз відбувається зовсім інакше.

**Родина Жужелиці (Туруни) – *Carabidae*.** Розміри імаго жужелиць варіюють від дрібних до великих (1,2–50 мм). Тіло подовжене, чорного чи бурого кольору, нерідко з металевим блиском. Надкрила звичайно з поздовжніми борозенками або рядами крапок. Ноги бігальні, ходильні або копальні. Вусики ниткоподібні чи щетинкоподібні.

Дорослі жуки більшості видів живуть на ґрунті чи в його верхніх шарах, а деякі види пристосовані до лазіння по деревах. У разі небезпеки деякі види жуків здатні виділяти їдку рідину. Личинки камподієподібні з добре відособленою головою, чотиричлениковими,



довгими ногами і парою хвостових придатків (церок), як правило, живуть у ґрунті або під рослинними рештками.

Значна частина жужелиць – хижаки, що живляться комахами, молюсками, равликами, дощовими черв'яками, інші використовують тваринну і рослинну їжу, деякі види фітофаги і серед них – шкідники рослин.

Крупні види жужелиць, зокрема види родів *Carabus* і *Calosoma*, розвиваються звичайно протягом двох–трьох років, дрібніші – мають одну генерацію за рік. Імаго, як правило, живуть до двох років. Зимують личинки старших віків та імаго в ґрунті і в рослинних рештках.

Плодючість самок у різних видів коливається від 30 до 150 яєць. Самки відкладають яйця неглибоко в ґрунт, віддаючи перевагу добре зволоженому і багатим органікою місцям. Ембріональний розвиток триває 7–10 днів.

У більшості видів личинки мають три віки. Личинки розвиваються від трьох тижнів у дрібних видів до кількох місяців і навіть двох років в особливо крупних видів.

Лялечка вільна, тіло довгасте. Вусики ниткоподібні чи щетинкоподібні, досягають середини тіла. Лялечка розвивається один–три тижні.

Жужелиці, як правило, активні в сутінках, удень ховаються в укриття. Похмурої прохолодної погоди бувають активні вдень.

За кормовою спеціалізацією серед жужелиць виділяють групу облігатних хижаків. Вона включає крупні види родів *Calosoma*, *Carabus* і дрібні види родів *Agonum*, *Calathus*, *Bembidion*. Перші живляться гусеницями і лялечками метеликів, головним чином родин *Noctuidae* і *Geometridae*, а також личинками пильщиків, тіло яких не має густого волосяного покриву. Їх жертвами можуть бути також личинки шкідливої черепашки старших віків. Інші знищують переважно дрібних комах, а також молодих личинок і яйця різних видів комах.

Особливу групу складають види, які переважно ведуть хижацький спосіб життя. До неї входять багатоїдні види – представники родів *Pterostichus*, *Dolichus*, *Synuchus*. Вони живляться широким колом комах середніх розмірів, що належать до різних родин і рядів. Види *Pterostichus* поїдають гусениць молодших і середніх віків зернової совки й інших метеликів, личинок жуків, а також попелиць. Віддають перевагу кохам з м'якими покривами

тіла, але можуть живитись і жуками, а в лабораторних умовах – і рослинною їжею.

Спеціалізація живлення жужелиць позначилася і на зовнішній морфологічній будові личинок і дорослих жуків, їхній поведінці, і на анатоמו-морфологічній будові, особливо на травній системі

Хижі жуки мають подовжене струнке тіло, плоску голову, загострені і дуже вигнуті довгі мандибули, пристосовані до захоплення і втримання жертви, та сильні бігальні ноги, що дозволяє їм, наздоганяючи жертву, швидко пересуватися по поверхні ґрунту й у верхньому її шарі. Жуки рослиноїдних жужелиць більш коротконогі, мають кулясту голову і менш активні в русі. Мандибули цих жуків відрізняються широкою основою і притупленою вершиною, укритою зсередини горбками і западинами, що дозволяє їм, як у жорнах, подрібнювати їжу до надходження у волю.

Для облігатних хижаків родів *Calosoma* і *Carabus* характерне позакишкове травлення, яке проходить під дією секрету, що виділяє середня кишка.

Найбільше практичне значення мають такі види хижих жужелиць: Красотіл пахучий, або великий лісовий – *Calosoma sycophanta* L. (додаток, рис. 19), Красотіл золотокрапковий – *Calosoma auro-punctatum* Gebl. (додаток, рис. 20), Кримська жужелиця – *Carabus (Procerus) scabrosus tauricus* Woll. (додаток, рис. 21), Жужелиця червононога – *Carabus cancellatus* L. (додаток, рис. 22), Птеростих мідний – *Poecilus (Pterostichus) cupreus* L. (додаток, рис. 23), Бігунчик блискучий – *Bembidion lampros* L. (додаток, рис. 24).

**Родина Сонечки – Coccinellidae.** Кокцинеліди дуже поширені по всій земній кулі і живуть у найрізноманітніших ландшафтно-географічних зонах. В Україні відомо понад 80 видів.

Імаго кокцинелід мають досить характерну зовнішність і легко відрізняються від жуків інших родин. У більшості видів напівкулясте чи овально-довгасте, часто дуже опукле зверху тіло. Передньоспинка щільно з'єднана з надкрилами, вусики і ноги довгі. Але, незважаючи на загальний зовнішній вигляд, мінливість у межах родини досить значна і стосується насамперед розмірів і забарвлення тіла. У найбільших видів, таких, як дивне сонечко, довжина тіла сягає 15 мм, у дрібних сцимнин вона ледь більша половини міліметра.

Особливо різноманітне забарвлення імаго: у більшості ширококорозповсюджених видів надкрила червоні з чорними крапками

чи плямами, як у семикрапкового чи мінливого сонечок. Однак загальне тло надкрил часто буває жовтим, рожевим, коричневим різного ступеня інтенсивності або чорним, плями на надкрилах білі або жовті. Кількість плям на надкрилах у того самого виду також змінюється: частина плям може зникати, можуть з'являтися додаткові, нерідко плями зливаються в поздовжні чи поперечні перев'язи. Така широка мінливість забарвлення утруднює визначення, тому що крайні форми настільки відхиляються від типових, що їх часто описували як різні види.

В імаго голову добре видно зверху, лише в деяких випадках вона буває майже цілком прикрита передньоспинкою. Очі досить великі, особливо в дрібних видів. Вусики 8–11-членикові, їхня будова різноманітна. Ротовий апарат гризучий.

Ноги в більшості видів досить довгі, бігального типу. Надкрила подовжено-овальної форми, щільно прилягають до основи передньоспинки.

Яйця веретеноподібної форми від блідо-жовтого (у 14-крапкового) до яскраво-жовтогарячого (у більшості великих видів, таких як дивне, семикрапкове сонечки, хармонія, семиадаля 11-крапкова). Розміри яєць коливаються для різних видів від 0,25 до 2 мм, розташовані вони перпендикулярно до субстрату, як правило, групами від 5–8 до 20–30, іноді і більше 50.

Личинки першого віку чорні або сірі, личинки старших віків у більшості видів забарвлені в сірі або коричнювато-сірі тони з червоними, жовтогарячими, жовтими чи білими плямами. Ноги личинок у більшості видів довгі, тонкі, далеко виступають за краї тіла.

Лялечки сонечок циліндричні чи довгасто-овальні, звичайно розширені посередині. Вони яскраво забарвлені, найчастіше жовтогарячі з чорними плямами і крапками, але бувають і зовсім чорні, а також світлі і палеві.

За своїми біологічними особливостями кокцинеліди становлять дуже цікаву родину комах. Їхня ненажерливість часом досягає фантастичних показників. Крім того, ці жуки дуже плодючі і здатні давати за рік до трьох поколінь, що дозволяє їм швидко відновлювати свою чисельність. Нарешті, вони дуже рухливі й активно розшуковують жертви.

Кокцинеліди зимують у стадії імаго в стані діапаузи в найрізноманітніших місцях: під корою дерев, під каменями високо в горах,

у траві і чагарниках, на рівнинах у підстилці з листя біля основи дерев, чагарників і трав, у верхніх шарах ґрунту. Розташовуються вони тут невеликими групами, по 40–50, частіше – 10–15 особин, а іноді й поодинці.

Навесні після розльоту з місць зимівлі у жуків спостерігається спарювання. Відкладати яйця вони починають після появи попелиць чи інших жертв. Самки відкладають яйця безпосередньо в колонії жертв або поруч з ними. Протягом життя одна самка відкладає від 300 до 500 яєць залежно від виду, наявності їжі, температури повітря.

Стадія яйця триває три–п'ять днів, перед відродженням личинки яйце набуває сірого кольору, його оболонка стає прозорою. Личинка після відродження якийсь час відпочиває на яйцевій оболонці, потім вирушає на пошуки їжі. Личинки сонечок мають чотири віки.

Стадія личинки триває в середньому 14–16 днів, іноді більше, стадія лялечки – чотири–п'ять днів.

За способом живлення переважна більшість видів кокцинелід належать до хижаків, і тільки три види – рослиноїдні. Це картопляне, баштанне і 24-крапкове сонечки.

Хижі кокцинеліди за об'єктами живлення поділяють на три групи: ті, які живляться попелицями (афідофаги), кокцидами (кокцидофаги) і павутинними кліщами (акарифаги). Найбільше сонечок, які живляться попелицями. Ці види дуже ненажерливі; залежно від виду і температури повітря дорослі личинки і жуки здатні з'їдати від 30 до 100 і більше попелиць за добу.

Кокцинеліди є дуже енергійними хижаками і в дорослій, і в личинковій стадії. Жуки в пошуках їжі здатні перелітати на великі відстані. Дуже рухливі і личинки. Вони, піднімаючись по стеблу, обстежують кожен листочок рослини. Личинки старших віків повзають і по землі, часто переміщаючись досить далеко. Пошукова здатність особливо добре розвинута в семикрапкового, двокрапкового, мінливого сонечок і хармонії.

У сонечок мало ворогів серед хребетних тварин. Це пояснюється насамперед отруйними властивостями їхньої гемолімфи, яка виділяється в разі небезпеки в більшості видів у місцях зчленування стегна з гомілкою. Захисту комах слугує також їхнє забарвлення, дуже яскраве, добре помітне здалеку, що застерігає і підкреслює отруйні властивості хижаків. Форма тіла жуків – напівкуляста зверху і плоска

знизу – утруднює схоплювання їх різними тваринами, особливо птахами.

Із місцевих видів сонечок найбільше значення мають: Сонечко семикрапкове – *Coccinella septempunctata* L., Сонечко двокрапкове – *Adalia bipunctata* L., Сонечко мінливе – *Adonia variegata* Gz., Пропілея 14-крапкова – *Propylaea quatuordecimpunctata* L., Кальвія 14-крапкова – *Calvia quatuordecimguttata* L., Кальвія 15-крапкова – *Calvia quinquadecimguttata* F, Хілокорус двокрапковий – *Chilocorus bipustulatus* L., Хілокорус ниркоподібний – *Ch. renipustulatus* Scr., (додаток, рис. 25–30).

Інтродуковані види кокцинелід: Циклонета – *Cycloneda limbifer* Casey., Ліндорус – *Lindorus* (= *Rhyzobius*) *lophanthae* Blaistd., Криптолемус – *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. (додаток, рис. 31–34).

**Родина Стафіліни – *Staphylinidae*.** Тіло жуків стафілінів витягнуте, з укороченими надкрилами, які прикривають тільки два перших тергіта черевця. Крила, як правило, є, вони складені в поздовжньому і поперечному напрямках і сховані під надкрилами. Голова і грудні сегменти зазвичай склеротизовані більше, ніж інша частина тіла. Вусики ниткоподібні чи булавоподібні. Черевце складається з шести-семи видимих сегментів, дуже рухливе і під час пересування жуки згинають його вгору і вперед. Личинки камподієподібні, з великою прогнатичною головою, виразним шийним перехопленням, довгими ногами і звичайно парними хвостовими придатками (урогомфами).

Стафіліни дають одне–три покоління за рік, дорослі комахи зимують у ґрунті. Плідність самок коливається від 40 до 90 яєць. Більшість видів відкладають яйця у вологий ґрунт. Розвиток яйця триває п'ять–сім днів, личинки – 9–21 і лялечки – 7–12 днів. Заляльковування проходить у ґрунті або підстильці, паразитичні види заляльковуються всередині хазяїна.

Жуки і личинки живуть у рослинній підстильці, верхніх шарах ґрунту, під каменями, у гниючих рослинних рештках, гної, а деякі види – у кронах дерев. Види, що живуть у ґрунті, активні в сутінках і вночі. Основний період сезонної активності – травень–вересень; на кінець сезону чисельність дорослих жуків помітно знижується.

Домінують хижі види, що живляться попелицями, трипсами, білокрилками, павутинними і галовими кліщами, яйцями, личинками, лялечками різних комах. Важливе практичне значення мають алеохара двосмугова – *Aleochara bilineata* Gyll. та близька до неї

двокрапкова – *A. bipustulata* L., (додаток, рис. 35) дорослі особини яких живляться личинками весняної і літньої капустяних мух, цибулевої та деяких інших представників родини *Anthomyiidae*, а личинки є зовнішніми паразитами їхніх личинок старшого віку і лялечок. Гусениць і лялечок розанної листовійки у великій кількості знищує *Quedius brevicornis* Thorns. Ефективним акарифагом є *Oligota flavicornis* Boisd.

**Родина М'якотілки – *Cantharidae*.** У світовій фауні описано близько 5100 видів. Тіло м'якотілок подовжене, звичайно сплюснене, з м'якими покривами, у волосках. Голова або схована під передньоспинкою, або добре помітна зверху. Надкрила м'які, слабохітинізовані, плоскі, лежать на черевці, у самок деяких видів їх немає. Передньоспинка плоска, з гострими краями. Розвиваються в одному поколінні. Яйця відкладають на стовбури дерев, на ґрунт чи траву. Личинки опуклі, чорні, в коротких густих волосках, бархатисті, живуть у рослинній підстилці. Зимуючі личинки в теплі сонячні дні з'являються іноді в масі на снігу, за що їх називають «сніжними черв'яками». Заляльковуються в колисочках у поверхні ґрунту. Жуки і личинки знищують попелиць, яйця саранових, дрібних гусениць і личинок жуків, мух та інших дрібних комах і навіть моллюсків.

Найвідоміші види: *Cantharis fusca* L. (додаток, рис. 36), *C. rufa* L., *C. livida* L.

**Родина Карапузики — *Histeridae*.** Жуки дрібних і середніх розмірів (0,6–15 мм) з коротким, широким, трохи опуклим, яйцеподібної форми тілом. Забарвлення тіла звичайно темне, блискуче, іноді з червоними плямами, зовнішні покриви дуже хітинізовані. Голова маленька, частково втягнена в передньогруді. Вусики 10–11-членикові, короткі, колінчасті, з тричлениковою булавою. Верхні щелепи добре розвинені й виступають уперед. Передньогруді спереду з ямкою, їхня ширина значно перевищує довжину. Надкрила тверді, до вершини заокруглені, не прикривають два останніх сегменти черевця. Ноги короткі, часто копального типу. У разі небезпеки притискають до тіла вусики й ноги і лежать, наче мертві. Хижаки, імаго і личинки знищують різних комах.

У світовій фауні описано понад 3700 видів, в Україні – 117 видів. Один з найпоширеніших видів – *Hister bipustulatus* Schr. (додаток, рис. 37)

**Родина Малашки – *Melyridae*.** Дрібні і середнього розміру (2–9 мм) жуки з м'якими, слабохітинізованими надкрилами і різного забарвлення тілом з переважанням металево-синього, зеленого, рідше жовтого і червоного тонів. Жуки і личинки – хижаки. Зокрема, малашка зелена – *Malachius viridis* F., мідна – *M. aeneus* L. (додаток, рис. 38) та інші види живляться попелицями, трипсами й іншими дрібними комахами з ніжними покривами тіла, а личинки малашки перев'язаної – *Anthocomus fasciatus* L. знищують личинок короїдів та інших підкорових шкідників.

Більшість жуків-малашок трапляється на квітучих травах, чагарниках і деревах, а їхні личинки хижачать у ходах короїдів. Лише личинки малашки синьої нападають на попелиць та інших дрібних комах на трав'янистих рослинах і чагарниках.

### 3.1.1.7. Ряд Сітчастокрилі – *Neuroptera*

Сітчастокрилі – комахи дрібних і середніх розмірів, рідко – великі (до 50 мм) з гризучим ротовим апаратом, двома парами одноманітних сітчастих крил, з густою сіткою жилок (розмах крил 6–120 мм). У стані спокою крила складаються дахоподібно. Голова гіпогнатична. Вусики довгі, багаточленикові, щетинкоподібного, ниткоподібного, булавоподібного або гребінчастого типу, прикріплені між очима. Ротові органи гризучі, іноді редуковані. Ноги бігальні з п'ятичлениковими лапками, рідше передні ноги хватальні (родина Мантиспи – *Mantispidae*). Передньогруди рухливо зчленовані із середньогрудьми, черевце на вершині без додатків. Лише деякі сітчастокрилі, наприклад аскалафи, здатні до швидкого і маневреного польоту, більшість літають неохоче і погано.

Ведуть спосіб життя активних хижаків. Личинки деяких родин належать до сапрофагів, а імаго нерідко живляться пилком квіток рослин і нектаром.

Личинки камподіоподібні з витягнутими серпоподібно вигнутими міцними верхніми щелепами. Щелепи личинок мають канали, по яких вони вводять у тіло жертви травні ферменти, а потім висмоктують з неї вже перетравлені поживні речовини. Лялечка здатна до обмежених рухів і реакцій на зовнішні подразники. Звичайно лялечки перебувають у шовковистих коконах.

Описано близько 5000 видів *Neuroptera*, поширених і в тропіках, і в районах з помірним кліматом. В Україні відомо понад

50 видів. Найбільше практичне значення мають представники шести з 20 родин сітчастокрилих: золотоочки (*Chrysopidae*), гемеробії (*Hemerobiidae*), мантиспи (*Mantispidae*), мурашині леви (*Myrmeleontidae*), аскалафи (*Ascalaphidae*), пильнокрили (*Coniopterygidae*).

**Родина Золотоочки – *Chrysopidae*.** Комахи зеленого чи світло-бурого кольору з довгими, ніжними, блискучими сітчастими крилами. Тіло завдовжки близько 10 мм, крила в розмаху сягають до 30 мм. Очі золотисто-блискучі (додаток, рис. 39). Удень золотоочки літають неохоче, сидять у траві або на гілках дерев. Уночі часто прилітають на світло лампи. Пересуваються неквапливо, якщо до них доторкнутися, видають неприємний запах. Дорослі комахи деяких видів живляться нектаром, пилом рослин і паддю, яку виділяють попелиці і кокциди, інші – тією самою їжею, що й личинки. Вони полюють на дрібних комах і кліщів. Тривалість життя дорослих самок сягає 2 міс., плодючість – 100–200 яєць, у деяких видів – до 1500.

Яйця овальні, світло-зелені або жовтуваті, на довгих шовковистих ніжках. Довжина ніжок від 3 до 10 мм. Відкладають відкрито на різні органи рослин по одному або групами (додаток, рис. 40).

Найбільшу кількість яєць (до 90) у кладці зафіксовано в *Chrysopa septempunctata*. Ембріональний розвиток триває від трьох до 22 днів залежно від температури повітря. Личинки після відродження спускаються по ніжці на поверхню листка чи іншого органа рослини і починають пошук жертв. Вони характеризуються багатюдністю і ненажерливістю, нерідкі випадки канібалізму.

Личинка камподіоподібна з добре розвинутими грудними ногами і емподієм на лапках між кігтиками (додаток, рис. 41). Личинки золотоочок – хижаки, які знищують попелиць, інших дрібних комах та кліщів із ніжними покривами, а також яйця комах. Перелинявши три рази, личинка заляльковується в шовковистому кокони на рослинах, під корою дерев, у підстилці. Кокон щільний, білого або світло-сірого кольору, формою нагадує горошину (додаток, рис. 42).

Протягом року золотоочки дають від двох до п'яти поколінь. При зниженні температури до 10–12 °С і в міру скорочення тривалості світлового дня комахи впадають у діапаузу. Зимують дорослі особини (*Chysoperla carnea*), личинки другого і третього віків



(*Chrysopa prasina*, *Ch. flavifrons*), в інших видів – передлялечки в коконах.

До широко розповсюджених видів належать: золотоочка звичайна – *Chrysoperla carnea* Steph., семикрапкова – *Chrysopa septempunctata* Wesm., красива – *Ch. formosa* Br., перлова – *Ch. perla* L. та ін.

**Родина Гемеробії – Hemerobiidae.** Представники цієї родини – світло-жовті або темно-коричневі комахи з довжиною передніх крил 3,5–16 мм (додаток, рис. 43). Яйця циліндричні, подовжено-овальні, без ніжки, з помітною скульптурою, самки відкладають їх по одному або невеликими групами. Ембріональний розвиток триває від п'яти до 18 днів.

Личинки подовжені, зі слабо розвинутим волосняним покривом, формою схожі на личинок золотоочок, але стрункіші і без бічних виступів. Забарвлення тіла варіює від світло-жовтого до коричневого. Тривалість розвитку залежно від виду і температурних умов – від 10 до 30 днів. Кокон білого кольору, овальної форми, сітчастий, крізь нього добре проглядається лялечка. Розташовуються вони в щілинах кори, у розвилках стебел, в опалому листі, на поверхні ґрунту біля стовбурів дерев, у галах рослин.

Більшість видів зимують у фазі передлялечки, деякі мешканці хвойних насаджень – у фазі імаго чи яйця. За сезон гемеробії дають від одного до чотирьох поколінь.

Імаго і личинки ведуть хижацький спосіб життя. Одна личинка *Hemerobius humulinus* за час розвитку може знищити 693 особини персикової попелиці або 405 особин сливової попелиці, 1024 особини червоного плодового кліща, 824 личинки оранжерейної білокрилки. Гемеробії менше поширені в природі, ніж золотоочки. Частіше трапляються *Hemerobius humulinus*, *H. lutescens*, *Wesmaelius subnebulosus*, *Symphorobius elegans*. У закритому ґрунті як хижака попелиць використовують *Micromus angulatus*, який в окремих регіонах України широко розповсюджений на трав'янистих рослинах.

**Родина Мурашині леви – Myrmeleontidae.** З усіх сітчастокрилих мурашині леви – найтипівіші мешканці степових просторів. Це доволі великі комахи, які своїм зовнішнім виглядом нагадують бабок (додаток, рис. 44). Найбільший мурашиний лев *Acanthaclisis occitanica* (розмах крил понад 10 см) трапляється на півдні України. Цих комах легко впізнати по довгих булавоподібних вусиках (у бабок вони дуже короткі). Крім того, крила багатьох видів мають плямисте забарвлення. Це сутінкові та нічні комахи. Удень вони літають

неохоче. У польоті їх легко можна відрізнити від бабки. Для левів притаманний так званий функціонально чотирикрилий політ. Якщо в більшості комах верхнє та нижнє крила кожної пари зчеплені між собою і рухаються як єдине ціле, то в мурашиних левів кожне крило рухається самостійно, незалежно від інших. Тому рухи крил здаються хаотичними, політ незграбним. Сполоханий лев намагається якомога швидше опуститися на гілочки, де він зливається з оточуючими рослинами. Побачити дорослих мурашиних левів можна в другій половині літа; уночі вони часто прилітають на світло. Дорослі комахи, як і їх личинки, є хижаками.

Свою назву мурашині леви дістали через особливості способу життя личинок. У багатьох видів личинки живуть у піщаному ґрунті, де риють ямку лійкоподібної форми. На дні такого маленького кратера, зарившись у пісок, сидить личинка, лише її щелепи ледь-ледь стирчать назовні. Дрібні комахи, найчастіше мурашки, пробігаючи повз ямки, скочуються в неї і стають здобиччю личинки лева. Заляльковуються личинки на дні ямки в шовковистому коконі, з якого в другій половині літа виходить доросла комаха.

Найпоширенішими в Степу України є види родів *Myrmeleon*, *Neuroleon*, *Creoleon*.

### **3.1.1.8. Ряд Двокрилі, або Мухи та комари – *Diptera***

Найбільш високоорганізований ряд комах. Характерною ознакою представників ряду є наявність лише однієї (передньої) пари крил. Задні крила перетворені на маленькі булавоподібні придатки-дзижчальця, важливі для координації польоту. Личинки безногі. Покриви личинок частіше незначно склеротизовані. Відсутність у них грудних кінцівок часто компенсується наявністю рухальних валиків, виростами тіла, гачками.

За способом життя мухи надзвичайно різноманітні. Більшість двокрилих на стадії імаго живиться виступаючим соком рослин, нектаром, рідше – солодкими виділеннями попелиць, росюю. Є хижі і паразитичні види. Розмноження двостатеве, рідше партеногенетичне, відомі випадки педогенезу. Яйця частіше сигароподібні, інколи із спеціальними фіксаторами для прикріплення до тіла хазяїна. Часто самки народжують личинок першого віку; іноді – останнього, тоді одразу відбувається заляльковування.

У світовій фауні описано понад 120 000 видів. У фауні України трапляється 4500 видів.

Ряд поділяють на два підряди: довговусі (*Nematocera*) та коротковусі (*Brachycera*). Серед довговусих, що характеризуються довгими багаточлениковими вусиками і подовженим комароподібним тілом, нечисленні види хижаків і паразитів представлені в родинях Галиці і Хірономіди.

Підряд коротковусі, представники якого відрізняються короткими тричлениковими, часто щетинконосними вусиками і вкороченим, міцним, мухоподібним тілом, включає значну кількість ентомофагів. До них належать багато представників родин Ктирі, Дзижчала, Дзюрчалки, Сріблянки, Саркофагіди і Тахіни.

**Родина Галиці – *Cecidomyiidae*.** Родина об'єднує близько 3500 видів. Імаго – дрібні комарик (завдовжки 1–5 мм), тіло струнке; ноги довгі, жилкування недорозвинене. Яйце має довжину 0,5 мм, циліндричної або округлої форми, колір жовтий, жовтогарячий, буруватий. Личинка – 4 мм, без відособленої голови і ніг, тіло загостре з обох кінців. Лялечка 3,5–4 мм у несправжньому або справжньому коконі. Імаго деяких видів галиць не живляться, інші одержують додаткове живлення за рахунок нектару і пади. Личинки за спеціалізацією живлення – міцетофаги, фітофаги (здатні викликати утворення галів), зоофаги (хижаки і паразити).

Хижі види винищують попелиць, медяниць, хермесів, кокцид, алейродід, трипсів, павутинних кліщів. Можуть траплятися і в галах, де знищують галиць-фітофагів. Найбільше значення в пригніченні чисельності попелиць має афідиміза (*Aphidoletes aphidimyza* Rond.) (додаток, рис. 45–46).

**Родина Дзюрчалки – *Syrphidae*.** Мухи схожі на ос чи джмелів, чорні. Довжина тіла 4–23 мм. Яйце біле або сірувате, видовжене, 0,8–1 мм. Личинка нагадує п'явку. Забарвлення тіла біле, блідо-зелене, строкате. Пупарій циліндричний або грушоподібний, як правило, міститься серед колоній попелиць, а також серед медяниць на плодушках. Різні види сирфід можуть давати від двох до чотирьох і більше поколінь за рік. Імаго живляться нектаром і пилком, є гарними запилювачами рослин. Личинки – сапро-фаги, некрофаги, фітофаги, хижаки. Найбільший інтерес для біологічного захисту рослин становлять близько 40 видів, личинки яких знищують попелиць, хермесів, медяниць, яйця різних комах, дрібних гусениць.

Зимують сирфіди у фазі лялечки в ґрунті або на рослинних рештках, листі і стеблах рослин. Навесні мухи з'являються рано, у квітні-травні. Дорослі сирфіди вилітають статевонезрілими. Для їхнього дозрівання необхідне живлення не тільки нектаром квіток, а й пишком. Найохочіше мухи живляться на квітках рослин різних родин з доступними нектаром і пишком: розових, айстрових, зонтичних, капустяних та ін.

Самки літніх поколінь можуть починати відкладання яєць на третій день після початку живлення. Яйця дрібні, завдовжки 0,1–0,2 мм, овальні, молочно-білого кольору. Мухи приклеюють їх до субстрату вертикально вузьким кінцем догори. Вони відкладають яйця на молоде листя рослин у колонії попелиць. За один раз самка відкладає від трьох до п'яти яєць, розміщуючи їх окремо одне від одного. Плідність у середньому – 500–1000 яєць, але в окремих самок сирфа облямованого вона сягає понад 3000 яєць. Розвиток яйця триває дві–три доби.

Личинка має три віки. Розвиток її триває близько 20 днів. Протягом свого розвитку личинка не залишає місця живлення і часто тут же заляльковується. До нової колонії попелиць личинки переходять лише після повного знищення жертви в старій. За один день доросла личинка може знищити від 60 до 200 попелиць, а за період свого розвитку – від 1000 до 2000 попелиць. Під час живлення личинка відриває попелицю від субстрату, висмоктує її вміст, а шкурку, що залишилася від жертви, відкидає убік. Найбільше значення як ентомофаги попелиць мають такі види сирфід: сирф перев'язаний – *Syrphus ribesii* L. (додаток, рис. 47–48), сирф облямований – *Episyrphus balteatus* Deg, сирф півмісячний – *Metasyrphus (Syrphus) corollae* F., сирф лобастий – *Scaeva pyrastris* L., сферофорія прикрашена – *Sphaerophoria scripta* L.

**Родина Ктирі – *Asilidae*.** Хижі великі або середньої величини (завдовжки 4–40 мм) мухи з довгим черевцем, що звужується до хвостового кінця. Тіло в щетинках, лапки із двома присосками та щетинкою між ними. Голова рухома, широка, з опуклими великими очима. Ротові частини виступають у вигляді короткого рогового дзьоба. Груді короткі і масивні (додаток, рис. 49). Деякі ктирі нагадують джмелів та ос. Тім'я між очима, як правило, дуже увігнуте, із трьома простими вічками. Очі великі. Крила в спокої складаються на спину. Ноги довгі, міцні (особливо задні) усіяні волосками і щетинками. Личинка біла або жовта, голова добре

розвинута, на грудних сегментах з кожного боку розташовано по одному довгому волоску, на останньому сегменті – шість–вісім дуже довгих волосків. Лялечка жовта або біла, на голові з трьома–чотирма міцними шипами. Останній сегмент черевця широкий, часто з двома шипами.

Дорослі ктирі – активні хижаки. Імаго знищують різних комах, наздоганяючи їх у польоті. Спіймавши жертву, ктир висмоктує її. Трапляються на листі трав і кущів, стовбурах дерев, піщаних стежках тощо. Личинки ктирів циліндричні, гладенькі, з великими бородавками і маленькою головою. Живуть в основному в ґрунті або гниючій деревині, знищуючи личинок різних комах і яйця саранових.

Личинки ктирів-ляфрій (*Laphria*) живуть у ходах личинок жуків-вусачів і живляться ними. Личинки інших видів живляться личинками коваликів, чорнотілок, хрущів, хлібних жуків, вусачів, довгоносиків. Мешканці відкритих місць. Окремі види винищують у природних умовах до 40–60 % шкідливих саранових. Родина об'єднує понад 5000 видів. Широко розповсюджений ктир російський *Machimus rusticus* Mg. Видовий склад жертв личинок поки що вивчено недостатньо, однак встановлено, наприклад, що в степовій зоні види з роду *Machimus* знищують личинок коваликів, чорнотілок і хлібних жуків (*Machimus annulipes* Br.).

### 3.1.1.9. Ряд Перетинчастокрилі – *Hymenoptera*.

Розміри тіла представників ряду від малих (0,2 мм у *Baeus seminulum*, що розвивається в яйцях павуків) до великих (5–6 см). Голова гіпогнатична (рідко прогнатична). Ротові органи гризучі або гризучо-сисні. Фасеткові очі добре розвинені, на тімені є три простих вічка. Вусики дуже різноманітної будови. Дві пари крил, вони перетинчасті, прозорі, гетерономні, жилок мало (може бути тільки одна костальна або їх зовсім немає). Перший сегмент черевця увійшов до складу грудей. Самки часто мають жало. Личинки безногі або гусенеподібні. Лялечка вільна.

Розмноження в більшості випадків двостатеве. Іноді із незапліднених яєць відбувається розвиток тільки самців (аренотокія) або тільки самок (телітокія).

Перетинчастокрилі мають велике практичне значення як запилювачі рослин, паразити й хижаки шкідників рослин та

медоноси. Окремі види заподіюють значної шкоди сільськогосподарським та лісовим культурам.

Найвідоміші хижаки шкідників рослин із цього ряду представлені в родині Мурахи (*Formicidae*).

**Родина Мурахи – *Formicidae*.** Мурахи – це суспільні комахи, що живуть родинами. У родинях різних видів налічується від кількох десятків до декількох мільйонів особин. Ті мурахи, яких ми звичайно бачимо, це так звані робочі особини, або просто робітники, неплідні самки з нерозвиненими крилами. Але раз на рік у гніздах з'являються крилаті мурахи – самки і самці. Самки схожі на робочих особин, але відрізняються від них будовою грудей і, як правило, більшими розмірами; у самців же подовжене циліндричне або звужене до задку черевце, а голова порівняно маленька з великими опуклими очима. Вусики в них довші, ніж у робітників, й іноді бувають не колінчасті, а ниткоподібні. Часто самці забарвлені інакше, ніж робітники. У рудих лісових мурах, наприклад, голова і груди робітників і самок частково червоні, а самці повністю чорного кольору.

Самки і самці з різних гнізд спаровуються в повітрі або на землі, незабаром після цього самці гинуть, а запліднені самки скидають крила і вирушають на пошуки місця для гнізда. Самка будує невелику замкнуту камеру в землі, а потім починає відкладати яйця.

Яйця дуже дрібні, завдовжки близько 0,5 мм. Вони завжди склеєні в одну грудку. Через два–три тижні з яєць починають з'являтися перші личинки. Через чотири–шість місяців личинки перестають рости, і починається заляльковування.

Після того як з лялечок вийдуть перші робочі особини, вони виходять назовні і починають добувати їжу. Основою живлення майже всіх видів мурах є два компоненти – білковий і вуглеводний. Як джерело білкової їжі вони використовують різних безхребетних, головним чином, комах.

Мурахи перебувають у симбіотичних стосунках з попелицями, отримуючи від них вуглеводну і частково білкову їжу у вигляді паді і, у свою чергу, охороняючи їх від хижаків та паразитів.

Усі види мурах, що мешкають на території нашої країни, живуть у гніздах. Більшість видів будує їх у землі.

У природному середовищі фактично всі види мурах корисні, тому що вони поїдають шкідливих комах, розпушують ґрунт. Найкориснішими є руді лісові мурахи, які будують куполи з хвої, гілочок та інших рослинних решток. У природних умовах мурахи

розселяються досить повільно. Для швидшого розмноження і збільшення кількості мурашників у лісах і лісосмугах застосовують їх штучне розселення. Переважно розселяють руду лісову мурашу (*Formica rufa*).

Найбільш корисними вважають вісім видів мурах. До них належать: голоспинна, або мала (*Formica polyctena* Frst), руда лісова (*F. rufa* L., (додаток, рис. 50), північна (*F. aquilonia* Jrr.) і волосиста (*F. lugubris* Zett.), червоноголова мураха (*F. truncorum* Fabr), лугова (*F. pratensis* Retz.), тонкоголова (*F. execta* Nul.), чорна (*F. cinerea* Mayr) і червоногруда (*F. imitans* R.).

### 3.1.2. Хижі Павукоподібні

Класифікацію класу Павукоподібні (Arachnida) на сьогодні не завершено. Деякі систематики в класі Павукоподібні виділяють два підкласи: Павуки (Aranea) і Кліщі (Acari), інші вважають павуків і кліщів окремими рядами. Серед павуків і кліщів є велика кількість ефективних ентомофагів та акаріфагів.

#### 3.1.2.1. Підклас Павуки – Агапеа

Павуки відрізняються від інших членистоногих тілом, поділеним на головогруди (просома) і черевце (опистосома). Мають хеліцери з гачкоподібним кінцевим члеником, невеликі шупальцеподібні педипальпи і чотири пари ходильних ніг. Форма тіла і черевця, їх забарвлення і величина різноманітні. Розмір багатьох європейських видів павуків становить 10–15 мм, хоча є і дуже дрібні форми. Забарвлені вони частіше в чорний, сіруватий або коричневий колір (додаток, рис. 51–52).

У павуків вісім простих вічок, іноді шість або два. Вони розташовані в двох або трьох поперечних рядах.

Ноги складаються з семи члеників: тазика, вертлюга, стегна, коліна, гомілки, передлапки і лапки; вони мають шипи, щетинки, волоски. На ногах павуків є довгі і дуже тонкі сенсорні волоски – трихоботрії.

Черевце павуків являє собою суцільний мішок, обмежений м'якою, здатною розтягуватися кутикулою.

Розмноження двостатеве. У процесі постембріонального розвитку павуки проходять від чотирьох до 13 линянь. Перші стадії

розвитку (пронімфа і німфа) відбуваються всередині кокона. Пронімфа не може рухатись і живитись, оскільки тіло її вкрите ембріональною кутикулою. Німфи рухливі, але не здатні до самостійного живлення, тому що в них недорозвинені очі, отруйні залози, павутинні органи і ротовий апарат. Наступні стадії розвитку ведуть самостійний спосіб життя, активно живляться і відрізняються від дорослих особин лише тим, що в них недорозвинені статеві органи.

Більшість видів устигають завершити весь цикл розвитку протягом літа. Зимують павуки на різних стадіях розвитку.

Павуки мають велике значення як хижаки шкідників плодового саду і деяких сільськогосподарських культур. Кількісний облік безхребетних у різних біотопах, у тому числі й окультурених, свідчать, що павуки становлять значну частину біомаси, нерідко кількісно перевищуючи комах. З'ясовано, що протягом літа на 1 га лісу павуки знищують близько 2 ц комах.

Серед павуків, що трапляються в Україні, є отруйні види. Зпоміж них можуть бути небезпечними для людини лише два види – каракурт і тарантул. Особливо небезпечний укус каракурта, що викликає тяжкий хворобливий стан і може призвести до смерті. Інші види павуків (понад 1000) для людини загрози не становлять.

Більшість павуків, поширених в Україні, належать до ряду Аранеоморфні (*Araneomorphae*). Представники цієї групи характеризуються спрямованими вниз або вниз і вперед хеліцерами, орієнтованими назустріч один одному кігтками на лапках ніг, а також наявністю однієї пари легенів і парних або непарних трахейних дихалець.

**Родина Ерезиди (*Eresidae*).** Невелика група великих, звичайно темнозбарвлених павуків. Хеліцери великі, виступаючі. Лапки з трьома кігтками. Задні павутинні бородавки коротші і тонші, ніж передні. Найбільш відомий вид – ерезус чорний (*Eresus niger* Pet.). Живиться тільки жуками, знищуючи чорнотілок і листоїдів.

**Родина Павуки-скакунчики (*Salticidae*).** Дрібні і середні за розмірами павуки із дуже піднятими головогрудьми в передній половині і сплюсненими позаду. Голова і груди звичайно розділені неглибокою поперечною борозенкою.

Павуки плетуть тільки гнізда-укриття. Пересуваються швидкими стрибками. Полюють на комах удень, стрибаючи на виявлену жертву. Їх жертвами є саранові, клопи сліпняки, перетинчастокрилі, мухи. *Salticus zebraneus* Koch належить до



домінуючих видів павуків, що живляться імаго яблуневої плодожерки.

**Родина Павуки-бокоходи (*Thomisidae*).** Головогрудки короткі і широкі. Краї жолобка хеліцер з довгими густими волосками або щетинками. Ноги довгі, спрямовані в сторони, завдяки чому павуки можуть легко пересуватися боком уперед. Забарвлення тіла в деяких видів змінюється залежно від кольору навколишнього середовища. Ловчої сітки вони не роблять і належать до бродячих форм. Для представників роду *Philodromus* і молодих павуків роду *Xysticus* основними жертвами є хермеси і попелиці, для дорослих павуків роду *Xysticus* – жуки-довгоносики і мухи.

**Родина Павуки-тенетники (*Theridiidae*).** Дрібні і середні за розмірами (2–10 мм завдовжки) павуки. Тенетники плетуть сітки трьох видів, розташовані біля поверхні ґрунту. До цієї родини належить отруйний для домашніх тварин і людини досить великий павук (завдовжки 10–15 мм) каракурт – *Latrodectus tredecimguttatus* Rossi.

**Родина Воронкові (*Agelenidae*).** Середніх розмірів, іноді великі (5–15 мм) павуки. Широкі воронкоподібні сітки будують із трубкоподібним укриттям.

Найрозповсюдженіший вид – агелена лабіринтова (*Agelena latyrinthica* Cl.), 10–14 мм завдовжки, що заселяє парки, лісові галявини, присадибні ділянки. Вважається одним з перспективних видів для біологічного захисту рослин, особливо в осередках масового розмноження шкідників.

**Родина Павуки-вовки (*Lycosidae*).** Середні і великі за розмірами (5–17 мм завдовжки) павуки з головою, значно піднятою над грудьми. Мають вісім очей, розташованих у три ряди (4–2–2), причому в другому ряді вони помітно більші за решту. Тіло вкрите (часто густо) непір'ястими волосками.

Ловчої сітки не роблять. За способом лову жертви розрізняють бродячих павуків і нірників. До бродячих належать *Pardosa monticola* Cl., що відрізняється високою ефективністю, живлячись личинками шкідливої черепашки, і *Trochosa terricola* Thor., що живиться дорослими клопами. Доведено також, що *P. monticola* і *Alopecosa schmidtii* Hahn. живляться гусеницями старших віків сірої зернової совки, а *P. lugubris* Walck. відносять до домінуючих видів павуків, що живляться імаго яблуневої плодожерки.

До нірників належить тарантул (*Lycosa singoriensis* Laxm.), – отруйний і для людини (додаток, рис. 52).

**Родина Кругопряди (*Araneidae*).** Павуки від дрібних до великих форм (2–24 мм), з піднятою чітко відособленою головою. Ноги товсті, з численними великими шипами. Назву дістали за виготовлення тонкої колесоподібної ловчої сітки, що складається з багатокутної рами і радіальних ниток, які розходяться з центру.

Найбільші павуки-хрестовики з роду *Araneus* (15–24 мм). Звичайно у великій кількості трапляються на високих трав'янистих рослинах, чагарниках, у кроні і між стовбурами дерев хвойних і листяних порід. Дрібнішого (7–7,5 мм) представника цього роду *A. cornutus* СІ. зафіксовано на посівах пшениці як багатоїдного хижака.

### 3.1.2.2. Підклас Кліщі – *Acari*

Серед більше ніж 300 родин підкласу Кліщі (*Acari*) класу Павукоподібні (*Arachnida*) майже половина родин має представників, пов'язаних з комахами і кліщами. Значну кількість видів відносять до хижаків, рідше до паразитів комах і кліщів, що становить практичний інтерес для біологічного захисту рослин.

Більшість відомих видів хижих кліщів належить до двох рядів: Паразитоформні і Акариформні.

**Ряд Паразитоформні (*Parasitiformes*)** включає кліщів різної форми і величини (0,2–7,0 мм). Ротові органи звичайно колючо-сисні у вигляді короткої трубки, утвореної з дуже змінених тазиків педипальп, епіфаринкса, або надглоточника і хеліцер.

Як хижаки шкідників рослин найбільш відомі представники родин Фітосейіди, Асциди та ін.

**Родина Фітосейіди — *Phytoseiidae*.** Відомо близько 1200 видів цієї родини. Багато з них мають велике значення як регулятори чисельності тетраніхових кліщів, що шкодять плодовим культурам та ягідникам, а деякі інтродуковані види використовують для біологічної боротьби зі шкідниками рослин способом сезонної колонізації.

Невеликі (0,25–0,6 мм) кліщі овальної або подовжено-овальної форми, безбарвні або жовтуватого, коричнюватого, іноді червонуватого кольору. Хеліцери парні, клішнеподібні.

Фітосеїди широко представлені в агробіоценозах різних зон країни, де трапляються їхні жертви. Полівольтинні, мають зимову діапаузу, що дозволяє їм успішно перезимувувати. Частина видів може існувати за рахунок живлення спорами грибів, пилком і соком рослин, паддю комах. Інші є облігатними хижаками (*Phytoseiulus persimilis* A.-H., *Amblyseius andersoni* Chant, *A. reductus* Wain., *Typhlodromus pyri* Sheut. (додаток, рис. 53–55). Багато видів фітосеїд, крім рослиноїдних кліщів, живляться різними видами дрібних комах та їхніми яйцями. Зокрема, кліщі з роду *Amblyseius* (*A. mckenziei* Sen. et Pr., *A. cucumeris* Oud., *A. aurescens* Ath.-H.) живляться личинками тютюнового трипса, *A. swirskii* Ath.-H. і *Typhlodromus sudanicus* El Badry – деякими видами білокрилок.

До найбільш широко розповсюджених видів у плодкових садах належать: *Amblyseius finlandicus* Oud., *A. similis* Koch, *Anthoseius caudiglans* Schust., *Kampimodromus aberrans* Oud., *Paraseiulus soleiger* Rib., *P. incognitus* Wain. et Arut. та ін. На трав'янистій рослинності (полуниця лісова, баштанні, томати тощо) частіше трапляються *Amblyseius graminis* Chant, *A. rademacheri* Dosse, *A. tauricus* Livsch. et Kuzn. та ін.

Деякі види фітосеїд застосовують у біологічному захисті рослин способом сезонної колонізації. Великого поширення в Україні та інших країнах дістало масове розведення і застосування проти звичайного павутинного кліща в закритому ґрунті облігатного хижаків фітосеїд улюса (*Phytoseiulus persimilis* Ath.-H.). Усе ширше використовують для боротьби з тютюновим та іншими видами трипсів у теплицях хижого кліща *Amblyseius mckenziei* Sen. et Pr. Розроблено методику масового розведення і застосування проти тетраніхових кліщів на плодкових культурах і винограді метасеїдулюса західного (*Metaseiulus occidentalis* Nesb.).

**Ряд Акариформні (Acariformes)** об'єднує дуже різноманітні за морфологічними й екологічними особливостями види – від мікроскопічно дрібних (менше 0,1 мм) паразитів до хижаків, що живуть вільно, і розмір тіла яких іноді досягає 10 мм. До ряду входить понад 50 родин, причому представники деяких з них мають суттєве значення в біологічному захисті рослин як хижаки шкідливих безхребетних тварин. Вони трапляються в родинах Краснотілок, Аністід, Хейлетід, Стигмеїд, Пузатих кліщів та ін.

**Родина Пузаті кліщі – Pyemotidae.** Дрібні кліщі (0,1–0,4 мм) з довгастим або овальним тілом матово-білого, жовтуватого або бурого

кольору. Для більшості видів характерне живородіння. Мікофаги, фітофаги, паразити комах. Серед останніх пузатий кліщ *Puermotes ventricosus* New. є зовнішнім паразитом гусениць і лялечок зернової молі та інших лускокрилих, що шкодять зернопродуктам у період їх зберігання. При потраплянні на тіло людини нерідко викликає свербіння шкіри, що має назву «сінна, або зернова короста». У зернохосовища, де пузатий кліщ в основному розмножується і зимує, він потрапляє разом із зараженими гусеницями і лялечками зернової молі й відіграє тут помітну позитивну роль, знищуючи гусениць і лялечок цього шкідника.

Відзначено і негативну діяльність цього ентомофага. Це перш за все його розмноження в біологічних лабораторіях, у яких масово розводять паразита трихограму. Зафіксовано випадки, коли пузатий кліщ повністю знищував лабораторну популяцію зернової молі, що призводило до великих матеріальних і фінансових збитків.

**Родина Аністіди – *Anystidae*.** Середніх розмірів кліщі (0,5–1,3 мм), червоного, жовтого, фіолетового кольору, покриви слабохітинізовані, ноги радіально розходяться щодо тіла. Серед представників цієї родини є хижак рослинних кліщів і комах. У плодових садах трапляється *Anystis baccarum* L. (додаток, рис. 56). Живе цей довгоногий, рухливий, схожий на дрібного павучка кліщ на листі дерев і на трав'янистій рослинності. Зоофаг, живиться багатьма дрібними комахами і кліщами, віддаючи перевагу рухливим стадіям.

### 3.2. ХОРДОВІ – ХИЖАКИ ШКІДНИКІВ РОСЛИН

Хордові тварини ведуть різний спосіб життя. Як невід'ємна частина будь-якого біоценозу вони істотно впливають на угруповання живих організмів. Серед них чимало зоофагів, що знищують велику кількість шкідливих видів фітофагів і, отже, їх можна розглядати як активних регуляторів чисельності шкідників сільськогосподарських і лісових культур.

Є достатньо прикладів використання хижих хребетних для пригнічення популяцій небажаних для людини фітофагів.

З видів класу **Земноводні** найбільше значення в регулюванні чисельності шкідників сільськогосподарських і лісових культур мають представники ряду **Безхвості** із родин **Ропухові, Квакші і Жаб'ячі**.

**Родина Ропухові** об'єднує 21 рід і 304 види. Основна частина видів належить до роду *Bufo*. Типовим представником роду є ропуха зелена – *Bufo viridis* Laur. Вона веде сутінковий і нічний спосіб життя. Знищує велику кількість жуків, прямокрилих, клопів, метеликів та інших шкідливих комах.

**Родина Квакші** об'єднує 34 роди і 579 види. Для них характерна наявність на кінцях пальців розширених дисків, за допомогою яких вони здатні пересуватися по вертикальній поверхні. У Європі повсюдно поширена квакша звичайна *Hyla arborea* L. Значну частину життя вона проводить у кроні дерев і чагарників, полюючи на комах. У раціоні цих земноводних переважають різні види жуків, гусениць та ін.

**Родина Жаб'ячі** налічує 45 родів, що включають понад 550 видів. Серед них найбільший рід *Rana*, що об'єднує 220 видів. У фауні України звичайними видами є жаби озерна – *Rana rididunda* L., ставкова *R. esculenta* L., трав'яна – *R. temporaria* L., гостроморда – *R. terrestris* Andr.

Жаби трав'яна і гостроморда перебувають у воді лише в період розмноження. Більшу частину життя вони проводять на суші, де полюють на дрібних безхребетних (слимаки, павуки, комахи-фітофаги з рядів твердокрилих, прямокрилих і лускокрилих).

**Клас Плазуни, або Рептилії**, Найбільший інтерес з погляду біологічного захисту рослин становлять родини Справжні ящірки, Веретенницеві та Вужоподібні.

**Родина Справжні Ящірки, або Лацертиди**, поширені в різних біотопах. Живляться безхребетними. Серед 26 родів світової фауни лацертид в Україні розповсюджені представники родів *Lacerta* і *Podacis*. Це звичайна, або прудка ящірка – *Lacerta agitis* L. і ящірка живородна – *L. vivipara* Jacq.

**Родина Веретенницеві** об'єднує і зовсім безногих, і види з розвиненими кінцівками. В Україні до звичайних видів належать веретенниця ламка або медяниця – *Anguis fragilis* A., жовтопуз безногий, або глухар – *Ophisaurum apodus* Pall. Вони живляться дощовими червами, молюсками, слимаками та личинками комах.

Вужоподібні змії живляться здебільшого мишоподібними гризунами. Серед них полоз жовтопузий – *Coluber jugularis* L., полоз лісовий, або ескулапова змія *Elaphe longissima* Laur.

Особливе місце серед хордових посідає клас **Птахи**, багато представників якого якого живляться шкідниками сільськогосподарських і лісових культур. Високу інтенсивність обміну речовин, рухливість і здатність долати величезні відстані забезпечує споживання великої кількості корму, що робить пахів досить важливою ланкою колообігу речовин у біосфері та розподілу енергії в біогеоценозах.

Серед 29 рядів птахів особливе значення як зоофаги, що регулюють чисельність шкідників рослин, мають представники 7 рядів.

**Ряд Соколоподібні** включає п'ять родин, серед яких дві – Яструбині і Соколині – мають практичне значення для біометоду. Вони живляться насамперед мишоподібними гризунами.

До **ряду Совоподібні** належать чимало представників, які є активними винищувачами мишподібних гризунів та крупних комах.

**Ряд Зозулеподібні** включає дві родини – Бананоїди та Зозулині. Представники родини Зозулині мають досить важливе значення як ентомофаги. Серед них найпоширеніша звичайна зозуля – *Cuculus canoris* L., яка живиться виключно комахами.

**Ряд Козодоеподібні** об'єднує п'ять родин, серед яких інтерес для біометоду має родина Справжні козодої. Вони звичайно активні вночі. Основою їх живлення є здебільшого нічні метелики.

**Ряд Стрижоподібні** включає три родини: Стрижі, Чубаті стрижі і Колібри. Усі стрижі живляться тільки літаючими комахами.

**Ряд Дятлоподібні** об'єднує шість родин, серед яких важлива для біометоду родина Дятлові. Живляться дятли переважно комахами.

**Ряд Горобині** охоплює близько 5000 тисяч видів птахів з понад 70 родин. Як регулятори чисельності комах-шкідників рослин найважливішими є представники родини Ластівкові, Жайворонкові, Сорокопудові, Славкові, Мухоловкові, Синицеві, Повзикові, Шпакові та деякі інші.

Із **класу Ссавці** найбільше значення як хижаки шкідників рослин, мають представники рядів Комахоїдні, Рукокрилі та Хижі ссавці.

У **ряді Комахоїдні** особливе значення має родина Землерийкові. Найпоширеніші – бурозубка маленька – *Sorex minutissimus* L. і

звичайна – *S. araneus* Lax. та ін. Живляться бурозубки в основному комахами.

Серед представників ряду **Рукокрилі** особливе значення як ентомофаги мають види родини Кажанові, які живляться виключно комахами.

До ряду **Хижі ссавці** відносять родини Куницеві і Котячі, які знищують мишоподібних гризунів. Це ласка – *Mustela nivalis* L., горностаї – *M. ermine* L. та ін.

### 3.3. ПАРАЗИТИЧНІ КОМАХИ

Для паразитичних комах характерний личинковий паразитизм, а в дорослому стані вони, як правило, ведуть, вільний спосіб життя. Відомо, що пристосувальні зміни в процесі становлення і розвитку паразитизму в комах відбувалися і на дорослій, і на личинковій фазах. Адаптації дорослих комах пов'язані з виконанням функції розмноження. Це супроводжувалося в них формуванням здатності до виявлення та вибору певного хазяїна і способів розміщення свого потомства, а також розвитком інстинктів турботи про потомство. Личинка повинна була пристосуватися до розвитку за рахунок живого хазяїна. При цьому, долаючи захисні реакції хазяїна, вона мала б набути здатності зберігати його повноцінність як живильного субстрату до завершення свого розвитку.

Серед комах паразитичні форми представлені в п'яти рядах: Жорсткокрилі, Віялокрилі, Лускокрилі, Перетинчастокрилі і Двокрилі, тобто в рядах комах з повним перетворенням. Найбільше практичне значення для біологічного захисту рослин мають паразитичні види з рядів Перетинчастокрилі і Двокрилі.

#### 3.3.1. Ряд Перетинчастокрилі – *Hymenoptera*

Перетинчастокрилі становлять численний за кількістю видів (близько 250 тис.) ряд. Він включає дуже своєрідні за способом життя види з високорозвиненими, складними і різноманітними інстинктами. Паразитичні форми представлені переважно чотирма надродинами *Ichneumonidea*, *Chalcidoidea*, *Proctotrupoidea* і *Cynipoidea*.

Більшість паразитичних перетинчастокрилих – первинні паразити, для яких хазяїнами слугують фітофаги – комахи та інші членистоногі. Серед них численні і вторинні паразити, хазяїнами яких

є первинні паразити. Рідше трапляються паразити третього і четвертого порядків.

Для паразитичних перетинчастокрилих характерний одиночний паразитизм – розвиток за рахунок однієї особини хазяїна однієї личинки паразита. Але численні і такі види, для яких є нормою розвиток декількох личинок за рахунок однієї особини хазяїна, тобто груповий паразитизм. При кількарязовому зараженні хазяїна одиночними паразитами розрізняють множинний паразитизм, коли одну особину хазяїна заражають самки різних видів.

У паразитичних перетинчастокрилих активна роль при зараженні хазяїна належить самкам. Вони відкладають яйця в хазяїна (ендопаразити), на нього чи поруч з ним (ектопаразити). Дуже рідко самки відкладають яйця поза хазяїном на рослини. У самок стимулом до зустрічі з хазяїном є їхня фізіологічна підготовка до відкладання яєць. Процес устанавлення контакту самки з хазяїном поділяють на такі етапи: пошук місцеперебування хазяїна, пошук хазяїна і вибір хазяїна.

Пошук місцеперебування хазяїна пов'язаний з пошуком самками паразита стацій, зайнятих кормовою рослиною хазяїна. Одним з найважливіших орієнтирів для виявлення місцеперебування хазяїна є атрактивні леткі речовини, що виділяються його кормовими рослинами. Ступінь принадності хазяїна для паразита може істотно змінюватися залежно від того, на якому виді рослини він розвивається.

По місцевості дорослі паразити переміщаються перельотами на великі відстані або короткими злетами і перепурхуванням серед рослин. Вони можуть також пасивно переноситися вітром.

Пошук хазяїна паразити здійснюють під час безпосереднього і ретельного обстеження рослин, де може бути хазяїн. Орієнтиром для виявлення хазяїнів для них є вже хімічні засоби внутрішньовидового спілкування їхніх хазяїнів і насамперед статеві атрактанти, а також екскременти і речовини, що продукуються фітофагами.

Вибір хазяїна й оцінку його придатності паразити роблять, контактуючи з хазяїном за допомогою хімічних і тактильних рецепторів. Самки багатьох паразитів здатні розрізняти форму і розмір тіла хазяїна і зараженість його іншими паразитами.

Самки деяких ектопаразитів відкладають яйця на хазяїна чи поруч з ним. Перед відкладанням яйця самка паралізує хазяїна. Це знімає в нього захисні реакції і забезпечує своєрідну консервацію



хазяїна. Паралізовані личинки можуть зберігати придатність для живлення паразита до двох місяців.

Самки ендopазитів не паралізують хазяїна. Яйця відкладають у різні частини тіла личинки, проколюючи її покриви яйцекладом.

Розмноження паразитичних перетинчастокрилих здійснюється, як правило, за участю обох статей. Нерідко трапляється також і партеногенез – розвиток організму з незаплідненого яйця. У паразитичних перетинчастокрилих відомі такі типи партеногенезу: аренотокія, телітокія, дейтеротокія, а також поліембріонія.

*Аренотокія* — розвиток самців з незапліднених яєць, а самок – із запліднених.

*Телітокія* – формування самок з незапліднених яєць.

*Дейтеротокія* – формування при аренотокічному розмноженні в незапліднених яйцях самців і деякої кількості самок (спанондрія), при телітокічному – поява серед самок самців (спаногінія).

*Поліембріонія* – розвиток з одного яйця паразита великої кількості зародків (до 3000).

У двостатевому потомстві паразитів звичайно переважають самки. Кількість їх нерідко досягає 60–80 %. Рідше статеве співвідношення становить 1:1. Самці зазвичай вилітають на один-два дні раніше від самок. Спарювання може відбуватися відразу ж після вильоту чи протягом двох перших днів їхнього життя. Самки, як правило, спаровуються одноразово, а самець здатний запліднити кількох самок.

**Родина Іхневмоніди – *Ichneumonidae*.** Велика родина середніх і малих, зрідка великих комах завдовжки 2–40 мм, що мають струнке видовжене тіло, багаточленикові неколінчасті вусики та довгий яйцеклад. Забарвлення без металічних відтінків. Вусики довгі, ниткоподібні, майже завжди більш ніж 16-членикові. Перший сегмент черевця спереду зазвичай дуже звужений. Зимують личинки всередині тіла хазяїна або всередині коконів. Дорослі особини мають потребу в обов'язковому додатковому живленні нектаром, паддю чи гемолімфою хазяїнів. Личинки паразитують у гусеницях та лялечках метеликів, личинках пильщиків, рогохвостів, різних родин жуків та інших комах, а також у павуках. Світова фауна представників родини за різними оцінками налічує від 60 000 до 100 000 видів, які об'єднані в більш ніж у 500 родів. Систематика родини до цього часу не завершена. На гусеницях шкідників польових, технічних, овочевих і

плодових культур часто паразитують представники таких родів: *Banchus*, *Exetastes*, *Diadegma*, *Lissonota*, *Pristomerus*; на лялечках – *Pimpla*, *Ichneumon* та ін. (додаток, рис. 57–60).

**Родина Браконіди – *Braconidae*.** Довжина тіла імаго – 2–15 мм. На передньому крилі розміщена характерна для всіх представників родини склеротизована птеростигма. Від представників родини *Ichneumonidae* браконіди відрізняються злитими в єдиний склерит другим і третім тергітами черевця. Інколи в єдиний панцир можуть зливатися три перших тергіти черевця. Прості вічка розташовані трикутником. Забарвлення браконід дуже мінливе і не має суттєвого таксономічного значення. Імаго, як і іхневмоніди, живляться нектаром квіток, паддю, гемолімфою хазяїнів. Родина представлена двома великими біологічними групами: ектопаразити й ендопаразити. Личинки ектопаразитів розвиваються на поверхні тіла личинок комах (найчастіше лускокрилих або твердокрилих, рідше двокрилих), які ведуть потаємний спосіб життя: у ходах під корою дерев, у галах, мінах, плодах, скрученому листі тощо. Яйця відкладають або безпосередньо на личинку, або поряд із нею; на велику личинку відкладають більше яєць, ніж на маленьку. Ендопаразитичні браконіди поділяють на три групи: личинкові, яйцеличинкові та імагінальні. Серед браконід немає яйцеїдів (на відміну від хальцид та проктотрупід) і лялечкових паразитів (на відміну від хальцид та іхневмонід). Представники підродин *Opiinae* та *Alysiinae* паразитують на двокрилих (переважно з родин *Agromyzidae* та *Tephritidae*), завершуючи розвиток у пупарії хазяїна, проте яйце вони відкладають у личинку або в яйце. Більшість ендопаразитичних видів родини живуть на лускокрилих і твердокрилих. Браконіди з підродини *Euphorinae* паразитують на клопах з родин *Myridae* та *Pentatomidae*, сіноїдах, дорослих золотоочках, джмелях, іхневмонідах; проте основні хазяїни цієї підродини – твердокрилі. Ендопаразити здебільшого не паралізують своїх хазяїнів, відкладають яйця шляхом швидкого проколювання тіла яйцекладом. Як правило, ці личинки розвиваються довгий час, синхронно з етапами розвитку хазяїна. Більшість видів браконід корисна, оскільки пов'язана з комахами-фітофагами, які шкодять у сільському та лісовому господарстві. Найбільш еврибіонтні види належать до родів *Bracon* та *Apantheles*. У світовій фауні описано понад 15 000 видів більш ніж із 500 родів. Найвідоміші в Україні види: метеорус (*Meteorus wersicolor* Wesm.) – паразит кільчастого шовкопряда, апантелес білановий (*Apantheles*

*glomeratus* L.) – паразит гусениць біланів (капустяного, ріпного, жилкуватого та ін.), онкофанес малий (*Oncophanes minimus* Wesmael) – паразит гусениць багатьох лускокрилих (молей, листовійок), бракон (*Habrobracon hebetor*) (додаток, рис. 61–64).

**Родина Афідіди – Aphidiidae.** Усі види афідіид – ендопаразити попелиць (Aphididae). Вони широкі олігофаги, паразитують на багатьох видах попелиць, полівольтинні. В одному хазяїні розвивається лише одна личинка паразита.

За морфологічними особливостями родина дуже подібна до родини браконід; ознаки, за якими їх розрізняють, дуже нечіткі, відрізняються дещо меншими розмірами (довжина не більше 5 мм), подовженими першими трьома сегментами черевця і рухливістю зчленування між другим і третім його сегментами. Дорослі особини живляться паддю, личинки – внутрішні, одиночні паразити попелиць. Плідність самок коливається від 63 до 175 яєць (у середньому 106). Кількість паразитованих афідіидами попелиць у природних умовах в різні роки може варіювати від 4 % до 50–70 %.

Афідіиди розвиваються в попелиці від яйця до дорослої комахи. Тіло заселеної попелиці здувається, набуває сферичної форми, змінює забарвлення і муміфікується, залишаючись у більшості випадків прикріпленим до листка коконом паразита. Вони збільшуються в розмірах, набувають майже кулястої форми і темнішого забарвлення. Це дає змогу легко відрізнити їх від здорових попелиць.

Характерною особливістю афідіид є заляльковування їх, зазвичай, усередині шкурки попелиці. Заражаються паразитами звичайно личинки другого або третього віку, рідко – німфи чи імаго (безкрилі та крилаті). Останні, мігруючи на кормові рослини, можуть переносити з собою паразита. Вилітають імаго через круглий вилітний отвір у мумії хазяїна.

Найбільш розповсюдженими в Україні є такі види: діаретієлла ріпна – *Diaeretiella rapae* Mc Int., лізіфлебус бобовий – *Lysiphlebus fabarum* Marsch., *Trioxys angelicae* Hal., *Ephedrus plagiator* Nees., *Aphidius ervi* Hal., *Aphidius avenae* Hal., *A. picipes* Nees., *Praon volucre* Hal. та ін. (додаток, рис. 65–66).

**Родина Трихограми – Trichogrammatidae.** Дуже дрібні комахи (довжина тіла не більше 1,2 мм) з тричлениковими лапками. Передні крила часто з рядами дискальних волосків, нерідко з довгою крайовою бахромкою (додаток, рис. 67).

Дорослі особини живляться нектаром. Личинки – внутрішні паразити яєць різних комах, найчастіше лускокрилих. Описано більше 600 видів із 80 родів. В Україні зареєстровано 15 видів. Деякі види трихограми широко застосовують методом сезонної колонізації проти окремих видів шкідників рослин.

Практичне використання мають чотири види: *Trichogramma evanescens* West., *T. pintoi* Vog et. Pint., *T. dendrolimi* Nats та *T. embryophagum* Hart.

Види, що належать до роду *Trichogramma*, а також внутрішньовидові форми, розрізняються між собою характером взаємин з хазяїнами і зовнішнім середовищем і деякими особливостями біології, однак найважливіші біологічні властивості залишаються спільними для всіх видів роду. Усі вони є паразитами яєць комах, багато з яких шкодять сільськогосподарським культурам і лісовим насадженням. У них тільки личинка веде паразитичний спосіб життя, імаго – живе вільно. Личинка живиться вмістом яєць хазяїнів, усередині яких розвивається, і знищує хазяїна ще на фазі яйця, що має важливе практичне значення.

Розвиток трихограми від яйця до дорослої комахи проходить дуже швидко. Протягом одного покоління хазяїна – совок і плодожерок основні види паразита дають по два покоління. За вегетаційний сезон на півдні України розвивається дев'ять–десять поколінь паразита, у північно-західній зоні – шість–вісім.

Таким чином, позитивними властивостями видів трихограми є висока швидкість розвитку, виживаність потомства і кількісна перевага самок у популяції. Це зумовлює високі темпи розмноження комах і здатність до швидкого накопичення.

**Родина Афелініди – *Aphelinidae*.** Дрібні комахи, довжина тіла менше 1 мм. Тіло зазвичай компактне, жовте, буре, іноді чорне. Вусики колінчастобулавоподібні, чотири-дев'ятичленикові. Передньоспинка коротка. Лапки ніг чотири-п'ятичленикові, шпора середніх ніг довга, допомагає при стрибках. Черевце з широкою основою, нестებельчасте. Дорослі комахи літають погано. Дорослі особини живляться паддю, нектаром, іноді гемолімфою комах. Плодючість самок сягає 200–500 яєць. Личинки переважно внутрішні, рідше зовнішні паразити комах, перш за все представників родин кокцид, білокрилок, попелиць.

Для діагностики видів, крім морфологічних ознак, часто використовують забарвлення, форму і розташування меконіїв,

утворених личинками паразита перед лялькуванням. Поширені по всьому світу, але більшість видів – у тропічних широтах. У світовій фауні описано понад 1100 видів із 41 роду.

Найбільш ефективними паразитами шкідників рослин є інтродуковані види: афелінус – *Aphelinus mali* Hald. (додаток, рис. 68) – паразит кров'яної попелиці; проспальтелля корисна – *Prospaltella perniciosi* Tow. – паразит каліфорнійської щитівки; проспальтелля Берлезе – *P. berlesei* How. – паразит шовковичної щитівки; коккофагус жовтий – *Coccophagus gurnegi* Comst. – паразит цитрусового борошнистого червця; *Encarsia formosa* Gah. – внутрішній паразит личинок оранжерейної білокрилки (додаток, рис. 69) та ін.

**Родина Енциртиди – *Encyrtidae*.** Комахи звичайно з компактною формою тіла. Голова відносно велика. Спостерігається тенденція до редукції крил у зв'язку з розвитком здібностей до стрибання. Довжина тіла в середньому 1–2 мм. Дорослі особини живляться паддю, нектаром, іноді гемолімфою хазяїнів. Яйця енциртоїдного типу гантелеподібної форми з аероскопічною смужкою, частково занурюються в покриви тіла хазяїна. Личинки, як правило, внутрішні паразити; рідко трапляється вторинний паразитизм на іхневмонідах та хальцидах. Коло хазяїнів охоплює дев'ять рядів комах та іксодових кліщів, звичайні хазяїни – кокциди.

У світовій фауні описано понад 3 200 видів із близько 500 родів. На щитівках паразитує *Comperiella bifasciata* How., на несправжніх щитівках – представники родів *Blastothrix* Mayr., *Microterys* Thoms., *Discodes* Forst., на борошнистих червцях – *Anagyrus* Haw., *Tetracemus* Westw., *Pseudaphycus* Glaus., *Leptomastix* Forst.; на гусеницях – поліембріонічні види родів *Ageniaspis* Dahl. і *Copidosoma* Ratz.; у яйцях лускокрилих і клопів – представники роду *Ooencyrtus* Ashm. (додаток, рис. 70–71).

**Родина Птеромаліди – *Pteromalidae*.** Широко розповсюджені в Україні дрібні комахи. Тіло 2–6 мм завдовжки, темного кольору з металевим блиском. Голова в дорослих комах округла, вусики 13-членикові. Задні гомілки часто з однією шпорою. Черевце овальне, без чітко вираженого стебельця.

Дорослі особини живляться нектаром, паддю і гемолімфою комах. Самки мають спеціальне пристосування для живлення гемолімфою хазяїна, який перебуває в субстраті. Паразит через стінку субстрату вводить яйцеклад у тіло хазяїна і виділяє із спеціальних залоз рідину, що швидко загусає, збігаючи по яйцекладу, формуючи

трубочку, через яку, вийнявши яйцеклад, паразит живиться вмістом тіла хазяїна. Личинки паразитують на личинках і лялечках лускокрилих, двокрилих і жуків, рідко трапляються хижаки.

На лялечках біланів і німфалід паразитує птеромалус лялечковий – *Pteromalus puparum* L. (додаток, рис. 72). Представники роду *Eupteromalus* Kurd. паразитують на личинках і лялечках двокрилих і лускокрилих (гессенська муха, золотогуз). *Dibrachus cavus* Walk – на лускокрилих, двокрилих і перетинчастокрилих; *Nabrocytus* sp. – паразит личинок метеликів і жуків. Інтродукований вид skutеліста – *Scutellista cyanea* Matsch. – паразит несправжніх щитівок.

**Родина Хальцидіди – Chalcididae.** Імаго завбільшки 1–27 мм. Забарвлення звичайно чорне чи коричневе. Голова та груди в більшості видів у великих крапках. Личинки – внутрішні паразити лускокрилих, двокрилих, жуків, деяких пильщиків і мурашиних левів. Родина об'єднує понад 195 родів та 1875 видів. Із паразитів шкідників рослин найвідоміший брахімерія (*Brachymeria intermedia* Nees.), яка паразитує в лялечках метеликів (жилкуватого і ріпного біланів, непарного шовкопряда тощо), та хойойя – *Chouioia cunea* Jang. (додаток, рис. 73) – паразит лялечок американського білого метелика.

**Родина Сцеліоніди – Scelionidae.** Дрібні паразитичні комахи (довжиною 0,6–6 мм). Гомілки всіх ніг звичайно з однією короткою шпорою, зрідка середні та задні гомілки мають дві шпори. У багатьох видів спостерігають тенденцію до редукції крил. Вусики самок, як правило, булавоподібні, у самців – ниткоподібні. Стебельце черевця майже не виражене, часто поперечне.

Більшість видів сцеліонід поширені в мезофільних умовах, окремі види мешкають у степах та пустелях. У світовій фауні описано понад 3000 видів із майже 150 родів.

Личинки – ендопаразити яєць комах і павуків, переважно в групових кладках яєць. Найвідоміші представники підродини *Telenominae*. Представники цієї підродини переважно є паразитами яєць шкідливої черепашки та інших шкідників. На цих шкідниках паразитують понад 15 видів сцеліонід. В Україні найбільш поширені: *Telenomus laeviusculus*, *Trissolcus grandis* Thoms., *T. vassilievi* Mayr, *Telenomus chloropus* Thoms. (додаток, рис. 74–75). Вони трапляються у всьому ареалі шкідливої черепашки.

**Родина Платигастріди – Platygasteridae.** Малі їздці (середня довжина тіла 1 мм). На крилах спостерігається редукція жилок, рідко трапляються безкрилі форми. Стебельце черевця, як правило, поперечне. Мезофіли. Переважна більшість видів – яйцеличинкові та

личинкові паразити галиць (Cecidomyiidae) із 60 родів. На території європейської частини колишнього СРСР видовий склад вивчено недостатньо, зареєстровано лише 23 роди. Деякі види платигастрид використовують у біологічному захисті рослин: *Allotropa burelli* Mues. (додаток, рис. 76) і *A. convexifrons* Mues. як групові ендопаразити борошнистих червців, представники роду *Amitus* Hold. паразити білокрилок.

**Родина Евкоїліди – *Eucoilidae*.** Дрібні і середні за розмірами комахи (довжина тіла 0,8–4,5 мм). Тіло звичайно чорне, груди дуже опуклі, з бокалоподібним виростом на щитку середньоспинки. Крила із замкнутими комірками, але без птеростигми.

Личинки евкоїлід – паразити личинок і лялечок мух. Для регуляції чисельності капустяних мух велике значення має трібліографа ріпна – *Trybliographa rapae* Westw. (додаток, рис. 77), шведської мухи – *Rhoptromeris heptoma* Hart.

### 3.3.2. Ряд Двокрилі, або Мухи та комари – *Diptera*

У ряді Двокрилих найбільше практичне значення мають паразитичні види, які належать до родин Тахіни (*Tachinidae*) та Дзижчала (*Bombyliidae*). Їх личинки – внутрішні одиночні і винятково первинні паразити.

У паразитичних личинок мух на відміну від хижих видів можливості живлення обмежені лише однією особою хазяїна. Для личинок, що живляться внутрішньопорожнинною рідиною хазяїна, важливе значення мають кількість і якість накопичених у його організмі живильних резервів. З'ясовано, що фізіологічний стан хазяїна, що залежить від умов його розвитку, впливає на фізіологічний стан паразита, який розвивається в ньому.

**Родина Тахіни – *Tachinidae*.** Об'єднує понад 5000 видів. Мухи середнього й великого розміру (3–20 мм). Тіло вкрите міцними щетинками. Передня і верхня частини голови мають групи щетинок: фронтальні (лобові), очні, орбітальні, вібрисальні, затемнені тощо. Ариста вусиків гола. Стерніти черевця погано виражені, не прикривають краї тергітів.

Самки відкладають яйця на тіло хазяїна або на рослину (в такому разі потрапляють усередину хазяїна з їжею). Личинка біла або жовтувата. Задні дихальця у вигляді дрібних пор розташовані на стигмальних пластинках. Пупарій світло-коричневий або темний, 4–15 мм завдовжки. Імаго трапляються на квітках протягом усього літа.

Віддають перевагу рослинам із родин зонтичних та айстрових. Личинки – паразити лускокрилих і двокрилих. Більшість видів заселяє личинки, деякі види розвиваються тільки на лялечках.

Родина складається з чотирьох підродин: Exoristinae і Tachininae – паразити переважно гусениць метеликів, рідше личинок пильщиків і деяких видів жуків листоїдів та ін. і дорослих жуків хрущів; Dexiinae – в основному паразити личинок та імаго пластинчатовусих, скрипунів, довгоносиків, рідше гусениць совок, хвилівок, п'ядунів та ін.; Phasiinae – паразити дорослих клопів родин Scutelleridae і Pentatomidae: строката фазія – *Phasia crassipennis* F., золотиста фазія – *Clytiomyia helleo* F., чорна фазія – *Helomyia lateralis* Mg., сіра фазія – *Alophora subcoleoprata* L. (додаток, рис. 78–79).

**Родина Бренівкові – Bombyliidae.** Мухи різної величини (1–30 мм), жовтого або чорного кольору, більшість видів укрита густим волосяним покривом; часто з довгим хоботком, що стирчить уперед і нерідко перевищує довжину тіла. Крила часто з темним малюнком або повністю прозорі чи забарвлені. Довжина крил дорівнює довжині тіла або трохи більша за нього. Ноги довгі, стрункі. Черевце в імаго коротке, пухнасте. Вусики з кінцевим придатком, іноді дуже довгим. Мухи активні в спекотні сонячні дні, літають над квітками, довгий хоботок використовують для висисання нектару. Яйце біле, гіменоптероїдного типу, 0,5–1 мм завдовжки. Личинка першого віку – планідієподібна, довжиною 1,5–2 мм, старших віків – червоподібна, 10–15 завдовжки мм. Лялечка кремового кольору, 10–11 мм, на голові тричотири шипи, а на кожному сегменті черевця є поясок з однакових за довжиною волосків. Кінець черевця гострий, з вінцем зубчиків.

Личинки більшості видів – паразити комах. Розвиток супроводжується гіперметаморфозом. Молода личинка довга, струнка, гнучка; проникаючи в хазяїна, стає циліндричною, малорухливою. Родина об'єднує понад 3000 видів. Найбільше значення мають *Anastoechus nitidulus* F., *Callistoma fascipennis* Mscq., личинки яких живуть у кубушках азійської і мароканської сарани, італійського пруса, темнокрилої і хрестової кобилок, а личинки роду *Villa* – паразити совок (*Villa circumdata* Mg.) (додаток, рис. 80–81).



### Запитання для самоперевірки

1. Назвіть основні ряди комах, до яких належать хижі види.
2. Охарактеризуйте ряди Бабки і Богомоли, назвіть найбільш поширені види.
3. Охарактеризуйте ряди Щипавки і Трипси, назвіть основні хижі види.
4. Назвіть основні родини ряду Клопи і охарактеризуйте окремі види, що належать до цих родин.
5. Охарактеризуйте основні родини ряду Жуки, у складі яких є хижі види.
6. Назвіть основні види, що належать до родини Сонечки.
7. Охарактеризуйте основні родини ряду Сітчастокрилі і назвіть найбільш ефективних хижаків із родин Золотоочки і Гемеробії.
8. Охарактеризуйте основні родини ряду Двокрилі, до яких належать хижі види.
9. Охарактеризуйте основні види із родини Мурахи.
10. Назвіть і охарактеризуйте хижі види кліщів із родини Фітосеїди.
11. Охарактеризуйте родину Браконіди і назвіть найвідоміших її представників.
12. Назвіть основні види родини Трихограми.
13. Дайте коротку характеристику технологічним процесам масового розведення трихограми.
14. Охарактеризуйте родину Афідіди і назвіть її основні види.
15. Охарактеризуйте родину Афелініди і назвіть представників цієї родини.
16. Охарактеризуйте і назвіть представників родин Енциртиди і Птеромаліди.
17. Охарактеризуйте і назвіть представників родин Сцеліоніди і Хальцидіди.
18. Охарактеризуйте і назвіть представників родин Евкоїліди і Платигастриди.
19. Охарактеризуйте і назвіть представників родини Тахіни ряду Двокрилі.
20. Охарактеризуйте родину Бренівкові і назвіть її представників.

## 4. ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ ШКІДНИКІВ РОСЛИН

Хвороби шкідників рослин – один з чинників обмеження їх масового розмноження в природних умовах, однак вивченню хвороб до останнього часу приділяли дуже мало уваги. Водночас дані про епізоотії шкідливих комах та інших груп шкідників рослин у природі необхідні і для розробки прогнозів їхнього масового розмноження, і для мікробіологічного методу боротьби з ними. Ці дані можуть бути корисні тільки при правильно поставленому діагнозі й аналізі умов, що впливають на загибель шкідників від захворювань.

У цьому розділі подано загальні відомості про найбільш поширені хвороби шкідливих комах, методи їхнього обліку, збору і зберігання з метою встановлення точного діагнозу хвороби і подальшого використання інфекційного матеріалу для біологічного захисту рослин.

### 4.1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПАТОЛОГІЇ КОМАХ

Патологія як наука про хвороби живих організмів сформувалася внаслідок насущних потреб людини. Предмет вивчення патології комах – хвороби, спричинені мікроорганізмами, найпростішими і нематодами. Патологія комах тісно пов'язана з мікробіологією, вірусологією, протозоологією, ентомологією, біохімією, молекулярною біологією. Об'єктами вивчення інфекційної патології, як правило, є мікроорганізми. Жертвами мікробного паразитизму стають усі види живої матерії: рослини, тварини, самі мікроорганізми.

У взаєминах мікроорганізмів з їхніми господарями розрізняють поняття «інфекційність», «патогенність» і «вірулентність». Під *інфекційністю* розуміють здатність мікроорганізму існувати в певному господарі і переходити від однієї комахи до іншої. *Патогенність* – здатність такого організму заподіяти своєму господареві шкоду, тобто спричиняти хворобу. Вона залежить від вірулентності агента і сприйнятливості організму, який інфікують. *Вірулентність* – якісна міра патогенності, що характеризує спеціалізацію патогена. Існує внутрішньовидова диференціація патогенів за ознакою вірулентності, оскільки патогенний вид може бути неоднорідний за здатністю заражати різних хазяїнів.

Щоб виявити які-небудь ознаки хвороби, слід знати параметри нормального стану комахи. Розпізнавання хвороби не становить труднощів, якщо зміни в організмі призводять до його загибелі. Якщо цього не відбувається, то для вивчення хворобливого стану залучають мікроскопічні і біохімічні методи дослідження. Для виявлення хворих комах порівнюють один з одним особини однієї популяції і відокремлюють тих, які відрізняються за певними функціональними проявами.

*Хворобою* вважають такі зміни нормальних функцій, властивих більшості популяції організмів, які можуть привести до загибелі тієї або іншої особини. Зовні ці зміни зазвичай проявляються у відхиленнях за розмірами, формою, забарвленням тіла.

У комах, як і в інших живих організмів, розрізняють інфекційні і неінфекційні хвороби. Інфекційні хвороби комах викликають такі організми, як бактерії, віруси, рикетсії, мікроспоридії, гриби, нематоди. Інфекційний початок цих організмів активно поширюється від однієї особини до другої. Інтенсивність поширення залежить від чисельності популяції і частоти контактів особин з джерелом інфекції. Неінфекційні хвороби, що уражують комах, викликаються фізичними або хімічними чинниками або є наслідком діяльності ентомофагів. Головною ознакою неінфекційних хвороб є відсутність передавання хвороби від однієї особини до іншої.

Хвора особина відрізняється від здорової певними зовнішніми ознаками. Зовнішні видимі зміни допомагають без особливих зусиль відрізнити заражені особини від здорових. Такі зміни можуть бути схожими при різних хворобах. Найбільш очевидні ознаки зараження проявляються в зміні рухів комах, забарвленні їхнього тіла, розмірів і форми тіла, поглинання їжі.

*Зміни в русі.* Ця ознака проявляється чіткіше в міру розвитку хвороби. Під час усіх захворювань, протягом яких поступово руйнуються все нові ділянки тканин, рухи поступово слабшають, заражені особини перестають рухатися і залишаються на місці до своєї загибелі. Припинення руху хворих комах перед загибеллю спостерігають, наприклад, при вірозах і бактеріозах. У разі зараження білим мускардінозом особини припиняють рух за тиждень до загибелі. При інфікуванні ентомофторовими грибами

рух комах припиняється за 24 год до проростання грибниці всередині тіла.

*Зміна забарвлення тіла.* У живих комах це явище можна спостерігати лише в тих видів, у яких це дозволяє хітиновий покрив, краще за все прозорий. Появу чорних плям на тілі живих комах викликають поранення або грибні захворювання. У разі поранень, нанесених кліщами, або проколів, зроблених паразитичними комахами, утворюються круглі чорні плями, часто зі світлим кружком у центрі. Такі плями не збільшуються в розмірах, вони з'являються, тому що гемолімфа в місці проколу окислюється і чорніє. У разі зараження грибами-дейтероміцетами чорні плями неправильної форми утворюються в місцях проростання спор усередину тіла, у міру проростання ці плями збільшуються в розмірах. При проникненні ентомопатогенної нематоди з кишечника в тіло хазяїна в певних місцях кишечника з'являється почорніння. Біле забарвлення комах свідчить про зараження їх такими хворобами, за яких у тканинах безпосередньо під шкірними покривами концентруються білкові утворення. Якщо хвороботворні мікроорганізми заповнюють гемолімфу, то все тіло комахи стає молочно-білим. Наприклад, хворобу японського жука, викликану бактерією *Paenibacillus (Bacillus) popilliae* Dut., називають молочною. Грибні хвороби найчастіше надають зараженим особинам рожевого забарвлення. Уражене тіло при цьому трохи твердне і набуває сирнистої консистенції. У деяких ентомопатогенних грибів спори кольорові, і комахи набувають відповідного їм забарвлення. Зокрема, розрізняють білий, рожевий і зелений мускардінози комах. Французьке слово «мускардіна» означає зацукрований фрукт. Аналогічно виглядають комахи, що покриваються спорами грибів. Білий мускардіноз зумовлений грибом *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill, рожевий – *Paecilomyces fumosoroseus* (Wz.) Brawn et Smith., зелений — *Metharhizium anisopliae* (Metsch.) Sor. Гриб *Tarichium megaspermum* Cohn, утворює під кутикулою господаря шар спор спочатку коричневого, потім чорного кольору.

*Зміни в розмірах тіла і швидкості росту комах.* Ці ознаки можна спостерігати при зараженні гусениць мікроспоридами роду *Nosema*. Мікроспоридії уражують жирове тіло, знищуючи енергетичні резерви організму, відсутність яких проявляється до кінця ліночної стадії. У заражених комах надовго затримуються

линьки, а якщо гусениця перетворюється на лялечку, то нормальний хітин утворюється лише на голові, спинці і кінці черевця. У деяких випадках під впливом інфекції відбувається вкорочення і муміфікація тіла заражених комах, що пояснюється пошкодженнями травного тракту і недостатнім живленням.

*Зміни в живленні комах.* У першу чергу таку реакцію комах, як пригноблення функції живлення, спостерігають при інфекціях, пов'язаних з ураженням кишкового тракту, – це бактеріози, поліедрози кишкового типу, рикетсіози, мікроспоридіози. У зв'язку з тим, що при цих захворюваннях епітеліальні клітки кишечника повністю або частково розпадаються, живлення припиняється або знижується до мінімуму. У початковий період спостерігають розлад кишечника, блювоту. Екскременти хворих гусениць часто присихають до заднього кінця тіла, при деяких захворюваннях на поверхні екскрементів утворюється білий вапняноподібний шар. Проте в деяких випадках живлення комах у разі інфікування активується. Наприклад, при зараженні короїдів нематодами, які поглинають з гемолімфи живильні речовини, комахам доводиться відновлювати їхню втрату.

Для опису змін у тканинах і органах зараженого організму комах використовують такі терміни патологічного процесу. *Ексудація* – виділення загуслої маси, яка накопичується в уражених тканинах. У комах це відбувається в разі накопичення токсичних речовин у кишечнику. *Інфільтрація* – ущільнення тканини, яким супроводжується запальний процес. У комах це спостерігається при накопиченні токсичних речовин у кишечнику. *Гіпертрофія* – збільшення органа або його частини без суттєвої зміни тканинного складу. При цьому число клітин не зростає, але збільшуються їхні розміри. Якщо відбувається збільшення числа клітин, то це – *гіперплазія*. *Атрофія* – порушення нормального розвитку органа або його частини, що призводить до зменшення його розмірів. Найчастіше у комах відбувається атрофія жирового тіла. Це спостерігається при заповненні органа різними стадіями паразитуючого організму, у результаті орган не виконує свої функції. *Некроз* – місцеве відмирання тканини. Характерною особливістю некрозу в комах є розпад кишкового епітелію на роз'єднані кулеподібні клітини (дезінтеграція епітелію). Аналогічний процес у хребетних тварин називається гангреною. Некрози, пов'язані з лізисом тканин, спостерігаються при вірусних

і грибних захворюваннях комах. *Травма* – пошкодження, руйнування тканини, пов'язане з грубим втручанням ззовні. У такому разі на поверхні травмованої частини тіла утворюється згусток (коагулят) гемолімфи. *Септицемія* – стан організму, який спостерігається при сильному зараженні, коли гемолімфа вже не може пригнічувати розмноження мікроорганізмів, які безперервно проникають до неї. Септицемії виникають, якщо клітини первинних місць розмноження патогена розриваються і мікроорганізми в масі переходять у порожнину тіла хазяїна. *Інкубаційний, або латентний період* – термін часу від проникнення інфекції в організм до прояву видимих ознак хвороби. Розвиток більшості мікроорганізмів, які викликають захворювання комах, залежить від метаболізму господаря, тобто від обміну речовин в його тканинах. Якщо інтенсивність цього процесу зменшується, що відбувається під час зимівлі або підготовки до линьки, то сповільнюється і розвиток хвороби, а отже, збільшується інкубаційний період. При хронічних інфекціях розвиток хвороби проходить у сповільненому темпі, оскільки у хворому організмі відбувається часткове відновлення уражених тканин. Крайнім проявом хронічного захворювання можна назвати *латентну інфекцію*. Така інфекція не виявляється протягом тривалого періоду часу, інколи протягом життя декількох поколінь. Латентні інфекції можуть активувати якісь зовнішні дії. Відомі випадки, коли комахи на великих площах гинули у величезних кількостях майже одночасно в результаті активації латентної інфекції.

Зміни в тканинах комах при зараженні досліджують шляхом їх препарування і подальшого мікроскопування. На гістологічних препаратах можна бачити, що до моменту загибелі комах від хвороби одні тканини їх організму вже були мертвими, тоді як інші залишалися повністю функціональними. Розкладання тканин у комах, як правило, починається з кишечника. Саме з його середнього відділу мікроорганізми проникають в інші органи тіла. У нормальному стані епітеліальні клітини регенерують, оновлюючи стінки кишечника. На початку середньої кишки є перитрофічна мембрана, яка слугує фільтром для їжі і перешкоджає проникненню мікробів. Зараження кишкового епітелію утруднює його регенерацію і приводить до руйнування перитрофічної мембрани. Метаболіти бактерій накопичуються в певній частині кишечника, що призводить до руйнування епітелію. Через отвори, що

утворилися, мікроорганізми проникають у порожнину тіла, викликаючи септицемію і подальшу загибель. При токсикозі кишечника спостерігається ексудація. Тканини жирового тіла пригнічуються при захворюваннях, викликаних вірусами, грибами, мікроспоридіями і рикетсіями. При зараженні бакуловірусами відбувається утворення поліедрів і гранул, що призводить до руйнування ядер клітин і розриву клітин жирового тіла. Рикетсії заповнюють цитоплазму клітин жирового тіла, клітинні оболонки розпадаються. При зараженні найпростішими в жировому тілі руйнуються білки і ліпіди, воно перетворюється на мережу однакових клітин. Це явище запропоновано називати *плазматизацією*. Ентомопатогенні гриби руйнують жирове тіло завдяки своїм протеолітичним і ліполітичним ферментам. При пошкодженні мускульних тканин нервової системи відбуваються процеси гіпертрофії ядер і кліток, гіперплазії, атрофії, некрозу. Мікроспоридії і нематоди найчастіше викликають зараження мальпігієвих судин, внаслідок чого порушується секреторна діяльність цих органів. Аналогічно зараження слинних залоз утрудняє секрецію слини.

Для оцінки значущості хвороби певного виду комахи недостатньо діагнозу. Важливо знати процес розвитку і поширення хвороби. Розрізняють три градації перебігу хвороби – спорадичне, ензоотичне й епізоотичне.

Розвиток хвороби називають *спорадичним*, якщо аналіз зразків, відібраних у природі, свідчить, що хвороба трапляється у виключно рідкісних випадках, наприклад у 0,03 %, а її поширення не пов'язане з певними місцевими умовами.

Якщо хвороба поширена відносно слабо (5 % зараження), але трапляється у цієї популяції постійно і ступінь її розвитку більш-менш незмінний, то її називають *ензоотією*.

Якщо в процесі масового розмноження комахи відбудеться широкий розвиток хвороби в популяції, виникне спалах, що затухне лише після того, як майже всі особини, що становлять популяцію, будуть заражені і загинуть, таке явище називають *епізоотією*.

Розвиток епізоотії залежить від трьох головних чинників – збудника хвороби, хазяїна і шляхів передавання інфекції.

*Збудник хвороби.* Значення збудника залежить від його вірулентності, мінливості, пристосованості до певного хазяїна. Вірулентність збудників хвороб зменшується при повторному

вирощуванні їх на штучних середовищах і відновлюється унаслідок пасажу через сприйнятливого хазяїна. У деяких випадках вірулентність посилюється через синергізм двох або більше мікроорганізмів. Важливе значення має стійкість окремих стадій збудника до несприятливих умов зовнішнього середовища. На патогенні властивості збудника впливають також стійкість до ультрафіолетових променів і жаркої сухої погоди, тривалість розвитку хвороби, специфічність для одного або багатьох видів хазяїв.

*Хазяїн.* Вірулентності збудника хвороби протистоїть стійкість організму хазяїна, яка може бути ослаблена фізичними і хімічними чинниками. Як правило, личинки молодших віків сприйнятливіші за старших до зараження більшістю хвороб. Існують факти, що свідчать про підвищення стійкості комах у популяції, яка перенесла спалах вірусного захворювання. Залежно від схильності того або іншого хазяїна до хвороби у біотопі утворюються різні вогнища інфекції – з типовими гострими формами, з нетиповими на різних випадкових вторинних хазяїнах, з летальними або латентними інфекціями та із здоровими носіями збудника хвороби (наприклад, хижими комахами, нематодами), які розносять інфекцію, що зберігається в їхньому кишечнику.

*Шляхи передачі інфекції.* Головним джерелом зараження є передача інфекції від хворих комах здоровим при безпосередньому контакті, а також із зараженою їжею (перорально). Інфекція може передаватися і через забруднену збудником поверхню яйця, пошкоджені шкірні покриви в разі уколу яйцекладом самиці, при впровадженні нематод в тіло хазяїна. Для вірусів і найпростіших тварин нерідкий трансovarіальний шлях передавання інфекції, за якого збудник хвороби проникає в яйце ще в тілі самиці і розвивається в ньому одночасно із зародком.

Поширення вогнищ хвороб у природі відповідає різним способам передавання інфекції від хворих комах здоровим. Наприклад, при поширенні вітром грибних інфекцій утворюються вогнища подовженої форми в напрямі переважаючих вітрів. Вогнища ядерного поліедрозу співпадають з хвилями масового розмноження шкідника, які йдуть від первинних вогнищ у напрямі панівних вітрів.

Поширення хвороби починається з центру первинного осередку інфекції. Особини, які перебувають у центрі вогнища,



гинуть і заражають комах, що знаходяться навколо вогнища. У процесі наступного перезараження область зіткнення хворих комах із здоровими зростає, зона хвороби розширюється і окремі вогнища зливаються, утворюючи фронт неправильної форми. Водночас у центрі вогнища вцілілі особини дають початок здоровій, вільній від хвороби популяції, особини якої поширюються одразу після хвили інфекції. З часом колишнє вогнище хвороби заселяється, зростає вірогідність контактів здорової частини популяції із залишками інфекції і знову виникає хвиля хвороби.

Спалахи масового розмноження комах у природних біоценозах повторюються через певні періоди часу. Масові захворювання комах ентомофторозом частіше виникають на перелогових землях, пасовищах, посівах багаторічних трав, де кращі можливості для накопичення і збереження спор гриба, які є джерелом інфекції. До необхідних умов при цьому, крім збільшення щільності популяції комах на цій ділянці, відносять періоди дощів, що мжичать, у поєднанні з помірно теплою погодою, сприяючи швидкому проростанню спор і відкиданню конідій.

Початок епізоотій у окремих видів шкідників можна прогнозувати, щоб скасувати раніше заплановані хімічні обробки на деяких сільськогосподарських культурах.

#### **4.2. ГРИБНІ ХВОРОБИ (МІКОЗИ) КОМАХ**

Група грибних хвороб дуже велика і визначається кількістю видів грибів, що викликають хвороби, і кількістю видів комах, які уражаються ними. Комахи, уражені грибами, твердіють, стають крихкими, на поверхні тіла часто утворюється наліт — міцелій і конідієносці зі спорами гриба.

Представники ентомопатогенних грибів належать до різних класів царства Гриби (Mycota). Загальна кількість таких видів становить понад 500.

Ентомопатогенні гриби здатні проникати в організм комах-господарів різними шляхами, що значно розширює спектр їхньої дії. Основний шлях зараження – проникнення через шкірні покриви господаря. Такий спосіб властивий більшості ентомопатогенних грибів. Цей спосіб дозволяє грибам на відміну від патогенів вірусної, бактеріальної та іншої природи заражати комах у фазах

розвитку, що не живляться, – яйця, лялечки, імаго. Грибна інфекція може проникати в тіло комах і через ротовий отвір (перорально). У такий спосіб у травний тракт потрапляють головним чином спори водних грибів. Спори грибів з класу Deuteromycetes також можуть проникати в кишечник з їжею і там розвиватися. Так комах заражаються на стадії личинки, інколи імаго. Відомі і такі шляхи зараження комах грибами, як проникнення патогена через дихальця й отвір статевого апарату.

Зараженню мікозами комах сприяють деякі елементи їх морфологічної будови, а також утворення в грибів спеціальних пристосувань. Як відомо, переважна більшість грибів – паразитичні організми, що живуть у рослинах і тваринах за рахунок готових органічних речовин. Тому для проникнення, зокрема через хітиновий покрив комах, гриби утворюють *апресорії* – здуття на кінцях паросткових гіф, які слугують для прикріплення до кутикули і проникнення в хазяїна за допомогою міцеліального паростка. Крім апресорій, гриби можуть утворювати *ризоїди* – деформовані гіфи, за допомогою яких гриби закріплюються на субстраті або прикріплює до нього хазяїна після його загибелі. Інколи ризоїди мають відростки, які проникають у живу тканину господаря і в результаті осмосу забезпечують патогена живильними речовинами. Такі відростки називають *гаусторіями*, вони можуть бути ниткоподібними, булавоподібними або членистими. Гаусторії утворюються і на інших частинах міцелію – усюди, де грибниця стикається з поверхнею хазяїна. У деяких частинах міцелію грибні нитки сплітаються в густу масу, міцелій ущільнюється, утворюються тверді частини гриба, – *строми* або *склероції*. Строма – маса грибниці, яка слугує основою для утворення статевих органів гриба, що добре видно на плодових тілах грибів роду *Cordyceps*. Склероції – зневоднена й ущільнена форма міцелію, стійка до несприятливих умов середовища. У вигляді склероціїв гриби зберігає життєздатний стан протягом несприятливого для нього періоду. Інша стадія гриба, яка слугує для переживання несприятливих умов, — *спори, що покояться (хламідоспори)*. Це товстостінні утворення, часто з подвійною оболонкою, як, наприклад, в ентомофторових грибів або гриба *Sorospora uvella* (Krass.) Ld. Представники інших родів можуть зберігатися в природі у вигляді *спорангіїв* – особливих кліток, у яких поміщено

спорангієспори, псевдосклероції. Крім того, вони можуть існувати в сапрофітному стані.

Велике значення має здатність грибів до широкого поширення в природі. Їх переносять повітряні течії, краплі дощу, комахи та інші представники тваринного світу. Більше того, окремі види грибів можуть активно розкидати спори за допомогою спеціальних механізмів. Наприклад, ентомофторові гриби відстрілюють конідії на відстані, що в 1000 разів перевищують розміри самих конідій.

Дослідник Е. Штейнхаус (1952) зазначав, що гриби в природі і без допомоги людини викликають загибель багатьох видів шкідливих комах і дійсно являють собою ефективний природний контролюючий чинник. Нині відомо багато епізоотій, викликаних ентомофторовими грибами (наприклад, ентомофторози попелиць).

На розвиток грибних епізоотій серед комах впливають різні чинники, з яких особливе значення мають умови довкілля — температура, вологість і світло. Температурні межі росту і розвитку грибів – 5–35 °С, оптимум – 20–30 °С, але є і винятки. Вологість може бути лімітуючим чинником протягом двох періодів епізоотії. По-перше, більшість грибів потребують високої вологості для проростання спор і розвитку хвороби. По-друге, нові спори утворюються на трупах зазвичай лише в умовах дуже високої вологості. Проте в одних випадках для зараження досить рясної роси, в других необхідний дощ. Світло впливає на довговічність спор (сонячне світло, особливо його ультрафіолетовий компонент, убиває спори) і споруляцію гриба на хазяїні після його загибелі. Зокрема, світло необхідне для утворення спор, а в деяких видів ентомофторових грибів відстріл конідій, що сприяє поширенню інфекції, відбувається лише на світлі. Такі умови необхідні для розвитку грибних захворювань комах.

При зараженні мікозом в організмі комахи відбуваються глибокі внутрішні зміни. На першому етапі (проникнення) спори грибів прилипають до зовнішнього покриву комах завдяки своїй маслянистій поверхні, що не змочується. У місці зіткнення з покривом спора проростає, і паросткова трубка (гіфа) проникає через хітинову кутикулу в тіло комахи. Цьому сприяють ферменти, які виділяє гриб (ліпази, протеази, хітінази), що розм'якшують хітиновий покрив і утворюють у ньому отвір, через який гриб і проникає всередину тіла комахи.

На другому етапі, що має назву паразитична фаза, відбувається розвиток грибів усередині тіла комахи аж до його загибелі. Різними шляхами проникнувши в порожнину тіла хазяїна, патогенні гриби порівняно швидко (через 32–48 год) заповнюють її одноклітинними фрагментами міцелію – гіфальними тілами, або бластоспорами, схожими на дріжджові клітини. Гіфальні тіла вільно плавають у гемолімфі, розмножуючись діленням і брунькуванням. Вважають, що згубна дія грибів на комах в основному полягає в блокуванні циркуляції гемолімфи, що призводить до подальшого руйнування тканин. Крім того, летальний результат можуть викликати і токсини, які виділяють гриби.

Третій етап розвитку мікозів (сапротрофна фаза) росту і розвитку грибів відбувається після загибелі комахи. При цьому в одних випадках усередині тіла хазяїна проходить дозрівання стійких спор (зазвичай за несприятливих умов), у других – гіфи гриба після загибелі хазяїна проростають назовні і на поверхні тіла розростаються в густий міцелій, з якого утворюються спороносні гіфи з конідіями або спорами, що покояться. Ентомопатогенні гриби проходять в організмі хазяїна лише один цикл розвитку: від проростання спор до утворення нових.

Особливо раптові і спустошливі епізоотії, що призводять до масової загибелі комах, викликають ентомофторові гриби з класу **Зигоміцети (*Zygomycetes*)**.

До цього класу належать гриби з добре розвиненим несептованим міцелієм. Нестатеве розмноження здійснюють нерухомі спори без джгутиків. Статевий процес – зигогамія – полягає в злитті двох недиференційованих на гамети клітин, які морфологічно відрізняються від міцелію, на якому вони уторилися. Паразити комах належать до родини *Ентомофторові (*Entomophthoracea*)*. Представники родини, в основному це збудники хвороб комах, усередині живильного субстрату утворюють слабо розгалужену грибницю – міцелій з великою кількістю жирових крапель. У заражених комах він розпадається на окремі гіфальні тіла різної форми і розміру. Гриб розвивається, поки всі тканини комахи не буде зруйновано.

Тривалість періоду від проростання конідій до загибелі комах становить 2–3 (попелиці) до 5–8 днів (сарана). Живитель гине

внаслідок порушення циркуляції гемолімфи, токсинів і ферментів, які продукує гриб.

У хворої комахи черевце здувається, у разі розриву покривів витікає рідина з гіфальними тілами. Потім гіфальні тіла проростають у міцелій, який виходить на поверхню тіла загиблої комахи у вигляді бархатистого нальоту – шару спорангієносців. На останньому утворюється по одній великій конідії (спорангієспори) на кіпцях різної форми.

Конідії одноклітинні, тонкостінні, із зернистою плазмою і жировими краплями. На черевному боці деякі види грибів з роду Ентомофтора формують коренеподібні утворення – ризоїди, які прикріплюють загиблу комаху до субстрату. У такому стані комахи можуть перебувати до весни. Для ентомофторових грибів особливістю є відстрілювання дозрілих конідій з великою силою на відстань, що перебільшує в багато разів їх розмір.

Конідії зберігають життєздатність до 72 год. У воді вони відразу проростають і, якщо не потрапляють на сприятливого живителя, проростають у конідії другого, третього порядку, що збільшує тривалість їхньої життєздатності до зустрічі з живителем.

Ентомофторові гриби можуть також утворювати зигоспори, які проростають у разі потраплення на тіло живителя. За його відсутності формують росткові трубочки, які також утворюють конідії першого, другого і третього порядків.

Утворення спор спокою відбувається статевим і нестатевим шляхом. Нестатеві спори формуються на кінці або всередині гіфального тіла. Спори, що утворилися в результаті нестатевого процесу, називають азигоспорами.

Під час статевого процесу відбувається злиття чоловічих та жіночих гамет, виникає здуття, яке перетворюється на спору спокою – зигоспору. Вона довго зберігає життєздатність і залишається разом з загиблим живителем на поверхні ґрунту, у тріщинах кори дерев, на рослинних рештках. Навесні ці спори є джерелом інфекції для комах.

До складу родини входять три роди: Ентомофтора (*Entomophthora*), Масоспора (*Massospora*) і Тарихіум (*Tarichium*). За кількістю видів найбільшим є рід Ентомофтора. До нього належить понад 60 видів грибів. Представники роду уражують комах, які належать до 12 рядів, а також кліщів, павуків, багатоніжок тощо.

Основними симптомами ентомофторозу є: концентрація комах перед загибеллю на верхніх частинах рослин; здуття і

розм'якшення черевця з подальшою муміфікацією; проростання конідієносців з конідіями у вигляді бархатистого нальоту в міжсегментних складках тіла; прикріплення трупів грибними тяжами (ризоїдами) через ротові органи або середньою частиною тіла.

У хворих особин у гемолімфі, жировому тілі і м'язах помітні клітини різноманітної форми (гіфальні тіла) великого розміру (40–100 мікрон). Міцелій у діаметрі до 11 мікронів, без перегородок. У деяких видів грибів трапляються круглі клітини з подвійними оболонками – спори спокою (рис. 4.1).

Кормова спеціалізація різноманітна. *E. coronata* уражує комах (попелиці), коней, мулів і навіть людину. *E. sphaerosperma* уражує представників чотирьох рядів: декілька видів попелиць, яблуневу листоблішку, трипсів, жуків коваликів, їхніх личинок – дротяників, капустяного білана і капустяну міль, *E. thaxteriana* – попелиць. Представники роду Масоспора більш вузькоспеціалізовані.

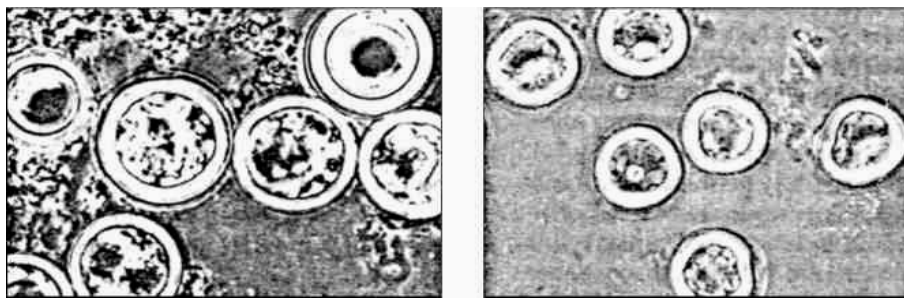


Рис. 4.1. Спори спокою ентомофторових грибів

Збудник *Entomoyhtora thaxteriana* Fetch. уражує різні види попелиць, павутинні кліщі. Міцелій добре розвинений, неклітинний, розпадається на гіфальні тіла неправильної форми і різних розмірів. Конідієносці розгалужені. Конідії шароподібні, із сосочками в середньому  $37 \times 29$  мкм. Зигоспори шароподібні, розміром від 25 до 30 мкм. Ризоїдів не утворює (рис. 4.2).

Облігатний паразит, зараження живителя відбувається контактно. Зрілі конідії відстрілюються на відстань у 1000 разів більшу за їх розміри.

Хворі попелиці жовтіють, покриви тіла стають блискучими. Хворі особини живляться, активно пересуваються по рослинах, крилаті – перелітають на сусідні ділянки, поширюючи інфекцію. Пізніше хворі особини стають молочно-білого кольору, у разі

натискання з них витікає в'язка біла рідина. Перед загибеллю попелиці стають малорухомі. На черевному боці вирости гіф (ризоїди) проривають шкіряні покриви і прикріплюють живителя до рослини. Іноді попелиці прикріплюються до рослини хоботком, після чого комаха гине. Після загибелі в попелиці швидко буріє голова або задній кінець тіла, вони стають світло- або темно-коричневого кольору, муміфікуються, поверхня тіла шорсткувата. За високої вологості повітря сильно збільшуються у розмірах, за низької – швидко підсихають, прилипають до листків.

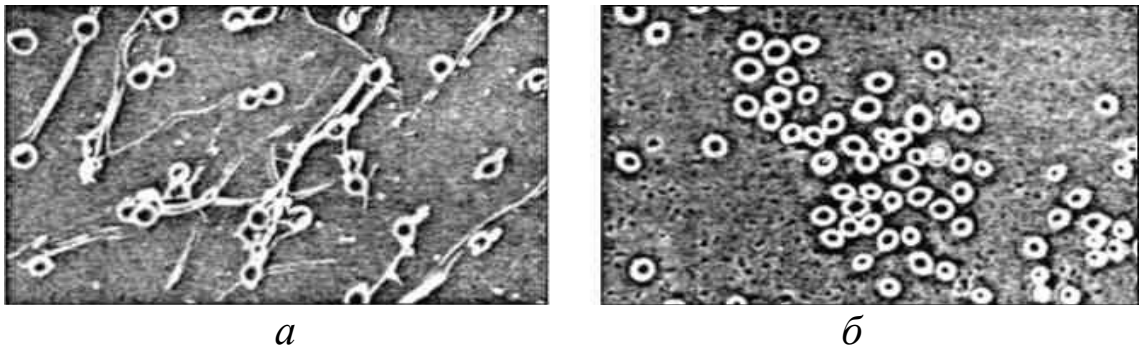


Рис. 4.2. Конідії ентомофторових грибів:

*a* – *Entomophthora thaxteriana*, *б* – *E. virulenta* (збільшення – 160<sup>×</sup>)

Гриб *Entomophthora aphidis* Hoff. викликає ентомофтороз у горохової, бурякової, капустяної та ін. видів попелиць. Конідієносці розгалужені, гіфільні тіла складаються з довгих або коротких розгалужених гіф. Конідії одноядерні, овально-еліптичної форми, 21 × 11 мкм. Гриб утворює цистиди і ризоїди, які щільно прикріплюють тіло комахи до рослини. Він уражує внутрішні органи живителя.

На гороховій попелиці виділено п'ять штамів збудника, які відрізняються за формою і розміром конідій. Викликає масові спалахи ентомофторозу.

*Entomophthora sphaerosperma* Fresen. має багато живителів: яблунева листоблішка, ковалики, попелиці, капустяний білан, шпуетмпа міль, двокриллі, щитівки тощо.

Конідієносці розгалужені, конідії одноядерні, видовжено-еліптичні з тонкогранульованою внутрішньою структурою. Розмір конідій 20 × 5,5 мкм. Має цистиди і численні ризоїди. Зигоспори безбарвні, 20–35 мкм у діаметрі. Може викликати епізоотії в популяціях різних видів комах.

**Клас Дейтероміцети, або Недосконалі гриби (Deuteromycetes).** Міцелій у представників класу розгалужений, гаплоїдний, з багатоядерними клітинами, септований. Статеві стадії відсутні, розмножуються тільки нестатевим шляхом: конідіями, іноді склероціями (щільні сплетіння гіф) або стерильним міцелієм.

У цьому класі об'єднані види, які мають зв'язки з аскоміцетами і базидіоміцетами. Існують різні видозміни конідієносців: поодинокі конідієносці, у вигляді ложа, спородохіїв, коремій, пікнід. Конідії різноманітні за будовою і характером утворення – бластоспори, артроспори тощо. Клас поділяють на чотири порядки, у два з яких – гіфоміцети і сферопсидальні – входить більшість ентомопатогенних грибів,

**Порядок гіфоміцети (*Hyphomycetales*).** Гриби з поодинокими конідієносцями, які зібрані в коремії і спородохії, конідії формуються безпосередньо на поверхні субстрату. Порядок поділяють на чотири родини, у три з яких входять ентомопатогенні гриби – монілієві, стільбелові, туберкулярієві.

**Родина монілієвих (*Moniliaceae* або *Mucedinaceae*)** об'єднує понад 200 родів і 1500 видів грибів. Ентомопатогенні види у більшості є широкоспеціалізованими паразитами. До цієї родини належать і «хижі гриби», які використовують для свого живлення нематод, найпростіших тощо.

Конідії утворюються на коротких конідієносцях, які мало відрізняються від гіф вегетативного міцелію, або на диференційованих, простих або розгалужених. Конідії можуть виникати на конідієносцях зверху, з баків, на фіалідах.

Більшість ентомопатогенних грибів можуть розвиватися на субстратах тваринного і рослинного походження.

Хвороби комах, збудниками яких є гриби з класу Дейтероміцетів, часто називають *мускардинозами*.

Мускардинози супроводжуються рясним грибним нальотом білого, зеленого або чорного кольору. Для червоної мускардини характерна відсутність нальоту на поверхні тіла хворих і загиблих особин. Внутрішні органи у трупів перетворюються на порошок цегляно-червоного кольору, що полегшує діагностику хвороби.

Відомо декілька мускардинових хвороб, що зовні розрізняють за кольором грибного нальоту на трупах комах. Ці хвороби звуться відповідно біла, зелена, рожева мускардина та ін.



Основні види ентомопатогенних грибів із класу Дейтеромицети: *Verticillium (Cephalosporium) lecanii* Zimm. (білокрилки, попелиці, трипси, несправжні щитівки), *Paecilomyces farinosus* Brow. (клопи, попелиці, двокрилі, перетинчастокрилі), *Beauveria bassiana* (Bals) Vuil. (жуки, клопи, прямокрилі, метелики, кліщі), *B. tenella* Siem. (жуки, лусокрилі, перетинчастокрилі), *Metarrhizium anisopliae* Sor. (личинки жуків, гусениці АБМ та ін.), *Fusarium nivale* Les. (жовта, комоподібна, каліфорнійська та інші щитівки), *Coniothyrium piricolum* Potebnia (каліфорнійська щитівка), *Aschersonia aleurodes* Webber (білокрилки).

Основні живителі гриба *Cephalosporium (Verticillium) lecanii* Zimm. – несправжньощитівки, щитівки, білокрилки, личинки жуків-вусачів. Гриб утворює довгі гіфи 1,5 мкм завширшки, які несуть конідієносці 12–24 мкм довжиною і 1,2 мкм шириною біля основи. Конідієносці зверху загострені, прості або розгалужені. Конідії зібрані в склеєні слизом шароподібні голівки, безбарвні, овальні, із закругленими кінцями, розміром 2,5–4,0 × 0,75–1,5 мкм.

Зараження відбувається через ротовий отвір. Спори проростають у шлунковому тракті, утворюють міцелій, який пронизує стінки кишки й утворює в порожнині тіла конідії, які розносяться гемолімфою по всьому тілу.

Легко культивується на різних штучних середовищах, стерильних трупах комах. У біолабораторіях на основі цього виду гриба виготовляють препарат *вертицилін*, який застосовують проти личинок тепличної білокрилки в закритому ґрунті.

Рожевий мускардиноз, збудником якого є гриб *Paecilomyces farinosus* Dicks, розвивається на багатьох видах комах: клопах, рівнокрилих хоботних, твердокрилих.

Конідієносці короткі, виникають з повітряних гіф, септовані, гладкі. Фіаліди в мутовках – до 7 шт. в одній, шишкоподібні. Конідії широкоеліптичні або дещо веретеноподібні, гладкі, 2,0–3,0 × 3,0–1,8 мкм, зібрані в короткі ланцюжки (до 90 мкм). Перед проростанням вони набувають округлої форми. На уражених комах утворюються розгалужені вирости конідієносців, що зрослися – *коремії*. Усередині тіла комах гриб локалізується в гемолімфі.

На основі цього гриба створено біологічний препарат *пеціломін*, який застосовують проти гусениць яблуневої і грушевої плодожерок, що йдуть на залялькування або зимівлю.

Гриб *Beauveria bassiana* Bah Vuil. (рис. 4.3) паразитує на личинках та імаго багатьох лускокрилих, клопів, твердокрилих, прямокрилих і деяких видах кліщів. Конідієносці розташовані мутовчасто, розширені біля основи. Конідії одноклітинні, на тоненьких маленьких стеригмах, шароподібні або яйцевидні, 2–3 мкм в діаметрі.

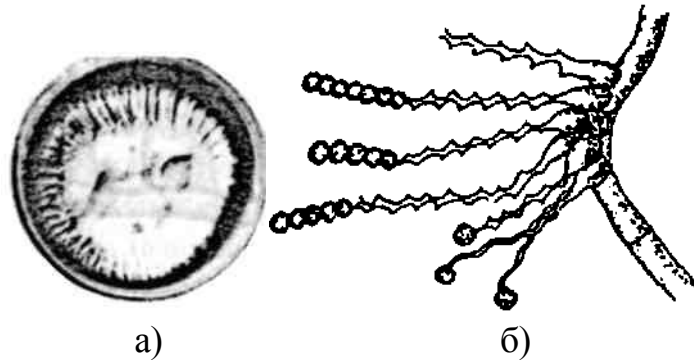


Рис. 4.3. Гриб *Beauveria bassiana*:  
а — форма колоній; б — конідієносці з конідіями

Збудник у гемолімфі комахи утворює багаточисленні бластоспори, гіфальні тіла, які після паралічу живителя в результаті дії токсинів розростаються в міцелій. Він проникає в жирове тіло, м'язи, трахеї, кишечник, мальпігієві судини, нервові ганглії. Патологічні зміни в гемолімфі проявляються у руйнуванні гемоцитів і зміні їх кількісного співвідношення.

У природних умовах гриб спричиняє виникнення епізоотій у різних комах: кукурудзяного метелика, колорадського жука, клопа черепашки, яблуневої плодожерки та інших шкідників (до 150 видів).

На основі цього гриба створено біологічний препарат *боверин*, розроблено технологію його масового виробництва.

Зелений мускардиноз (збудник – гриб *Metarrhizium anisoplia* Metsch.) розвивається на личинках коваликів (дротяниках), хлібних жуків, звичайного бурякового довгоносика, гусеницях лускокрилих (американський білий метелик) та ін.

Конідієносці 3,0–3,5 мкм шириною, конідії утворюються на фіалідах, розташованих групами. Після відділення від фіаліди конідії стають оливково-зеленими, а з часом майже чорними. Конідії циліндричні, на вершині заокруглені, біля основи трохи звужені, 4,8–1,6 мкм. У центрі конідії є вакуоль, яка сильно переломлює світло. Гриб уражує жирове тіло і гемолімфу, виділяє

токсини – деструксини. На основі цього гриба створено препарат *метаризин*, розроблено технологію його масового виробництва.

До родини монілієвих належить і хижий гриб *Arthobotrys oligospora* Fres. Розвивається на багатьох видах фітонематод, які патогенні для сільськогосподарських рослин. На міцелії гриба є ловчі пристосування – клейкі петлі та їхні сплетіння – клейкі пастки, які складаються з великої кількості кілець розміром  $5\text{--}6 \times 2,5\text{--}3,0$  мкм. Ці пастки слугують для уловлювання й умертвіння нематод, найпростіших і ногохвосток. На основі цього виду грибів виготовляють препарат *нематофагін*, який використовують у захисті овочевих культур закритого ґрунту від галових нематод.

Представники родини Нектроїодієві (*Nectroiodaceae*) утворюють округлі, рідше конічні м'ясисті пікніди, рідше воскоподібні або желатинисті, врослі, які виступають над поверхнею субстрату або поверхневі, з вічками або без них, окремі, з міцелієм або строною, у більшості видів яскраво забарвлені. Конідії різноманітні, часто на простій або розгалуженій основі. Найбільшого значення в родині мають гриби роду *Aschersonia*, до якого належать понад 60 видів, які в природних умовах розвиваються в тропічних регіонах світу (Тринідад, Китай, В'єтнам, Куба).

Більшість грибів цього роду є конідіальною стадією сумчастого гриба з роду Гіпокрела (*Hypocrella* Sass.), який належить до родини Клавіцепсових (*Clavicipitaceae*).

За кормовою спеціалізацією і морфологічними ознаками представники роду *Aschersonia* поділяють на два підроди: гриби, що паразитують на білокрилках і віднесені до підроду *Eu-Aschersonia* та види, які уражують м'які несправжні щитівки, – до підроду *Lepricuria*.

Строми гриба м'ясисті, напівшароподібні, яскраво забарвлені, первинна оболонка швидко перетворюється на ватоподібне одноколірне покривало. Перитеції (або камери) пливчасті, занурені в строми, дуже дрібні, прямостоячі, з широко розкритими порами у вигляді отворів. Конідієносці ниткоподібні. Конідії безбарвні, веретеноподібні, постійно відділяються, з 3–4 краплями, які створюють враження перегородок.

У 1958–1964 рр. на територію нашої країни інтродуковано види *A. placenta* Berk. Et Br., *A. aleyrodis* Webb, *A. confluens* P.M., *A. flava* Fetch. для боротьби із цитрусовою і тепличною білокрилками.

### 4.3. БАКТЕРІАЛЬНІ ХВОРОБИ (БАКТЕРІОЗИ) ШКІДНИКІВ РОСЛИН

В організмі комах, кліщів і гризунів існує велика кількість бактерій. Стосовно своїх живителів вони можуть бути симбіонтами, коменсалами, паразитами, нешкідливими сапрофітами. Сапрофітні види шлункової флори можуть у звичайних умовах не завдавати шкоди живителю, але за несприятливих – викликати загальне захворювання – септицемію і його загибель.

У бактерій слабо виражені морфологічні ознаки, що ускладнює створення їх природної класифікації. Це зумовило розробку і застосування штучної класифікації, яка об'єднує велику кількість ознак у групи бактерій, які порівнюють. Під час визначення бактерій використовують: форму тіла, наявність або відсутність об'єднання клітин капсулою, розташування джгутиків, утворення спор, фарбування клітин за Грамом, умови дихання, ставлення до живильних середовищ тощо.

Для ентомопатогенних бактерій Вейзером (1972) додатково запропоновано класифікацію за властивостями і умовами, які визначають їх патогенність. Нині виділено чотири групи ентомопатогенних бактерій:

- облігатні патогени;
- кристалоносні спороутворюючі патогени;
- факультативні патогени;
- потенційні патогени.

Як відомо, у бактерій відсутні ядро, ядерна мембрана і ядерце. Їх віднесено до групи прокаріот – доядерних (*Procaryotae*). Часто дослідники надають прокаріотам статус самостійного царства і розподіляють на два відділи: ціанобактерії (синьо-зелені водорості) і бактерії. Відділ бактерій – це неоднорідна група мікроорганізмів, яку поділяють на еубактерії (істинні бактерії), фототрофні бактерії, міксобактерії, спірохети, актиноміцети, мікоплазми і рикетсії, які відрізняються від еубактерій структурою клітини.

Ентомопатогенні бактерії відносять до еубактерій. Вони можуть утворювати спори, які мають велику стійкість до впливу факторів зовнішнього середовища. Спороутворення спостерігають у разі нестачі поживних речовин, а також при утворенні в середовищі великої кількості продуктів обміну бактерій. Спори не є органами розмноження бактерій, вони витримують несприятливі умови (висушування, високі температури тощо), які спричинюють

загибель вегетативних клітин. Утворюються спори внаслідок вип'ячування цитоплазматичної мембрани, під час якого відокремлюється частина нуклеоїду з частиною цитоплазми. Спочатку утворюється проспора, яка покривається цитоплазматичною мембраною. Потім між мембранами з'являється клітинна стінка. Розвиток спори полягає в утворенні її оболонки і дозріванні, діаметр спори приблизно дорівнює діаметру клітини, у якій вона утворилася, або трохи більший від неї. Якщо спора розташована в центрі, то бактерія набуває веретеноподібної форми. У деяких бактерій спора перебуває на кінці клітини, тоді остання має форму булави. Після дозрівання спори вегетативна клітина бактерії руйнується і спора виходить у навколишнє середовище. Якщо вона потрапляє в сприятливі умови, то проростає.

Розмноження в ентомопатогенних бактерій безстатеве і відбувається шляхом поділу. При цьому спочатку ділиться нуклеоїд, а між двома майбутніми клітинами утворюється перетинка, яка складається з двох шарів цитоплазматичної мембрани та оболонки.

Ентомопатогенні бактерії характеризуються високими темпами розмноження, повний цикл якого за сприятливих умов становить 20–30 хв. В організм комах бактерії проникають з кормом, через механічні пошкодження кутикули, їх заносить яйцеклад паразита, нематоди тощо.

Бактерії проникають у гемолімфу і розмножуються в порожнині тіла, а також у тканинах комах, викликаючи септицемію. Деякі патогенні бактерії розмножуються тільки в кишечнику, викликаючи його розлад, а потім виснаження комах, що призводить до загибелі. Бактерії можуть діяти на комах токсично, у такому разі бактерії виявляють у тілі комах у великій кількості тільки після смерті хазяїна.

Захворювання, спричинювані бактеріями, часто об'єднують спільною назвою – септицемія, або фляшерія. При цій хворобі збудник проникає в тіло комах і розмножується в гемолімфі. Зовнішніми ознаками (симптомами) є: припинення живлення, в'ялість і нерухомість, з анального отвору витікає темний ескудат більш-менш рідкої консистенції із неприємним запахом; потемніння гемолімфи, руйнування кишечника і м'язів, зміна забарвлення зовнішніх покривів, розм'якшення тіла. Трупі набувають неприємного гнилісного запаху. Зовнішні покриви легко розриваються.

На розвиток ентомопатогенних бактерій впливають умови зовнішнього середовища, особливо температура. Найбільш сприятливою для них є температура в межах 18–30 °С. Температура нижча за 18 °С уповільнює розвиток бактеріозів, а при 30 °С і вище спостерігається термічна дезинфекція комах і вона часто видужує.

Переважає більшість ентомопатогенних бактерій належить до родин *Pseudomonadaceae* та *Bacillaceae*. До родини *Enterobacteriaceae* (кишкові бактерії) належать бактерії збудники черевного тифу мишоподібних гризунів (рід *Salmonella*).

**Родина Псевдомонади (*Pseudomonadaceae*).** Мають вигляд прямих або викривлених паличок, грамнегативні, пересуваються за допомогою джгутиків, розташованих полярно, ендоспор не утворюють. Хемоорганотрофи, облигатні аероби. Температурні межі розвитку – 4–43 °С. До роду *Pseudomonas* належать види *P. aeruginosa* Migula T.S., *P. camea* Krassilnicov та ін. Усі вони є факультативними збудниками хвороб, що потрапляють в організм комах з ентомопатогенними нематодами роду *Neoaplectana*, або проникають у порожнину тіла через стінки кишечника після його інтоксикації.

**Родина Бацили, або Спороутворювальні бактерії (*Bacillaceae*).** Паличкоподібні бактерії, джгутики розташовані латерально або перитрихіально, утворюють ендоспори, які зберігають життєздатність протягом багатьох років. Ентомопатогенні види належать до родів *Clostridium* та *Bacillus*.

Рід *Clostridium* об'єднує анаеробні спороутворювальні бактерії. Вони рухливі, з перитрихіально розташованими джгутиками. Спори овальні або сферичні, формуються в центрі клітини або ближче до її кінця, бактерії *Clostridium brevifaciens* Bucher та *C. malacosomae* Bucher розмножуються в кишечнику комах і не проникають у порожнину тіла. Вони дуже вірулентні, але не утворюють токсинів.

Рід *Bacillus* об'єднує рухливі грампозитивні аеробні бактерії, які мають паличкоподібну або трохи зігнуту форму. Клітини часто розташовані ланцюжками, джгутики латеральні. У центрі клітин формується по одній ендоспорі. Споруюча клітина не змінює форми та розміру. У деяких представників роду, крім ендоспор, у клітині формується білковий параспоральний кристал, який містить токсин, що спричиняє параліч кишечника в гусениць лускокрилих. У разі ураження токсин вбиває сприйнятливих до нього комах або

ослаблює їх, і тоді бактерії легко проникають з кишечника в порожнину тіла.

Особливе значення має група кристалоутворювальних бактерій, які продукують токсини, що специфічно діють на певні групи комах. Це перш за все бактерія *Bacillus thuringiensis*. Нині відомо понад 30 варіантів або серотипів цієї бактерії. Ці бактерії широко використовують для виробництва біопрепаратів.

Типовий вид – *Bacillus thuringiensis* Berl. характеризується такими основними властивостями. Це грампозитивні палички розміром 3–6 та 0,8–1,3 мкм, джгутики розташовані перитрихіально. Спори утворюються після інтенсивного росту вегетативних клітин. Яйцеподібна ендоспора формується з одного кінця, а в протилежній частині клітини утворюється білковий кристал. У різних підвидів бактерій кристали відрізняються формою і розмірам. У бактерій підвиду *kurstaki* кристали біпірамідальної форми, *israelensis* – округлі, а *tenebrionis* – квадратні у вигляді восьмигранника.

У кишечнику живителя спори проростають і утворюють вегетативні бактеріальні клітини, які проникають у порожнину тіла, розмножуються та руйнують тканини. Уражені особини заповнюються бурою рідиною з різким запахом. Спори терmostійкі, витримують температуру до 100 °С протягом кількох годин, але 5%-ний розчин формальдегіду інактивує спори і токсини за 5 хв.

Вірулентність бактерій групи *B. thuringiensis* Berliner визначається токсинами, які містяться в бактеріальній клітині або культуральному середовищі. Вони продукують ендотоксини та екзотоксини трьох типів.

Альфа-екзотоксин ензимної природи продукується клітинами, які ростуть, і сприяє проникненню бактерій у порожнину тіла живителя.

Бета-екзотоксин (термостабільний екзотоксин) нуклеотидної природи, накопичується в культуральній рідині. Він термостабільний, витримує автоклавування при 120 °С протягом 15 хв. Продукується бета-екзотоксин штамми деяких серотипів, які різняться рядом властивостей, зокрема чутливістю до антибіотиків, вмістом токсину та ін. У дуже малих дозах викликає загибель личинок комах з рядів лускокрилих, двокрилих, жуків і прямокрилих. Вважають, що токсин може порушувати гормональні процеси, які регулюють метаморфоз та линяння.

Гамма-екзотоксин вивчено недостатньо. Існує думка, що він являє собою фермент або групу ферментів, які належать до фосфоліпаз.

Дельта-ендотоксин міститься в кристалічному параспоральному тілі. Кристали утворюються в бактеріальній клітині під час формування спори з амінокислот під час розпаду вегетативної клітини.

Протеїн ендотоксину не розчиняється у воді та органічних розчинниках, термолабільний. Біологічну активність білок втрачає під час обробки кислотами, спиртами та лугами. Розчиняється при рН більше 9. Заражені комахи перестають жити внаслідок паралічу кишечника, що настає за кілька хвилин після надходження в організм ендотоксину.

Описано чотири типи реакції комах на ендотоксин після проникнення його в кишечник.

1. Швидкий параліч та руйнування епітелію середньої кишки, проникнення кишкового соку в гемолімфу, унаслідок чого підвищується рН гемолімфи та настає загибель комах.

2. Одразу після проникнення ендотоксину настає параліч кишечника, але не порушується його цілісність, тому рН гемолімфи не змінюється і загальний параліч не проявляється. Гусениці після отруєння перестають жити і гинуть від септицемії. Такий тип реакції характерний для більшості лускокрилих.

3. Комахи реагують на спори та ендотоксин, наприклад, малинова вогнівка та непарний шовкопряд.

4. Комахи майже несприйнятливі до ендотоксину, наприклад, гусениці багатьох совок.

Найбільш сприйнятливі до ендотоксину гусениці молей, біланів, листовійок, коконопрядів, п'ядунів. Досить стійкими є більшість совок, пильщиків, прямокрилих, твердокрилих і паразитичних перетинчастокрилих.

До облигатних ентомопатогенів належать спороутворювальні бактерії *Bacillus popilliae* – збудники молочної хвороби деяких лускокрилих і твердокрилих комах та збудники клостридіозів – *Clostridium brevifaciens* і *Cl. malacosoma*.

Типовим факультативним ентомопатогеном є бактерія *Bacillus cereus*, яка спричиняє бактеріоз типу септицемії, за якого бактерії активно розмножуються в гемолімфі комах і призводять до загибелі хазяїна.



До потенційних ентомопатогенів відносять деякі спорові бактерії, які в разі проникнення в гемолімфу хазяїна спричиняють септицемію. Це види *Bacillus subtilis*, *B. megaterium*, *B. blattae*. Серед неспоривих бактерій факультативним патогеном комах-фітофагів є *Serratia marcescens*, яка спричиняє епізоотії у травневого хруща, личинок колорадського жука та ін.

**Родина Кишечні бактерії (Enterobacteriaceae).** До них належать дрібні грамнегативні палички, джгутики в них розташовані перитрихіально, спор не утворюють. Кислотонестійкі, аероби та факультативні анаероби. У біологічному захисті рослин має значення рід *Salmonella*, до якого належать облігатні патогени, що спричиняють черевний тиф у мишоподібних гризунів – *Salmonella enteritidis* Yaerth і *S. typhimurium* Loeffler.

У різний час у період епізоотій з трупів гризунів було виділено штами бактерії *Salmonella enteritidis* (Мережковський; 1893, Ісаченко, 1897, – у Росії; Даніч, 1893, – у Франції), які спричиняють у мишеподібних гризунів хворобу – мишачий тиф. У 1950 р. М.І. Прохоров отримав новий штам бактерії № 5170, яка також є патогенною для гризунів. Остання ідентифікація бактерій, проведена Н.В. Кандибіним (1973) із застосуванням фаготипування, дозволила встановити, що бактерії Даніча, Ісаченко і Мережковського належать до самостійних різновидів *S. enteritidis*, а бактерія № 5170 (Прохорова) – лише штам бактерії Ісаченко. Бактерії Ісаченко, Мережковського і Даніча володіють строго вибірковою патогенністю, що проявляється навіть у межах ряду Гризуни. Для більшості мишей і полівок ці бактерії високовірулентні; для щурів, ховрахів, піщанок – менш вірулентні; для польової миші, жовтогорлої миші, хом'яків і сонь їхня патогенність виявляється настільки слабо, що не викликає їхньої загибелі навіть при зараженні великими дозами. Ці бактерії безпечні для людини, багатьох домашніх і диких корисних тварин (коні, велика рогата худоба, вівці, свині, кури, качки, гуси, індики, собаки, кішки, тхори, горностаї). Подібна вибіркковість дозволяє широко використовувати ці бактерії для боротьби із сприйнятливими видами гризунів без шкоди для сільськогосподарських тварин і корисної фауни. Проте під час масового виробництва і використання бактеріальних препаратів необхідний суровий контроль за якістю і чистотою препаратів. Вірулентність бактерій *S. enteritidis* змінюється від частих

пересівань їх на штучних середовищах, а також за тривалого зберігання на цих середовищах. Особливо сильно знижується вірулентність при підкисленні середовища.

В Україні сьогодні на основі різних штамів і варіантів бактерії *Salmonella enteritidis* виробляють ряд препаратів, які використовують для боротьби з мишоподібними гризунами на різних сільськогосподарських культурах.

#### 4.4. ВІРУСНІ ХВОРОБИ (ВІРОЗИ) КОМАХ

Перші відомості про вірусні хвороби комах з'явилися в середині XIX ст. Вивчати вірусні хвороби почали на прикладі захворювань корисних комах – тутового шовкопряда та бджіл. Нині відомо понад 800 видів вірусів, які викликають хвороби комах, з них половина спричиняє захворювання шкідливих лускокрилих.

Розвиток електронної мікроскопії, рентгеноструктурних і фізико-хімічних методів аналізу створили можливості для вивчення структури вірусів та їх систематики. Усі віруси було виділено в самостійне царство **Vira**.

За основу класифікації вірусів взяли тип нуклеїнової кислоти віріона, який є кінцевою фазою розвитку вірусу, симетрію білкової оболонки – капсиду (капсид – грец. «капса», скринька), до якої входить нуклеїнова кислота віріона, форму морфологічних частин віріона – капсомерів тощо.

Існує два типи будови білкових оболонок вірусів: спіральний і сферичний. Перший притаманний вірусам паличкоподібної і ниткоподібної форми. Він характеризується укладенням білкових субодиниць за спіраллю багатогранників, а капсомери групуються навколо нуклеїнової кислоти у вигляді багатогранника. Залежно від усієї симетрії утворююся тетраедри, октаедри або ікосаедри, тобто 4-, 8-, 20-гранники.

Залежно від типу нуклеїнової кислоти віріона тип (царство) *Vira* поділяють на два підтипи (підцарства): *Deoxyvira* і *Ribovira*. Віруси, що належать до першого підтипу, мають у своєму складі діоксинуклеїнову кислоту (ДНК). Другий підтип – *Ribovira* у своєму складі містить рибонуклеїнову кислоту (РНК).

Віруси, які розмножуються у клітинах комах і мають у своєму складі ДНК, належать до родин *Baculoviridae*, *Poxviridae*,

Iridoviridae і Parvoviridae, які мають РНК-до Picomaviridae і Reovirida.

**Родина Бакуловіруси – Baculoviridae.** Представники цієї родини розмножуються переважно в тілі комах. Вірусні часточки (віріони), що виходять із включень, які розчинилися, мають паличкоподібну форму (грецьк. «бакулум» – паличка).

Залежно від морфології включень представників цієї родини поділяють на дві підгрупи: А – збудники поліедрозів і В – гранульозів.

*Підгрупа А (поліедрози)* характеризуються тим, що віріони містяться в білкових включеннях типу багатогранників (поліедрів).

Поліедри (рис. 4.4) мають великі розміри (0,5–16,0 мкм), їх можна бачити під звичайним мікроскопом. Типовий вид – вірус ядерного поліедрозу тутового шовкопряда – *Baculovirus bombycis*. Ця підгрупа найчисленніша. Нараховує понад 100 видів комах, які є живителями вірусів – збудників поліедрозів, що належать до трьох рядів і 24 родин. Переважають представники Лускокрилих (99 видів із 19 родин), а також Перетинчастокрилих – 7 із 4 родин і Двокрилих – 3 види із двох родин. Розвиток вірусів – збудників поліедрозів відбувається в ядрах клітин гіподерми, жирового тіла, трахей, гемолімфи, у пильщиків – епітелію середньої кишки. Хворіють личинки. Зовнішні ознаки – пожовтіння або побіління покривів, одутлуватість тіла, загибель, яка супроводжується розм'якшенням тканин; хворі личинки часто тримаються несправжніми ногами за гілки дерев і звисають з них униз головою.

Основні зміни відбуваються в ядрах уражених клітин. Ще до утворення в них поліедрів вони виглядають дуже гіпертрофованими, У деяких комах спостерігається інший тип поліедрозу, у разі якого поліедри утворюються тільки в ядрах чи цитоплазмі епітеліальних клітин середньої кишки. Поліедрозна хвороба характерна для личинкової стадії розвитку, але поліедри утворюються також і в лялечках, рідше в тілі дорослих комах. Вірус передається через яйце.

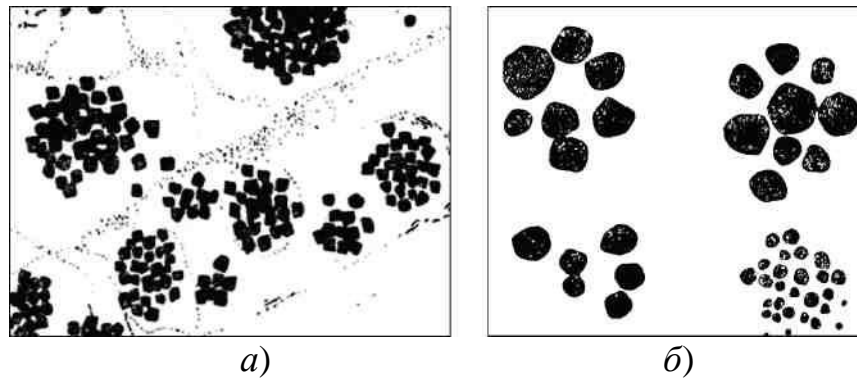


Рис. 4.4. Поліедри:

*a* — у ядрах клітин жирової тканини гусениць зернової совки;  
*б* — у тілі різних комах (непарного шовкопряда, кільчастого шовкопряда, АБМ, РСП)

У разі поліедрозу загального типу спостерігають розм'якшення тіла, що настає внаслідок розпаду більшості тканин, зовнішні покриття тоншають і через розриви шкіри випливає мутна білувата рідина. На початковій стадії хвороби комахи мають молочний відтінок, але потім темніють. У разі кишкового поліедрозу спостерігаються білі і рожеві виділення з анального отвору без інших видимих порушень. Захворювання не супроводжується запахом; він з'являється тільки через одночасний розвиток гнилісних мікроорганізмів. У рідині, що витікає із загиблих від поліедрозу комах, чи в шматочках тканин, виявляється велика кількість багатогранних поліедренних тілець, які заломлюють світло.

*Підгрупа Б (гранульози).* Віруси цієї підгрупи відрізняються від представників підгрупи А тим, що віріони по одному (рідше по два) розташовані в гранулі або капсулі овальної форми. Гранули за розміром значно менші за поліедри. Типовий вірус групи – гранульоз ялинкової хвоєкрутки *Baculovirus (Granulovirus) choristoneura* Clem. Нині нараховують 34 види комах живителів вірусів цієї підгрупи, які належать до восьми родин ряду Лускокрилі.

Зовнішні симптоми гранульозу комах подібні до симптомів ядерного поліедрозу. Спостерігається загальне побіління тіла, особливо з черевного боку. Уражуються збудником ті самі тканини, що і при ядерному поліедрозі, але в першу чергу жирове тіло. Розвиток вірусу гранульозу починається в ядрі клітини, але після

розриву мембрани ядра продовжується в області ядра та в цитоплазмі клітин (рис. 4.4).

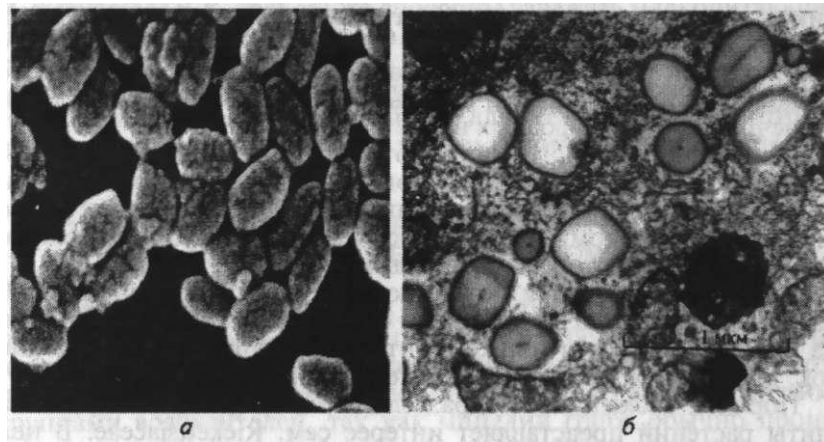


Рис. 4.5. Вірусні гранули

У препараті з порожнинної рідини і в шматочках жирової тканини хворої комахи виявляють дрібні гранули, які при збільшенні мікроскопа в 1000 разів здаються ледь помітними крапками, що перебувають у броунівському русі.

На штучних живильних середовищах збудники гранульозів не культивуються.

Гранульоз яблуневої плодожерки (*Baculovirus (Granulovirus) carpocapsae* Tanada). Основний живитель – яблунева плодожерка, додаткові – грушева і сливова плодожерки. Форма віріона паличкоподібна, розмір  $313 \times 51$  нм. Локалізується й уражує жирове тіло, гіподерму, епітелій трахей. Уражують гусениць, особливо молодшого віку. Спостерігається пожовтіння або побіління покривів, одутлуватість тіла і загибель з розм'якшенням та розкладанням тканин. Інкубаційний період хвороби 5–12 днів.

**Родина Поксвіруси, або Віруси віспи – Poxviridae.** До неї належать найкрупніші з відомих видів вірусів. Для біологічного захисту рослин найбільше значення мають представники підродини Entomopoxvirus. Типовий представник – вірус віспи травневого хруща (*Entomopoxvirus melolontha* Weiser.). Основний живитель – травневий хрущ. Віріони мають форму бруска розміром  $250 \times 420$  нм. Збудник уражує клітини жирового тіла, м'язи поєднувальної тканини і гемоцити оболонки гонадів імаго. Інфіковані клітини зберігають нормальні ядра, але краплини жиру в цитоплазмі порушуються і замінюються кристалами спочатку ромбоподібної, а потім овальної або шароподібної форми.

Унаслідок накопичення включень у гемолімфі личинки стають молочно-білими і гинуть через 16–72 доби після інфікування. Тривалість інкубаційного періоду 2–5 днів. Заражує личинок третього віку.

**Родина Райдужні віруси – Iridoviridae.** Таку назву родина отримала за райдужне світіння – від жовтого і блакитного до темно-фіолетового. Зумовлене воно дифракцією світла, яка стала результатом правильного упакування віріонів.

Ентомопатогенні віруси належать до роду *Iridovirus*. Представники райдужних вірусів уражують 28 видів комах, зокрема 11 – Лускокрилих, 14 – Двокрилих і 3 види з ряду Твердокрилі.

Райдужні віруси розмножуються в цитоплазмі клітин живителів, де утворюють включення розміром від 1 до 15 мкм і озумовлюють райдужне світіння уражених тканин. Збудник перебуває в різних тканинах комах, але частіше хвороба розповсюджується з клітин жирового тіла.

**Родина Парвовіруси – Parvoviridae.** Збудники вірозів комах належать до роду *Densovirus*, а хвороба, яку вони спричиняють, називається дензонуклеоз, або хвороба щільних ядер. Дензовіруси уражують 7 видів комах: 6 з ряду Лускокрилі і 1 – Двокрилі. Типовий вірус – збудник дензонуклеозу вощинної молі – *Densonucleosisvirus galleria* Mevadir. Його віріони вміщують 35 % одностричатої ДНК і являють собою часточки діаметром 20–23 нм гексагональної форми. Основний живитель – вошинна міль, додатковий – сосновий шовкопряд. Локалізується в тілі живителя в ядрах клітин жирового тіла, гіподерми, м'язів, гонад, нервової тканини, епітелію трахей, клітин шовковидільних залоз. У хворих комах спостерігають швидку і сильну гіпертрофію ядер в інфікованих тканинах, у яких утворюється велике щільне тіло – накопичення вірусних часточок (віріонів). Інкубаційний період становить 4–6 днів. Вірус вірулентний і специфічний.

До складу родини Parvoviridae належать декілька родів, представники яких паразитують на тваринах і рослинах. Види, що викликають цитоплазматичний поліедроз у комах, утворюють окрему групу, яку умовно називають Insectoreovirus.

Представники цієї групи уражують близько 70 шкідливих видів комах. Віруси цитоплазматичного поліедрозу розвиваються лише в клітинах епітелію середньої кишки комах і при поширенні

інфекції уражують усю травну систему, їх можна виділити з клітин переднього і заднього відділу кишківника.

Цитоплазматичний поліедроз капустяної совки – *Insectoreovirus brassicae* Chstane. Форма віріона гексаедрична і кубічна, розміром 85–95 нм. Локалізуються вони в цитоплазмі клітин епітелію середньої кишки. Інкубаційний період хвороби триває 6–8 днів. Збудник викликає епізоотії в популяції шкідника з високою загибеллю комах. Зовнішні ознаки захворювання такі: гусениці перестають живитися, відстають у рості. У результаті подальшого розвитку хвороби личинки змінюють колір на білуватий з відтінком крейди, особливо на черевному боці (проглядається велика маса поліедрів через покрив травної системи). Якщо було інфіковано личинки старшого віку, то гине значна кількість імаго. Середня маса хворих гусениць більша, ніж у здорових. Можуть бути пухлиноподібні утворення кишківника.

На основі ентомопатогенних видів вірусів розроблено ряд біопрепаратів, які застосовують проти шкідників сільськогосподарських і лісових культур.

#### 4.5. ПРОТОЗОЙНІ ХВОРОБИ (ПРОТОЗООНОЗИ) КОМАХ

Царство найпростіших – Protista (Protozoa) об'єднує організми, що складаються з однієї клітини. Усі функції клітини як цілісного організму виконують високоспеціалізовані клітинні органоїди або органели.

Найпростіші широко розповсюджені у всіх водних та вологих місцях. Значна частина видів цього царства є паразитами, у тому числі і шкідників рослин: слимаків, кліщів, комах.

Згідно із сучасними уявленнями про будову й біологію найпростіших, їх поділяють на сім типів, серед яких три включають збудників хвороб шкідників сільськогосподарських культур.

**Тип *Sarcomastigophora*** включає велику групу найпростіших, основними органелами руху яких є псевдоподії або джгутики. Захоплення і поїдання жертви проходить також за допомогою них. Представники цього типу мають лише незначну кількість паразитичних чи симбіонтних форм, придатних для біологічного захисту сільськогосподарських і лісових культур.

У класі зоомастигофорій (*Zoomastigoforea*) патологічні процеси зумовлюють різні види трипаносом та лемпомонад. Зокрема, у деяких видів Двокрилих комах у мальпігійових судинах живе паразит – *Trypanosoma drosophilae*. У навколишнє середовище такі найпростіші потрапляють у вигляді яйцеподібних цист, з їжею вони знову проникають в кишечник, далі – у мальпігіїві судини.

У кишечнику й гемолімфі гусениць совки стрічкової великої – *Noctua pronuba* виявлено паразита *Lepomonas chattoni*. Лептомонад виявляли також у кишечнику і мальпігіїєвих судинах стеблового метелика.

Зоомастигофорії проникають у клітини епітелію середнього відділу кишечника і мальпігійових судин і перетворюються на кулясту стадію. Ядро ділиться на кілька дочірніх ядер, кожне з яких дає трипаносому. У підсумку паразити, чисельність яких помітно, зросла, проривають клітинну оболонку і виходять у просвіт мальпігіїєвих судин і кишечника.

Серед представників класу інтерес для біометоду становлять деякі види ряду Амебоїди, що паразитують на комах.

У складі типу **Арісомпієха** є два ряди, пов'язані з комахами: *Грегари́ни* (*Cregarinida*) і *Кокциді́ї* (*Coccidia*).

Нині відомо більше 500 видів грегарин, пов'язаних з безхребетними і хордовими, що належать до двох родів еугрегарин та неогрегарин.

Велику кількість еугрегарин описано як кишкових паразитів, комах із рядів Прямокрилі і Твердокрилі.

Неогрегарини розвиваються в тканинах, стінці середнього відділу кишечника, мальпігійових судинах. Для неогрегарин характерне явище шизогонії або мерогонії. Це форма безстатевого розмноження, за якого утворюється багатоядерна стадія – шизонт, що дає початок численним мерозоїтам.

Одна з багатьох видів неогрегарин – *Mattesia povolnyi* трапляється у вогнівки соняшникової – *Homoeosoma nebulella*.

На думку спеціалістів, неогрегарини перспективні для використання проти шкідливих комах, оскільки здатні спричиняти їх загибель. Установлено також, що особини, заражені неогрегаринами, втрачають стійкість до інсектицидів, а також низки фізичних чинників.

Представники ряду Кокциди відрізняються від грегарин тим, що, як правило, розвиваються внутрішньоклітинно.



Паразитів безхребетних виявлено і серед аделенійових кокцидій (*Adelenia*). Аделенії паразитують у кишковому епітелії, жировому тілі, мальпігійових судинах. Представники роду *Adelina* уражують різні види комах із рядів Твердокрилі, Лускокрилі та деяких інших. Зокрема, *Adelina tribolii* уражує жирове тіло хрущака борошняного малого булавовусого – *Tribolium castaneum*, хрущака борошняного малого *T. confusum*, хрущака малого темного – *T. madens*: Процес зараження відбувається в такий спосіб: зі спор, що потрапили до кишечника, виходить по два спорозоїти, які проникають в епітелій середнього відділу кишечника, проходять через кишкову трубку і з її током гемолімфи розносяться по всьому тілу живителя. Розвиваються паразити в жировому тілі личинок.

Особливе значення для регулювання чисельності шкідливих фітофагів мають **мікроспоридії (тип Microsporidia)**. Звичайно це внутрішньоклітинні паразити завбільшки в кілька мікрометрів. Найхарактернішою структурною особливістю мікроспоридій є наявність полярної нитки, спіралью укладеної всередині спори і здатної за певних умов різко викидатися.

Мікроспоридії паразитують майже на всіх представниках основних груп тварин, починаючи від протист і закінчуючи ссавцями. Особливо багато видів цієї групи паразитів пов'язані з комахами.

Зараження живителів звичайно відбувається за допомогою спор, що потрапляють в організм з кормом. Крім того, можливе й трансваріальне передавання паразита.

Найцікавіші для біометоду види мікроспоридій серед Нозематид (*Nosematida*) та Глюгеїд (*Glugeida*).

Нозематид поділено на чотири родини, з-поміж яких найважливіші з погляду практичного застосування *Nosematidae* та *Burenellidae*. Найвідоміші як паразити комах представники родини *Nosematidae*, які належать до роду *Nosema*. Збудників нозематозів виділено в яблунової плодохерки (*Nosema carpocapsae*), кукурудзяного метелика (*Nosema pyrausnae*), білана капустяного (*Nosema mesnili*) та багатьох інших шкідників.

#### 4.6. НЕМАТОДНІ ХВОРОБИ (НЕМАТОДОНОЗИ, ГЕЛЬМІНТОЗИ) КОМАХ

Клас нематоди (Nematoda) належить до типу круглих червів або первиннопорожнинних (Nemathelminthes). Ентомопатогенні нематоди, що паразитують на членистоногих, належать до п'яти родин: Steinemematidae, Diplogasteridae, Allantonematidae, Mermitidae та Steinembematidae.

Зв'язки з комахами різноманітні і ще недостатньо вивчені. У лабораторних умовах ентомопатогенні нематоди заражають більше ніж 1000 видів комах. Типові симптоми – зміна кольору і всихання тіла комах.

У зруйнованих тканинах уражених комах у великій кількості містяться личинки, дорослі нематоди та яйця. Нематоди звичайно рухаються.

Культивування нематод можливе на картопляному агарі, що бродить, і м'ясній кашці з додаванням антисептиків.

До видів комах – шкідників рослин, яких заселяють нематоди, належать личинки твердокрилих: пластинчатовусі, чорниші, короїди, вусачі, довгоносики, листоїди, зокрема, колорадський жук та ін. Із лускокрилих шкідників живителями ентомопатогенних нематод є стебловий метелик, лучний метелик, бавовникова совка, яблунова плодожерка. З ряду Прямокрилі ентомопатогенні нематоди уражують вовчків та цвіркунів.

Нематод, які пов'язані з комахами, поділяють на факультативних і облігатних паразитів.

Нематоди заражують усі фази комах, крім яйця. Життєвий цикл нематод складається з яйця, личинок чотирьох віків та дорослої особини.

Усі стадії, крім інвазійної личинки третього віку (ІЛ), знаходяться в середині паразитованої комахи. Нематоди в стадії інвазійної личинки потрапляють у тіло комах пасивно – з кормом та активно через ротову порожнину, анус, дихальця та мембрани кутикули. Проникнувши в тіло хазяїна, нематоди випускають у гемолімфу комах симбіотичні бактерії, що містяться в їх кишківнику: рід *Xenorabdus* для *Steinernema* та рід *Photophabus* для *Heterophabditus*. Бактерії швидко розмножуються в тілі хазяїна, а заражена комаха гине за 15–48 год унаслідок септицимії.

Нематоди живляться жировими тканинами комахи та продуктами метаболізму бактерій і згодом починають розмножуватися. Нематоди та бактерії мають мутуглістичний тип взаємовідносин. Нематоди захищають бактерії та допомагають їм вижити в навколишньому середовищі. Усередині інвазійних личинок вони транспортують бактерії до сприйнятливого господаря. Бактерії захищають нематод від розчинення під впливом механізму захисту хазяїна, розкладають тканини для живлення нематод.

Нематоди живляться бактеріями. Бактерії також виробляють антибіотики, що попереджають розмноження інших мікроорганізмів у трупі комахи. За температури 18–28 °С життєвий цикл нематод триває 6–18 діб залежно від виду комах та ентомопатогенних нематод. Іноді цикл розвитку може сягати 28 днів. Комахи, які заражуються ентомопатогенними нематодами, мають специфічні для кожного виду симптоми ураження. Комахи, які загинули від нематодно-бактеріального комплексу, стають малорухомими, в'ялими та набувають специфічного забарвлення. Личинки роду *Heterophabditus* мають червоно-коричневе забарвлення, тому що бактерії роду *Photophabdus* продукують червоний пігмент.

Характерною ознакою зараження комах ентомопатогенними нематодами є те, що трупи комах мають люмінесцентне світіння в темряві. Комахи, що загинули від *Steinernema* spp. та виділених бактерій роду *Xenorhabdus*, варіюють у забарвленні від темно-жовтого або кремового до майже чорного залежно від виду. Комахи, що загинули від *Heterophabditus* spp., мають червоне забарвлення.

Згодом від трупа комахи залишається лише кутикула. Якщо внаслідок зараження в комаху проникають поодинокі особини нематод, то в кінці розвитку в навколишнє середовище з трупа комахи виходять десятки та сотні тисяч особин, які здатні заражувати нових комах.

Із трупа комахи виходять личинки нематод третього віку (інвазійні личинки), які починають пошуки нового хазяїна. Нематоди на стадії інвазійної личинки можуть перебувати в ґрунті до трьох років без живлення. На цій стадії вони стійкі до багатьох сучасних пестицидів.

*Родина Штейнерматиди (Steinermatidae).* Для нематод цієї родини притаманні слаборозвинені губи і коротка ротова порожнина. Стравохід у передній частині не потовщений, за навкологлотковим нервовим кільцем поступово розширюється в слаборозвинений бульбус.

Відомо 17 видів родини. Більшість із них належить до роду *Steinernema (Neoaplectana)*. Вони порівняно великі: дорослі самки до 8 мм довжиною, самці – 2,5 мм, личинки – 0,7 мм. До цього роду належать *Neoaplectana glaseri* St., яка спричиняє загибель личинок японського жука та інших пластинчатовусих, гусениць стеблового метелика і бавовникової совки. Вид *Steinernema (Neoaplectana) feltiae* Fil. розвивається на озимій совці і спричиняє загибель гусениць. *Steinernema (Neoaplectana) carpocapsae* паразитує на гусеницях яблуневої плодожерки.

*Родина диплогастериди – Diploasteridae.* Короткі нематоди веретеноподібної форми. Ротова порожнина – стома має бокалоподібну форму. Стравохід перед навкологлотковим нервовим кільцем з розширенням, утвореним м'язами метакорпального бульбуса. Друге потовщення у задній частині стравоходу – кардинальний бульбус – не має м'язів і перетворений у залозне утворення.

Більшість представників родини вільно живуть у ґрунті, воді, загниваючих частинах рослин, де живляться бактеріями та іншими мікроорганізмами. Нематода *Pristionchus imiformis* Fed Ei Stan, у симбіозі з бактеріями викликає загибель колорадського жука – до 85 % під час зимівлі. Але зараження колорадського жука інвазійними личинками нематоди в період його активності не відбувається.

*Родина Алантонематиди – Allantonematidae.* Ці нематоди мають кільчасту кутикулу, ротові органи – гострий спис, у стравохід впадає кінець протоки слинної залози, який відкривається безпосередньо за стилетом. Гонади розвинені сильно, особливо яєчники.

Зв'язки представників родини з комахами різноманітні – від симбіонтів, які прикріплюються до шкіряного покриву живителя для пересування, до факультативних і облігатних паразитів, що розвиваються в кишечнику або порожнині тіла комах. Як потенційні види для біологічного захисту рослин можуть мати значення деякі види з родів *Allantonema* і *Howardula*. Наприклад,

*Howardula phyllotretae* Fil. паразитує в порожнині тіла хрестоцвітої хвилястої блішки. Ступінь заселення в окремих випадках досягає 50 %.

Родина *Mermitidi* – *Mermitidae*. Ниткоподібні нематоди, тіло тонке, до 10–30 мм довжиною і 0,2–0,5 мм у діаметрі. Голова округла, несе сосочкоподібні тангорецептори, хвіст конічний або тупозаокруглений. Поверхня кутикули гладка, під нею вздовж тіла проходять бокові, спинні і черевні волокна, що перехрещуються. Кишечна порожнина відсутня. Стравохід не має м'язів і являє собою сильно витягнуту в довжину кутикулярну трубку з хітинізованими стінками, розташованими навкруги рядами клітин з великими ядрами. Анальний отвір добре помітний у самців і через нього назовні висуваються спікули. Яєчники в самок довгі зі світлими верхівками. Інша їх частина темна через накопичення в майбутніх яйцях великої кількості жовтка. Кишковий канал оточений жировим тілом, яке надає нематоді білого кольору. Поживні речовини з гемолімфи живителя надходять безпосередньо через поверхню тіла, а потім через стінки стравоходу. Зимують різні фази нематод у живителі чи ґрунті залежно від виду.

Личинка першого віку (іноді другого, якщо перша линька відбувається в яйці), яка виходить з яйця, називається інвазійною, тому що вона повинна проникнути в живителя. У деяких видів інвазійні личинки можуть жити декілька місяців, чекаючи на живителя, живлячись запасами свого тіла. У порожнину тіла комахи проникають крізь шкіряний покрив.

Тривалість розвитку личинок у тілі живителя – від місяця до року. Личинки, які закінчили розвиток, линяють і залишають живителя, пробуравлюючи отвір у стінках тіла або виходять через анальний чи ротовий отвори. Нематоди, що вийшли не живлячись, ще раз линяють і збираються в клубки, де перебувають одна самка і декілька самців. Яйця самки відкладають у ґрунт або на рослини. Плодючість самок коливається від 1 до 6 тис. яєць.

Представників родини вивчено слабо через тривалий цикл розвитку і складну діагностику, особливо у фазі личинки. Ці обставини ускладнюють розробку технологій масового розмноження і вивчення кормової спеціалізації, яка в окремих видів досить широка. Наприклад, *Hexameris albicans* Seib. паразит колорадського жука, непарного шовкопряда, капустяної та деяких інших видів совок. *Mermis longissima* Fedtch. паразит перелітної

сарани; *Psammomermis korsakovi* Polosch. і *Psammomermis kulagini* Polosch. паразити східного травневого жука тощо.

### Запитання для самоперевірки

1. Що таке «інфекційність», «патогенність» і «вірулентність» збудників хвороб шкідників рослин?
2. Назвіть групи хвороб шкідників рослин.
3. Основні грибні хвороби комах – шкідників рослин та їхні збудники.
4. Симптоми і мікроскопічна картина грибних хвороб комах – шкідників рослин.
5. Бактеріози комах, симптоми, основні збудники.
6. Охарактеризуйте бактерію *Bacillus thuringiensis*.
7. Назвіть збудника і симптоми «мишиного тифу» гризунів.
8. Вірусні хвороби комах, основні типи, симптоми, мікроскопічна картина.
9. Протозойні хвороби комах – шкідників рослин, збудники і симптоми.
10. Нематодні хвороби комах – шкідників рослин, основні види і симптоми хвороб.

## 5. МІКРООРГАНІЗМИ – АНТАГОНІСТИ ЗБУДНИКІВ ХВОРОБ РОСЛИН

У природному середовищі – у ґрунті, на залишках рослинного і тваринного походження, на рослинах у період вегетації є мікроорганізми у вигляді співтовариств-асоціацій, усередині яких складаються різноманітні зв'язки. Ці зв'язки між різними групами мікроорганізмів характеризуються широким діапазоном різних форм: від мирного співжиття – симбіозу, до явного антагонізму і його крайньої форми – паразитизму. Явище антагонізму, широко розповсюджене серед ґрунтових мікроорганізмів, проявляється в такий спосіб: продукуванням антагоністами антибіотиків, ферментів і інших речовин, шкідливих для фітопатогенів; конкуренцією за використання факторів зовнішнього середовища, необхідних для життєдіяльності патогенів; прямою дією на патогенні гриби – гіперпаразитизмом.

Для використання явища антагонізму в боротьбі з хворобами рослин необхідні дослідження, що стосуються пошуку, виділення і вивчення антагоністичних організмів у культурі; вивчення їхніх взаємин з фітопатогенними організмами в умовах *in vitro* і в природних польових умовах; розробки конкретного методу біологічної боротьби з хворобою і, нарешті, включення цього методу в програму інтегрованого захисту культури. Нині проводять активний пошук антагоністів збудників найбільш шкодочинних захворювань рослин, вивчають характер їхньої антагоністичної активності в умовах *in vitro*. Мікроорганізм, придатний для одержання ефективного біопрепарату, повинен проявляти антагоністичну активність проти патогенів за різних умов.

Розвиток біологічного методу припускає: пошук агентів біологічної боротьби там, де вони діють у природних умовах; перевірку і оцінку великого числа антагоністів у лабораторних умовах і польових дослідах; розробку методу масового розведення і виробництва біологічних препаратів на основі найбільш активних організмів чи продуктів їхнього метаболізму; розробку методу ефективного застосування біопрепаратів для боротьби з хворобами рослин.

Принципи використання мікробів-антагоністів у рослинництві було розроблено Н.А. Красильниковим ще в 1953 р. На думку Н.А. Красильникова, до будь-якого збудника хвороб рослин

бактеріального, грибного, актиноміцетного чи протозойного походження можна підібрати антагоністів.

На сьогодні накопичено великий фактичний матеріал, що свідчить про перспективність застосування мікробів-антагоністів у боротьбі зі збудниками хвороб рослин. Включення прийомів біологічної боротьби до комплексної системи захисту культури від хвороб, як правило, підвищує їх ефективність.

### 5.1. ГРИБИ – АНТАГОНІСТИ ФІТОПАТОГЕНІВ

Важливу роль у придушенні розвитку фітопатогенів приділяють грибам-антагоністам. За формою антагоністичної дії на фітопатогенів гриби-антагоністи поділяють на дві групи: перша – види, що проявляють свій антагонізм щодо фітопатогенів за типом **антибіозу**, тобто продукуванням антагоністами антибіотиків, ферментів та інших біологічно активних речовин, шкідливих для фітопатогенів, або конкуренцією за використання факторів зовнішнього середовища, необхідних для життєдіяльності фітопатогенів; друга – види що паразитують на структурах фітопатогенів, використовуючи їх як живильний субстрат, і які мають назву **гіперпаразити**, тобто види, що паразитують на паразитах рослин, або – паразити другого порядку.

Найбільше число мікроорганізмів-антагоністів фітопатогенів з різних таксономічних груп зосереджено в ґрунті. Ці види за певних умов можуть придушувати розмноження своїх конкурентів у ґрунті, чи безпосередньо в ризосфері і на поверхні коренів рослин. Це явище дало підставу для вивчення можливості використання таких антагоністів для оздоровлення ґрунту і навіть для захисту рослин від шкідливої мікрофлори.

Серед представників цієї групи антагоністів найбільше практичне значення мають гриби роду *Trichoderma* (клас *Deuteromycetes*, порядок *Hyphomycetales*). Вони характеризуються безбарвним міцелієм, що утворює білі, частіше зелені чи темно-зелені колонії. Конідії одноклітинні, майже кулясті (2,5–3,7 мкм), зібрані в голівки по 10–20 шт. на кінцях розгалужених конідієносців. Гриб також може утворювати кулясті хламідоспори розміром 7,5–15 мкм.

До роду *Trichoderma* відносять такі види *T. lignorum* (Tode) Harz; *T. harzianum* Rif.; *T. viride* S.E.Grey.; *T. koningii* Oud.;



*T. piluliferum* Rif.; *T. polysporum* Link et Pers.; *T. hamatum* (Bod.) Bain.; *T. aureoviride* Rif.; *T. longibrachiatum* Rif.; *T. pseudokoningii* Rif.

У природних умовах у ґрунті гриб живиться відмерлими напіврозкладеними рослинними рештками. Концентрується переважно біля кореневої системи рослин. При контакті з фітопатогенами активно проявляє антагоністичну активність. Проведеними дослідженнями доведено, що гриб-антагоніст проявляє комплексну дію на рослину і фітопатоген, зокрема:

- щодо ряду патогенів гриби *Trichoderma* проявляють біотрофні властивості як факультативні паразити. Продукуючи міколітичні ферменти, що викликають лізис клітинних стінок патогенів, мікопаразити впроваджуються в гіфи і спори останніх. Гіфи ряду штамів гриба *T. harzianum* під час взаємодії з фітопатогеном *Rhizoctonia solani* спіралью закручувалися навколо гіф патогена, викликаючи їхній лізис. Під впливом грибів *Trichoderma* spp. відбувається вакуолізація, коагуляція і руйнування цитоплазми клітин патогенних грибів, у тому числі і *Sclerotinia rolfisii* у результаті формування апресоріїв, гачків і кілець навколо гіфів патогена;

- гриби роду *Trichoderma* продукують цілий комплекс ферментів – геліказу, що сприяє руйнуванню клітинних стінок патогенів, глюконазу, хитиназу, що діють на однойменні полімери клітинних структур. З усього комплексу ферментів грибів роду *Trichoderma* домінуюче положення займає целюлаза, що сприяє конкурентному заселенню цим грибом ризосфери рослин;

- реакцією на взаємодію грибів *Trichoderma* і патогенів є утворення антагоністом летучих і нелетучих антибіотичних речовин (антибіотиків), таких як гліотоксин, віридин, сацукалін, аламецин. Гліотоксин активний щодо грампозитивних бактерій і комплексу фітопатогенних грибів, віридин – протигрибний антибіотик. Він характерний для жовтопігментних штамів грибів *Trichoderma*. Водночас гриб-антагоніст продукує антибіотики алкілпірини, що придушують розвиток деяких збудників грибних і бактеріальних хвороб. Наявність речовин, що відіграють біотичну й антибіотичну роль, було встановлено Ю.А. Холодним у 1944 р. Під впливом антибіотичних речовин фітопатогени розвиваються уповільнено або зовсім не розвиваються, знижується

спороутворення, гіфи грибів тоншають, деформуються;

- виділювані окремими штамми антагоніста мікотоксини й антибіотики у визначеній концентрації рулюють ріст і розвиток рослин, підвищуючи їхню хворобостійкість;

- знищуючи збудників хвороб рослин, гриби *Trichoderma* активно впливають на зміну структури ґрунту, тобто є ефективними біохімічними структуроутворювачами, поліпшують родючість ґрунту. При цьому кількість нітратів збільшується, а аміаку зменшується. Крім того, встановлено різке збільшення чисельності азотобактера.

Наявність джерел живлення, а також абіотичні фактори зовнішнього середовища – температура, вологість, рН середовища – впливають на розвиток грибів роду *Trichoderma* й активність їхньої взаємодії з патогенами. Зокрема, спори проростають тільки в умовах оптимальної вологозабезпеченості субстрату – 70–100 %. Оптимальною для розвитку *T. lignorum* є температура 24–28 °С, *T. harzianum* – 24–25 °С, а для *T. viride* – 35°С.

Оптимальною для більшості видів *Trichoderma* є кислотність ґрунту (рН) в межах від 4 до 6. У силу таких біологічних і екологічних умов розвитку гриби роду *Trichoderma* широко поширені в ґрунтах усієї земної кулі і проявляють активність щодо багатьох ґрунтових фітопатогенних грибів родів *Rhizoctonia*, *Altemaria*., *Armillaria*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Pythium*, *Pyoma*, *Phytophthora*, *Ascochyta*, *Helminthosporium*, *Colletotrichum* та ін.

На основі грибів роду *Trichoderma* розроблено і широко застосовують багато біологічних препаратів. Вони розрізняються складом живильних середовищ, які використовують для культивування гриба. Це висококонцентровані білково-вуглеводні середовища (зернівки ячменю, вівса, пшениці, кукурудзи), поверхнева культура гриба на здрібнених і пропарених органічних субстратах (солома, різні трави, полова, відходи зерна тощо), можливе використання торфу як середовища під час вирощування в лабораторних умовах певних штамів гриба *T. lignorum* глибинним способом. Розроблено технологію масового одержання препаратів у промисловості. Однак, як і при виробництві інших грибних препаратів, основними труднощами є занадто короткочасний (менше року) термін зберігання готового препарату.

Особливо перспективне використання триходермінів в умовах закритого ґрунту, де досягають найбільшого ефекту і де дуже небажано використовувати хімічних засобів захисту рослин.

Крім придушення розвитку ґрунтової інфекції, окремі види грибів з роду Триходерма виявилися ефективними і проти збудників хвороб рослин, що поширюються в повітряному середовищі. Це перш за все використання в закритому ґрунті проти аскохітозу і стеблових гнилей огірка препаратів на основі гриба *T. harzianum*.

Останнім часом кількість грибів-антагоністів, які використовують у захисті рослин від хвороб, значно збільшилася. Це насамперед гриби роду *Chaetomium* (клас *Ascomycetes*, порядок *Sphaeriales*).

Ці гриби – сапрофіти, розвиваються на відмерлих рослинних залишках, на насінні, у ризосфері в ґрунті, активно розкладають целюлозу. Деякі з них мають фунгіцидну, а також рістстимулюючу активність щодо багатьох видів рослин, що зумовлено виділенням ними антибіотиків та інших метаболітів, які поліпшують гумусний шар ґрунту і підвищують його родючість. *Chaetomium cochlioides* Kunz, *Ch. globosum* Kunz тощо утворюють великі кулясті або яйцеподібні перитеції на пухкому міцеліальному сірому або бурому сплетінні гіф. Оболонка перитеція перетинкова, непрозора, на вершині – вивідний отвір. Характерна ознака роду – наявність на перитеції пучків, прямих або вигнутих, простих або розгалужених придатків, будова яких характерна для кожного виду, наприклад, у *Ch. globosum* Kunz перитеції з хвилястими нерозгалуженими волосками. Сумки булавоподібні або циліндричні. Спори одноклітинні, еліптичні або лимоноподібні, зрілі – завжди темного кольору.

На основі гриба-антагоніста *Chaetomium cochliodes* розроблено біофунгіцид *Хетомік*, який застосовують для захисту рослин від таких хвороб: кореневі гнилі зернових і зернобобових культур; сіра та біла гнилі гороху, сої, соняшнику, овочевих культур; фузаріоз і фузаріозне в'янення гороху, сої, люпину, льону, багаторічних трав, овочевих культур; фузаріозна гниль і коренеїд цукрових буряків; звичайна і срібляста парша картоплі; ризоктоніоз картоплі та овочевих культур, а також поліпшення живлення рослин.

Вплив цього біопрепарату на рослини багатофункціональний. Біоагент препарату гриб-антагоніст активно колонізує кореневу систему та обмежує розвиток фітопатогенних грибів-збудників корневих гнилей сільськогосподарських культур. Крім живої культури гриба, біофунгіцид містить фітогормональні речовини, які за характером дії на рослини належать до ауксинів, гіберелінів і брасиностероїдів, а також арахідонову кислоту, яка є біогенним еліситором, що індукує системну імунну відповідь рослин на дію патогенів і несприятливих екологічних чинників. Розвиваючись і накопичуючись у зоні кореневої системи, біоагент хетомік захищає кореневу систему від фітопатогенів з моменту проростання насіння і до кінця вегетації рослин.

Доведено можливість застосування деяких видів з роду *Gliocladium* (клас *Deuteromycetes*), особливо виду *G. virens*, який проявляє комплексну дію – є антагоністом збудників хвороб рослин (*Pythium ultimum*, *R. solani* та інших ґрунтових грибів), а також покращує живлення рослин і стимулює їхній ріст і розвиток.

Гриби, що розвиваються на інших грибах, називають *мікофільними* або *мікопаразитами*, *паразитами другого порядку*, чи *гіперпаразитами*. Гіперпаразитизм дослідники часто розглядають як один із проявів мікробного антагонізму. У цю велику екологічну групу входить велике число видів, представники яких є у всіх класах грибів. За характером живлення гіперпаразити поділяють на біотрофні і некротрофні мікопаразити. Біотрофні гриби можуть житися вмістом тільки живих клітин. Вони звичайно вузькоспеціалізовані, не викликають швидкої загибелі хазяїна, а лише сповільнюють його ріст. Багато біотрофних видів грибів не ростуть на звичайних живильних середовищах. Із широко розповсюджених грибів цього типу відомий вид *Gonatobotrys simplex*, що паразитує на грибах роду *Альтернарія*.

Некротрофні паразити грибів спочатку убивають клітини хазяїна, виділяючи антибіотики чи спеціальні ферменти, а потім живляться вмістом відмерлих клітин. Ця група грибів спричиняє швидку загибель уражених структур, сильно сповільнює чи повністю придушує розвиток хазяїна. Розвиваючись на органах гриба, що утворюють спори, вони часто обмежують спороношення, знижують життєздатність чи викликають загибель спор, які утворюються. Представники цієї групи грибів звичайно добре ростуть у лабораторії на живильних середовищах. Тому

некротрофні паразити грибів і гіперпаразити змішаного типу становлять інтерес для біологічного захисту рослин.

Гриби роду *Ampelomyces* (= *Cicinnobolus*) **порядку Pycnidiales класу Недосконалих грибів (Deuteromycetes)** паразитують у клітинах борошністоросяних грибів, інколи пероноспорівих і деяких видів недосконалих грибів. Уражує конідіальне спороношення і клейстотеції хазяїна. На конідіальному нальоті борошністо-росяних грибів утворюються бруднувато-сірі плями, що часто поступово покривають весь наліт. Пікніди гіперпаразита утворюються на міцелії, конідіях і клейстотеціях хазяїна. Вони звичайно неправильної форми, світло-коричневі чи коричневі, з чітким сітчастим малюнком. Конідії, що виходять з пікнід, утворюють навколо пікнід спорову масу, переносяться краплями дощу і заражають нові осередки збудника борошністої роси. При сильному розвитку ампеломіцеса утворення конідій і аскоспор цілком пригнічується.

Гіперпаразита можна знайти на борошністо-росяних грибах з початку літа і до осені. Особливо інтенсивно він розвивається після дощів. Зимує гриб у клейстотеціях хазяїна на листках і бруньках деяких видів рослин.

Систематику роду вивчено недостатньо. Описано понад 35 видів, частіше на основі рослин, на яких розвивається борошніста роса.

Простота пошуку в природі і можливість вирощування на штучних середовищах зумовлюють перспективність використання грибів цього роду в біологічному захисті рослин у вигляді біопрепарату *ампеломіцину*. Зокрема, отримано хороші результати при застосуванні препарату на огірках у теплицях проти борошністої роси. Проводять спроби використання грибів цього роду в боротьбі з борошністо-росяними грибами і на різних культурах відкритого ґрунту.

Гриб *Дарлюка нитчата (Darluca filum Cast.)* належить до гіперпаразитів іржастих грибів і входить до складу порядку **Сферонсидальні класу Deuteromycetes**. Дарлюка уражує іржасті гриби переважно в уредостадії, але може траплятися також на ецидіях і телейтопустулах. Природні популяції дарлюки складаються з багатьох штамів, що розрізняються за вірулентністю щодо різних видів хазяїнів.

Розвиваючись на пустулах іржастих грибів, дарлюка утворює білий, частіше малопомітний, міцелій, а на ньому дрібні кулясті пікніди діаметром 50–200 мкм, які помітні під лупою у виді маленьких чорних кульок. У пустулі їх від 1–3 до декількох десятків. У кожній пікніді утворюється 6–8 тис. безбарвних спор, веретеноподібних, з однією перегородкою і нитчастими придатками на кінцях. Вони склесні слизом і виходять з пікніди у вигляді довгої білуватої чи сіруватої нитки. Потрапляючи на рослину, спори проростають у краплі води. Якщо рослина не заражена іржею, спори, що проросли, гинуть; якщо вони проростають у пустулі хазяїна чи поблизу від його уредоспор, розвивається міцелій паразита, що оточує гіфи і спори хазяїна і живиться їхнім вмістом.

Інтенсивний розвиток гриба відбувається за високої відносної вологості повітря і температури в межах 12–26 °С. Процес формування пікнід після зараження пустул іржастого гриба триває 5–7 днів, і за вегетаційний період розвивається кілька поколінь гіперпаразита.

На рослинних залишках зимують пікніди гриба чи його сумчаста стадія *Eudarluca caricis*, що належить до підкласу Локулоаскоміцетів класу Аскоміцетів. У районах з підвищеною вологістю гіперпаразит може знижувати ступінь ураження рослин іржею, розвиваючись за рахунок природного вогнища інфекції чи штучного поширення спор гіперпаразита.

Гриб *Коніотіріум* (*Coniothyrium minitans* Camp.) паразитує на грибах, що утворюють склероції (*Sclerotinia*, *Claviceps*, *Botrytis*, *Sclerotium* та ін.). До них належать гриби-збудники білої гнилі соняшнику, моркви, огірка, цибулі, тютюну, махорки, рака конюшини та ін. Гіперпаразит уражає і руйнує зимуючі склероції грибів-фітопатогенів.

Гриб *Трихотеціум розеум* (*Trichothecium roseum* Link.) відносять до порядку *Гіфоміцети* класу *Deuteromycetes*. На відміну від зазначених вище некротрофних паразитів, що трапляються в природі лише у співтоваристві з хазяїнами, трихотеціум часто живе як сапрофіт на рослинних субстратах, а іноді навіть паразитує на ослаблених рослинах, проникаючи через механічні ушкодження епідермісу або його відмерлі під впливом фітопатогенного гриба клітини. Водночас як некротроф він добре росте на штучних живильних середовищах, розвивається на

склероціях різних грибів, на спороношеннях збудників парші яблуні і груші, іржастих, сажкових і багатьох інших видах грибів. Розвиток уражених структур грибів затримується, або вони гинуть, і на них утворюється яскраво-рожевий порошистий наліт конідіального спороношення гіперпаразита.

Можливість трихотеціума паразитувати на грибах пов'язана з виділенням ним антибіотика трихотецину. Антибіотик убиває гіфи грибів, і гіперпаразит живиться їхнім умістом. Штами гриба, які не утворюють антибіотика, не здатні паразитувати на грибах. Антибіотик трихотецин придушує ріст багатьох фітопатогенних грибів. На його основі виготовляють біопрепарат Трихотецин.

## 5.2. БАКТЕРІЇ – АНТАГОНІСТИ ФІТОПАТОГЕНІВ

Деякі види бактерій використовують для боротьби з хворобами рослин. Можна виділити такі форми пригнічення бактеріями розвитку фітопатогенів різної природи: внутрішньоклітинний паразитизм і хижацтво, пригнічення за допомогою антибіотичних речовин (антибіотиками і бактеріозинами) міжклітинних стінок фітопатогенів літичними ферментами. Паразитизм бактерій, здатних до екзо- і ендопаразитизму в інших мікроорганізмах, а також хижацтво являє собою високий рівень спеціалізації, яка виникла в процесі еволюції. Живлення деяких бактерій іншими мікроорганізмами поєднується з сапрофітним живленням, що можна використати для їх накопичення на штучних живильних середовищах. З погляду практичного використання цікавий тип Бактерій-хижаків. Представники роду *Dictyobacter* утворюють мішкоподібні колонії з 100–200 окремих клітин, пов'язаних між собою плазмодесмами. Бактерії з роду *Pseudomonas* виявилися активними в придушенні розвитку збудників корневих гнилей і в'янення рослин. Замочування коренів розсади перед висаджуванням у ґрунт у культуральній рідині бактерії *P. tuscophaga* знижувало ураженість томатів фузаріозним в'яненням з 28,2 до 0,8 % і підвищувало врожай з 181 до 289 ц/га. Ефективна і передпосівна обробка насіння цією бактерією проти корневих гнилей пшениці, фузаріозу льону, чорної ніжки капусти і т. д.

У взаємозв'язках бактерій з іншими організмами особлива роль належить явищу бактеріоциногенності. Бактеріоцини складають групу антибіотичних речовин, для них характерна дуже

вузька спеціалізація. Завдяки їм відбувається внутрішньовидовий антагонізм бактерій. Перспективним є використання селекційних бактеріоциногенних штамів. Наприклад, збудник бактеріального раку *Agrobacterium tumefaciens*, що уражує близько 140 видів рослин, продукує бактеріоцини, які назвали агроцинами.

Використання бактеріальних антагоністів оснований головним чином на механізмі антибіозу, що регулює взаємини корисних і шкідливих (з погляду виробника сільськогосподарської продукції) мікроорганізмів. Як указують деякі дослідники, антибіоз грає найважливішу роль у зоні ризоплани (зона ризосфери, що оточує і корені і кореневі волоски рослин у межах до 100 мкм). Використання регуляторних механізмів спрямовано не на повне знищення популяції фітопатоген, а на істотне обмеження її розвитку і зниження шкідливості. Джерелом одержання штамів бактерій-антагоністів слугують супресивні ґрунти, у яких фітопатогени пригноблені, або еліміновані. Нині бактеріальні препарати проти хвороб рослин в основному виробляють на основі бактерій двох родів – *Pseudomonas* і *Bacillus*.

**Бактерії роду *Pseudomonas*.** Найвідоміші сапротрофні псевдомонади, що заселяють ризосферу, є природними регуляторами фітопатогенних мікроорганізмів. До них відносять *Pseudomonas fluorescens* Mig., *P. putida* (Trevisan) Mig., *P. aureofaciens* Kluver та інші види.

Завдяки наявності в ризоплані рослин *P. fluorescens* Mig. та інших флуоресціюючих псевдомонад нейтральні чи слаболужні ґрунти мають супресивні властивості. Бактерії добре засвоюють різні органічні субстрати, характеризуються швидким ростом, продукують антибіотики, бактеріоциди і сидерофори, а також стимулятори росту рослин. Завдяки цим властивостям псевдомонади проявляють антагоністичну дію на фітопатогени і стимулюють ріст рослин.

Серед антибіотиків, що продукуються псевдомонадами, виявлено феназин-1-карбонову кислоту, похідні флороглюцину (піролнітрин та ін.). Нині гени чи кластери генів, відповідальні за синтез антибіотиків у псевдомонад, клоновано, завдяки цьому їх можна переносити в інші штами. Такі штами як агенти біологічного захисту рослин повинні успішно конкурувати з іншими мікроорганізмами ризосфери і виживати протягом тривалого періоду. Це значною мірою забезпечує здатність до синтезу



різноманітних антибіотиків. Слід зазначити, що піролнітрин, виділений з *P. pyrrocinia*, давно використовують у захисті рослин. Проте ця речовина виявилася нефотостабільною. Однак штучно синтезовані його фотостабільні аналоги – фенприклоніл і флудиоксоніл широко застосовують як фунгіциди.

Важливу роль в обмеженні чисельності фітопатогенних мікроорганізмів відіграють продуковані псевдомонадами сидерофори — сполуки, які транспортують залізо. Їхня важлива особливість – здатність утворювати стабільні комплекси з тривалентним залізом. Зв'язуючи іони тривалентного заліза в ґрунті, сидерофори позбавляють багато видів фітопатогенних грибів необхідного елемента живлення, що призводить до припинення розвитку останніх. Найвідоміший сидерофор – псевдобактин (пиовердин), інгібує розвиток фітопатогенів: *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phytophthora megasperme* та інших грибів, а також деяких бактерій, наприклад, *Erwinia carotovora*. Псевдомонади продукують сидерофори лише в умовах дефіциту заліза.

***Pseudomonas fluorescens* Mig.** Палички розміром 0,7–0,8×2,3–2,8 мкм. Колонії на МПА круглі, плоскі, підняті чи опуклі, цільні, гладкі, світлопроникні, іноді шорсткуваті. Культури бактерії продукують флуоресціюючий пігмент (голубий чи слабо-коричневий). Трапляються апігментні штами. Цей вид псевдомонад розповсюджений у різoplanі пшениці, кукурудзи, соняшнику, люцерни й інших рослин. Різними авторами показано можливість пригнічення цією бактерією таких фітопатогенних організмів, як *Septoria tritici*, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, *Agrobacterium tumefaciens*. Ці дані свідчать про перспективність створення біопрепаратів на основі флуоресціюючих псевдомонад. На сьогодні найвідоміші такі препарати: Планріз, Агат-25к, Псевдобактерин, Гаупсин та ін.

**Бактерії роду *Bacillus*.** З аеробних спороутворюючих бактерій найбільше значення як біологічний агент проти фітопатогенів має *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn. В останні роки отримано дані про можливість використання в захисті рослин від хвороб також *Bacillus mycoides* F1. і *Bacillus cereus* Frankl.

Ці дані становлять великий інтерес у зв'язку з перспективою використання бактеріальних агентів для одночасного знищення комах-шкідників рослин і фітопатогенів.

*Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn. Бактерія відома за назвою сінної палички. Поширена в ґрунті, воді, повітрі. Як правило, *B. subtilis* утворює на живильному опуклому середовищі колонії ризоїдної форми. Добре росте на МПА, пептонно-кукурудзному агарі й інших середовищах. Розмір клітин – 0,7–0,8×2–3 мкм. У ґрунті бактерії перебувають у вигляді спор, чи вегетативних кліток. За певних температур ґрунту велика частина бацил утворює спори. Чим вищий рН (лужні ґрунти), тим більший відсоток спор *B. subtilis*. Бацили добре розвиваються в ризосфері ячменю, кукурудзи, рису.

Бактерії *B. subtilis* – найпродуктивніші представники роду *Bacillus* за синтезом антибіотиків (більше 70). Деякі з цих антибіотиків пригнічують ріст фітопатогенних мікроорганізмів, і на основі окремих штамів цієї бактерії виробляють біопрепарати: Бактофіт, Фітоспорин, Фітоцид, Фітодоктор та ін.

В останні роки вітчизняні і закордонні вчені отримали дані про антагоністичну активність ряду інших бактерій щодо збудників хвороб рослин. Було доведено, що бактерія *Serratia marcescens* Візіо, відома раніше як збудник хвороб комах, має антагоністичні властивості стосовно окремих фітопатогенів. Крім того, встановлено антигрибну активність бактерій-симбіонтів ентомопатогенних нематод. Деякі ізоляти бактерії *Xenorhabdus nematophilis* з нематодою *Steinernema carpocapsae* і *Xenorhabdus bovienu* зі *S. feltiae* цілком інгібували ріст і розвиток таких фітопатогенів, як *Botrytis cinerea*, *Pythium coloratum*, *P. ultimum* та ін.

### 5.3. ВІРУСИ – АНТАГОНІСТИ ФІТОПАТОГЕНІВ

Віруси, які паразитують на бактеріях, називають бактеріофагами. Фаги відомі в багатьох бактерій. Вивчені вони досить нерівномірно. Фаги позначають, як правило, за видовою назвою бактерій-хазяїнів. Вони мають складну морфологічну структуру, що забезпечує збереження і транспортування спадкової інформації клітини хазяїна.

У літературі з фітопатології вказують на можливість захисту рослин від бактеріозів за допомогою фагів. Проте практичних успіхів у цьому напрямі поки що немає, хоча в майбутньому вони не виключені.

Віруси, пов'язані з фітопатогенними грибами, уперше виявлено в 60-х рр. ХХ ст. Нині вони відомі майже серед усіх

класів грибів. З погляду використання у біологічному захисті рослин від хвороб інтерес становлять насамперед віруси, які репродукують і лізують клітини цих грибів. Вірусні частки виявлено в багатьох фітопатогенних грибів, у тому числі: *Ustilago maydis*, *Periconia circinata*, *Helminthosporium maydis*, *Sclerotium cepivorum*, *Ophiobolus graminis*, *Pericularia oryzae*. Це здебільшого помірні форми інфекційних агентів, що істотно не впливають на фітопатогенів. Проте не виключена наявність активних штамів міковірусів у природі. Існують і можливості експериментального підвищення активності існуючих форм.

Відомі випадки використання окремих видів вірусів як засобу біологічної боротьби з деякими грибними хворобами рослин – вірус мозаїчності сої і стеблова іржа, вірус мозаїки огірка й антракноз, вірус мозаїки огірків і кладоспоріоз.

Дослідження, проведені в США, свідчать, що при місцевому зараженні огірка вірусом некрозу тютюну з'являється індукована стійкість до антракнозу, причому ступінь стійкості збільшувалася зі зростанням концентрації очищеного вірусу. Видалення заражених вірусом листків не впливало на індуковану стійкість до антракнозу листків, що залишилися.

Отже, використання біологічних препаратів на основі антагоністичних мікроорганізмів є дуже перспективним напрямом біологічної боротьби з хворобами сільськогосподарських культур. Широкому застосуванню мікробів-антагоністів у практиці рослинництва має сприяти детальне вивчення біології антагоністів, їх екології та умов антимікробної діяльності. Тому сьогодні залишається актуальним пошук нових мікробів-антагоністів, удосконалення способів їхнього застосування, уточнення доз застосування залежно від умов росту і розвитку рослин, збудників захворювань, розробка комплексних біологічних заходів захисту рослин.

#### **Запитання для самоперевірки**

1. Дайте характеристику грибам роду *Trichoderma*.
2. Охарактеризуйте гриби-гіперпаразити із класу *Deuteromycetes*.
3. Назвіть бактерії антагоністи фітопатогенів роду *Pseudomonas*.
4. Охарактеризуйте основні види бактерій антагоністів збудників хвороб рослин роду *Bacillus*.
5. Що таке «бактеріофаг»?

## 6. ПРОДУКТИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ОРГАНІЗМІВ І ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В БІОЛОГІЧНОМУ ЗАХИСТІ РОСЛИН

Утворення спеціальних речовин, що містять інформацію про загальний функціональний стан клітини, виявлено вже у прокариотів. За дефіциту живильних компонентів чимало видів бактерій виділяють у довкілля речовини, які сигналізують про необхідність стримування подальшого поділу клітин і зростання чисельності популяції. Типовим і поширеним прикладом таких сигналів є продукування різними видами мікроорганізмів антибіотиків.

У багатоклітинних форм еукаріот завдяки хімічним сигналам забезпечується інтеграція всіх життєво важливих процесів. Без хімічних сигналів існування живого організму було б неможливим. Показовим прикладом міжклітинної хімічної взаємодії є гормональна регуляція росту, розвитку і розмноження організмів. Прояв і форми хімічної взаємодії між клітинами багатоклітинних організмів складні, різноманітні і в багатьох випадках залишаються і досі невивченими. Водночас пізнання механізмів обміну інформацією між різними групами клітин у багатоклітинному організмі дуже необхідне для плідного розвитку нових напрямів у захисті рослин. Досить навести приклад з відкриттям личинкового або ювенільного гормону линяння, що дало змогу створити принципово нові, високоселективні препарати для захисту рослин.

Внутрішньовидові і міжвидові зв'язки ґрунтуються також на хімічних сигналах. Показовим прикладом внутрішньовидової комунікації є хімічні речовини, що виконують сигнальні функції, відомі як статеві феромони, які продукують самки для приваблювання самців. Поширені випадки хімічної сигналізації про небезпеку, заселеність території, необхідність оборони тощо. Пізнання внутрішньовидової хімічної комунікації створило широкі можливості для регулювання чисельності шкідливих видів фітофагів.

Міжвидовий обмін інформацією, властивий живій природі, проходить за допомогою різноманітного потоку багатьох хімічних речовин. Тип взаємодії, пов'язаний з передачею хімічної інформації від організму до організму, називають *семіохімічним*. Відомий дослідник хімічної взаємодії в живій природі М. Флоркін зазначає, що мікроорганізми, рослини і тварини живуть у світі, насиченому

хімічними сигналами. У будь-якій спільноті живих організмів відбувається безперервна циркуляція специфічних молекул, або макромолекул – носіїв певної інформації.

Важливу роль у семіохімічній взаємодії відіграють, насамперед, продукти вторинного метаболізму. Вони різноманітні за хімічною будовою і надзвичайно важливі для життя всього організму, Сьогодні відомі десятки тисяч речовин, що є продуктами вторинного метаболізму, і їх кількість дедалі зростає. Це аліфатичні карбо- і гетероциклічні сполуки, азот-, кисень- і сірковмісні речовини, глікозиди, пептиди та інші речовини, що несуть різноманітні функціональні угруповання (аміно-, нітро-, гідрокси-, карбоксигрупи та ін.).

Мікроорганізми, рослини і тварини продукують і загальні вторинні метаболіти, і специфічні, властиві лише одній із названих трьох груп живих організмів. Відоме утворення у всіх трьох груп азотвмісних вторинних метаболітів (алкалоїди, аміни, небілкові амінокислоти), терпеноїдні сполуки (моно-, сескві-, ді-, та тритерпени), фенольні та деякі інші речовини. Є речовини, властиві лише мікроорганізмам, рослинам чи тваринам. Зокрема, пептидні антибіотики (пеніцилін, цефалоспорин) продукують тільки мікроорганізми; ті, що містять глікозиди – гліукозинолати, проявляються лише в окремих родин вищих рослин; ціаногенні глікозиди і стероїди – карденоліди – у рослин і деяких комах.

Найважливішими для біологічного захисту рослин від шкідливих організмів є такі групи природних біологічно активних речовин: токсини, антибіотики, фітоалексини, фітонциди, гормони, атрактанти, репеленти, детергенти, аллелохеміки, феромони, алломони, кайромони, синомони.

## **6.1. ТОКСИНИ**

Токсичні речовини продукують у процесі життєдіяльності майже всі групи живих організмів. Розрізняють мікробні, рослинні і зоотоксини. Хімічна природа і механізм дії токсинів досить різноманітні. Чимало токсичних речовин біологічного походження застосовують у захисті рослин. При цьому неабияке значення мають деякі специфічні властивості токсинів, насамперед – селективність дії, висока токсичність у мінімальних дозах,

швидкість дії на види-мишені, здатність швидко розпадатися в умовах навколишнього середовища.

Мікробні токсини продукують здебільшого бактерії, гриби та багато видів прісноводних і морських мікроводоростей. Розрізняють два типи мікробних токсинів – екзотоксини і ендотоксини.

Екзотоксини, або справжні токсини, виробляє мікробна клітина в процесі вегетативного росту. Крізь її стінку вони потрапляють у довкілля. Ендотоксини утворюються всередині мікробної клітини, нерідко мають кристалічну структуру і вивільняються лише в разі загибелі і руйнування мікроорганізму.

Бактеріальні токсини, що діють летально на шкідливі види членистоногих, відносно мало вивчено, їхньої єдиної класифікації немає. Крім поділу на дві групи за місцем утворення в бактеріальній клітині (ендо- і екзотоксини) враховують при класифікації чутливість токсинів до температури (термолабільні і термостабільні), хімічну природу тощо. До бактеріальних токсинів інсектицидної дії відносять такі ферменти, як лецитиназа, гіалуроцидаза, фосфотаза, протеаза. Перелічені ферменти, що мають інсектицидні властивості, продукує ряд видів бактерій. Утворення лецитинази виявлено у багатьох видів ентомопатогенних бактерій. У патології комах лецитиназу вивчали як один із факторів патогенності бактерій групи *B. thuringiensis*, *B. cereus* та деяких інших.

Чимало видів бактерій виробляють протеази. Серед них такі ентомопатогенні форми, як *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Serratia marcescens* та ін.

Більшість спеціалістів з інфекційної патології комах виділяють три найуживаніших критерії, які використовують для класифікації токсинів: 1) анатомічний – за місцем, де бактеріальна клітина виробляє токсини; 2) механізм або місце дії у сприйнятливому господареві; 3) структура молекули токсину.

Як уже зазначалося, за розміщенням токсини поділяють на дві основні групи: ендотоксини, що містяться всередині бактеріальної клітини, і екзотоксини – розчинні речовини, що виділяються з бактеріальної клітини у процесі її розвитку в субстраті.

**Ендотоксини**, що селективно діють на комах, відносно добре вивчено в бактерій групи *B. thuringiensis*. Це кристалічні утворення, що є постійною ознакою цієї групи бактерій і відіграють важливу

роль в їх ентомопатогенній властивості. Форма кристалів токсину у *B. thuringiensis* варіює в досить широких межах. Найчастіше трапляються біпірамідальна, сферична, квадратна або невизначених обрисів. Ендотоксин утворюється водночас із формуванням спор. У більшості різновидів *B. thuringiensis* утворення спор і кристала супроводжується розпадом залишків стінки спорангіуму, унаслідок чого токсин потрапляє в навколишнє середовище. У складі білка ендотоксину – 18 амінокислот. Кристал нерозчинний у воді, проте руйнується в лужних розчинах. Токсичність кристалів для певних видів комах зумовлена ферментативною деградацією токсину в лужних середовищах. Зруйновані компоненти кристалічного ендотоксину призводять до паралічу кишечника, що звичайно супроводжується значними змінами структури епітелію його середнього відділу. На початку контакту з токсичними компонентами клітини кишкового епітелію посилюють секреторну діяльність, потім зневоднюються і відокремлюються одна від одної та від базальної мембрани. На пізніх стадіях впливу токсину клітини цілком руйнуються. Ці деструктивні процеси зумовлені зростанням проникності мембран, зокрема оболонки мітохондрій, для іонів калію.

Сьогодні серед досить значного розмаїття підвидів або серотипів бактерій *B. thuringiensis* виділяють три типи кристалічних ендотоксипів, що різняться між собою за формою й інсектицидним ефектом. Один з них, характерний для переважної більшості підвидів, у типовому випадку має біпірамідальну форму і високо-токсичний для гусениць багатьох представників лускокрилих. Інший, продукований *B. thuringiensis* subsp. *israilensis*, овоїдний за формою і токсичний для личинок двокрилих, насамперед комарів (*Culicidae*) і мошок (*Simulidae*). Нарешті, третій, що продукує підвид *B. thuringiensis* subsp. *tenebrionis*, чотирикутної форми, ефективний проти представників ряду твердокрилих.

Екзотоксини виділяють бактеріальні клітини в довілля під час активного росту і розмноження. Вони мають ряд специфічних властивостей: імунохімічно є окремими антигенами; здатні переходити в культуральний субстрат; є білками з високою молекулярною вагою; здатні в малих дозах пошкоджувати сприйнятливого господаря. Бактерії продукують різноманітні за хімічною природою і специфічністю дії екзотоксини. Серед них, найбільше значення для захисту рослин від шкідників, має

термостабільний екзотоксин *B. thuringiensis*. За своєю природою ця речовина близька до нуклеотидів, які, потрапляючи в організм комах, порушують АТФ-метаболізм. Термостабільний екзотоксин за своєю біоцидною активністю малоспецифічний і спричиняє загибель широкого кола комах та інших безхребетних.

Бактеріальні токсини класифікують і за місцем або механізмом їх дії на організми. У першому випадку беруть до уваги спорідненість токсинів щодо певних тканин. При цьому токсини, що діють на нервові клітини, називають нейротоксинами, ті, які пошкоджують кишковий тракт, – ентеротоксинами, токсини, що спричиняють розпад формових елементів крові, – гемолізинами, а токсини, які зумовлюють розрив тканин, – некротоксинами тощо. Зважаючи на всю зручність цієї класифікації, користуватися нею складно, оскільки досить непросто визначити справжню причину патологічних змін в організмі. Крім того, токсини нерідко проявляють спорідненість щодо кількох тканин одночасно.

Класифікація бактеріальних токсинів за механізмом дії на організми ґрунтується на біохімічних критеріях. Звичайно токсини за їх біохімічною активністю є ферментами або інгібіторами ферментів. У більшості випадків біохімія патологічних процесів, що відбуваються під час взаємодії бактеріальних токсинів з організмом шкідливих фітофагів, залишається не вивченою.

Класифікація токсинів за структурою молекули найскладніша і найменш інформативна. У рамках класифікації за молекулярною структурою розрізняють три основних типи токсинів – прості, складні і хімічні суміші.

**Токсини грибів** віднесено до різних груп хімічних речовин, зокрема кислот, похідних стероїдів, ароматичних сполук тощо. Гіфоміцетні та ентомофторові гриби, що уражують ряд видів безхребетних, у тому числі шкідників сільськогосподарських і лісових культур, здатні спричиняти в господарів інфекційний процес з проявом токсикозу. У науковій літературі є численні приклади, що засвідчують ентомо- та акарицидну активність фільтратів культуральної рідини та екстрактів багатьох видів ентомопатогенних грибів. Вивчені на сьогодні в хімічних та біохімічних аспектах токсини грибів ділять на дві великі групи: низькомолекулярні і високомолекулярні. Проте значна частина токсичних речовин, продукованих грибами, залишається маловивченою.



До низькомолекулярних токсинів належать афлотоксини, деструкцини та деякі інші. Афлотоксини продукують гриби *Aspergillus fravus* та *A. parasiticus*. Вони являють собою комплекс споріднених токсичних сполук, так званих афлотоксинів В<sub>1</sub>, і В<sub>2</sub>. У їх складі переважає афлотоксин В<sub>1</sub>. Афлотоксини активні щодо різних груп шкідників рослин, зокрема деяких видів совок та інших комах.

Різні форми деструкцинів виділено з гриба *Metarhizium anisopliae* (Meisch.) Sor. Це – циклічні поліпептидні речовини із широким спектром біоцидної активності, у тому числі й інсектицидної. Близький за хімічною природою до деструкцинів боверин, продукований з гриба *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., – токсичний для різних видів шкідників рослин. Важливу роль у патогенезі мікозів, спричинюваних ентомопатогенним грибом *B. bassiana*, відіграє бассіанолід, що належить за хімічною структурою до циклодепсипентидів. Бассіанолід продукує також гриб *Verticillium lecanii* Zimm.

Різні види токсинів виділяють високоспеціалізовані ентомопатогенні гриби. Зокрема, *Entomophthora apiculata* (Thax) Gustafs., *E. coronata* Cost., *E. thaxteriana* Petch. у процесі культивування утворюють речовини білкової природи, які токсично діють на комах та кліщів.

Дія токсинів різних ентомо- та акарипатогенних грибів на комах і кліщів багато в чому схожа. Комахи під впливом токсинів втрачають координацію рухів, апетит, у них порушуються процеси росту, розвитку й диференціювання, у результаті чого вони гинуть. Нерідко спостерігається стерилізуючий вплив токсинів на чутливих господарів. Токсини *Beauveria bassiana* спричиняють патологічні зміни в ядрах їхніх клітин. Звичайно на ядерній мембрані спостерігаються значні нашарування хроматину, помітні зменшення каріоплазми. Під впливом токсинів ентомофторових грибів до патологічного процесу також залучаються ядра клітин жирового тіла та гемоцитів. При цьому порушується структура хроматину. Токсини гриба *M. anisopliae*. при взаємодії з клітинами тканин жуків-коваликів зумовлюють специфічні ультраструктурні зміни органел, руйнуються метахондрії та мембрани ендоплазматичного ретикулуму.

У всіх випадках вплив токсинів грибів на організми супроводжується якісними і кількісними змінами формених елементів ге-

молімфи комах. У їхньому тілі різко зростає кількість мертвих та патологічних клітин.

Токсини звичайно є істотними факторами вірулентності ентомопатогенних грибів. У багатьох випадках відбір їх активних штамів проводять за ознакою токсинуотворення.

Біологічно активні речовини, токсичні для різних груп фітофагів, синтезуються, а також нагромаджуються у тканинах рослин. Токсини рослин, будучи факторами імунітету, виконують захисні функції і дедалі ширше застосовуються в регулюванні чисельності багатьох видів фітофагів. Селекцію культурних рослин здійснюють саме в напрямі збільшення вмісту в їх тканинах певних груп токсичних речовин щодо фітофагів.

Люди здавна використовували певні види рослин для боротьби зі шкідниками культурних рослин і з побутовими шкідниками і паразитами. Чимало видів рослин містять ті або інші речовини, що діють токсично лише на певні види фітофагів, тобто, для них характерна селективність. Сучасна класифікація токсинів рослин включає сім категорій: фітогемаглютини, інгібітори ферментів, полісахариди, цианогени, сапоніни, алкалоїди.

Фітогемаглютини являють собою вуглеводневмісні білки. Їм властива здатність спричинювати агглютинацію еритроцитів, звідки і назва токсинів. Фітогемаглютини значно поширені в різних систематичних групах рослин. Серед них деякі смертельно отруйні для личинок певних видів комах.

Інгібітори амілаз комах виявлено в насінні пшениці і деяких видів бобових. У насінні земляного горіха, сої, нуту й інших бобових містяться інгібітори протеаз комах, зокрема, хрущака борошняного.

Стійкість рослин квасолі до личинок квасолевої зернівки *Callosobruchus chinensis* L. пов'язана з наявністю складного полісахариду, частка якого становить близько 1 % від сухої маси насіння.

Іншою важливою групою токсинів рослин є цианогени. Відомо більше тисячі рослин, що синтезують синильну кислоту. Цианогени, що містяться в рослинах, є цианогенними глікозидами або цианогенними ліпідами. Цианогени токсичні для різних груп тварин, у тому числі й комах.

Сапоніни особливо токсичні для пойкилотермних тварин. З погляду хімії вони є глікозидами, у яких нецукрова частина

молекули репрезентована стеролом чи тритерпеном. Вміст сапонінів нерідко варіює в різних частинах рослини і може змінюватися в процесі їх росту і розвитку.

Особливе значення як токсини рослин мають алколоїди, у тому числі в захисті рослин від шкідників – нікотин. Цей алколоїд виділено з 18-ти видів роду *Nicotiana*. Нікотин виділяють з тютюну *N. tabacum* та махорки *N. rustica*, у яких вміст алколоїду становить від 6 до 18 %.

Із середньоазійського чагарника – *Anabasis aphylla* (родина *Chenopodiaceae*) виділено близький з нікотином алколоїд – анабазин.

У різних рослинах виявлено понад 200 амінокислот, що не входять до складу білків. Чимало їх діють як антиметаболіти, тобто є токсичними для деяких видів фітофагів.

Крім наведених семи груп токсичних речовин, які продукують рослини, відомо чимало інших сполук, що не включено в наведену схему. Незважаючи на різноманіття токсичних сполук рослинної природи, лише деякі з них застосовують у захисті рослин. Найвідоміші серед них – нікотин, ретрини, ретеноїди, рианодин, азадирахтини та ін.

Нікотин високоефективний проти попелиць та інших здебільшого дрібних членистоногих зі слабо хітинізованими покривами.

Серед ретринів як інсектициди віддавна застосовують пиретрум, виготовлений з висушених квітів *Crysanthemum cinerariifolium*. Сьогодні з пиретруму екстраговано й ідентифіковано активні речовини пиретрин I, пиретрин II, жасмолін I і жасмолін II. Ретринам властивий широкий спектр інсектицидної дії.

Ретеноїди, азадирахтини та деякі інші речовини з тропічних і субтропічних рослин широко застосовують як природні пестициди.

Чимало видів рослин на території України теж мають пестицидні властивості, зокрема – антивірусні, антибактеріальні, антитигрибні і зооцидні. У більшості випадків хімічна природа їх дії і механізм пестицидного впливу залишаються недослідженими.

Останнім часом посилився інтерес учених, спеціалістів-практиків і садівників-любителів до рослин з пестицидними властивостями. Нерідко їх застосовують проти шкідників у вигляді порошоків, відварів, настоїв.

Можливості використання рослин, що містять токсичні для фітофагів компоненти, майже невичерпні. Сьогодні в захисті рослин від шкідників і хвороб здебільшого використовують інформацію, що збереглася в старій літературі або народній практиці.

Ураховуючи відносно нетривалий період систематичних досліджень пестицидних властивостей рослин, а також видове різноманіття рослинних форм, можна передбачити відкриття нових можливостей і сфер застосування рослинної сировини для регулювання чисельності шкідливих організмів рослин.

## **6.2. АНТИБІОТИКИ**

Антибіотики, за визначенням Н. А. Красильникова, – такі антимікробні речовини, що утворюються мікроорганізмами в процесі їхньої життєдіяльності і мають специфічність впливу на визначені групи організмів (віруси, бактерії, актиноміцети, гриби, водорості, найпростіші). При цьому відзначають високу фізіологічну активність антибіотиків і специфічність їхньої дії, на відміну від інших продуктів метаболізму мікроорганізмів (органічні кислоти, спирти, аміак тощо), що вони виділяють у зовнішнє середовище в процесі антагоністичних зв'язків з іншими організмами.

На сьогодні відомо понад 3800 мікробних метаболітів, що виявляють антибіотичні властивості, і близько 35 тис. сполук отримано синтетичним шляхом у вигляді похідних і аналогів антибіотиків.

За останні 50 років проведено широкі випробування антибіотиків для боротьби зі збудниками хвороб рослин. Виявлено, що антибіотики мають деякі переваги в боротьбі з фітопатогенними мікроорганізмами порівняно з багатьма фунгіцидами. Вони легко проникають в органи і тканини рослин, і їхня дія меншою мірою залежить від несприятливих кліматичних умов; чинять антибактеріальну дію в тканинах рослин і порівняно повільно інактивуються; у дозах, рекомендованих до застосування, не впливають негативно на ріст і розвиток рослин і водночас вибірково діють на збудників їхніх хвороб – бактерії і гриби.

Більшість антибіотиків добре проникають у тканини рослин через стебла, листову поверхню і можуть потрапляти в насіння.

Установлено, що пеніцилін, унесений у ґрунт, уже через 30–40 хв надходив у верхівкові листки томатів. Швидкість проникнення в рослину визначається властивостями антибіотика. Особливо швидко проникають у тканини рослин антибіотики нейтральної і кислої природи – пеніцилін, хлорамфенікол, повільніше – амфотерні антибіотики – хлортетрациклін, окситетрациклін, та антибіотики-луги – стрептоміцин, неоміцин. Інтенсивність усмоктування антибіотика залежать також від віку рослин – молоді рослини більш активні. Розподіл антибіотика в тканинах рослини звичайно прямо пропорційний до швидкості поглинання. На процес поглинання, крім віку рослини, впливають і метеорологічні умови: у суху і теплу погоду він протікає більш інтенсивно.

Процес інактивації антибіотиків у тканинах рослин проходить менш інтенсивно, ніж у тканинах тварин, і значною мірою визначається видом рослини. У тканинах тварин уже через 1–2 год після введення препарату відбувається повне руйнування антибіотика. У тканинах черешні, наприклад, пеніцилін зберігав активність протягом доби, а в тканинах дерева абрикоса – 16–17 діб. Тривалий час зберігаються антибіотики і в трав'янистих рослинах.

Антибіотики класифікують за їхнім біологічним походженням, механізмом дії на організми і хімічним складом. У сфері біологічного захисту рослин використовують здебільшого класифікації, що ґрунтуються на біологічному походженні антибіотиків.

До першої групи відносять антибіотики, які продукують мікроорганізми з роду *Eubacteiales*, до другої – утворювані мікроорганізмами з роду *Actinomycetales*, до третьої – продуковані недосконалими грибами, до четвертої – базидіоміцетами та аскоміцетами, до п'ятої – лишайниками, водоростями і нижчими рослинами, до шостої групи включено антибіотики тваринного походження.

У захисті рослин застосовують переважно антибіотики 2-ї, 3-ї і 6-ї груп, на основі яких синтезують препарати, що пригнічують розвиток збудників різноманітних хвороб сільськогосподарських культур, а також гербіциди, інсектициди, або стимулятори росту рослин. Перевага антибіотиків як продуцентів живих організмів полягає в тому, що вони діють високоселективно і не забруднюють довкілля, оскільки швидко розпадаються на прості сполуки. У

зв'язку з існуванням проблеми виникнення резистентних форм мікроорганізмів у рослинництві застосовують здебільшого такі антибіотики, які не застосовують у медичній практиці.

Використання антибіотиків як одного з напрямків біологічного методу боротьби займає значне місце в системі заходів захисту рослин від хвороб. Препарати на основі антибіотиків мають визначені переваги перед звичайними пестицидами. Наприклад, обприскування рослин антибіотиками проводять у дуже низьких концентраціях, на одиницю оброблюваної площі потрапляє значно менша кількість з'єднань, ніж при застосуванні звичайних пестицидів. Крім того, антибіотики швидко розкладаються ґрунтовими мікроорганізмами, тому їх використання в сільському господарстві не призводить до забруднення навколишнього середовища. У процесі біологічного синтезу можливі виділення і виробництво активних з'єднань з дуже складною хімічною структурою, що нині не можна одержати шляхом хімічного синтезу. Використовуючи одне і те саме устаткування, можна виготовляти різні антибіотики, що знижує їхню собівартість. До недоліків антибіотиків відносять те, що вони є сумішшю структурно близьких сполук. Це утрудняє мікроаналіз і оцінку безпеки цих сполук. Але основним недоліком антибіотиків є розвиток стійкості до них у патогенів. Відзначають розвиток резистентності до антибіотиків, що виникає не тільки при вирощуванні патогенів на штучних живильних середовищах, але і в організмі рослин. Здатність збудників захворювань рослин до швидкої адаптації до антибіотиків знижує ефективність препаратів. З цієї причини небажано застосовувати антибіотики, які використовували для медичних цілей, проти збудників хвороб рослин.

Одним зі шляхів зниження небезпеки появи резистентності може бути використання суміші антибіотиків, що діють на різні ланки метаболізму патогенів, чи заміна одного антибіотика іншим через визначені проміжки часу. Розвитку резистентності можна запобігти і застосуванням антибіотиків, які не проявляють прямої дії на патоген, але сприяють збільшенню опірності рослини.

Необхідна умова використання антибіотиків – їхня нетоксичність для рослин. Такі антибіотики, як мицетин, субтилін, гліотоксин, клавацин, токсичні для рослин навіть у малих дозах. Субтилін, наприклад, пригнічує проростання насіння пшениці і

гороху в концентрації 1:100000, клавацин придушує ріст коренів злаків у співвідношенні 1:1000000, тоді як стрептоміцин, терраміцин, гризин можуть накопичуватися в тканинах рослин у концентраціях до 1000–500 од/г, а пеніцилін – навіть до 3000 од/г, не проявляючи токсичної дії. Однак великі концентрації пеніциліну (до 5000 од/г) викликають в'янення рослин. При безсистемному і тривалому застосуванні антибіотиків у лабораторних умовах зафіксовано випадки хронічного отруєння рослин, що проявляються в придушенні проростання насіння, пригніченні росту коренів і надземних частин, порушенні процесу утворення хлорофілу.

У практиці захисту рослин застосування високих доз антибіотиків звичайно немає необхідності. Антимікробна дія ефективного антибіотика проявляється звичайно в порівняно низьких дозах. Зокрема, пеніцилін придушує ріст бактерій у тканинах пшениці в концентрації 3–10 од/г, бактеріологічна доза стрептоміцину – 5–10 од/г, лікувальна доза антибіотика середньої токсичності – гризеофульвину – 5–10 од/г.

За кордоном для боротьби зі збудниками хвороб рослин виготовляють препарати, що являють собою і відомі медичні антибіотики, і суміші різних антибіотичних речовин з фунгіцидами під різними фірмовими назвами. До таких препаратів відносять: агристеп (37 %-ний сульфат стрептоміцину), фітоміцин (20 %-ний нітрат стрептоміцину), алриміцин-100 (сульфанат стрептоміцину з тераміцином), фітостреп (15 %-на суміш стрептоміцину з окситетрацикліном у співвідношенні 10:1) і т.д.

Сьогодні дослідники багатьох країн проводять інтенсивні роботи в області пошуку нових антибіотиків, ефективних проти найнебезпечніших збудників хвороб сільськогосподарських культур, вивчають механізми їхньої дії, порівнюють різні способи обробки.

Призначені для рослинництва антибіотики мають відповідати таким вимогам: легко проникати в тканини рослин і зберігатися в них досить довго; придушувати розвиток патогенів усередині рослин, не проявляти фітотоксичності. При цьому метод застосування антибіотиків повинен бути практично доступним, а їхнє використання – економічно вигідним.

В Україні, як було зазначено, застосування антибіотиків, використовуваних у медичних цілях, для захисту рослин не

рекомендовано. Тому вивчають дію препаратів, з певних причин відбракованих для медичного застосування чи спеціально відібраних проти збудників хвороб рослин. Пройшли виробничі випробування і дозволені для застосування для захисту рослин препарати на основі антибіотика трихотецин – проти борошнистої роси огірка в закритому ґрунті і фітобактеріоміцину – для передпосівної обробки насіння квасолі і сої проти бактеріозів та на інших культурах проти кореневих гнилей тощо. Тривають дослідження з пошуку і вивчення нових антибіотиків для боротьби з найбільш шкідливими захворюваннями, спричиненими фітопатогенними грибами, бактеріями, вірусами і мікоплазмами.

### 6.3. ФІТОНЦИДИ

У 1928–1929 рр. учений Б. Токін науково обґрунтував і дослідив, що серед біологічно активних речовин, продукованих рослинами, є такі, які мають здатність за певних умов негативно впливати на життєдіяльність організмів, пригнічувати їхній розвиток або навіть діяти згубно. Він назвав ці речовини фітонцидами і дав їм таке визначення: «**фітонциди** – утворені рослинами біологічно активні речовини, що вбивають або пригнічують ріст і розвиток бактерій, грибів, найпростіших та деяких вірусів, а також мають важливе значення для імунітету рослин і взаємодії організмів у біоценозах».

Пізніше було встановлено, що фітонциди – не одна певна речовина, а комплекс органічних сполук, склад яких безперервно змінюється протягом еволюційно-генетичного процесу, росту і розвитку рослин, а тому точно їхній біохімічний склад встановити майже неможливо.

Рослини виробляють природні токсичні сполуки, як правило, з метою самозахисту, захищаючи живі тканини від розмноження в них мікроорганізмів. Одночасно фітонциди активізують численні життєві функції рослин.

Фітонциди рослин за певних умов здатні проявляти убивчі, гальмуючі, стимулюючі або статичні дії на організм, тобто, активність організмів призупиняється, але вони живі і за сприятливих умов середовища починають розвиватись, а за несприятливих – гинуть.



Фітонциди, як правило, не втрачають своїх активних властивостей у разі руйнування тканин рослин, зокрема при подрібненні.

Фітонциди – сильнодіючі антибіотики (особливо сік часнику, цибулі, редьки, хрону тощо), які успішно використовують у гуманітарній медицині під час лікування та профілактики багатьох інфекційних і неінфекційних захворювань. Доведено, що фітонциди свіжих рослин активніші, ніж штучні витяжки.

Протягом останніх років вивчено більше ніж 1000 рослин, що мають фітонцидні властивості й ефективні в різних галузях народногосподарського комплексу та в природі. При цьому обґрунтовано ефективність фітонцидів у подрібнених рослин (каші), соків, спеціально приготовлених препаратів тощо. Доведено, що більшість рослин зберігає свої фітонцидні властивості й у висушеному за певних умов стані, а також після нагрівання. Зокрема, сухі листки і квітки деяких рослин діють бактеріостатично й проявляють репелентні властивості проти певних комах та інших організмів.

Доведено, що під впливом фітонцидів значно зменшується кількість мікроорганізмів у повітрі. Наприклад, 1 га хвойного лісу виділяє в атмосферу 5 кг фітонцидів на добу, що сприяє очищенню повітря від шкідливих організмів та пригніченню росту деяких рослин.

Фітонциди відіграють важливу роль в імунітеті рослин, які стерилізують себе продуктами своєї життєдіяльності. Імунологічна дія фітонцидів проявляється не тільки у знищенні мікроорганізмів, а й у впливі на їхнє розмноження, властивості викликати явище хемотаксису рухомих мікроорганізмів, відлякувати, пригнічувати, гальмувати розвиток або вбивати багато шкідливих організмів.

Фітонцидна активність і динаміка продукування фітонцидів у ході патогенезу стійких та нестійких рослин різна. Після зараження летючою сажкою імунних сортів кукурудзи настає висока фітонцидна активність, яка зберігається тривалий час, що не спостерігається в нестійких сортів. Судинний сік сортів бавовнику, стійких до фузаріозу та вертициліозного вілту, має виражену фітонцидну активність щодо цих збудників хвороб.

Надзвичайно великою є фітонцидна активність багатьох рослин щодо шкідливих та корисних комах, інших зоологічних представників. Неоціненні властивості фітонцидів у регулюванні

складу мікрофлори повітря лук, лісів, у біологічному самоочищенні води.

На сьогодні з рослин виділено значну кількість хімічно чистих сполук фітонцидів. У зв'язку з розвитком хімічної та біологічної наук цей процес прискорюється і має великі перспективи.

Протягом останніх років знання про фітонциди значно розширились, зокрема щодо їхнього біохімічного складу, механізму впливу на організми, особливостей формування, сфер використання. Це, у свою чергу, викликало потребу певного вдосконалення й уточнення визначення фітонцидів.

**Фітонциди** – фізіологічні, з біологічно активними властивостями, леткі й нелеткі сполуки, їхні взаємопов'язані компоненти та комплекси, що формуються і безперервно змінюються щодо біохімічного складу в рослинах протягом еволюційно-генетичного процесу, росту і розвитку в природних та культурних фітоценозах, здатні впливати на імунітет самих рослин, життєздатність інших організмів, зокрема і людей.

Фітонцидні рослини та їхні фітонциди використовують у різних галузях народногосподарського комплексу.

Таким чином, наука про вивчення механізму формування фітонцидів, їхнього біохімічного складу, впливу на організми, а також використання в різних напрямках народногосподарського комплексу надзвичайно актуальна, має велике значення, перспективи і називається фітонцидологія.

Надзвичайно широкий спектр використання фітонцидних рослин у захисті інших рослин від шкідливих організмів. У системах захисту сільськогосподарських культур останніми роками його стали називати фітонцидним методом захисту рослин. Цей метод істотно відрізняється від хімічного і своїм механізмом, і спектром дії і являється одним з напрямів біологічного захисту рослин.

В історичному аспекті до середини ХІХ ст. людство захищало сільськогосподарські культури без застосування синтетичних препаратів. Лише 100 років тому хімічні препарати почали широко входити в практику захисту рослин. Сьогодні в індивідуальному, а подекуди і колективному секторах, ураховуючи порівняно невеликі площі ділянок, зайняті культурами, усе частіше запроваджують природоохоронні системи захисту рослин, де особливе місце

займають натуральні прийоми, зокрема використання фітонцидних рослин.

Зважаючи на надзвичайно широкий спектр дії фітонцидних рослин у захисті рослин, запропоновано таку класифікацію за призначенням щодо біологічних видів: *фітоатрактанти* – для приваблювання; *фітоарестанти* – для створення скупчень; *фітостимулятори* – для стимулювання активної дії; *фіторепеленти* – для відлякування; *фітодезорієнтанти* – для дезорієнтації; *фітоінсектициди* – проти шкідливих комах; *фітоакарициди* – проти шкочочинних кліщів; *фітонематоциди* – проти шкочочинних нематод; *фітородентициди* – проти мишоподібних гризунів; *фітобактерициди* – проти збудників бактеріальних хвороб; *фітовірусоциди* – проти збудників вірусних хвороб; *фітофунгінциди* – проти збудників грибних хвороб; *алелопати* – рослини, що впливають на інші рослини, включаючи бур'яни; *фітопрепарати для зберігання продукції* – рослинні засоби для поліпшення умов зберігання різної продукції.

Найширше застосовують такі форми фітонцидних рослин та їхніх фітонцидів: екстракти, настої, настойки, соки, відвари, мила, шампуні, олії, дими, аерозолі, суспензії, порошки тощо. Використовують їх методом обприскування, обпилювання, обкурювання, розкладання (розкладання рослин або їхніх препаратів у місцях призначення), сівби чи садіння (розміщення рослин біля культур для знищення, відлякування чи приваблювання біологічних видів) тощо (табл. 6.1–6.2).

Відомо, що технічна ефективність рослинних засобів дещо нижча, ніж у пестицидів. Згідно з літературними даними, під час використання препаратів тютюну та чистотілу звичайного вона становить близько 60–70 % проти ряду фітофагів, зокрема попелиць, трипсів, клопів, личинок довгоносиків, гусениць молодшого віку лускокрилих. З огляду на це, під час першої обробки, якщо кількість шкідливих видів перевищує економічний поріг шкодочинності не більше, ніж удвічі, доцільна система захисту культур за допомогою фітонцидного методу. Хімічні препарати можна застосовувати за кількості, що перевищує цей показник більше, ніж удвічі. Це дасть змогу істотно оптимізувати їх використання, поліпшити екологічну й економічну ситуацію.

Таблиця 6.1

**Рослини, які використовують для регулювання чисельності шкідників сільськогосподарських культур**

№ п/п	Вид рослини, родина	Вид шкідника	Спосіб приготування і час використання
1	2	3	4
1	Аконіти або борці – <i>Aconitum</i> L.	Різні види шкідників, у тому числі попелиці, личинки жуків, метеликів та ін.	1 кг порошку надземної частини настоюють 48 год у 10 л води з 30 мл луку. Настій фільтрують і додають 5 л води
		Різні види кліщів	Усі частини рослин настоюють на 70° етанолі. Перед обприскуванням екстракт розбавляють 10-кратною кількістю води
		Мишоподібні гризуни	1 кг харчової принади змішують з 50 г порошку з коренів аконітів
2	Болиголов крапчастий – <i>Conium maculatum</i> L.	Різні види комах у фазі личинки	Листя і суцвіття, зібрані під час дозрівання насіння, ріжуть на дрібні частинки і обливають невеликою кількістю води (6 частин води на 100 частин зелені), потім масу добре розтирають і віджимають. Вижимки змішують з 15 частинами води і віджимають. Екстракти змішують і сумішшю обприскують рослини
3	Вех отруйний або цикута – <i>Cicuta virosa</i> L.	Різні види комах у фазі личинки	Можна використовувати всі частини рослини. 1 кг сухої подрібненої сировини (під час подрібнення користуватися пов'язкою для захисту дихальних шляхів) настоюють у 10 л води 24 год. Настій відфільтровують і тоді обприскують ним рослини
4	Вороняче око чотирилисте – <i>Paris quadrifolia</i> L.	Різні види листогризуних і сисних комах	1 кг сухих подрібнених рослин настоюють у 10 л води протягом доби, фільтрують і застосовують цей настій
		Мишоподібні гризуни	5 г розмеленого кореневища – на 100 г харчової принади

1	2	3	4
5	Гірчиця біла – <i>Sinapis alba</i> L.	Агрусова вогнівка, слимаки, кліщі	10 г порошку настоюють в 1 л води протягом 48 год, фільтрують і перед застосуванням розбавляють у чотири рази
6	Картопля – <i>Solanum tuberosum</i> L.	Сисні шкідники (кліщі, попелиці), капустяний білан, совки, молі	1,2 кг зеленого або 0,6–0,8 кг сухого бадилля настоюють у 10 л води протягом 3–4 год, проціджують, додають 40 г господарського мила і обприскують свіжим настоем рослини
7	Цибуля ріпчаста – <i>Allium cepa</i> L.	Павутинні кліщі, попелиці, клопи, пінниці, медяниці	200 г лушпиння настоюють 4–5 днів у 10 л води, проціджують і застосовують під час обприскування
8	Кульбаба лікарська – <i>Taraxacum officinale</i> Web.	Сисні шкідники: кліщі, попелиці, медяниці	200–300 г подрібнених коренів або 400 г свіжого листя настоюють 2–3 год у 10 л теплої води і відразу використовують
9.	Перець стручковий чорний – <i>Capsicum annuum</i> L.	Слимаки, різні види комах	В емальованому відрі протягом двох діб настоюють 1 кг розрізаних стручків перцю, потім 1 год кип'ятять у 10 л води і настоюють дві доби. Робочий розчин: 125 г концентрату, 40 г господарського мила на 10 л води
10.	Пижмо звичайне – <i>Tanacetum vulgare</i> L.	Плодожерки, медяниці, квіткоїди	700–800 г висушених або 2–2,5 кг свіжих рослин настоюють 1–2 доби у відрі води, кип'ятять протягом 25–30 хв, проціджують і розбавляють наполовину холодною водою

Таблиця 6.2

**Рослини, які використовують проти хвороб  
сільськогосподарських культур**

№ з/п	Вид рослини	Назва хвороб, культура	Спосіб і час застосування
1	Чорнобривці – <i>Tagetes L.</i>	Грибні хвороби гладіолусів, чорна ніжка айстр і левкоїв	Сухі подрібнені рослини кладуть в емальоване відро (половина відра), заливають до країв водою і витримують дві доби. Проціджують, додають 40 г господарського мила і замочують бульби або корені розсади протягом 8–10 год
2	Настурція – <i>Tropaeolum majus L.</i>	Фузаріоз айстр	Рослина виділяє леткі фітонциди, що стримують розвиток збудника фузаріозу айстр
3	Календула або нагідки лікарські – <i>Calendula officinalis L.</i>	Фузаріоз овочевих культур	Використовують водяний настій насіння нагідок (200 г насіння на 10 л води)
4	Цибуля – <i>Allium cepa L.</i>	Кила капусти	Цибуля за сумісного вирощування з капустою запобігає захворюванню її на килу та інші хвороби
5	Хвощ польовий – <i>Equise-turn arvense L.</i>	Хвороби, спричинювані ґрунтовими грибами	1 кг надземної частини рослини настоюють у 10 л води. Застосовують настій за п'ятикратного розбавлення
6	Часник – <i>Allium sativum L.</i>	Фітофтороз томатів	3–50 г подрібнених зубців настоюють у відрі води, проціджують і обприскують рослини у фазі зав'язування плодів

Найвищі показники технічної ефективності застосування фітонцидних рослин проти цілого ряду шкідників отримано при використанні їх соків.

Приготування і застосування фітонцидних рослин проти шкідливих організмів має свої особливості. Збирають здорові рослини за сухої погоди, коли на них зовсім немає роси. При цьому

надзвичайно важливе значення має фаза розвитку рослин, у яку їх збирають. Як правило, для використання надземної маси рослин найефективнішою є фаза початку цвітіння. У цей період значна кількість рослин нагромаджує найбільше активних хімічних сполук. Кореневища, корені, цибулини в основному збирають по закінченні бутонізації рослин.

Використовують рослини і свіжими, і підсушеними або висушеними. Просушують їх, як правило, у добре провітрюваних та затінених місцях, розкладаючи тонким шаром і регулярно перевертаючи. Прискорення підсушування рослин, але не на сонці, дозволяє зберегти в них більше активних сполук. Для прискорення сушіння сировини кореневища та великі соковиті стебла розрізають.

Висушену сировину зберігають у сухих, темних, провітрюваних приміщеннях у мішкотарі або паперових ящиках.

Свіжі і висушені рослини перед приготуванням розчинів подрібнюють. Це викликано тим, що активну речовину найкраще вилучати з дрібних частин рослин. Листки, суцвіття і траву подрібнюють до 5 мм, стебла та кореневу систему – до 3–4, а насіння – до 0,5 мм. Для розрізування рослин використовують ножі, ножиці, секатори, сокири, січкарні, сікачі тощо.

Для приготування соків подрібнені рослини пропускають через м'ясорубку, а потім сировину поміщають під прес.

Для приготування настоїв подрібнену масу, поміщають у різні ємкості, краще емальовані, і заливають теплою водою або окропом.

Готуючи відвари, масу кип'ятять протягом рекомендованого проміжку часу на слабкому вогні.

За потреби тривалого зберігання приготуваний розчин відразу заливають у посуд, щільно закривають. Зберігають сировину в прохолодних темних місцях.

Перед використанням робочі розчини обов'язково проціджують. Для кращого прилипання робочого розчину до рослин у нього додають певні речовини, зокрема розчинене господарське мило з розрахунку 30–50 г на 10 л, мелясу тощо. Обприскують рослини робочим розчином для поліпшення ефективності в теплу погоду, уранці чи ввечері до випадання роси.

Працюючи з фітонцидними рослинами, дотримуються загальних правил техніки безпеки і використовують індивідуальні засоби захисту.

## 6.4. ФІТОАЛЕКСИНИ

Це антибіотичні речовини, що виникають у тканинах рослин за ураження їх фітопатогенними мікроорганізмами, а також під впливом інших факторів. Думку про те, що у відповідь на інфекцію рослини виділяють захисні хімічні речовини, висловлювали дуже давно, але чітко цю ідею було сформульовано Мюллером та Бергером (1941) у ході вивчення реакції надчутливості бульб картоплі до *Ph. infestans*. Вони охарактеризували фітоалексини як властивий рослині фактор, що створюється заново, або утворення якого активізується після того, як клітини рослин вступили в контакт з патогеном. Ці речовини утворюються під час некротичної реакції і зумовлюють загибель патогена.

Фітоалексини – низькомолекулярні антибіотичні речовини, специфічні для різних видів рослин. Зокрема, у бобових це ізафлавоноїди, у пасльонових – сесквітерпеноїдні, у складноцвітих – поліацетилени. На сьогодні виявлено та ідентифіковано цілий ряд фітоалексинів у різних видів рослин: у картоплі та інших пасльонових (рішитин, любимин, фітуберин), у гороху (пізатин), у квасолі (фазеолін), у кінських бобів (віціатин, вісрон, вісронова кислота), у конюшини (трифоліризин, медикаприн), у моркви (ізокумарин), у бавовнику (гемігосипол, вергозин) та ін.

В утворенні фітоалексинів існують певні особливості.

1. Вони синтезуються і в стійких, і в сприйнятливих до хвороби рослинах, проте стійкі синтезують їх значно швидше і в значно більшій кількості, ніж сприйнятливі. Загальним є те, що синтез їх знижується в міру старіння тканин рослин.

2. Фітоалексини не є специфічними щодо окремих мікроорганізмів речовинами, бо утворення їх в одного й того самого виду рослин спричиняють різноманітні мікроорганізми, серед яких є факультативні та облігатні паразити і патогенні, і непатогенні для цього виду.

3. Фітоалексини не є абсолютно необхідними для виникнення реакції надчутливості і системної надбаної стійкості.

4. Фітоалексини утворюються не тільки при ураженні рослин мікроорганізмами, а й під впливом різних речовин, у тому числі антибіотиків, іонів важких металів, неорганічних та органічних сполук тощо.



5. Утворення фітоалексинів може бути спричинене механічними і фізичними факторами. Таким чином, утворення фітоалексинів пов'язане з некрозом клітин, незалежно від факторів, що його спричиняють. Більшість ідентифікованих фітоалексинів належать до різних класів хімічних сполук. Пізатин, фазеолін, трифоліризин є фенольними; рішитин, любимін, фітуберин терпеноїдними сполуками.

Мікроорганізми різною мірою чутливі до фітоалексинів. Для характеристики їх чутливості застосовують критерій  $ED_{50}$  (ефективна доза фітоалексину, що пригнічує ріст міцелію паразита на 50 % і вимірюється у мкг/л). Для кожного мікроорганізму визначено певну величину  $ED_{50}$ . Установлено, що фітоалексин, властивий певному виду рослин, значно менше пригнічує в культурі ріст спеціалізованих до нього патогенів, ніж непатогенних мікроорганізмів. Фітоалексини пригнічують розвиток мікроорганізмів у середньому в концентраціях 100 мкг/л, що дозволяє віднести їх до слабких антибіотиків порівняно з пеніциліном і стрептоміцином. Тому, зважаючи на значні досягнення в розробці теорії фітоалексинів, слід мати на увазі, що стійкість рослин проти всіх без винятку збудників хвороб не можна звести тільки до утворення фітоалексинів. Їх захисна роль проявляється, лише якщо стійкість рослин пов'язана з некротичними реакціями.

Поки що не можна дійти остаточного висновку про те, що біосинтез фітоалексинів проходить за участі віддалених попередників, а не шляхом перетворення або гідролітичного розщеплення близьких попередників. Крім того, не визначено ролі ферментативних процесів у цьому явищі. Проникнення в глибину цих процесів може допомогти знайти нові можливості захисту рослин від хвороб шляхом створення засобів захисту природного походження, хоча не йдеться про універсальність фітоалексинів у рослинному світі, бо вищі рослини використовують кілька засобів хімічного захисту.

## 6.5. ГОРМОНИ

Серед факторів, що регулюють життєві процеси в межах одного організму, на міжклітинному рівні, важливу роль

відіграють: гормони та гормоноподібні речовини (гормоноїди). Гормони – основний регулятор найважливіших життєвих процесів у більшості безхребетних тварин.

Разом з нервовою системою вони забезпечують цілісність організму, гомеостаз, тобто стабільність його внутрішнього середовища і відповідну реакцію на зміни зовнішніх факторів середовища. Гормони, як правило, виробляють і виділяють спеціалізовані ендокринні органи. У Членистоногих ендокринні органи представлені нейросекреторними клітинами, ретроцеребральним комплексом, перисимпатичними органами і проторакальними залозами. Нейросекреторні клітини містяться в різних гангліях центральної нервової системи. Гормони, продуковані нейросекреторними клітинами, називають нейрогормонами. У мозкові комах міститься від кількох сотень до 2000 нейросекреторних клітин.

Органи, які нагромаджують нейросекрети і виділяють їх у кров, називають нейрогемальними. У комах основними нейрогемальними органами є здебільшого кардиальні тіла.

Нейрогормони за хімічним складом і функціями досить різноманітні. Вони відіграють важливу роль у регуляції основних життєвих процесів комах.

З погляду біологічного захисту рослин найважливішими гормонами є ті, що зумовлюють линяння комах та інших членистоногих. Їх називають екдизонами. Екдизони належать до стероїдних сполук. У комах виявлено два гормони линяння: власне екдизон та екдистерон. На сьогодні в рослинах виявлено велику кількість сполук, близьких за хімічним складом до екдизону, які назвали фітоекдизонами. Їх роль у взаємовідносинах у системі «рослина-комаха» залишається не вивченою. Екдизон комах продукують проторакальні залози, що активно функціонують на личинковій фазі розвитку комах і зникають у дорослій фазі. Після хірургічного видалення проторакальних залоз у личинок комах не линяють.

Іншою важливою групою гормонів є такі, що попереджують процеси метаморфозу в членистоногих. Це група ювенільних гормонів, що являють собою сполуки жирного ряду. На сьогодні відомо три ювенільних гормони: ЮГ-С<sub>18</sub>, ЮГ-С<sub>17</sub> і ЮГ<sub>16</sub>. Два перших виділено з гусениць метеликів родини *Saturnidae*, третій – з бражника *Manduca sexta*. ЮГ-С<sub>16</sub> виявлено в представників ряду

лускокрилих, твердокрилих, прямокрилих, тарганів і перетинчастокрилих.

Ювенільні гормони синтезують прилеглі тіла. У комах з повним перетворенням синтез і виділення в гемолімфу ювенільних гормонів різко знижується перед заляльковуванням. У лялечках ЮГ не виявлено, він з'являється лише в тілі імаго. За неповного перетворення секреція ювенільних гормонів припиняється в останньому личинковому віці.

Хімічні сполуки, близькі до ювенільних гормонів за складом і біологічними властивостями, виділено з мікроорганізмів, рослин і тварин. Аналоги ювенільних гормонів одержано також хімічним способом. Сьогодні відомо понад 2500 природних і синтетичних аналогів ювенільних гормонів. Їх називають ювеноїдами.

У регуляції розвитку комах бере участь гормон діпаузи, який продукує і виділяє надгортанний ганглії. За наявності цього гормону відкладені самкою яйця діпаузують. Діпауза можлива на будь-якій стадії розвитку членистоногого. Відомі ембріональна, личинкова, лялечкова й імагіальна діпаузи.

Одержання синтетичних аналогів гормонів комах дає змогу застосовувати їх на практиці для регулювання росту, розвитку і розмноження фітофагів. Усі відомі синтетичні аналоги гормонів різноманітні за хімічним складом та механізмом дії на організми. Їх ділять на чотири основні групи:

- 1) сполуки, що змінюють інтенсивність секреції гормону;
- 2) речовини, що порушують транспортування гормону в організмі;
- 3) сполуки, які порушують метаболізм і біосинтез гормону на певному етапі цього процесу;
- 4) речовини, які діють як природний гормон.

Спеціалісти виділяють шість основних груп регуляторів росту і розвитку членистоногих, які може бути застосовано для захисту рослин. Це – ювеноїди, антиювенільні препарати (прекоцени і меваланати), аналоги личинкового гормону (екдизоїди), антиекзидоїди, інгібітори синтезу хітину та аналоги пептидних гормонів.

## 6.6. БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ПОВЕДІНКУ ЧЛЕНИСТОНОГИХ

Зв'язки між організмами відбуваються за допомогою складних хімічних речовин, які виділяють у навколишнє середовище спеціальні залозисті клітини тварин. Сприйняття хімічних сигналів, або *хемотрецепція*, забезпечує здійснення важливих для існування виду функцій, таких як пошук їжі, зв'язки з особинами протилежної статі, реакція на наближення небезпеки тощо.

Явище хемотрецепції властиве в тій чи іншій формі усім біологічним видам, незалежно від рівня їх еволюційного розвитку. Проте природа хімічної комунікації і практичне використання цього явища в біозахисті рослин пов'язані, насамперед, з комахами.

Серед хімічних стимулів, що забезпечують міжвидову комунікацію, виділяють *атрактанти* і *репеленти*. Атрактанти зумовлюють спрямований рух організму до джерела запаху, а репеленти – від нього.

Сполуки, що гальмують будь-яку реакцію організму, називають *детерентами*.

Речовини, які регулюють міжвидові взаємовідносини, називають *алелохеміками*, а ті, що регулюють внутрішньовидові взаємовідносини, – *феромонами*.

Алелохеміки у свою чергу поділяють на *аломони*, *кайромони* і *синомони*.

Аломони – продуковані організмом речовини, які при контакті з особинами іншого виду зумовлюють у них фізіологічну чи поведінкову реакцію, сприятливу для організму, що виділяє цю речовину. До аломонів можна віднести репеленти, антифіданти й інші речовини.

Кайромони зумовлюють специфічні реакції, сприятливі для особин, які їх сприймають. Кайромони можуть бути нейтральними або шкідливими для організмів, які їх виділяють.

Синомони – продуковані організмом речовини, які в інших видів зумовлюють певні поведінкові чи фізіологічні зворотні реакції, корисні і для організму-продуцента, і для організму-реципієнта.

Феромони як хімічні речовини, що беруть участь у внутрішньовидових взаємозв'язках, поділяють на *статеві*, *трофічні*, *агрегаційні*, *слідові*, *феромони тривоги* тощо.

Найдетальніше вивчили і застосовують на практиці феромони, які забезпечують міжстатеві зв'язки, або перешкоджають цьому.

Серед статевих гормонів виділяють статеві атрактанти, що забезпечують статеві зв'язки, й афродизіаки, які приводять партнера у стан готовності до парування.

Хеморецепторні органи комах влаштовані за принципом сенсил. Залежно від виконуваних функцій вони можуть бути на різних частинах тіла. Ольфакторні сенсили сконцентровані здебільшого на антенах, органи контактної хеморецепції – на кінцівках, ротових органах, яйцекладі тощо.

Виділення феромонів відбувається, як правило, під контролем нервової та ендокринної систем. Феромони самок – це складні багатокомпонентні суміші. Статеві феромони, які виділяють самки комах, швидко поширюються в повітрі, у результаті в певному місці утворюється їх відповідна концентрація, що дозволяє самцю цілеспрямовано рухатися до джерела виділення феромона. Зона поширення феромона довкола самки під впливом руху повітря має форму напівеліпсоїда.

Феромони можуть приваблювати самців з далеких відстаней. Зокрема, феромон шовкопряда-монашенки – *Ocneria monacha* L. самець відчуває на віддалі 200–300 м, шовкопряда-недопарки – *Lymanthria dispar* L. – 3,8 км, нічного павичевого ока великого – *Saturnia pyri* Schiff. – 8 км.

Статеві приваблюючі речовини комах завжди розглядали як потенційний засіб регулювання чисельності шкідливих фітофагів. Реальна можливість управління поведінкою шкідливих комах для господарських потреб виникла одночасно із синтезом хімічних аналогів статевих феромонів. Сьогодні синтезовано аналоги статевих феромонів десятків видів шкідників рослин, що ефективно застосовують для управління їхньою поведінкою на посівах сільськогосподарських культур.

Чимало форм статевих гормонів виділено і в інших групах живих організмів, безхребетних і хребетних, хоча на практиці застосовують лише феромони комах.

Агрегаційні феромони, які виробляють комахи, приваблюють особин обох статей.

Слідові феромони тварини виділяють на різні субстрати як орієнтири і мітки території. Цей тип феромонів характерний для

багатьох суспільних комах, таких як мурашки, терміти, бджоли та ін.

Феромони тривоги є сигналами про небезпеку. Як і слідові, вони властиві здебільшого суспільним комахам та кліщам.

*Кайромони* забезпечують міжвидові взаємовідносини тварин. Ці сполуки можуть міститися в складі секретів слинних і мандибулярних залоз, входити до складу екскрементів, вторинних метаболітів, тканин рослин тощо. Кайромони відіграють важливу роль у відносинах «господар-паразит». Чимало видів паразитичних членистоногих шукають свою жертву за запахами, які вона виділяє в процесі життєдіяльності.

На прикладі яйцеїда *Telenomus heliothidis* встановлено, що для нього кайромоном є речовини, продуковані самкою совки — *Heliothis virescens* Fabr., що входять до складу секрету їх додаткових залоз. Якщо яйця совки не містять кайромону, теленомуси їх не заражують.

Можливість управління поведінкою паразитичних і хижих членистоногих відкриває нові перспективи для підвищення ролі біотичних факторів у регулюванні чисельності шкідливих видів фітофагів.

Пізнання природи й механізмів хімічної комунікації живих організмів, здійснюване біологами й хіміками, має порівняно коротку історію. Проте одержані наукові дані свідчать про невичерпні можливості практичного використання хімічних сигналів для регулювання чисельності шкідливих комах та активізації діяльності зоофагів.

Відомі сьогодні наукові дані про біологічно активні речовини, що впливають на поведінку фітофагів, – феромони, у практиці захисту рослин можна використовувати для:

- виявлення карантинних шкідників;
- з'ясування динаміки настання імагіальної стадії розвитку шкідника;
- відловлювання фітофагів для з'ясування їх чисельності на певній території;
- відловлювання фітофагів для оцінки ефективності захисних заходів;
- масових відновлювань самців для зміни статевого індексу на користь самок (метод самцевого вакууму);
- порушення статевої орієнтації самців, що запобігає

паруванню;

- концентрації шкідників на обмеженій території для їхнього подальшого знищення;

- відлякування шкідників від пошкоджуваних рослин.

Інтенсивне вивчення кайромонів протягом останніх десятиріч дало змогу оцінити можливість активного впливу не тільки на шкідливу, але й на корисну частину біоценозів для активізації її діяльності. У результаті цього виникло не менше чотирьох шляхів використання синтетичних речовин, що мають властивості кайромонів:

- концентрація корисних зоофагів на певних ділянках території для посилення їх ролі в зниженні чисельності шкідників або для збереження їх у резерваціях за хімічних обробок посівів;

- запобігання або зменшення міграцій паразитів з місць розселення;

- підвищення пошукової здатності паразитів за масового розведення ентомофагів;

- застосування кайромонів у комплексі з іншими способами використання біологічно активних речовин – дезорієнтуванням, масовим відловлюванням тощо.

### Запитання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте токсини, що продукують бактерії *Bacillus thuringiensis*.
2. Охарактеризуйте токсини, що продукують гриби (мікотоксини).
3. Що таке «антибіотики»?
4. Класифікація антибіотиків за біологічним походженням.
5. Охарактеризуйте антибіотики як засоби біологічного захисту рослин.
6. Дайте визначення поняттю «фітонциди».
7. Наведіть приклади використання у захисті рослин фітонцидів і фітонцидних рослин.
8. Охарактеризуйте поняття «фітоалексини».
9. Гормони комах і їх використання у захисті рослин від шкідників.
10. Що таке «алелохеміки» і «феромони», їх класифікація.

## 7. РЕГУЛЮЮЧА РОЛЬ І СПОСОБИ ВИКОРИСТАННЯ ЗООФАГІВ, ГЕРБИФАГІВ І МІКРООРГАНІЗМІВ У ЗАХИСТІ РОСЛИН

### 7.1. ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ РЕГУЛЯЦІЇ ЧИСЕЛЬНОСТІ ПОПУЛЯЦІЙ У БІОЦЕНОЗІ

Чисельність особин у популяціях різних організмів протягом сезону і в різні роки не стабільна, а змінюється під впливом екологічних чинників. Ці зміни є складними явищами і для багатьох видів шкідливих організмів ще недостатньо вивчені. Водночас пізнання закономірностей зміни чисельності популяцій шкідників має не лише теоретичне, але і важливе практичне значення. На основі виявлених закономірностей можна не тільки правильно прогнозувати випадки можливого масового розмноження шкідників, але і грамотно проводити увесь комплекс захисних заходів, повною мірою використовуючи потенційні можливості природних ворогів шкідливих організмів рослин.

Динаміка чисельності організмів – дуже складний процес, що відображає різноманітну сукупність взаємовідносин організмів і середовища. Розвиток теоретичних основ екології і вдосконалення методик експериментального і польового вивчення популяцій дає все більше доказів тому, що коливання чисельності організмів – результат закономірного характеру регуляції, а не випадкового поєднання різних чинників середовища. Визнання факту коливання чисельності організмів як процесу, який можна регулювати, привело до необхідності розшифрування його механізмів. По мірі дії на динаміку популяцій різні екологічні чинники стали ділити на групи: катастрофічні і факультативні, нереактивні і реактивні, незалежні і залежні від щільності популяції і т. д. Спостережувані в природі безперервні зміни чисельності організмів – результат взаємодії двох процесів – *модифікації і регуляції*.

*Модифікація* зумовлена дією популяцій чинників середовища, що випадково змінюються щодо конкретної популяції, переважно абіотичного характеру. Їх вплив може бути прямим або опосередкованим через зміну стану кормових рослин і активності природних ворогів. Цей вплив не можна недооцінювати. Наприклад, після незвично суворої зими або сухого жаркого літа різко, іноді катастрофічно сильно знижується чисельність тих або



інших організмів. Проте абіотичні чинники не можуть реагувати на зміну щільності популяції організмів у бік посилення або послаблення своєї стресової дії, тобто міняти його за принципом зворотного зв'язку.

На відміну від модифікації, *регуляцію*, тобто згладжування випадкових коливань, здійснюють тільки ті чинники, інтенсивність дії яких змінюється у відповідь на зміну чисельності регульованої популяції. Такими чинниками є внутрішньо- і міжвидові стосунки організмів у біоценозі, тобто біотичні чинники, які як будь-які регулятори діють за принципом зворотного зв'язку. Якщо стримуюча роль біотичних чинників різко знизиться, наприклад, під впливом застосування пестицидів, деяких прийомів агротехніки, а стан абіотичних чинників виявиться сприятливим, то відбудеться різке збільшення чисельності особин, а отже, і щільність популяції цього виду. Таке послаблення регулюючої ролі біотичних чинників часто, спостерігають в агробіоценозах.

Найближчим завданням фахівців в області захисту рослин має бути не погіршення положення з ентомофагами за рахунок «управління» чисельністю шкідливих організмів за допомогою пестицидів, а створення умов для діяльності ентомофагів і ентомопатогенів, підвищення їхньої регулюючої ролі в агробіоценозі шляхом агротехніки, упровадження стійких сортів, а також шляхом сезонної колонізації і внутрішньоареального розселення ефективних ентомофагів або застосування мікробіологічних препаратів. При такому погляді на стратегію захисту рослин, підкріпленому досвідом, застосовувати пестициди слід значно рідше і на менших площах.

## **7.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОКРЕМИХ ГРУП РЕГУЛЮЮЧИХ ЧИННИКІВ**

Різноманітність механізмів регуляції чисельності популяцій організмів у природі зводиться, головним чином, до реакцій цих організмів на щільність власної популяції або на щільність популяцій інших організмів, з якими вони взаємодіють у біоценозі. У зв'язку з цим розрізняють дві основні групи регулюючих механізмів – внутрішньовидові і біоценотичні.

**Внутрішньовидові регуляторні механізми.** У простих випадках дія внутрішньовидових регулюючих механізмів пов'язана

з гнітючим впливом однієї особини на іншу однієї популяції, що використовують одні і ті самі обмежені кормові ресурси. Часто цей процес ускладнюється канібалізмом та іншими формами агресивної поведінки. Складніші внутрішньовидові регуляторні механізми, основані на сигнальній або рефлекторній дії зростання щільності популяції на зниження її чисельності. У такому разі організми реагують на присутність споріднених особин зменшенням темпу зростання щільності популяції. Подібна реакція настає зазвичай до виснаження кормових ресурсів, що запобігають конкуренції за них. У відповідь на сигнал про зростаючу щільність популяції організми реагують міграцією, різким зростанням кількості самців у популяції у зв'язку з відкладанням самицями великої кількості незапліднених яєць, передчасним настанням діапаузи і т. д.

Не менш цікавий механізм сигнальної дії в організмів, не здатних до активної міграції на далекі відстані. У світлі останніх досягнень популяційної екології дещо по іншому трактують і явище групового ефекту в комах, зокрема у фазовій мінливості стадних саранових. Під впливом зростаючої щільності популяції, тобто скупченості, виникає стадна форма, що характеризується зниженою плодючістю, високою життєздатністю личинок, стадною поведінкою і розвитком міграційних інстинктів. Переселення зграй, які утворюються, запобігає перенаселеності стації. В основі ефекту стадності – тактильні відчуття особин усередині популяції, які через ендокринний апарат призводять до змін у морфології, фізіології і поведінці комах.

**Біоценотичні регуляторні механізми** найбільше вивчено серед різних ентомофагів. При цьому для паразитів і хижаків встановлено два типи реакцій на зміну чисельності популяції їх хазяїв і жертв – функціональна і чисельна. Функціональна реакція проявляється у збільшенні кількості особин жертви або хазяїна (знищених або заселених кожною особиною ентомофага) із зростанням щільності популяції жертви або хазяїна. При цьому збільшення спостерігають до певної межі, що визначається особливостями обох членів співтовариства. Функціональну реакцію зафіксовано у багатьох паразитів і хижаків комах та інших тварин. Для регуляції чисельності важливе не абсолютне число знищуваних ентомофагом комах, а їх відсоток від загальної чисельності. Функціональна реакція не завжди виражається у збільшенні відсотка винищеної жертви. Зазвичай це спостерігається при

мінімальних значеннях щільності популяції останньої. При цьому функціональна реакція створює передумови для чисельної реакції.

Чисельна реакція – це збільшення чисельності ентомофагів після зростання щільності популяцій їх жертв або хазяїв. Вважають, що до такої реакції здатні тільки спеціалізовані ентомофаги, які існують за рахунок одного виду жертви або хазяїна. Регулююча дія чисельної реакції універсальніша і показана на багатьох прикладах в лабораторних і польових дослідах. Важлива роль у регуляції чисельності організмів належить також ентомопатогенним грибам, бактеріям і вірусам. Розвиток епізоотій стимулює зростання щільності популяції комах і кліщів, але вони проявляються при дуже високих рівнях чисельності хазяїв і певному поєднанні погодних умов. Висока щільність популяції може викликати також послаблення організму, унаслідок чого віруси, які перебувають тривалий час у латентному стані, можуть переходити в гостру інфекційну форму.

### **7.3. УМОВИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ЕФЕКТИВНІСТЬ ЕНТОМОФАГІВ**

*Відповідність екологічних стандартів ентомофага і хазяїна.* Вимоги до умов існування, особливо температури і вологості середовища, у комах-фітофагів та їх спеціалізованих паразитів і хижаків зазвичай близькі. У деяких випадках абіотичні умови існування визначають межі географічного поширення виду.

*Синхронність річних циклів.* Необхідна умова ефективності ентомофага – синхронність його розвитку з розвитком хазяїна. Зазвичай синхронність річних циклів хазяїв і паразитів збільшується із зростанням міри спеціалізації ентомофагів. Одним з численних прикладів високої синхронності слугує цикл розвитку теленомуса гладкуватого і кільчастого шовкопряда. Як і хазяїн, паразит розвивається лише в одному поколінні, і діапазуюча передлялечка знаходиться в зародку, що сформувався, у яйці хазяїна протягом 9–10 місяців. У результаті цей паразит високоефективний і заселяє в кладках кільчастого шовкопряда до 80–90 % яєць.

Недостатньою синхронністю річних циклів характеризується агеніаспіс і яблунева міль. Виліт паразита за часом співпадає з вильотом хазяїна, але тривалість життя самиць агеніаспіса

становить 8–15 днів, а самиця яблуневої молі відкладає яйця протягом місяця. У результаті частина кладок яєць шкідника залишається незаселеною.

*Пошукову здатність ентомофага* найбільше вивчено в паразитичних комах, вона складається з пошуку місця життя хазяїна, пошуку і вибору хазяїна. Пошук місця життя хазяїна відбувається головним чином за допомогою хеморецепторів самиці, хоча не виключено і значення зорових аналізаторів на початкових етапах орієнтації.

У паразитів рослиноїдних комах мають значення сигнальні речовини рослин, що живлять хазяїна. Крім видової приналежності, сигнальну роль може відігравати і фізіологічний стан рослини, на якій живиться хазяїн.

У пошуках хазяїна в межах його стації самиці паразитів використовують комплекс стимулів, пов'язаних безпосередньо з хазяїном або продуктами його життєдіяльності. Якщо ентомофаги заселяють прихованоживучих або хазяїв, що знаходяться в укриттях, вони притягуються продуктами і слідами життєдіяльності хазяїв. Надпаразити спочатку відшуковують вторинного хазяїна, наприклад попелицю, а потім у її тілі виявляють первинного хазяїна, у якого і відкладають яйце.

Самиці паразитів, що мають колючий яйцеклад, крім різних зовнішніх особливостей хазяїна, які вони сприймають за допомогою зору, нюху і дотику, можуть оцінювати його внутрішній стан. Для цього іноді слугують сенсили, розташовані на кінці яйцекладу. Здатність відрізнити здорових хазяїв від заселених мають багато паразитичних перетинчастокрилих і дуже мало двокрилих. У деяких випадках істотне значення мають слідові запахи, які залишають самиці, що заселили ці особини хазяїна. Наприклад, самиці різних видів теленомін деякий час водять яйцекладом по поверхні яйця, яке заселяють, описуючи петлеподібні фігури. Після змивання мітки розчинниками самиці сприймали такі яйця як незаселені. Деякі види не заселяють ті яйця хазяїна, які вже заселили особини цього виду, і водночас не уникають яєць, заселених іншими видами. Ця широко поширена у перетинчастокрилих дискримінаційна здатність не абсолютна. Основне значення при цьому, імовірно, має забезпеченість хазяїнами, зі зменшенням якої самиці паразитів стають менш розбірливими. Відсутність дискримінаційної здатності в багатьох двокрилих, наприклад тахін, компенсується значно більшою (у 10–15 разів), чим у перетинчастокрилих плодючістю самиць.

#### 7.4. СПОСОБИ ВИКОРИСТАННЯ ТВАРИН І МІКРООРГАНІЗМІВ У ЗАХИСТІ РОСЛИН ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ

Основні способи використання природних ворогів шкідливих організмів у біологічному захисті рослин – інтродукція та акліматизація, сезонна колонізація, «наводнення» корисних організмів, внутрішньоареальне розселення, охорона і використання місцевих популяцій корисних видів.

**Інтродукція та акліматизація.** Під інтродукцією розуміють увезення природних ворогів шкідливих організмів, відсутніх у цій місцевості. Акліматизацією називають адаптацію інтродукованих ентомофагів та інших природних ворогів шкідливих організмів до нових умов існування.

На основі досягнень в області інтродукції природних ворогів шкідливих організмів розроблено положення, що забезпечують найбільший ефект цього способу використання ентомофагів, гербіфагів і мікроорганізмів. До них належать такі:

- біологічна боротьба із завезеними шкідниками за допомогою інтродукованих організмів буде успішнішою, ніж з місцевими шкідливими видами;
- ефективніших природних ворогів швидше за все може бути знайдено на батьківщині шкідливого організму;
- для повного біологічного пригнічення шкідника потрібна вужча харчова спеціалізація природного ворога.

Для успішнішої акліматизації природного ворога необхідно отримувати генетично різноманітний матеріал. Для цього слід забезпечувати як можна більшу чисельність інтродукованого організму і включати у збори популяції виду із районів, що різко відрізняються один від одного за кліматом. З найвдаліших випадків інтродукції та акліматизації на території колишнього СРСР є застосування паразита афелінуса проти кров'яної попелиці, хижака родолії проти австралійського жолобчастого червця іцерії, кокофагуса жовтого проти цитрусового борошнистого червця, гриба ашерсонії проти цитрусової білокрилки.

**Сезонна колонізація.** Спосіб сезонної колонізації полягає в штучному розведенні і щорічному масовому розселенні природних ворогів шкідливих організмів у природу. Це необхідно, якщо місцеві корисні організми з різних причин (погана синхронізація річного циклу з циклом розвитку шкідливого організму, велика

смертність у результаті низької холодостійкості, знищення значної частини популяції пестицидами та ін.) не можуть контролювати розмноження шкідливих організмів. Тому масове розселення ентомофагів або обробка рослин мікробіологічними препаратами на початку розмноження шкідливого організму має важливе практичне значення. У деяких випадках 1–2-кратне розселення в природі ентомофага буває достатнім для вирішення проблеми боротьби із шкідником до кінця сезону. Приклади використання ентомофагів і акарифагів способом сезонної колонізації численні. Це широке застосування різних видів трихограми у боротьбі із совками та іншими шкідливими лускокрилими; хижого кокцинеліда криптолемуса, який через відсутність зимової діапаузи майже повністю гине в осінньо-зимовий період, у боротьбі з борошністими червцями на цитрусових, чаї і винограді; застосування фотосейулюса в боротьбі з павутиновим кліщем; хижої галиці афідимізи – з попелицями; енкарзії – з оранжерейною білокрилкою на овочевих культурах у закритому ґрунті тощо. Одночасно з ентомофагами все ширше використовують у боротьбі зі шкідниками і мікробіологічні препарати – ентобактерин, дендробацилін, боверин, а також різні біопрепарати для боротьби з хворобами рослин. Іноді їх дія не обмежується одним сезоном. Накопичується все більше фактів про їх післядію на зимуючі фази розвитку шкідливого організму. У результаті одноразового застосування таких препаратів можуть розвиватися епізоотії, що знижують чисельність шкідника на тривалий термін. Першу обробку рослин біоагентами (випуск трихограми та інших ентомофагів, чи застосування вірусних, бактеріальних і грибних препаратів) проводять на початку розвитку шкідливого організму з розрахунком на їх подальший самостійний розвиток і нагромадження в біоценозі.

Спосіб сезонної колонізації в деяких випадках досить ефективний. Однак порівняно зі способом інтродукції та акліматизації він набагато трудомісткіший, оскільки потребує щорічного виконання цілого комплексу біотехнологічних робіт з накопичення біоагента.

**Спосіб «наводнення».** Під способом «наводнення» розуміють розселення корисного організму на певній території для швидкого зменшення чисельності шкідливого фітофага, бур'яну до рівня, нижчого за економічний поріг їх шкідливості. За способу

«наводнення» шкідливого фітофага чи бур'ян знищують безпосередньо розселювані корисні організми, а не їх наступні генерації. Мета способу – отримання швидкого короточасного ефекту в зниженні чисельності шкідливого виду.

Способом «наводнення» можна розселяти всі відомі групи корисних організмів (біоагентів) незалежно від їх природи і зоогеографічного походження, в тому числі віруси, бактерії, гриби, найпростіших, паразитичних і хижих безхребетних, а в деяких випадках і хребетних тварин.

Корисні мікроорганізми застосовують у формі біопрепаратів, що містять як активну речовину вірусні включення або відповідний споровий матеріал (спори, конідії, зигоспори тощо). Для кожної сільськогосподарської культури і виду шкідливого фітофага відпрацьовано технологію застосування біопрепаратів, що забезпечує відповідний захисний ефект. Способом «наводнення» особливо широко застосовують деякі види комах. Зокрема, в умовах виробництва використовують мушку фітомізу вовчкову (*Phytomyza orobanchia*) для знищення вовчка – небезпечного кореневого квіткового паразита багатьох сільськогосподарських культур, в окремих випадках яйцеїда трихограму та ектопаразита габро бракона.

**Внутрішньоареальне розселення.** Спосіб внутрішньоареального розселення полягає в масовому переселенні ефективних, найчастіше спеціалізованих, природних ворогів шкідників рослин, збудників хвороб і бур'янів із старих вогнищ розмноження шкідливих організмів на їх нові вогнища в межах зони, де ці вороги відсутні або з різних причин не накопичилися в достатній кількості.

Загальновідомо, що в межах ареалу будь-який вид поширений нерівномірно, що зумовлено конкретними природно-кліматичними умовами. Перепорою для розселення можуть бути природні бар'єри (гори, водойми, опустелені ділянки тощо). Штучні ландшафти, створювані людиною, пов'язані з лісосмугами, зрошенням посушливих територій, великих промислових садів, як правило, збільшують екологічну місткість територій. Однак природне заселення таких територій корисними організмами відбувається повільно. У такому разі доцільним і корисним є їх внутрішньоареальне розселення.

Інтенсивне застосування в сільському і лісовому господарстві хімічних пестицидів універсальної біоцидної дії призвело в деяких регіонах до значного руйнування природних комплексів організмів. Зокрема, у деяких великих садових насадженнях майже зникли традиційні листогризучі шкідники – білан жилкуватий (*Aporia crataegi* Z.), шовкопряд кільчастий (*Malacosoma neustria* L.), золотогоуз (*Euproctis chrysorrhoea* L.) та ін. Можна стверджувати, що разом з цими видами зникло чимало видів зоофагів, що регулювали чисельність шкідників. Очевидно, збіднення фауни зоофагів призвело до підвищення ролі деяких фітофагів, зокрема, мінуючих молей, садових листовійок, які в минулому належали до другорядних шкідників, або не були відомі як економічно важливі види. Відновлення природних комплексів організмів також значною мірою пов'язане з внутрішньоареальним переселенням.

Отже, внутрішньоареальне переселення передбачає такі завдання:

- подолання природних бар'єрів, що обмежують природне розселення корисного виду;
- прискорене формування стійких природних комплексів організмів у штучних екосистемах, створених людиною;
- відновлення зруйнованих природних ландшафтів унаслідок техногенної діяльності людини;
- заселення за необхідності «білих плям» в ареалі корисного виду, де його немає у зв'язку з екстремальними абіотичними факторами, що спорадично виникають;
- розселення ефективніших форм з одних частин ареалу в інші.

**Охорона і використання місцевих популяцій корисних організмів.** Цей спосіб найбільш дешевий і доступний для більшості господарств. Він полягає в раціональному застосуванні пестицидів, якщо це викликано гострою необхідністю у зв'язку із загрозою врожаю, а також у використанні агротехнічних та інших прийомів, що сприяють активізації діяльності природних ворогів шкідливих організмів. В останньому випадку особливо важливе значення мають різні прийоми зі створення кормової бази для додаткового живлення дорослих паразитів і деяких хижаків, що сприяє збільшенню тривалості життя і значному підвищенню їх плодючості.



Пестициди універсальної біоцидної дії, широко застосовувані в сучасному захисті рослин, чинять істотний негативний вплив на біоценози. У зв'язку з цим одним з найважливіших шляхів збереження корисних організмів у різних природних угрупованнях живих організмів є жорстка регламентація й особлива тактика застосування пестицидів широкого спектра дії.

Регламентація можлива за реалізації ідей інтегрованого захисту рослин, коли рішення про той чи інший захід приймають з урахуванням економічного порогу шкідливості виду фітофага, активності біологічних факторів регулювання його чисельності, а також всебічного аналізу можливих негативних наслідків для навколишнього середовища та здоров'я людини.

Особливості тактики застосування токсичних речовин, що забезпечують максимальне збереження корисних організмів, полягають у тому, що обробки сільськогосподарських і лісових культур практикують у строки, найменш небезпечні для паразитів і хижаків. Установлюють насамперед час льоту імагіальних фаз розвитку паразитичних перетинчастокрилих, ураховують добову активність зоофагів. Наприклад, відомо, що паразити яєць черепашки шкідливої – теленоміни – вилітають із місць зимівлі за 10–15 днів до початку відкладання яєць самицями шкідника. Таким чином, застосування в цей час токсичних речовин небезпечно для ентомофагів.

Неабияке значення в підвищенні активності ентомофагів має кормова база. Зокрема, важливим паразитом плодожерки східної є їздець *Macrocentrus ancylivorus* Vohn. Зимує ентомофаг звичайно в лялечках серпокрилки суничної – *Anculis comptata* Frol, що розвивається на різних ягідних культурах, у тому числі й на суниці. У результаті в садах, де є суниці, нагромаджується ентомофаг, що регулює чисельність плодожерки східної.

Сучасна концепція захисту сільськогосподарських культур має передбачати управління динамікою популяцій шкідливих і корисних організмів в агроценозі за створення мікрозаповідників і мікрозаказників для корисних і рідкісних комах.

Цьому значною мірою сприятиме зменшення площ орних земель. Адже інтенсивне освоєння земель в Україні призвело до того, що залишки первинної «дикої» фауни в колишніх місцях їх мешкання було витіснено до вузьких смуг-меж, перелогів, ярів, балок,

долин та інших непридатних або незручних для землекористування площ.

У зв'язку з цим виникає гостра необхідність ретельного обліку, вивчення і спеціальної охорони вцілілих, нехай навіть маленьких, угруповань ентомофагів, запилювачів, реліктів, ендеміків та естетично цінних видів комах, приурочених до певних територій. Такі заповідники площею 1–2 га добре зберігають корисних комах і «постачають» їх на сусідні поля для знищення шкідників і запилення багаторічних трав. Звичайно, створення таких заповідників не є альтернативою іншим методам захисту рослин, але вони – важливий компонент інтегрованого захисту посівів, поліпшення фітосанітарного стану довкілля.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Дайте визначення поняттям «модифікація» і «регуляція».
2. Назвіть основні групи регулюючих чинників чисельності популяцій організмів і дайте їм характеристику.
3. Охарактеризуйте умови, що визначають ефективність ентомофагів.
4. Назвіть способи використання біоагентів у захисті рослин від шкідливих організмів.
5. Що таке «інтродукція та акліматизація організмів»?
6. У яких випадках використовують спосіб «сезонної колонізації» біоагентів?
7. Охарактеризуйте спосіб використання біоагентів – «наводнення».
8. Наведіть приклади успішного використання ентомофагів способом «внутрішньоареального розселення».
9. Розкрийте суть способу «охорона і використання місцевих популяцій корисних організмів».

## СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

### 8. БІОЛОГІЧНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ РОСЛИН ВІД ШКІДНИКІВ

#### 8.1. КЛАСИФІКАЦІЯ І ПРЕПАРАТИВНІ ФОРМИ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

На основі мікроорганізмів виготовляють біопрепарати, застосування яких має ряд переваг перед хімічними засобами захисту рослин. Це, зокрема, висока біологічна активність стосовно до сприйнятливих видів шкідників і фітопатогенів; післядія, що проявляється у загибелі шкідливих організмів у подальших фазах їхнього розвитку та в наступних поколіннях; вибірковість дії, безпечність для ентомофагів та комах-запилувачів; мала вірогідність виникнення стійкості до мікроорганізмів; безпечність для теплокровних тварин і людини, відсутність фітотоксичності і впливу на смакові якості продукції; короткий строк очікування, можливість застосування в різні фази вегетації рослин та відсутність загрози нагромадження токсичних речовин у доквіллі. Біологічні препарати виготовляють на основі існуючих у природі мікроорганізмів. Тому їхнє штучне внесення в агроєкосистему супроводжується тільки збільшенням кількості патогена в середовищі, як під час природних епізоотій фітофагів. Епізоотія серед фітофагів не викликає безпосередньо кількісних і якісних негативних змін серед інших компонентів біоценозу. Навпаки, застосування мікробних препаратів супроводжується збільшенням об'єму біотичного середовища і стабілізацією біоценотичних зв'язків у агроценозах. У цьому полягає принципова екологічна відмінність мікробіологічних препаратів від хімічних. З екологічних позицій застосування мікробіопрепаратів є альтернативою хімічному методу захисту рослин.

Мікробіологічні препарати, які використовують для регулювання чисельності шкідливих організмів рослин, класифікують залежно від природи активної основи на *грибні, бактеріальні, вірусні і протозойні*. За призначенням біопрепарати поділяють на *інсектицидні, акарицидні, зооцидні, фунгіцидні, бактерицидні і нематицидні*. Також біопрепарат може бути комплексним за вмісту в ньому в ролі активної основи двох або

більшої кількості мікроорганізмів, що належать до різних систематичних груп.

Створення препаративних форм мікроорганізмів пов'язане насамперед з необхідністю стабілізації вихідних властивостей інфекційних об'єктів та біологічно активних продуктів їхньої життєдіяльності і, крім того, з можливістю забезпечення оптимального контакту зі шкідливим організмом, проти якого застосовують препарат. Для цього використовують наповнювачі, консерванти, активатори, протектанти, емульгатори, змочувачі, прилипачі та піноутворювальні речовини.

Як наповнювачі використовують рідкі (вода, гліцерин, олії, вуглеводні тощо) і тверді речовини (особливі сорти глини, діатомова земля, знежирене борошно соєвих бобів, насіння бавовнику, соняшнику). Як правило, усі вони біологічно інертні.

Консервувальні речовини мають особливе значення під час виготовлення вологих препаратів, де створено умови для росту сапрофітних мікроорганізмів, що можуть знизити товарні якості препаратів і призвести до втрати їхньої активності. У деяких рідких формах препаратів як консервант використовують гліцерин.

Активуючі речовини можуть бути різної природи, їх уводять до складу препаратів для того, щоб ослабити шкідника і сприяти проникненню патогена до його внутрішнього середовища.

Протектанти, або захисні речовини, захищають мікроорганізми і біологічно активні компоненти, що входять до складу препаратів, від згубних дій факторів довкілля, насамперед від ультрафіолетових променів та кисню повітря.

Емульгатори (змочувачі, прилипачі та піна) забезпечують стабільність робочих суспензій, сприяють оптимальному розподілу препарату на поверхні оброблюваного субстрату і контакту з ним протягом необхідного терміну дії.

Використання в препаратах різних добавок не повинно призводити до зниження біологічної ефективності активної основи.

Препарат має бути безпечним для навколишнього середовища, зручним у застосуванні, неагресивним до різних матеріалів, з яких складаються робочі органи апаратури і тара.

Біологічні препарати для захисту сільськогосподарських і лісових культур випускають у різних формах. Це можуть бути дусти, гранули, капсули, змочувані порошки, пасти, концентрати масляних емульсій тощо.

Дусти – це суміш активної основи з наповнювачем і відповідними добавками у вигляді порошків. Якість дустів значною мірою залежить від дрібності помелу. Оптимальний розмір часток – у межах 30–50 мкм. При цьому для вірусних і бактеріальних препаратів, де як активну основу використовують вірусні включення і бактерії, розмір яких не перевищує 1–3 мкм, частки в складі дустів можуть бути і значно меншими. У грибних препаратів, що містять спори великих розмірів, наприклад, у деяких ентомофторових грибів – 20–30 мкм, розмір часток має бути значно більшим, оскільки в процесі помелу механічні пошкодження спор повинні бути мінімальними.

Гранульовані та капсульовані препарати найчастіше застосовують проти шкідників, які живуть у ґрунті, та кореневих фітопатогенів. Гранули й капсули при цьому захищають діючі компоненти препарату від шкідливого впливу факторів довкілля. У гранулах активна основа розосереджена рівномірно, а в капсулах вкрита захисною оболонкою. Як захисні матеріали звичайно використовують полімери. Величина гранул коливається в межах від 0,2 до 1 мм.

Змочувані порошки найширше застосовують у біологічному захисті рослин. До їхнього складу як обов'язкові компоненти входять змочувачі і стабілізатори, що забезпечують швидке утворення суспензії і повільне осідання твердих часток.

Паста або концентрати стабілізованих суспензій використовують у виробництві тих біологічних препаратів, до складу яких входять мікроорганізми. Особливе значення у виробництві паст має введення до їхнього складу консервантів, що запобігають розвитку побічної мікрофлори. Нерідко для цього до складу паст вводять гліцерин. Для концентратів стабілізованих суспензій характерний високий вміст активної основи – у межах 60–70 %. У формі концентратів масляних емульсій можуть бути вірусні й бактеріальні препарати. Масляні емульсії містять емульгатори і солярові дистиляти нафти. Вміст активної основи в них – не менше 30 %.

Додавання до мікробіологічних препаратів піни сприяє розтіканню крапель по поверхні листків і знижує втрати активної основи. Молочний колір піни зручний для коригування її спрямування за виробничих обробок насаджень. Застосування препаратів у формі піни потребує спеціального обладнання.

Разом із загальною рецептурою більшості біопрепаратів, отримуваних на основі мікроорганізмів, кожна їхня група має свої специфічні особливості, залежно від природи активної основи.

Гриби як продуценти препаратів для пригнічення чисельності шкідливих організмів відрізняються від інших патогенних мікроорганізмів шляхами проникнення в організм хазяїна, механізмами патогенної дії і спектрами активності, тобто – специфічністю. Серед них є види як вузького спектра дії, наприклад, ентомофторові гриби – патогени деяких видів шкідливих комах і кліщів, і дуже широкого, наприклад, види роду *Trichoderma* – антагоністи багатьох фітопатогенних організмів, або *Beauveria bassiana*, що може уражувати більше 200 видів комах.

Гриби різняться між собою за потребами в поживних речовинах і умовах для росту й розвитку. Якщо одні з них ледь удається культивувати, то інші можна легко вирощувати на різних живильних середовищах. Усі гриби відрізняються від бактерій значно повільнішим ростом і розвитком. Крім того, міцелій та спори грибів мають меншу життєздатність, чим зумовлені і менші терміни зберігання грибних препаратів. Гриби проявляють патогенність, як правило, у стадії спор, для формування яких необхідні певні умови. Найсприятливіші умови для цього складаються за поверхневого культивування. Проте цей спосіб малопродуктивний і не дає змоги одержувати достатню кількість препаратів в умовах традиційного мікробіологічного виробництва. Вирішенню проблеми може допомогти розроблення технологій глибинного вирощування грибів. Проте поки що ці роботи ще не завершено, оскільки на патогенність грибів, як і інших мікроорганізмів, вирішальною мірою впливає режим культивування, а саме: склад живильних середовищ, умови аерації, які визначають з урахуванням видових і штамових особливостей мікроорганізмів.

З грибних біопрепаратів промисловість виробляє тільки інсектицидний препарат боверин. У біолабораторіях виготовляють цілий ряд грибних препаратів і для захисту рослин від шкідників – боверин, метаризин, пециломін, коніютиріум, ашерсонію, вертицилін, ентомофторин тощо, і проти фітопатогенів – ампеломіцин, триходермін та ін.

Бактерії, як правило, здатні рости на штучних живильних середовищах, що спрощує виробництво препаратів на їхній основі.

За живильними потребами різні види бактерій, що становлять інтерес для біологічного захисту рослин, істотно різняться. Серед них є форми, для яких ще не розроблено штучних живильних середовищ, у зв'язку із чим ускладнюється промислове виробництво препаратів на їхній основі. До таких бактерій слід віднести збудників молочної хвороби пластинчастовусих жуків.

Препарати на основі *Bacillus thuringiensis* та інших бактерій, що добре ростуть на штучних живильних середовищах, виготовляють у заводських умовах з використанням сучасного технологічного обладнання. Найістотніші технологічні проблеми при цьому пов'язані з отриманням біологічно активних, фагостійких і продуктивних штамів бактерій, забезпеченням їх елементами живлення, застосуванням оптимальних схем культивування й переробки сирової біомаси. З виробничими штамми мікроорганізмів ведуть постійну селекційно-генетичну роботу. Використовують лише вискоєфективні штами проти певних груп фітофагів, що найповніше відповідають технологічним та економічним вимогам. Серед цих критеріїв – насамперед придатність до масового розмноження за потребою в елементах живлення, стабільність утворення корисних компонентів (спор, токсинів, ферментів) і стійкість щодо руйнівної дії фагів. Штами, що відповідають цим виробничим вимогам, виділяють із природних джерел (нематод, комах, гризунів), а також одержують за допомогою сучасних селекційно-генетичних методів.

У біологічному захисті рослин використовують інсектицидні бактеріальні препарати і бактеріальні препарати фунгіцидної та бактерицидної дії.

Нині промисловим шляхом випускають інсектицидні бактеріальні препарати фактично лише на основі різних варіантів *Bacillus thuringiensis*. У різних країнах налічують десятки таких препаратів, що умовно ділять на три групи.

До першої групи належать біопрепарати типу лепідоциду, що містять як активну основу спори бактерії і кристали ендотоксину. З вітчизняних препаратів, крім лепідоциду, сюди входять ентобактерин, БП, інсектин, гомелін. За кордоном відомі дипел, турицид, біотро-ВТВ (США), спореїн, бактоспеїн (Франція), батурин (Чехія), бактукал (Сербія), диспарин (Болгарія) та ін.

Друга група препаратів разом зі спорами та кристалами ендотоксину містить і термостабільний екзотоксин. До цих

бактеріальних препаратів належить вітчизняний препарат бітоксимацилін.

Препарати, що входять до третьої групи містять лише очищені токсини.

Віруси продукуються тільки в живих клітинах відповідних організмів-хазяїнів, чим визначаються і способи їхнього масового одержання під час виробництва вірусних препаратів. Є кілька принципових можливостей накопичення вірусної маси: зараження хазяїна і подальше очищення інфекційного матеріалу, культивування і зараження клітин, чутливих до того чи іншого вірусу *in vitro*, використання ізольованих органів тварин, конструювання безклітинних систем.

Вірусні препарати звичайно виготовляють у рідкій формі, де як наповнювач використовують гліцерин, і в сухій – з метилцелюлозою чи іншими речовинами.

Вірусні інсектицидні препарати, як правило, називають *віринами*. Їх розрізняють за додатковими позначеннями, що є або першими буквами українських видових назв комах-хазяїнів, або їхніми латинськими назвами. Якщо препарат створено на основі вірусу – збудника гранульозу, до аббревіатури додають літеру Г. Наприклад, назва препарату «вірин-ГЯП» означає, що цей препарат створено на основі вірусу – збудника гранульозу яблуневої плодожерки.

Вірусні включення (поліедри та гранули) досить стійкі проти факторів зовнішнього середовища і в сухому стані можуть зберігатися декілька років. Для захисту вірусного препарату від інактивації прямими сонячними променями до нього додають 1 % сухого збираного молока (порошку) та інші домішки. Найкраще вірусні препарати зберігаються у формі суспензії у воді, гліцерині, фізіологічному розчині (рН 6–7).

Метод вакцинації є різновидністю інфекційного імунітету, оскільки ефект вакцинації пов'язаний з постійною присутністю і розмноженням у рослині вакцинних штамів патогенів. З цією метою використовують спеціальні вакцинні препарати.

З біологічно активних речовин, продукованих мікроорганізмами, на практиці найширше застосовують антибіотики. В Україні дозволено до широкого застосування в біологічному методі захисту рослин два антибіотики: трихоцетин та фітобактеріоміцин. Нині ведуть пошук антибіотиків



немедичного призначення для застосування в захисті рослин. Неабиякий інтерес становить також можливість одержання на основі мікробіологічного синтезу біологічно активних речовин, що діють як антрактанти, репеленти й антифіданти.

## 8.2. БІОПРЕПАРАТИ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОСЛИН ВІД ШКІДНИКІВ

### 8.2.1. Грибні інсектицидні препарати

**Боверин.** Препарат виготовляють на основі ентомопатогенного гриба *Beauveria bassiana*, який викликає у багатьох видів комах хворобу – білу мюскардину. Культури *B. bassiana* порівняно добре зберігаються на сусло-агарі або на пшоні в холодильнику. Для виробництва препарату запропоновано багато рецептів живильних середовищ і кілька способів культивування, що принципово об'єднують у три: поверхневий, глибинно-поверхневий і глибинний.

Відомо дві препаративні форми боверину: 1) боверин – порошок від білого до кремового кольору з титром не менше 2 млрд життєздатних спор/г і вмістом вологи не більше 5 %; 2) боверин – концентрат, титр 20 млрд конідій/г.

Зберігати препарат слід у сухому прохолодному місці в запаяних поліетиленових мішках при температурі не вище 5°C. За таких умов він може зберігатись до одного року. Боверин діє на комах контактно та перорально (через ротовий отвір). Рекомендовано до застосування способом обприскування рослин:

на картоплі, помідорі, баклажані проти колорадського жука – 2–3 кг/га;

на огірках і помідорах у закритому ґрунті проти тепличної білокрилки, тютюнового трипса – 4–8 кг/га.

**Метаризин (Ентоцид)** – мікробіологічний препарат, на основі гриба *Metarhizium anisopliae* Sorokin. Препаративна форма – сухий порошок світло-сірого кольору з титром 6 млрд спор/г і рідина  $1,0 \cdot 10^8$  КУО/мл.

Термін зберігання препарату – 3 міс. за температури 4–6 °C. Призначений проти шкідників, які живуть у ґрунті (дротяники, несправжні дротяники, личинки хрущів, колорадський жук тощо), а також різних видів трипсів, зокрема, західного квіткового (*Frankliniella occidentalis*) і пасльонового мінера (*Liriomyza*

*bryoniae*). Усередині тіла комах розмноження гриба відбувається за допомогою гонідій, які в діаметрі сягають до 16 мкм.

Проти ґрунтових шкідників препарат вносять у ґрунт навесні або восени шляхом поливу чи обприскування 5 % суспензією.

**АгроМар mtz.** Активною основою препарату є ентомопатогенний гриб *Metarhizium anisopliae*. Титр –  $2 \cdot 10^7$  КУО/мл. Препарат рекомендовано для захисту рослин від ґрунтових шкідників (личинок хрущів, вовчка, дротяників, совок, колорадського жука тощо). «АгроМар» mtz вносять у ґрунт способом обприскування, з поливною водою, у комплексі з добривами. Норма витрати – 5 л/га. Оптимальна температура повітря – 5–35 °С, рН ґрунту – 5,0–7,0.

Застосування препарату дозволяє різко зменшити, а часто повністю відмовитись від використання хімічних препаратів. Ефект після застосування триває декілька років.

Безпечний для людини, тварин і навколишнього середовища.

Гарантійний термін зберігання – до 6 міс.

**Метавайт-Плюс.** Комбінований інсектицидний препарат на основі ентомопатогенних грибів *Metarhizium anisopliae* та *Beauveria bassiana*, міцелій яких здатний проникати через шкірні покриви ґрунтових шкідників, уражуючи жирову тканину та кишковий тракт, де вони розкладають хітин і утворюють ватний нарост міцелію на тілі шкідників, викликаючи порушення усіх функцій організму. Завдяки вмісту у своєму складі спор, ендо- та екзотоксинів, що продукує бактерія *Bacillus thuringiensis*, препарат викликає порушення функції кишечника, параліч нервової системи, м'язової тканини та органів дихання.

Рекомендований для захисту рослин від ґрунтових шкідників, а саме: імаго та личинок травневого хруща, оленки волохатої, вовчка звичайного, личинок коваликів, гусениць совок тощо. Застосовують препарат шляхом внесення в ґрунт (основний обробіток ґрунту, культивація, перед боронуванням) або внесення в рядок (фертигація), яке проводять аплікатором під час сівби чи через систему краплинного зрошення в період вегетації рослин. Необхідну норму біопрепарату ретельно розмішують у воді з температурою від 10 до 25 °С. Робочий розчин слід використати одразу після приготування або зберігати не більше 4 год в захищеному від світла місці.

Норми витрати препарату: обприскування ґрунту із подальшим загортанням перед посівом або після збирання попередника для захисту зернових, бобових, технічних та овочевих культур – 5–15 л/га (об'єм робочого розчину – 100–200 л/га); внесення під час посіву в рядок – 1–5 л/га (об'єм робочого розчину – 20–50 л/га); полив, фертигація: овочеві, суниця – 8–10 л/га, садові фруктові дерева, виноград, ягідні культури – 5–8 л/га.

Вносити в ґрунт доцільно восени в період дощів, щоб до початку сезону очистити його від шкідників. Також рекомендують навесні вносити під обробіток ґрунту, полив і зрошення. Влітку можна повторно обробити методом поливу чи краплинним зрошенням, бажано у вечірній час, уникаючи прямих сонячних променів. Для попередження появи шкідників обробку слід проводити щосезонно. Останню обробку можна робити за п'ять днів до збирання врожаю.

**Вертицилін.** Препарат на основі гриба *Verticillium (Cephalosporium) lecanii* (Zimm) Viegas. Перші ознаки зараження цим грибом помітні на п'яту–шосту добу. Центр личинки тепличної білокрилки стає світло-коричневим, а навколо з'являється білий обідок із міцелію гриба. На десяту добу білий міцелій гриба вкриває все тіло личинки. Гриб уражує також деякі види попелиць і трипсів. Культивують його на багатьох штучних живильних середовищах. Зараз на його основі виробляють препарат **вертицилін зерновий** — **БЛ**, титром не менше 3 млрд конідій/г. Використовують проти личинок тепличної білокрилки на огірку в закритому ґрунті робочу суспензію гриба з титром  $6-8 \cdot 10^7$  спор/мл.

На основі спеціальних штамів гриба *Verticillium lecanii* виготовляють препарати **мікотал** – проти оранжерейної білокрилки і **верталек** — для регулювання чисельності попелиць у теплицях.

**Ашерсонія.** Інтродукований із тропічних лісів гриб *Aschersonia placenta* Berk. et Br. уражує личинок білокрилок (цитрусової і тепличної) II і III віків. Гриб заповнює тіло личинок щільною масою міцелію. По периферії тіла уражених особин з'являються світло-жовті плями. Тіло набрякає і через 10 днів після зараження личинка гине. Гіфи гриба проростають назовні, утворюючи пустули, які обгортають тіло загиблої личинки. Оптимальними для розвитку ашерсонії є температура 22–25 °С та відносна вологість повітря 60–85 %. При температурі нижче 16 °С і вище 30 °С у розвитку гриба настає депресія. Ашерсонію можна вирощувати на зерні і на рідкому

пивному суслі з цукристістю 8–10 % при рН 5–6. Застосовують шляхом обприскування рослин спорово-міцеліальною суспензією з титром не менше  $5 \cdot 10^7$  спор/мл.

**АгріІнсекта** – комплексний біологічний препарат на основі ентомопатогенних мікроміцетів і бактерій: гриби – *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*; бактерії – *Bacillus thuringiensis*, *Streptomyces avermitilis*, загальний титр препарату –  $1 \cdot 10^9$  КУО/мл. Препаративна форма – рідина. Ефективний біоінсектицид з контактною, шлунковою та системною дією, дозволяє контролювати широкий спектр шкідників. Рекомендовано для застосування на всіх сільськогосподарських культурах способом передпосівної обробки насіння з нормою витрати 0,5–3,0 л/т та обприскування рослин – 0,5–3,0 л/га. Є безпечним для ентомофагів та бджіл.

### 8.2.2. Бактеріальні препарати для захисту рослин від шкідників

Ентомопатогенні бактерії, як правило, здатні рости на штучних живильних середовищах, що спрощує виробництво препаратів на їх основі. За живильними потребами різні види бактерій, що становлять інтерес для біологічного захисту рослин, істотно різняться. Серед них є форми, для яких ще не розроблено штучних живильних середовищ, що ускладнює промислове виробництво препаратів на їх основі. До таких бактерій слід віднести збудників молочної хвороби пластинчатовусих жуків.

Препарати на основі *Bacillus thuringiensis* та інших бактерій, що добре ростуть на штучних живильних середовищах, виготовляють у заводських умовах з використанням сучасного технологічного обладнання. Найістотніші технологічні проблеми при цьому пов'язані з отриманням біологічно активних, фагостійких і продуктивних штамів бактерій, забезпеченням їх елементами живлення, застосуванням оптимальних схем культивування й переробки сирої біомаси. З виробничими штамми мікроорганізмів ведуть постійну селекційно-генетичну роботу. Використовують лише вискоефективні штами проти певних груп фітофагів, що найповніше відповідають технологічним та економічним вимогам. Серед цих критеріїв – насамперед придатність до масового розмноження за потреби в елементах живлення,

стабільність утворення корисних компонентів (спор, токсинів, ферментів) і стійкість щодо руйнівної дії фагів. Штами, що відповідають цим виробничим вимогам, виділяють із природних джерел (комах, гризунів), а також одержують за допомогою сучасних селекційно-генетичних методів.

У біологічному захисті рослин використовують інсектицидні бактеріальні препарати і бактеріальні препарати зооцидної дії.

Нині промисловим шляхом випускають інсектицидні бактеріальні препарати майже лише на основі різних варіантів бактерії *Bacillus thuringiensis*. У різних країнах налічують десятки таких препаратів, що умовно поділяють на три групи.

До першої групи належать біопрепарати, що містять активну основу у вигляді спор бактерії і кристалів ендотоксину. Сюди входять **ентобактерин, дендробацилін, БІП, інсектин, гомелін, лепідоцид** та ін. За кордоном відомі **дипел, турицид, біотро-ВТВ** (США), **спорейн, бактоспейн** (Франція), **батурин** (Чехія), **бактукал** (Сербія), **диспарин** (Болгарія) та інші.

Друга група препаратів – разом зі спорами та кристалами ендотоксину активна основа містить ще й термостабільний екзотоксин. До цих бактеріальних препаратів належать препарати **бітоксипацилін, бікол** та ін.

До третьої групи відносять препарати на основі очищених екзотоксинів.

**Лепідоцид** – бактеріальний препарат, створений на основі *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* Крывиенчык Dulm., et F. Виготовляють його у формі сухого концентрованого порошку з титром 100 млрд/г спор і такої самої кількості ендотоксину і лепідоцид стабілізований (ЛЕСТ). Активна основа така сама, як і в концентрованому, а титр 70 млрд спор в 1 г препарату.

Концентрований порошок рекомендовано до застосування на:

- капусті – проти гусениць біланів, молей, вогнівок, капустяної совки (1,5–2,0 кг/га);
- плодових культурах – листогризучі лускокрилі (1,0–1,5 кг/га);
- виноградниках – гронова листовійка (2,0–3,0 кг/га);
- різних польових культурах – лучний метелик (0,6–1,0 кг/га).

**Біолеп (Лепідоцид БТУ).** Аналог лепідоциду концентрованого. Титр –  $1,5 \cdot 10^9$  спор бактерії *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* і кристаликів ендотоксину. Препаративна форма – водний розчин.

Рекомендовано для застосування на овочевих, плодovих та інших культурах проти листогризучих гусениць лускокрилих з нормою витрати 3–4 л/га.

**Гомелін** створено в Білоруському НДІ лісового господарства на основі бактерії *Bacillus thuringiensis* subsp. *thuringiensis*, штами 5072, 4067. Гомелін виробляють у формі змочуваного порошку, титр 90 млрд спор/г. Препарат рекомендовано до застосування на:

- капусті — проти гусениць біланів, молей, вогнівок, капустяна совка (1,5–2,0 кг/га);
- плодovих і лісових культурах – листогризучі лускокрилі (1,0 – 2,0 кг/га);

Крім перелічених ендотоксиномісних препаратів, ефективних проти лускокрилих комах, останнім часом створено препарати, активні проти личинок твердокрилих. Створення таких препаратів стало можливим після виділення нового підвиду *Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis*, що продукує кристалічний ендотоксин зі специфічною інсектицидною активністю.

**Скарадо-М** – біоінсектицидний препарат для захисту сільськогосподарських культур, функціональним призначенням якого є регуляція чисельності лускокрилих шкідників на овочевих культурах та в плодово-ягідних насадженнях. Активна основа – *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*, титр  $5 \cdot 10^9$  КУО/г, *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, титр  $5 \cdot 10^9$  КУО/г.

Норми витрати: яблуна – 3,0–5,0 кг/га, овочеві культури – 2,0–3,0 кг/га. Робочий розчин не підлягає тривалому зберіганню, тому його необхідно готувати безпосередньо перед застосуванням та в кількостях, що не перевищують потреби. Сумісний з усіма відомими добривами, гербіцидами та інсектицидами.

Гарантійний термін зберігання – 2 роки від дати виготовлення за температури 3–25 °С.

**Децимід** – препарат на основі серотипу *Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis*. Препаративна форма – концентрована суспензія.

Рекомендовано до застосування на пасльонових культурах проти колорадського жука (5,0—6,0 кг/га).

**Новодор** – створено на основі *Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis*, текучий концентрат або порошок. Активна основа – білкові кристали ендотоксину. У своєму складі не має екзотоксину. Застосовують проти колорадського жука (личинки першого–другого віку) на картоплі і помідорах – дві–три обробки в період вегетації рослин через п'ять–сім днів проти кожного покоління з нормою витрати 2,0–5,0 кг/га.

**Колорадо** – змочуваний порошок, титр  $20 \cdot 10^9$  спор і кристалів ендотоксину бактерії *Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis*. Рекомендовано до застосування на пасльонових культурах проти колорадського жука (4,0–5,0 кг/га).

Перелічені бактеріальні препарати, що належать за описаною вище класифікацією до першої групи, не мають принципових відмінностей у технології виробництва та характеристиці препаративних форм.

До другої групи бактеріальних інсектицидних препаратів, створених на основі *Bacillus thuringiensis* subsp. *thuringiensis*, належить **Бітоксисацілін**.

Бітоксисацілін – це однорідний порошок від світло-сірого до світло-коричневого кольору, з характерним запахом. Активною основою його є спори й енто- та екзотоксини. В 1 г препарату міститься 45 млрд життєздатних спор, 45 млрд кристалів ендотоксину, 0,8 % термостабільного екзотоксину і не більше 7 % вологи. Завдяки тому, що в препараті містяться токсини двох типів, він більш ефективний проти листогризучих гусениць, ніж описані вище препарати. Зокрема, бітоксисацілін ефективний проти личинок колорадського жука, гусениць бавовникової совки, карадрини, люцернового довгоносика, капустяної мухи, павутинного кліща та інших шкідників. Екзотоксин виявляє також овіцидну дію, тому обробка ним яйцекладок колорадського жука, кільчастого шовкопряда приводить до загибелі личинок, що виплджуються з яєць. Комахи під дією препарату часто гинуть під час заляльковування. Характерною рисою дії бітоксисаціліну є порушення метаморфозу, що проявляється в утворенні великої кількості незвичайних особин, зниженні життєздатності і плодючості комах.

Препарат малотоксичний для людини і теплокровних тварин, безпечний для ентомофагів та бджіл. Строк очікування – одна доба.

Гарантійний термін зберігання препарату – 1,5 року в сухих складах при температурі від –30 до 30 °С. Наприкінці терміну зберігання допускають зниження кількості життєздатних спор до 20 млрд/г препарату без зниження біологічної активності. Препарат рекомендовано до застосування на:

- пасльонових культурах – проти колорадського жука (3,0–5,0 кг/га);
- капусті – проти гусениць біланів, молей, вогнівок, капустяної совки (2,0–3,0 кг/га);
- плодкових культурах – листогризучі лускокрилі (3,0–5,0 кг/га);
- виноградниках – гронова листовійка (6,0–8,0 кг/га);
- ягідних культурах – листовійки, вогнівки, пильщики (3,0–5,0 кг/га);
- різних польових культурах – лучний метелик (2,0 кг/га);
- огірках у закритому ґрунті – павутинний кліщ (30,0–50,0 кг/га).

**Бітоксубацилін–БТУ.** Аналог бітоксубациліну. Титр –  $10^9$  КУО/мл та біологічно активні продукти життєдіяльності бактерії *Bacillus thuringiensis* subsp. *thuringiensis*: кристали ендотоксину і термостабільний екзотоксин.

Рекомендовано до застосування в закритому ґрунті на огірках проти павутинного кліща (10–15 л/га) і баштанної попелиці (7–8 л/га).

**Колорадоцид.** Аналог бітоксубациліну. Активна основа – бактерія *Bacillus thuringiensis* subsp. *thuringiensis*. Виробляють у формі змочуваного порошку з титром  $5 \cdot 10^9$  КУО/г.

Рекомендовано до застосування на:

- зернових культурах – личинки шкідливої черепашки (5 кг/га);
- овочевих культурах – бавовникова совка (3 кг/га).

**Бікол.** Препарат створено на основі штаму бактерії *Bacillus thuringiensis* subsp. *thuringiensis* і за своєю характеристикою він близький до бітоксубациліну. Виробляють у формі змочуваного порошку з титром  $45 \cdot 10^9$ .

Препарат рекомендовано до застосування на:

- пасльонових культурах – проти колорадського жука (2–5 кг/га);
- капусті – проти гусениць біланів, молей, вогнівок, капустяної совки (1,0–1,5 кг/га);
- плодкових культурах – листогризучі лускокрилі (1,0–1,5 кг/га);
- огірках у закритому ґрунті – павутинний кліщ (14,0–21,0 кг/га).



**Актоверм Формула.** Препарат на основі спеціального штаму бактерії *Bacillus thuringiensis*. Титр препарату  $10^9$  ендоспор/мл, кристалики ендотоксину і термостабільний екзотоксин. Препаративна форма – концентрат суспензії. Біологічна дія препарату: забезпечує захист рослин від комах-шкідників; має подовжений період дії, не викликає звикання в комах-шкідників; тривалість між обробкою та першими ознаками його дії 1–3 дні; тривалість захисної дії до 14 днів; не накопичується в рослинах і ґрунті; біопрепарат кишкової дії. Рекомендовано застосовувати проти колорадського жука, попелиць, трипсів, совок, біланів, плодожерок, кліщів тощо на всіх сільськогосподарських культурах у відкритому і закритому ґрунті.

Обприскування проводять у період вегетації рослин за наявності шкідників. Проти попелиць захисні заходи доцільно проводити за заселення рослини шкідником не вище 10 % дорослих особин. Інтервал між обробками 7–14 днів. Біопрепарат застосовують у вигляді робочого розчину, приготованого в день обробки. Необхідну норму препарату ретельно розмішують у воді з температурою від 15 до 25 °С. Робочий розчин слід використати одразу після приготування або зберігати не більше 5–6 год у захищеному від світла місці. Для рослин відкритого ґрунту обробку бажано виконувати в суху безвітряну погоду, уникаючи потрапляння прямих сонячних променів, уранці або ввечері. Оптимальна температура повітря для обробки – від 18 до 35 °С. Біопрепарат сумісний у баковій суміші з прилипачами, стимуляторами росту та іншими засобами захисту рослин біологічної та хімічної природи, крім тих, що мають лужну реакцію. Остання обробка – за 5 днів до збору врожаю.

Норми витрати препарату: культури відкритого ґрунту – 2–8 л/га, овочеві культури закритого ґрунту і плодоягідні насадження 8–10 л/га.

До третьої групи належить препарат **Турингін**, який виготовляють на основі *Bacillus thuringiensis* subsp. *thuringiensis*, штами 5072 та 4067. Існують дві препаративні форми препарату: турингін-1, рідкий, вміщує 0,8 %, та турингін-2, водний розчин, який вміщує 10 % термостабільного екзотоксину. У процесі виробництва турингін-ну біомасу, отриману у ферментерах, розділяють на центрифугі на тверду і рідку фракції і потім з рідкої фракції випаровуванням концентрують екзотоксин. Препарати рекомендовані до застосування проти павутинного кліща на

овочевих і декоративних культурах (турингін-1) і проти колорадського жука на картоплі (турингін-2) – 0,2–0,4 кг/га.

У промислово розвинених країнах Заходу переважну більшість бактеріальних препаратів для регулювання чисельності комах також виробляють на основі *Bacillus thuringiensis*. Це здебільшого препарати першої групи – турицид, діпел, бактоспеїн, біотрол, агрітрол, спореїн та ін.

**Сезар.** Препарат на основі бактерії *Pseudomonas auerofaciens*, штам В-306. Препаративна форма – рідина, титр  $10^{10}$  життєздатних бактеріальних клітин/мл.

Препарат проявляє контактну і кишкову дію. Проникаючи в організм шкідника спричиняє параліч, шкідник перестає жити і через 2–3 доби гине.

Ефективний проти листогризух і сисних шкідників, у тому числі і проти кліщів.

Рекомендують до застосування проти комплексу шкідників на зернових культурах і способом обприскування рослин у період вегетації з нормою витрати 4–6 л/га.

**Фабіліс.** Препарат на основі бактерії *Bacillus pumilus*, штам ВU F-33. Препаративна форма – рідина, титр  $2,2 \cdot 10^{10}$  життєздатних бактеріальних клітин/мл.

Рекомендують до застосування проти комплексу шкідників на зернових культурах і озимому ріпаці способом передпосівної обробки насіння з нормою витрати: кукурудза – 2,5 л/т, зернові культури, ріпак – 1,6 л/т.

Для регулювання чисельності шкідливих гризунів (полівок, мишей, щурів) на основі бактерії *Salmonella enteritidis* Gaer. використовують препарат **Бактороденцид**. Виробничими штамми при цьому є так звані культури Ісаченко (*S. enteritidis* var. *Issatchenko*), Мережковського (*S. enteritidis* var. *Mereschkovski*), які викликають мишачий тиф у цієї групи гризунів.

**Вологий зерновий бактороденцид** являє собою вологе набрякле зерно. Виготовляють лабораторним способом. У готовому препараті міститься від 2 до 8 млрд бактерій/г. Вологість його становить 50–60 %. Смертельна доза від двох-трьох (для полівок і мишей) до 10–20 зерен (для щурів). У герметично закритих банках при температурі 1–10 °С може зберігатися до шести місяців. Застосовують проти мишоподібних гризунів шляхом розкладання

препарату в місцях їх мешкання з нормою витрати 2 кг/га (у середньому).

**Бактероденцид амінокістковий** виготовляють при глибинному вирощуванні бактерій на рідких живильних середовищах з послідовною сепарацією та змішуванням з кістковим борошном у заводських умовах. Препаративна форма – крупнозерниста сипка маса сірого кольору вологістю 6 %, титр – не менше 0,1 млрд/г. Розфасовують по 5 кг у паперові мішки. Перед застосуванням до препарату додають кип'ячену воду (1:1), після чого його змішують з кормом для гризунів і того самого дня розкладають у місцях мешкання гризунів. Висушений препарат можна зберігати протягом року.

**Бактероденцид БТ.** Препаративна форма – принада. Активна основа – бактерія *Salmonella enteritidis* var. *Issatschenko* Л-28. Титр  $2 \cdot 10^9$  бактеріальних клітин/г.

Рекомендовано до застосування в осінньо-зимовий період на посівах озимих с.-г культур, садах, луках проти мишоподібних гризунів з нормою витрати 1–2,5 кг/га; у місцях скупчення гризунів (теплиці, складські приміщення, ферми) – 0,5–2 г/м<sup>2</sup>.

**Бактеронцид гель.** Активна основа препарату – особливий штам бактерії *Salmonella enteritidis* var. *Issatschenko*, що має вибіркову дію на гризунів та викликає в них патогенез черевного тифу. Біологічний родентицид застосовують для боротьби з гризунами (щури, миші, полівки, піщанки, ховрахи), що мешкають на посівах, пасовищах, лісосмугах, скиртах, парниках та ін. Дія препарату максимально проявляється на 5–7 добу після застосування для мишей і полівок, на 10–20 добу – для щурів і ховрахів.

Препаративна форма: рідина гелевидної форми, з відтінками синього або рожевого кольору. Термін та умови зберігання: 6 місяців за температури від 4 до 14 °С в захищеному від світла місці. Титр препарату – не менше  $2,0 \cdot 10^9$  КУО/мл.

Препарат застосовують способом харчових приманок у формі звичайного або пропареного зерна, для поліпшення з'їдання можна додати соняшникову олію. На 1 л препарату беруть 10 кг зерна. Витрата приманки на сільськогосподарських угіддях – 1–2 кг/га залежно від щільності та видового складу гризунів. У разі високої щільності мишей і полівок витрачають не менше 2–4 кг/га на

багаторічних травах – 3–5 кг/га. У складських приміщеннях норма витрати готової приманки становить 2–3 г/м<sup>2</sup>. Препарат попередньо розфасовують у паперові пакети і розкладають по кутках приміщень та в місцях масового скупчення мишей, повторюють розкладання приманки через 3–5 днів.

Під час роботи з препаратом чітко дотримуватися елементарних заходів гігієни та обережності. Відкритий препарат слід використати протягом 24 год.

### 8.2.3. Вірусні інсектицидні препарати

Віруси продукуються тільки в живих клітинах відповідних організмів-хазяїнів, чим визначаються і способи їх масового розведення під час виробництва вірусних препаратів. Є кілька принципових можливостей накопичення вірусної маси: зараження хазяїна і подальше очищення інфекційного матеріалу, культивування і зараження клітин, чутливих до того чи іншого вірусу *in vitro*, використання ізольованих органів тварин, конструювання безклітинних систем.

Вірусні препарати звичайно виробляють у рідкій формі, як наповнювач використовуючи гліцерин, і в сухій – з метилцелюлозою чи іншими речовинами.

В Україні запропоновано регламенти кількох препаратів на основі бакуловірусів. Усі ці препарати виготовляють на основі масового розмноження комах-хазяїнів відповідних вірусів.

Вірусні інсектицидні препарати, як правило, називають **віринами**. Їх розрізняють за додатковими позначеннями, що є або першими літерами українських видових назв комах-хазяїнів, або їхньої назви латиною. Якщо препарат створено на основі вірусу – збудника гранульозу, літерну аббревіатуру доповнюють літерою Г. Наприклад, назва препарату «вірин-ГЯП» означає, що цей препарат створено на основі вірусу – збудника гранульозу яблуневої плодожерки.

Вірусні включення (поліедри та гранули) досить стійкі проти чинників зовнішнього середовища і в сухому стані можуть зберігатися кілька років. Для захисту вірусного препарату від інактивації прямими сонячними променями до нього додають 1 % сухого збираного молока (порошку) та інші домішки. Найкраще

вірусні препарати зберігаються у формі суспензії у воді, гліцерині, фізіологічному розчині (рН 6–7).

**Вірин-Діпріон.** Препарат на основі вірусу ядерного поліедрозу рудого соснового пильщика кишкового типу, концентрат суспензії. Титр  $10^9$  поліедрів/мл. Рекомендовано до застосування у хвойних лісах проти рудого соснового пильщика (10–40 мл/га).

**Вірин-ЗСП.** Препарат на основі вірусу ядерного поліедрозу звичайного соснового пильщика, концентрат суспензії. Титр  $10^9$  поліедрів/мл. Рекомендовано до застосування у хвойних та листяних лісах проти звичайного соснового пильщика (80—100 мл/га).

**Вірин-НШ.** Створено на основі експериментального штаму вірусу ядерного поліедрозу непарного шовкопряда. Це концентрат суспензії поліедрів у 50 %-ному гліцерині, з титром не менше 1 млрд поліедрів/мл. Рекомендовано до застосування в лісових насадженнях проти непарного шовкопряда (100–150 мл/га).

**Вірин-ДШ.** Вірусний матеріал – поліедри вірусу ядерного поліедрозу накопичують у гусеницях дубового шовкопряда. Препарат рекомендовано до експериментального застосування проти гусениць капустяної совки з нормою витрати 150–200 мл/га.

**Вірин-КШ.** Створено на основі вірусу ядерного поліедрозу кільчастого шовкопряда. Виготовляють у сухій та рідкій формах.

Сухий препарат має титр 1 млрд поліедрів і являє собою їх суміш з наповнювачем (каолін, бентоніт) та консервантами.

Рідкий препарат має титр 1 млрд поліедрів/мл і містить наповнювач та консервант. Норма витрати 200 мл/га.

Термін зберігання препарату обох форм при температурі  $30^{\circ}\text{C}$  і не нижче  $-15^{\circ}\text{C}$  – до п'яти років.

**Вірин-ЕКС.** Створено на основі вірусу ядерного поліедрозу капустяної совки. Препаративна форма – суспензія у 50 %-ному гліцерині з титром 1 млрд поліедрів у 1 мл. Випускають також вірин-ЕКС, сухий порошок, який містить не менше 1 млрд поліедрів в 1 г.

**Вірин-ОС.** Створено на основі вірусів гранульозу та ядерного поліедрозу озимої совки. Препаративна форма – сухий порошок на као-ліні, титр 3 млрд гранул та 1 млрд поліедрів у 1 г препарату.

**Елькар (САН-240).** Створено на основі вірусу ядерного поліедрозу бавовникової совки. Препаративна форма – сухий порошок з титром 4 млрд в 1 г.

**Вірин ГЯП.** Створено на основі вірусу гранульозу яблуневої плодожерки. Виготовляють рідкий препарат з титром не менше 3 млрд гранул в 1 мл.

**Вірин АБМ.** Створено на основі вірусів ядерного поліедрозу та гранульозу американського білого метелика. Рідкий препарат, титр – 1 млрд поліедрів та 2 млрд гранул вірусів в 1 мл 50 %-ного гліцерину.

**Мадекс Твін.** Вірусний препарат на основі грануловірусу (ABC V22) *Cydia pomonella*, титр  $3 \cdot 10^9$  вірусних клітин/мл. Препаративна форма – концентрат суспензії. Рекомендовано для застосування в садах проти яблуневої та східної плодожерки з нормою витрати 0,1 л/га.

**Хеліковекс.** Препарат на основі вірусу ядерного поліедрозу бавовникової совки (*Helicoverpa armigera nucleopolyhedrovirus*), препаративна форма – концентрат суспензії, титр –  $7,5 \cdot 10^9$  поліедрів/мл. Призначений для застосування на помідорах, сої, перцю проти бавовникової совки способом обприскування рослин у період вегетації з нормою витрати 50–200 мл/га.

#### 8.2.4. Інсектицидні препарати на основі БАР

**Актофіт (Актоверм).** Спектр пестицидної дії – інсектоакарицид кишково-контактної дії. Біопрепарат четвертого покоління, активною основою якого є комплекс природних авермектинів (аверсектинів) груп В1 і В2, що продукуються корисним ґрунтовим грибом *Streptomyces avermitilis*. Це сильні специфічні нейротоксини, які, проникаючи в організм комах кишковим або контактним шляхом, безповоротно вражають їх нервову систему. Унаслідок цього настає параліч та комахи гинуть. Має потужну овіцидну дію.

Препаративна форма – 0,2 % концентрат емульсії.

При використанні на розсаді овочевих культур здатний проявляти фітотоксичність різного характеру.

Препарат не спричиняє шкіряно-резорбтивних та алергічних реакцій. Пестицидна дія проявляється через 3–6 год при температурі повітря 25–35 °С і через 8–10 годин при 18–25 °С.

Рекомендовано до застосування проти колорадського жука, попелиць, трипсів, біланів, совок, плодожерок, молей, листовійок, кліщів тощо на всіх культурах відкритого ґрунту з нормою витрати 1–2 л/га. Препарат токсичний для личинок та імаго. Проникаючи в

організм шкідника, діє на нервову систему, викликаючи його параліч, через 1–3 дні шкідник гине. Тривалість захисної дії – 14 діб.

У закритому ґрунті препарат застосовують у період вегетації рослин проти комплексу сисних шкідників шляхом обприскування рослин. Для обробки овочевих культур рекомендовано використовувати 0,1 %-ний розчин препарату. З метою підвищення ефективності контактної дії рекомендовано до робочого розчину додавати ПАР – 0,01 % твіну або 0,05 % КМЦ.

Здатність авермектинів швидко розкладатися в навколишньому середовищі перешкоджає їх накопиченню в насінні, плодах, овочах і ґрунті. Тому препарат застосовують на овочевих і плодово-ягідних культурах за 48 год до збирання врожаю.

**Актарофіт** є аналогом актофіта. Ефективний засіб для боротьби з колорадським жуком, попелицями, трипсами, біланом капустяним, совками, плодожерками, кліщами, яблуневою міллю, мінуючою міллю та іншими шкідниками. Препарат високоефективний проти павутинного кліща на сої (ефективність сягає 90–92 %). За рахунок овіцидної дії рідко потребує повторного застосування. Ефективний в діапазоні температур від 12 до 35 °С, тому має перевагу над більшістю хімічних акарицидів та інсектицидів, максимальна температура застосування яких обмежується 25 °С. Але нестабільно працює при температурі менше 10 °С.

У закритому ґрунті норма витрати препарату становить 1,0–2,0 л/га, у відкритому ґрунті на сільськогосподарських культурах – 0,2–0,4 л/га, на плодкових і виноградниках 0,6–0,8 л/га.

Перші ознаки дії препарату — припинення живлення спостерігають через 6–8 год для листогризух і через 12–16 год для сисних шкідників. Масова загибель настає на 2–3-тю добу після обробки, а максимального ефекту досягають на 5–7-му добу. Захисний ефект препарату триває до 10–20 діб.

**Актоверм КЕ.** Препарат на основі комплексу природних авермектинів (Аверсектин С), який утворюється в процесі життєдіяльності особливого штаму актиноміцета *Streptomyces avermmitilis* і має високу інсектицидну й акарицидну активність. Проникаючи в організм шкідника препарат діє на його нервову систему, спричиняючи параліч. Шкідник перестає жити, а

потім гине. Масова загибель комах і кліщів настає через 3–7 діб. Тривалість захисної дії в середньому – 14 діб.

Препарат рекомендовано для захисту рослин від павутинного кліща, колорадського жука, попелиць, трипсів, гусениць совок, біланів, плодожерок, молей тощо на всіх культурах відкритого і закритого ґрунту. Препарат токсичний і для імаго, і для личинок.

Норми витрати: у закритому ґрунті норма витрати препарату становить 1,0–2,0 л/га, у відкритому ґрунті на всіх культурах – 0,2–0,4 л/га, на плодкових і виноградниках – 0,6–0,8 л/га. Передпосівна обробка насіння – 1,5–3,0 л/т.

**Мітігейт.** Препарат на основі рослинного алкалоїду. Препаративна форма – 20 %-ний водний розчин. Біологічний акарицид. Рекомендовано до застосування проти кліщів способом обприскування: на яблуні, з нормою витрати 0,3–0,45 л/га, на сої – 0,25–0,3 л/га.

**Натургард (Натур Гард)** – препарат на основі екстракту алкалоїду матрин з рослин роду Софора. Препаративна форма – 0,5 %-ний водний розчин. Один із найбільш ефективних біоінсектицидів рослинного походження, не викликає звикання у шкідників. Рекомендовано до застосування на зернових, технічних і овочевих культурах, а також на плодкових культурах і виноградниках способом обприскування рослин у період вегетації проти комплексу шкідників з нормою витрати 0,3–1,0 л/га.

### Запитання для самоперевіркиГ

1. Класифікація біологічних препаратів за природою активної основи і за призначенням.
2. Назвіть основні грибні інсектицидні препарати і охарактеризуйте їх.
3. Охарактеризуйте інсектицидні біопрепарати на основі бактерії *Bacillus thuringiensis*.
4. Охарактеризуйте бактеріальні зооцидні препарати.
5. Охарактеризуйте вірусні інсектицидні препарати.
6. Назвіть інсектицидні препарати на основі БАР і дайте їм характеристику.



### 8.3. ЕНТОМОФАГИ ШКІДНИКІВ РОСЛИН ВІДКРИТОГО ҐРУНТУ І БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЇХ МАСОВОГО РОЗВЕДЕННЯ

#### 8.3.1. Трихограма

##### 8.3.1.1. Загальна характеристика трихограми

Рід *Trichogramma* належить до родини *Trichogrammatidae*, ряду Перетинчастокрилі (*Hemiptera*). Незважаючи на те, що вивчення трихограми триває понад 150 років, систематику її до останнього часу розроблено недостатньо. Лише в останні 50 років завдяки дослідженням С. Нагаркати, Г. Нагарая, А. Сорокіної та інших для визначення видів трихограми було запропоновано використовувати будову геніталій та вусиків самців. У результаті виявлено кілька нових видів, а також встановлено істотні біологічні відмінності між окремими видами, зокрема їх спеціалізацію живлення. Таким чином, з'явилася можливість цілеспрямованого використання трихограми і вдосконалення технології масового розведення окремих видів і внутрішньовидових форм. На території України зареєстровано 15 видів. Практичне застосування мають чотири види трихограми: *Trichogramma evanescens* West., *T. pintoi* Vog et. Pint., *T. dendrolimi* Nats та *T. embryophagum* Hart.

Кожен вид має декілька внутрішньовидових форм – *рас* та *екотипів*.

Раса – це внутрішньовидова форма, яка пристосувалась у своєму розвитку до конкретних видів або вузьких груп хазяїнів (шкідників рослин). Найвідоміші такі раси: совкова, біланова, вогнівкова, плодожеркова.

Екотип – це внутрішньовидова форма паразита, яка пристосувалась до розвитку в конкретних екологічних умовах (географічна форма).

Трихограма – дуже дрібна комаха з тричлениковими лапками (додаток, рис. 67). Передні крила часто з рядами дискальних волосків, нерідко з довгою крайовою бахромкою. Дорослі особини живляться нектаром. Личинки – внутрішні паразити яєць різних комах, найчастіше лускокрилих.

Довжина тіла імаго основних видів трихограми 0,4–0,9 мм, очі великі, червонувато-оранжеві. Вусики колінчасті, у самок шестичленикові, закінчуються булавою, у самців останні членики злиті, тому вусики здаються чотиричлениковими, закінчуються булавою з довгими волосинками (рис. 8. 1). На вусиках самок

виявлено дев'ять типів сенсил, кожна з них виконує певні функції, у тому числі й пошук жертви.

Крила виступають за вершину черевця, прозорі, довжина передніх крил вдвоє більша за їх ширину, жилкування спрощене, передні крила мають лише маргінальну і радіальну вкорочені жилки. Задні крила вузькі, шаблеподібні. Черевце коротше за голову і груди разом узяті. Існують безкрилі або короткокрилі форми. Лапки тричленикові.



Рис. 8.1. Вусики трихограми:  
зліва – самки; справа – самця

Яйце трихограми прозоре і не має жовтка. У нього дві оболонки: зовнішня – хоріон і внутрішня – жовткова. Остання не виконує трофічних функцій, зародок не отримує живлення від внутрішнього вмісту яйця хазяїна. Живлення за рахунок вмісту яйця хазяїна починається з моменту народження личинки.

Личинка має три віки, линяє двічі. Личинкові шкурки скидаються неповністю, тому в личинок другого і третього віків на задньому кінці тіла зберігається личинкова шкурка. Личинка першого віку має добре помітні мандибули, вона активно живиться вмістом яйця хазяїна. Наприкінці другого віку порожнина тіла личинки заповнена жировим тілом, а в третьому віці до кінця розвитку середня кишка так роздувається від їжі, що личинка здається пузироподібною. У міру розвитку личинки оболонка яйця хазяїна починає поступово темніти. До завершення живлення личинки і переходу у фазу пронімфи яйця хазяїнів набувають характерного чорного кольору, найчастіше із синюватим відтінком. Це дає змогу легко відрізнити заражені трихограмою яйця від незаражених.

Заляляковується трихограма всередині яйця хазяїна. Дорослі особини, що народжуються з лялечок, прогризають отвір в оболонці яйця і виходять назовні.

Види, що належать до роду *Trichogramma* а також внутрішньовидові форми, розрізняються між собою характером взаємин з хазяїнами і зовнішнім середовищем, а також деякими особливостями біології, однак найважливіші біологічні властивості залишаються спільними для всіх видів роду. Усі вони є паразитами яєць комах, багато з яких шкодять сільськогосподарським культурам і лісовим насадженням. У них тільки личинка веде паразитичний спосіб життя, імаго – живе вільно. Личинка живиться вмістом яєць хазяїнів, усередині яких розвивається, і знищує хазяїна ще на фазі яйця, що має важливе практичне значення.

При зараженні самка знаходить яйце хазяїна, досліджує його придатність, обмацуючи вусиками, піднімається на нього, проколює яйцекладом оболонку і вводить усередину своє яйце (додаток, рис. 67, а). Кількість яєць, що їх відкладають самки трихограми в одне яйце хазяїна, залежить від його розміру. У яйце зернової молі чи млинової вогнівки самка відкладає одне яйце, у яйця совок і плодожерок – два–чотири, у яйця бузкового бражника – до 40 яєць. Яйця з щільною оболонкою, як наприклад у деяких шовкопрядів, трихограма не в змозі проколоти і заразити. У разі перезараження яєць хазяїнів через брак живильного матеріалу народжуються карликові, недорозвинені особини: самки зі зниженою плідністю, безкрилі самці. Дуже перезаражені яйця хазяїна зморщуються і засихають. У природі це явище іноді вдається спостерігати в кладках яєць капустяної совки. Трихограма нерідко робить уколи яйця хазяїна, не відкладаючи своїх яєць. Такі яйця засихають і гинуть.

Самки народжуються вже готові до яйцекладки з основною кількістю зрілих яєць у яєчнику (проовігенний тип розвитку). Крім них, у кожній трубці міститься також незначна кількість ооцитів (від двох до восьми в кожній трубці).

Розвиток трихограми від яйця до дорослої комахи проходить дуже швидко. Протягом одного покоління хазяїна – совок і плодожерок основні види паразита дають по два покоління. Наприклад, тривалість розвитку *T. euproctidis* становить при постійній температурі 30 °С – вісім днів, при 28 °С – дев'ять, при 25 °С – 11, при 22 °С – 14, при 20 °С – 16, при 18 °С – 21, при 16 °С – 27, при 13 °С – 40, при 11,5 °С – 53 дні.

За вегетаційний сезон на півдні України розвивається 9–10 поколінь паразита, у північно-західній зоні – 6–8. Нижній поріг розвитку трихограми лежить у межах 10 °С. При цій температурі *T. euproctidis*, *T. evanescens*, *T. cacoeciae* впадають у діапаузу у фазі личинки третього віку (передлялечки). У цій фазі трихограма зимує в природі в стані діапаузи в яйцях різних хазяїнів. Зимівля *T. euproctidis* спостерігається на полях у яйцях совки-гамми, совки іпсилон, капустяного і ріпного біланів, а *T. embryophagum* і *T. cacoeciae* – у деревних насадженнях у яйцях кільчастого шовкопряда, кістехвоста, розанної листовійки і зимового п'ядуна. Морози понад -20 °С і часті відлиги викликають загибель значної кількості зимуючого запасу трихограми.

У період вегетації виживаність передімагінальних фаз трихограми дуже висока. Виживаність ряду популяцій *T. euproctidis* у широкому діапазоні температур від 15 °С до 30 °С і вологості від 30 до 80 % у межах 78–99 %. Лише в деяких вологолюбних популяцій у депресивній вологості 30–35 % при температурі 30 °С виживає лише 40–50 % потомства.

Для всіх цих видів характерна кількісна перевага самок. У потомстві *T. embryophagum* самці, як правило, відсутні. У *T. euproctidis* за сприятливих умов спостерігають 64–89 % самок, співвідношення статей становить 3–4:1. У міру наближення до депресивних умов кількість самок у деяких популяціях зменшується до 46–55% (співвідношення статей 1:1). У *T. cacoeciae* – відповідно 4:1 і 2:1. Очевидно, співвідношення статей регулюється впливом фізичних чинників, крім того, велике значення має хазяїн. У разі зараження трихограмою великих за розміром яєць у потомстві народжується до 90 % самок, а дрібних – до 60–70 %.

Плідність трихограми залежить від умов середовища мешкання – фізичних чинників і вмісту яйця хазяїна. При тому самому гігротермічному режимі (температура 25 °С і вологість 75–80 %) плідність самок *T. euproctidis* при розвитку в яйцях щавлевої совки становить 52 яйця на самку, у яйцях зернової молі – 31, а в яйцях біланів – 19 яєць. Отже, на плідність впливає не тільки розмір яєць хазяїна, тобто кількість живильного матеріалу, але і його біохімічний склад.

Вид *T. euproctidis* у цілому можна вважати екологічно пластичним з деякою тенденцією до гігрофільності. Діапазон сприятливих для нього температур (18–30 °С) і вологості (60–90 %) досить широкий. Плідність самок *T. euproctidis*, які розвивалися у

яйцях зернової молі, становить переважно 30 яєць з коливаннями від 26 до 50 яєць.

*T. embryophagum* – ксерофільна, для неї сприятлива вологість 30–60 %. Однак навіть у цих умовах її плідність нижча, ніж у *T. cacoecia*, *T. euproctidis* і *T. evanescens*, і становить 16–20 яєць. За високої вологості (75–80 %) плідність трихограми знижується до 6–12 яєць.

Маючи великі жирові запаси, самки можуть без додаткового живлення заражати яйця хазяїна. При цьому найбільшу кількість яєць вони відкладають у перший день після народження. Додаткове живлення вуглеводною їжею збільшує тривалість життя трихограми, а також плідність (завдяки подальшому дозріванню яєць). У лабораторних умовах середня тривалість життя *T. euproctidis* звичайно становить без підгодівлі три–чотири дні, а при живленні 20%-ним цукровим розчином – вісім–дев'ять днів. У природних умовах імаго трихограми живе до 14–15 днів. При живленні водою плідність зростає за рахунок збільшення тривалості життя і кращого використання жирових резервів. Наприклад, самки *T. euproctidis*, що розвивалися в яйцях щавлевої совки, заражали без підгодівлі в середньому 48 яєць, після того, як їм дали воду, – 57 яєць, а при вуглеводному живленні – 77 яєць. У природі трихограма живиться нектаром квіток рослин і росою.

Зимує трихограма в стадії передлялечки в яйці хазяїна в стані діапаузи. Навесні паразит вилітає досить рано в середині квітня, коли в природі ще дуже мало яєць комах-хазяїнів. Це призводить до різкого зменшення популяцій паразита.

Таким чином, позитивними властивостями видів трихограми є швидкість розвитку, висока виживаність потомства і кількісна перевага самок у популяції. Це зумовлює високі темпи розмноження комах і здатність до швидкого накопичення. Але відсутність синхронності в розвитку паразита і основних його хазяїнів негативно впливає на чисельність і ефективність природних популяцій трихограми.

### **8.3.1.2. Технологія масового розведення трихограми**

Схему технологічного процесу масового розведення трихограми наведено на рис. 8.2. Більшість технологічних операцій виконують з використанням спеціального обладнання і приладів.

Найважливішою технологічною проблемою при масовому розведенні трихограми є вибір лабораторного живителя. В Україні

як лабораторного живителя трихограми використовують зернову міль – *Sitotroga cerearella* (родина Виїмчастокрилі молі – Gelechiidae, ряд Лускокрилі – Lepidoptera).

Найкращим кормовим субстратом для масового розведення зернової молі в умовах біолабораторій є високоякісне зерно ячменю. Бажано використовувати зерно середніх розмірів – від 20 до 21 тис. зернівок у 1 кг. У разі використання некондиційного зерна його необхідно очистити від домішок, подрібнених і дрібних зернівок тощо. Очищають зерно спеціальними машинами або вручну.

Для знищення шкідників зерна, а також паразитів і хижаків зернової молі очищене зерно ячменю знезаражують термічним або хімічним способом.

Найбільш ефективним і раціональним видом термічного знезараження зерна є його стерилізація в автоклавах різних конструкцій. Рідше використовують вологе термічне знезараження, суть якого полягає в короткотерміновому контакті (45–60 сек) певної порції зерна (5–10 кг) з гарячою водою (температура води 95–100 °C).

Обеззаражене зерно ячменю розміщують у кювети на стелажах шаром до 5 см і протягом 1–2 днів доводять його до вологості 15–16 %, що є оптимальною для зараження гусеницями зернової молі.

Для зараження зерна використовують свіжовідкладені яйця молі, зібрані протягом одного дня. На зерно, підготовлене до зараження і насипане в кювети шаром не більше 5 см, розсипають рівномірно розподіляючи по поверхні шару зерна з розрахунку 100 г яєць на 100 кг зерна.

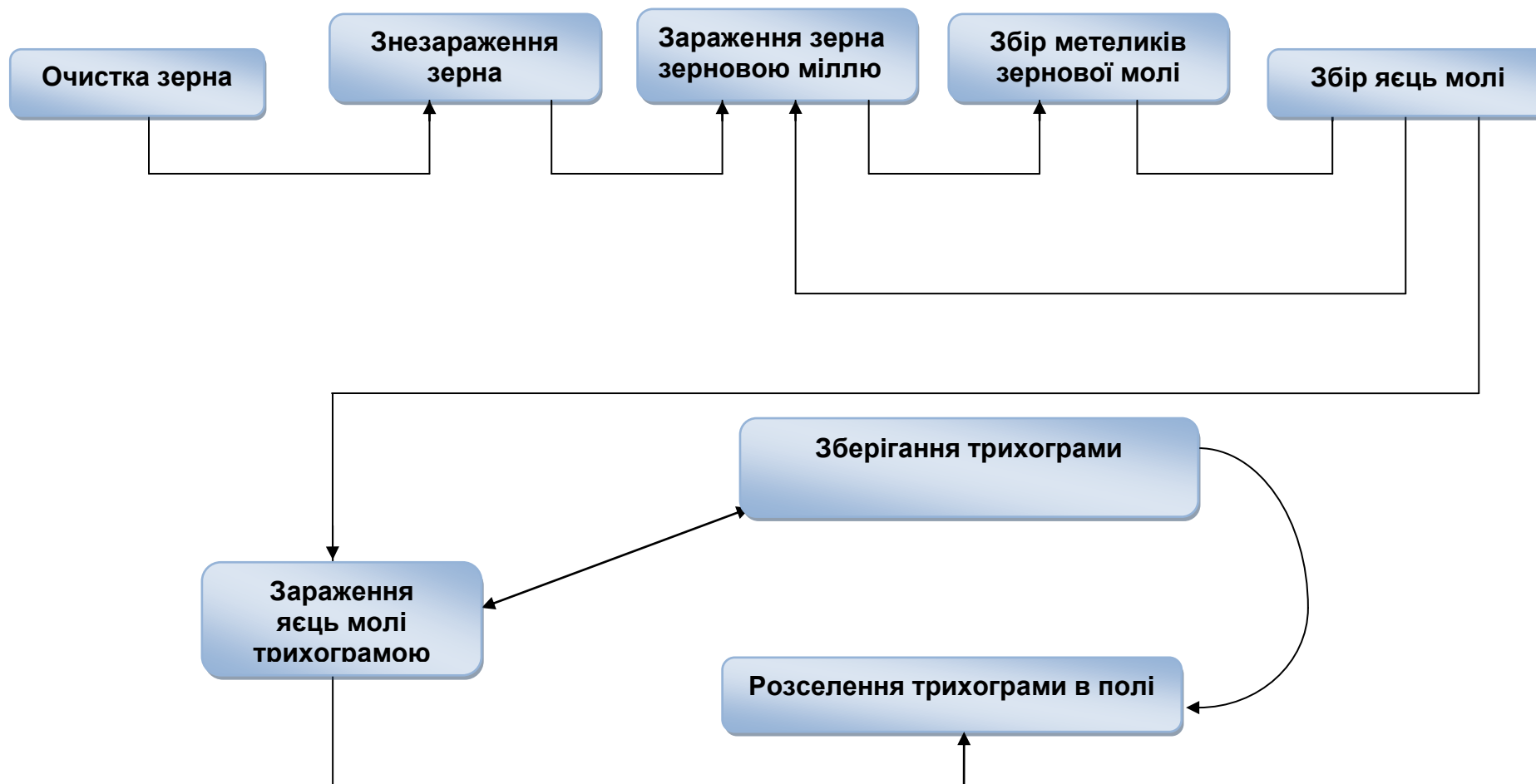


Рис. 8.2. Схема технологічного процесу масового розведення трихограми

Відродження гусениць відбувається протягом двох діб, а в наступні 3–4 доби вони проникають у зернівки. Оптимальні умови для зараження зерна гусеницями зернової молі: температура повітря в приміщенні 23–25 °С, відносна вологість повітря 75–85 %. У період відродження гусениць і впровадження їх у зернівки зерно не можна перемішувати і зволожувати, щоб не допустити травмування гусениць. На 5–6 добу після початку зараження зерно перемішують, визначають його вологість і за необхідності зволожують до 15–16 %.

Для підтримання оптимальних гігротермічних показників зараженого зерна його необхідно постійно перемішувати і зволожувати. Інтенсивне самозігрівання зерна триває 12–15 діб. Зниження температури у шарі зерна свідчить про початок лялькування гусениць зернової молі.

Після початку вильоту метеликів зернової молі (через 25–30 днів після зараження) зерно засипають у спеціальні касети і відправляють у приміщення для розведення зернової молі. Конструкція касет дозволяє метеликам вільно виходити із шару зерна через отвори в бокових стінках касети.

Заповнені зерном касети (місткість касети – до 20 кг зерна) встановлюють у спеціальні бокси. Конструкція боксів дозволяє об'єднати їх у механізовану лінію, з'єднавши комахопроводом, установленим під ними (рис. 8.3).

Усі процеси, пов'язані зі збиранням метеликів молі, – пуск і зупинка вентилятора, відкриття і закриття заслінок, продування боксів тощо – виконують і в автоматичному, і в ручному режимах.

Метелики молі виходять із зерна і через отвори у вертикальних стінках касети потрапляють у камеру боксу і під дією позитивного геотаксису і негативного фототаксису (лампове підсвічування боксів зверху) переміщуються в нижню конусну його частину. Через отвір, який періодично відкривається спеціальною заслінкою, метелики потрапляють у загальний для всієї лінії молепровід. Через певні проміжки часу запускають вентилятор, установлений на кінці молепроводу, і потік повітря переносить метеликів у контейнер-молезбірник. Загальний термін збирання метеликів з однієї партії зерна становить 30–50 діб.



Після закінчення льоту метеликів зерно з касет висипають і використовують як живильне середовище для виготовлення грибних біопрепаратів або на корм тваринам.



Рис. 8.3. Лінія боксів для збору метеликів зернової молі

Контейнери з метеликами поміщають у комірчасті термостати, де утримують метеликів протягом п'яти діб.

Збирання яєць проводять у витяжній шафі за допомогою вібраційного пристрою один раз на добу. Очищені яйця молі зважують, розфасовують у паперові пакети по 100 г в кожному і відправляють на зберігання в спеціальні клімокамери чи побутові холодильники.

Короткочасне збереження яєць при температурі 1–3 °С і відносній вологості повітря 85–90 % для партії, призначеної до відтворення, може тривати не більше 3–4 діб; для заселення трихограмою – не більше 10 діб.

Щоб забезпечити високу ефективність застосування трихограми в польових умовах, необхідно при масовому розведенні паразита отримувати особин з високими показниками життєздатності і стійкості до несприятливих умов середовища. Такий біоматеріал можна отримати тільки при розведенні трихограми в умовах, максимально наближених до природних – змінні температура і вологість повітря. У приміщенні біолабораторії, де розводять трихограму, необхідно підтримувати вдень температуру повітря 25–29 °С, а вночі –14–16 °С, а вологість – 70–85 %.

Зараження яєць зернової молі трихограмою здійснюють у спеціальних віваріях або у скляних банках різної ємності.

Віварії можуть бути неоднакової конструкції, але призначення і принцип роботи один – створення і підтримання оптимальних гігротермічних умов і тривалості фотоперіоду для зараження яєць молі трихограмою. Віварій – це закрита шафа, у яку поміщають яйця зернової молі, наклеєні на пластини із звичайного чи органічного скла або металеві, а також необхідну кількість імаго трихограми з розрахунку 1:5–1:10, тобто на 5–10 яєць зернової молі припадає одна особина паразита.

Пластини попередньо ретельно відчищають від бруду і особливо слідів жиру, зволожують шляхом нанесення водяного конденсату в спеціальному пристрої, або поміщаючи їх у холодильник на 15–20 хв. На зволожену водяним конденсатом пластину насипають яйця молі, які приклеюють до пластини шаром в одне яйце. Кількість яєць, які наклеюють на одну пластину, і кількість пластин в одному віварії залежить від конструктивних особливостей віварію.

Зараження яєць молі у віварії триває протягом п'яти діб, після чого їх за допомогою м'якого волосяного пензлика знімають з пластин і визначають відсоток заражених трихограмою яєць. Після відродження гусениць зернової молі із незаражених трихограмою яєць їх очищають від домішок за допомогою сита і пневматичного класифікатора і розфасовують у паперові пакети (не більше 1 млн у пакет), на яких указують № партії, дату зараження і дату розфасування яєць, відсоток зараження, кількість заражених яєць, а також вид, расу й екотип трихограми.

Під час розмноження трихограми в скляних банках свіжі яйця зернової молі наклеюють на внутрішню бокову поверхню банки. Попередньо банки ретельно миють і висушують. Перед наклеюванням яєць банку протягом декількох секунд утримують над носиком чайника, у якому кипить вода. На внутрішній поверхні банки утворюється водяний конденсат, завдяки якому на бокові стінки банки наклеюються яйця молі з розрахунку 5 г на 1 л місткості банки. У банки з наклеєними яйцями зернової молі поміщають відроджену трихограму з розрахунку 1:5. Горловину банки закривають серветкою із тонкої тканини і ставлять банки на стелаж. Трихограма як комаха з позитивним фототаксисом концентрується на більш освітленому боці банки. Для рівномірного

зараження яєць зернової молі трихограмою банки необхідно регулярно повертати навколо своєї осі на 90–120°. Через 3–5 днів яйця волосяною кісточкою обережно знімають зі стінок банки. Подальші дії з зараженими яйцями такі самі, як і при розведенні трихограми у віваріях.

Визначення кількості трихограми в кожній партії, отриманій при масовому її розведенні на яйцях зернової молі, визначають, зважаючи на те, що в 1 г свіжих яєць зернової молі міститься 50 тис. яєць, а в 1 г заражених трихограмою яєць молі – 70–80 тис.

Короткотермінове зберігання активної (недіапаузуючої) трихограми необхідно проводити за температури 1–3 °С і відносній вологості повітря 85–90 % у спеціальних термостатах або звичайних побутових холодильниках.

На короткотермінове зберігання поміщають паразитовані яйця зернової молі, у яких трихограма перебуває у фазі передлялечки або лялечки. Найбільш холодостійка трихограма у фазі передлялечки, її можна зберігати за вказаних вище умов протягом 30–40 діб. У фазі лялечки термін зберігання не повинен перевищувати 20 діб. Імаго трихограми, що вийшли з яєць зернової молі за необхідності можна зберігати до 5 діб при температурі 10–12 °С і відносній вологості повітря 70–80 %.

Для більш тривалого зберігання (понад 40 діб) трихограму необхідно ввести в стан діапаузи.

Усі технологічні операції (строки проведення, кількісні і якісні показники) фіксують у спеціальних лабораторних журналах.

Основними заходами, спрямованими на отримання якісного біоматеріалу трихограми, є: виділення трихограми з природи і ведення чистих культур паразита й оновлення маточного матеріалу трихограми шляхом пасажу через яйця природних хазяїнів.

Для підвищення життєздатності лабораторних популяцій трихограми підбирають її агресивні природні раси і екотипи, у яких виражена висока пошукова здатність і орієнтація на певних видів шкідників-живителів. Яйця шкідників, паразитовані трихограмою, збирають у період відкладання яєць різними лускокрилими шляхом ретельного огляду верхньої та нижньої поверхні листя рослин, стебел та інших субстратів. Кожну кладку або поодинокі яйця поміщають у пробірку, у яку вкладають етикетку з номером збору, і закривають ватним тампоном. Зберігати пробірки бажано в

природних умовах у захищених від прямих сонячних променів місцях.

Біоматеріал необхідно щоденно проглядати. Важливо своєчасно видалити пінцетом гусениць, які відродилися, а почорнілі яйця залишити в тій самій пробірці.

Для підтримання в лабораторії чистої культури трихограми, зібраної в природних умовах, у пробірку з зараженим трихограмою яйцями поміщають паперову картку з наклеєними яйцями зернової молі (не менше 50 яєць на одну самку). Перед наклеюванням яєць картку зволожують водою або 10 %-ним розчином меду і настипають в один шар свіжовідкладені яйця зернової молі. У такий спосіб отримують первинний маточний матеріал трихограми.

Велике значення для життєздатності трихограми має характер живлення личиночної паразитичної фази розвитку трихограми. Тривале розведення на яйцях лабораторного хазяїна – зернової молі призводить до виродження популяції. Щоб максимально наблизити умови до природних, варто не тільки одержувати і зберігати діапаузуючу трихограму, але і щорічно робити пасаж (перегонку) маточного матеріалу через яйця природних хазяїнів.

Одержання яєць природних хазяїнів може бути забезпечено різними способами: збиранням метеликів, лялечок і гусениць у природі і розведенням їх на штучних живильних середовищах.

Метеликів відловлюють світлопастками. Потім їх переносять у лабораторію та розміщують у садках, стінки яких обклеюють папером. Затягувати садки марлею не рекомендують, бо з тканини важко знімати яйця. Метелики паруються в сутінках і тому в садках повинно бути розсіяне світло. Для відкладання яєць метеликами в садках розміщують гофрований папір, листя капусти. Для підвищення плодючості метеликів можна підживлювати 20 %-ним розчином цукру або меду. Яйця збирають щоденно з паперу або листя. Якщо яйця відкладені на частинах садків, їх спершу змочують водою, а потім знімають пензлем. Зібрані яйця відразу використовують для зараження трихограмою, а за необхідності зберігають у холодильнику при температурі від 0 до 2 °С.

Лялечок капустяної совки природної популяції можна збирати на полях капусти, гороху, буряків на глибині залягання 10–12 см відразу після заляльковування I і II поколінь, а також після зимівлі. Зібраних восени лялечок необхідно помістити в садки чи ящики, заповнені зволоженим прожареним піском (можна стерильною

тирсою). Цей захід збереже їх від зараження бактеріальними і грибними хворобами. Зберігати лялечок у лабораторії найкраще за температури від 0 до 2 °С (можливі коливання температури – не нижче -5 і не вище 5 °С).

Лялечок, заготовлених восени, і які пройшли діапаузу протягом 2 міс. при вказаній вище температурі, вносять в опалювальне приміщення, визначають стать і розміщують у спеціальні садки. Через 14–18 днів вилітають метелики. Утримання метеликів і отримання їх яєць проводять за методикою, викладеною вище.

Тривале розведення на яйцях лабораторного хазяїна – зернової молі – призводить до виродження популяції. Щоб максимально наблизити умови до природних, слід не тільки одержувати і зберігати діапаузуючу трихограму, але і щорічно робити пасаж (перегонку) маточного матеріалу через яйця природних хазяїнів.

Виховання трихограми в яйцях її природних хазяїнів підвищує продуктивність і стійкість яйцепаразита до несприятливих умов.

Одержання яєць природних хазяїнів може бути забезпечено різними способами: збором метеликів, лялечок і гусениць у природі і розведенням їх на штучних живильних середовищах.

Для одержання трихограми з високою плодючістю і життєздатністю використовують природних живителів відповідних видів. У разі використання яєць капустяної совки плодючість однієї самки трихограми в середньому зростає на 10 яєць. При цьому співвідношення статей у совочної трихограми також більш сприятливе (1 : 3,2), ніж у ситотрожної (1 : 2,1).

У яйцях зернової молі недостатня кількість живильних речовин, внаслідок чого відроджується один паразит, тоді як у совочному яйці розвивається в середньому 2–3 личинки паразита.

Якість яєць живителя впливає не тільки на плодючість паразита, але й на його активність, пошукові здатності. Совочна трихограма проявляє більшу активність і в середньому заражає на 10 яєць більше, ніж ситотрожна. Життєздатність совочної трихограми поступово знижується залежно від кількості її пасажів у яйцях ситотроги.

Яйця природних живителів трихограми можна отримувати у процесі збирання метеликів, лялечок і гусені в природі та при розведенні на штучних живильних середовищах.

Лялечок совок можна одержати з гусениць останнього віку, краще після закінчення живлення. Гусениць збирають у полі і тримають у садках з вологим піском до лялькування. Гусеницям, які ще живляться, щоденно змінюють корм і вичищають садки, поки вони не почнуть лялькуватись.

Для регулярного оздоровлення маточного біоматеріалу трихограми шляхом проведення пасажів необхідно постійно мати велику кількість яєць шкідника, проти якого застосовують яйцеїд. Це можливо тільки при масовому розведенні цих комах протягом усього року на штучних живильних середовищах. На сьогодні розроблено рецепти виготовлення штучних живильних середовищ для масового розведення капустяної та озимої совок і кукурудзяного метелика, що дозволяє отримувати в лабораторних умовах велику кількість яєць основних природних живителів трихограми і проводити систематичний пасаж трихограми через них.

### **8.2.1.3. Методика визначення якості трихограми**

Вирішальне значення в отриманні високої ефективності застосування трихограми є надійний контроль якості біоматеріалу, який розводять у біолабораторіях.

Вибір показників якості трихограми визначається завданням масового розведення, підтримання життєздатності і продуктивності паразита. Критерії якості характеризують різні властивості яйцеїда, тому перевагу в їх оцінці надавати інтегральним показникам. У партії біоматеріалу необхідно визначати такі показники: зараженість яєць зернової молі трихограмою, відродження (виліт) трихограми з яєць молі, кількість самиць трихограми, що вилетіла, кількість недеформованих (нормальних) самиць, плідність, пошукова здатність самиць.

*Партією* вважають певну кількість однорідного біоматеріалу, отриманого за один строк зараження, розфасованого в один вид тари й оформленого одним документом.

Показники якості трихограми визначають не менше 3–4 разів за період розведення кожного виду паразита, при суворому дотриманні встановлених для нього гідротермічних умов. Зовнішній вигляд та колір біоматеріалу визначають візуально під час відбору проб.

*Визначення зараження яєць зернової молі трихограмою.*  
 Зараження яєць трихограмою можна визначати за такою методикою: беруть пробу у 100 яєць у чотирикратній повторності (всього 400 яєць), проглядають їх під бінокуляром при малому збільшенні; на білому папері обережно перемішують препарувальними голками або м'яким пензликом, підраховують кількість чорних (заражених) яєць і визначають зараження яєць у відсотках від загальної кількості (400) за формулою:

$$y = \frac{N_1}{N_0} \cdot 100,$$

де  $N_0$  — загальна кількість яєць у пробі, шт.;

$N_1$  — кількість чорних (паразитованих) яєць, шт.

*Відродження (виліт) імаго трихограми з лялечок у % ( $\alpha_1$ )*  
 визначають з числа заражених трихограмою яєць живителя. З яєць, відібраних для встановлення першого показника, беруть 500 чорних (паразитованих) яєць, наклеюють по 100 шт. на 5 картонних карток (1×10 см) 10 %-ним цукровим сиропом і вміщують по одній у пробірки. Одночасно до кожної пробірки кладуть етикетку, у якій указують номер партії, дати зараження і початку аналізу. Пробірки нумерують, закривають щільною білою тканиною, яку закріплюють гумовим кільцем, або бязево-ватною пробкою, розміщують у ексікаторі і ставлять у термостат з температурою 25 °С. Стежать за відродженням трихограми і за льотними отворами в яйцях оцінюють відродження. Після закінчення льоту і природної загибелі імаго трихограми в пробірках підраховують число особин у кожній з них. Показник  $\alpha_1$  розраховують за формулою:

$$\alpha_1 = \frac{N_2}{N_1} \cdot 100,$$

де  $N_2$  — кількість яєць, з яких вилетіла трихограма;

$N_1$  — загальна кількість яєць.

*Співвідношення статей і кількість самиць ( $\alpha_2$ ), що відродилися,* визначають на тому самому матеріалі. У кожній з п'яти пробірок обчислюють кількість самців і самиць, розглядаючи під бінокуляром або за допомогою лупи ( $10^x$ ) комах, які відрізняються за формою вусиків. У самиць вони короткі, п'ятичленикові, закінчуються потовщеною булавою, покриті короткими рідкими волосками. У самців вусики видовжені, на вершині не потовщені, останні членики вусиків злиті між собою, покриті густими довгими волосками. Після підрахунку в кожній

пробірці визначають загальну кількість самиць і самців та обчислюють загальне співвідношення статей.

Показники – *плідність, тривалість життя і кількість яйцекладних самиць* визначають у середній пробі з 2–3 тис. яєць живителя, заражених трихограмою. З них випадковим відбором наклеюють на 10 картонних карток (1×10 см) по 10 чорних яєць і розміщують у 10 пробірок, які щільно закривають бязево-ватною пробкою. Пробірки нумерують і кладуть в ексікатор, який ставлять у термостат з температурою 25 °С. З початком відродження і протягом усього життя імаго в кожному пробірці вміщують білі картонні картки розміром 1×10 см з наклеєними на них 100–150 свіжовідкладеними яйцями зернової молі чи природного хазяїна яйцеїда. Щодня до кожної пробірки вставляють нову картку з наклеєними на ній 100–150 свіжовідкладеними яйцями живителя. Залишену напередодні картку забирають і вміщують у порожню пробірку, зазначивши, з якої пробірки картку взято. Паразитовані яйця підраховують після вильоту з них імаго, визначають плідність кожної самиці і середню плідність партії в цілому. Кожного разу обчислюють кількість живих і відмерлих самиць, видаляючи останніх з пробірки. Після закінчення спостережень визначають середню, мінімальну і максимальну тривалість життя самиць ( $T$ ) та кількість таких, що відклали яйця (%).

Плідність трихограми ( $P_{сер.}$ ) визначають через п'ять днів після того, як виймуть з відповідної пробірки останню картку з наклеєними яйцями (беручи до уваги те, що переважну більшість яєць самиця відкладає за 1–2 дні). Для цього загальну кількість паразитованих яєць на всіх картках, які було вложено в пробірку, ділять на кількість самиць, що в ній відродилися. Плідність самиць визначають за формулою:

$$\bar{i}_{\text{під}} = \frac{\sum N_1}{\sum n_1},$$

де  $\sum N_1$  – сумарна кількість паразитованих яєць хазяїна у десяти пробірках, шт;

$\sum n_1$  – сумарна кількість самиць у десяти пробірках, екз.

*Визначення кількості деформованих особин ( $\alpha_3$ ), %.* Для визначення цього показника у півлітрову скляну банку закладають понад 1000 заражених трихограмою яєць зернової молі. Після повного вильоту і природної загибелі комах без вибору беруть 500 екз., розглядають їх під бінокуляром, фіксують відсутність



крил або їх деформацію. Обчислюють кількість деформованих особин від загальної кількості оглянутих (%).

**Пошукова здатність трихограми ( $\beta$ ).** Для визначення цього показника використовують пристрій ЯТ-1, до складу якого входять три камери з світильниками, блок живлення і термостат (рис. 8.4).

Кожна камера приладу складається з двох відсіків: один для запуску трихограми – розміщення паразитованих трихограмою яєць зернової молі перед самим вильотом яйцеїда, другий – для розташування карток з яйцями живителя.

Відсіки з'єднані між собою звивистим каналом загальною довжиною 3 м. Оцінку показника пошукової здатності трихограми здійснюють за кількістю паразитованих яєць зернової молі або природного живителя при заданому гігротермічному режимі.

Для визначення пошукової здатності з проби яєць (3–5 г), паразитованих трихограмою, відбирають три наважки по 0,5 г, розташовують їх у пробірки довжиною 5–10 см і діаметром 8–10 мм, щільно закривають бяззю, уводять у відсіки запуску пристрою і тримають до початку льоту трихограми при температурі 25 °С.

У перший день льоту трихограми в термостаті підтримують постійну температуру +25°С, світильники вимикають. На другий день масового льоту вмикають світильники, 50 яєць живителя (зернової молі, капустяної або бавовникової совок тощо), підготовлені на картках, закріплюють у приймальному відсіку, відкривають пробірку з наважкою трихограми.

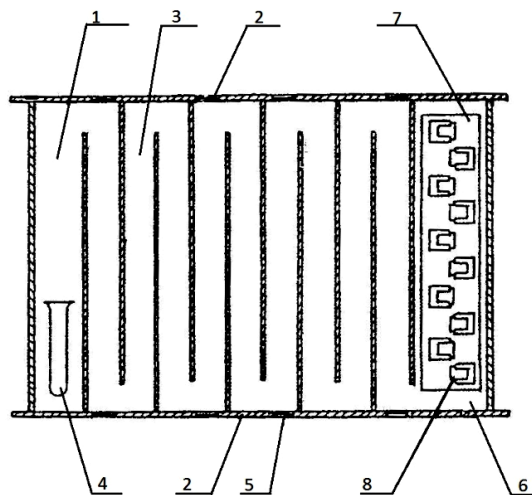


Рис. 8.4. Робоча камера пристрою для визначення пошукової здатності трихограми:

- 1 – відсік запуску трихограми; 2 – кришка; 3 – звивистий канал; 4 – пробірка з трихограмою; 5 – вентиляційне вікно; 6 – відсік зараження; 7 – картка з яйцями хазяїна

Через 8 год після початку аналізу (у 16–18 год) відкривають термостат, витягують картки з яйцями і кладуть їх в окремі чашки Петрі. Через 5–6 днів підраховують кількість почорнілих (заражених) яєць. З кожної камери середнє з трьох карток можна вважати інтегральним показником пошукової здатності партії трихограми ( $\beta$ ).

Таким чином, у конкретній партії трихограми визначають показники:

- 1)  $y$  – зараженість яєць зернової молі трихограмою, %;
- 2)  $\alpha_1$  – відродження, виліт трихограми, %;
- 3)  $\alpha_2$  – кількість самиць трихограми, що вилетіли, % або частка;
- 4)  $T$  – тривалість життя самиць (середня), днів;
- 5)  $P$  – плідність самиць, яєць;
- 6)  $\alpha_3$  – кількість недеформованих (нормальних) особин, %;
- 7)  $\beta$  – пошукова здатність самиць – кількість почорнілих яєць в приладі ЯТ-1, (%).

На підставі багаторічного вивчення лабораторних і природних популяцій трихограми видів *Trichogramma pintoi* та *Tr. evanescens* в Інституті захисту рослин НААНУ розроблено стандарти показників якості ентомофага, що розводять у виробничих біологічних лабораторіях (табл. 8.1).

Таблиця 8.1

### Стандарти показників якості трихограми

Показники	Характеристика і норми культури паразита	
	маточної	товарної
Зовнішній вигляд і колір паразитованих яєць ситотроги	Однорідна сипуча маса чорного кольору, часто з синюватим відтінком	
Паразитовані яйця, тис. шт/г.	>60	>80
Паразитовані яйця, %	>50	>80
Відродження (виживаність, виліт), %	>85	>85
Самиці, %	>65	>50
Плідність, яєць/♀	>30	>20
Недеформовані особини, %	>95	>95
Пошукова здатність, %	>50	>30

### 8.3.1.4. Застосування трихограми

Трихограму рекомендовано застосовувати на всіх сільськогосподарських культурах для захисту від комах-шкідників, що належать до ряду Лускокрилі із родин Совки, Білани, Вогнівки, Листовійки.

Як відомо, самки трихограми відкладають яйця в яйця інших комах, тому оптимальні строки застосування трихограми – період відкладання яєць конкретним шкідником. Розселення трихограми на посівах сільськогосподарських рослин проводять як мінімум двічі – перший раз на початку періоду відкладання яєць шкідником, другий – через 6–8 діб після першого.

Норми розселення трихограми на 1 га, виражені в кількості повноцінних самок паразита, залежать від виду шкідника, сільськогосподарської культури, щільності яєць шкідника і становлять від 30–50 тис. особин/га до 150–200 тис./га.

Під час першого розселення трихограми, коли щільність яєць шкідника визначити складно, виробничники дотримуються таких норм: проти комплексу совок на усіх культурах 30 тис. самок/га, проти кукурудзяного стеблового метелика – 50 тис. самок/га. Під час наступних розселень норму встановлюють, урахувавши співвідношення самок паразита до кількості яєць шкідника – 1:10 – рідше 1:20, що становить від 50 до 200 тис. самок/га.

Розроблено два способи розселення трихограми – ручний і механізований. При ручному способі трихограму застосовують у стадії імаго. Після відродження імаго трихограму з пакетів вносять у скляні банки, які попередньо заповнюють суцвіттями конюшини, еспарцету або листками акації чи інших дрібнолистяних рослин. У банку з субстратом розміщують певну кількість імаго трихограми з розрахунку 100 тис. особин на 1 л ємності банки.

Кількість суцвіть чи листків, які поміщають у банку, визначають за формулою:

$$m = \frac{db}{N},$$

де  $m$  – кількість суцвіть;

$N$  – норма випуску трихограми;

$d$  – кількість трихограми в банці;

$b$  – кількість місць розселення.

Ураховуючи слабкі міграційні можливості трихограми, кількість місць її розселення повинна бути не меншою за 50 шт. на 1 га. Таким чином, у банці повинно бути на кожен гектарну норму розселення трихограми 50 суцвіть чи листків.

Банки з трихограмою закривають тонкою щільною тканиною. Через 30–45 хв імаго трихограми більш-менш рівномірно заселяють субстрат у банці. Робітники, які проводять розселення трихограми, відкривають банки і рухаються по полю на відстані 20 м один від одного, через кожні 10 м дістають пінцетом з банки листок чи суцвіття і кладуть на рослину або ґрунт. Це забезпечить дотримання норми розселення паразита і кількості місць його розселення – 50. Розселяють трихограму вранці або в кінці дня, коли спаде спека.

Ручний спосіб розселення трихограми, як правило, використовують на невеликих площах посівів. Головним його недоліком є низька продуктивність праці. Один робітник за день може обробити 10–12 га.

Тепер у виробничих умовах використовують декілька способів механізованого розселення трихограми. Для цього застосовують або наземну техніку, використовуючи різну апаратуру в агрегаті з малопотужними тракторами, або різну повітряну літальну техніку (малі літаки, дельтоплани і БПЛА (дрони)). Найбільшу популярність у виробників за високу продуктивність роботи (до 70 га/год), низьку вартість обробки та екологічність має розселення трихограми за допомогою дронів. У цьому разі трихограму розселяють у стадії лялечки. Цю роботу виконують спеціальні бригади, які застосовують свою або закуплену землевласником трихограму в оптимальні строки з чітким дотриманням норм розселення.

Технічну ефективність застосування трихограми проти лускокрилих шкідників рослин визначають за такими показниками:  
ступінь паразитування яєць шкідника трихограмою, %;  
зменшення чисельності гусениць шкідника;  
зменшення пошкодженості рослин.

Усі обліки проводять на дослідній і контрольній ділянках площею не менше 0,1 га. Обидві ділянки повинні бути ідентичними, відстань між ними – не менше 250 м.

Перший облік яєць шкідника виконують у день розселення трихограми, наступні – через кожні 5 днів протягом усього періоду відкладання яєць шкідником.

На полях овочевих культур, кукурудзи, соняшнику оглядають 200 рослин (по 10 рослин у 20 пробах) по діагоналях ділянок, а на посівах інших культур – на 40 ділянках площею 0,25 м<sup>2</sup> кожна. За такою самою методикою визначають кількість і ступінь пошкодження рослин і чисельність гусениць шкідника.

Яйця разом з частиною субстрату з кожної проби розміщують в окремі пробірки і спостерігають за їх розвитком до закінчення виходу з яєць гусениць шкідника та імаго трихограми.

Технічну ефективність застосування трихограми визначають за формулою:

$$E = \frac{M_d \cdot P_k - M_k \cdot P_d}{(P_k - M_k) \cdot P_d} \cdot 100,$$

де:  $P_d$  – загальна кількість зібраних яєць шкідника на дослідній ділянці;

$P_k$  – загальна кількість зібраних яєць шкідника на контролі;

$M_d$  – кількість паразитованих трихограмою яєць шкідника на дослідній ділянці;

$M_k$  – кількість паразитованих трихограмою яєць шкідника на контролі;

$E$  – технічна ефективність, %.

### 8.3.2. Габробракон

В ентомофауні України нараховують кілька видів роду Бракон (*Bracon*), родини Браконіди (*Braconidae*), основним з яких є *Bracon hebetor* Say. (*Habrobracon hebetor* Say.). Це зовнішній груповий паразит гусениць. Імаго – близько 3 мм завдовжки, темно-бурого кольору (додаток, рис. 64). Яйця молочно-білого кольору, довжиною 0,4–0,5 мм, шириною – 0,2 мм, циліндричної форми, злегка увігнуті, самки відкладають на попередньо паралізованих гусениць по 5–50 шт. залежно від віку гусениць і виду шкідника. Личинка розвивається в трьох віках. Довжина її тіла – 3–4 мм, лялечка довжиною 2,5–3 мм, шириною – 1,6 мм, у білому шовковистому коконі.

Зимує габробракон у фазі дорослої комахи в стані діапаузи в рослинних залишках, по узбіччях полів, у садах і виноградниках.

Активізація паразитів відбувається в березні–квітні за середньодобових температур повітря 16–18 °С. Спочатку паразити живляться нектаром на квітках зонтичних, капустяних, бобових та інших бур'янистих і культурних рослин. Квітучі рослини слугують не тільки кормом для імаго паразита, але й місцем, де відбувається спарювання особин.

Під час пошуків хазяїна самки бракона орієнтуються, очевидно, на запах ушкоджених плодоеlementів культури, екскрементів гусениць бавовникової совки та інших комах. Самки заражають і відкрито живучих гусениць, і тих, що розвиваються у плодах і ходах рослин. Заражаються гусениці другого–шостого віку, частіше середніх і старших віків. Перед відкладанням яєць самка бракона паралізує жертву, уводячи в її тіло секрет особливих отрутних залоз. У разі великої чисельності шкідника паразит паралізує набагато більше гусениць, ніж потрібно самиці для реалізації своєї плідності. Гусениці при цьому втрачають рухливість, але не вмирають, а ніби консервуються. Вони слабо реагують на дотик, спинна судина продовжує пульсувати, наприклад, у гусеницях воскової молі такий стан триває до 52 днів. Плідність бракона варіює у великих межах. Залежно від умов існування і виду хазяїна вона може коливатися від 100 до 800 яєць на самку. На одну гусеницю бавовникової совки самка відкладає до 50 яєць (у середньому – 25), кукурудзяного метелика – до 40 (у середньому 15), воскової молі – до 30 (у середньому 10), млинової вогнівки – 10 (у середньому 5 яєць), і відповідно стільки ж на гусеницях розвивається личинок паразита (додаток, рис. 64).

Передімагінальний розвиток бракона від яйця до імаго при константних температурах від 15 °С до 35 °С завершується відповідно за 38–7 діб, личинки – 13–2, лялечки – 26–4 доби. Відносна вологість повітря також істотно впливає на розвиток бракона. Зокрема, при вологості 30 % і температурі 20 °С розвиток яйця триває 53,6 год, при 90 %-ній вологості і такій самій температурі – 22,7 год.

Габробракон (бракон) широко розповсюджений паразит гусениць різних видів совок, вогнівок та інших метеликів. Велике значення в регулюванні чисельності цих шкідників мають природні популяції бракона. Однак цього часто буває недостатньо для запобігання втрат урожаю від зазначених шкідників. Вирішити цю

проблему можна шляхом розмноження бракона у виробничих біолабораторіях і періодичного розселення його на поля.

Фахівцями Узбецького науково-дослідного інституту захисту рослин (м. Ташкент) розроблено технологію масового розведення бракона з використанням комплексу технологічного устаткування.

В умовах виробничих біолабораторій бракона можна розводити на гусеницях млинової вогнівки (*Ephestia kuehniella* Zeller) або воскової молі (*Galleria mellonella* L.). Воскова міль більш придатний об'єкт, тому що її гусениці більші за розмірами, а технологія лабораторного розведення цієї комахи добре відпрацьована. Біологічні показники комах, вирощених на гусеницях воскової молі вищі, ніж на гусеницях млинової вогнівки: тривалість життя становить відповідно 10,2 і 9,1 доби, виживання – 96,4 і 93,3 %, плодючість – 116,5 і 67,5 яйця на самицю.

Основа живильного середовища для гусениць воскової молі – мерва – відходи переробки бджолиних стільників на віск. Крім того, до його складу включають кукурудзяне і пшеничне борошно (другого сорту), сухофрукти (падалиця яблук), цукровий пісок і столові відходи.

Для розмноження габробракона використовують свіжих гусениць молі, оскільки за тривалого зберігання в холодильнику знижуються їхні харчові цінності, унаслідок чого знижується вихід ентомофага.

У трилітрові банки поміщають шматочки гофрованого паперу, запускають 400 гусениць воскової молі і 800 запліднених самиць паразита (співвідношення 1:2). Банки витримують 3 дні за температури 27–30 °С і вологості 70 %. Пізніше, після підгодівлі, самиць використовують знову для зараження гусениць. Через 4–5 днів з'являються кокони паразита, а через 8–10 вилітають дорослі особини, яких збирають у банки. Їх можна використовувати для розселення на поля або подальшого розмноження.

Маточний біоматеріал після відлову протягом доби утримують у термостаті за температури 27–28 °С. У цей час проводять підгодівлю комах цукром, відбувається спаровування самців і самиць. Потім габробракона використовують для зараження наступної партії гусениць хазяїна або деякий час зберігають в холодильнику за температури 5 °С.

Щоб перейти від сезонного розведення (з квітня по вересень) до завчасного накопичення ентомофага із січня, важливо правильно

організувати введення його в діапаузу і тривале зберігання. Для цього комах утримують 6–7 днів за поступового зниження температури від 27 до 25 °С, потім до 20 °С і 16 °С із скороченням світлового дня від 16 до 8 год. Водночас їх підгодовують 20 %-ним цукровим сиропом. А потім їх у склянках з гофрованим папером поміщають у холодильник на зберігання при 5 °С і відносній вологості повітря 70 %. Склянки через кожні два тижні виносять у світлу теплу кімнату на 3 год, а габробракона підгодовують цукровим сиропом з дріжджами.

Після тримісячного зберігання за таких умов виживає 80–83 % комах, а через 4 міс. – 50–55 %.

Показники стандарту якості габробракона, розведеного в біолабораторії, 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 %, показник виживання – не менше 90 %, тривалість життя імаго – понад 15 діб.

Застосовують габробракона в стадії дорослої комахи (імаго) на різних сільськогосподарських культурах проти гусениць совок, біланів, молей, вогнівок уручну, рівномірно розподіляючи по полю. Найвищу ефективність застосування паразита зафіксовано на овочевих культурах і кукурудзі. Норми розселення бракона залежать від чисельності шкідників, культури і становлять 400–600 імаго на гектар.

На помідорах та інших овочевих культурах розселення бракона здійснюють при виявленні на 100 рослинах 5–7 гусениць совок, біланів та молі. На кукурудзі сигналом для початку розселення ентомофага є 10 гусениць бавовникової совки на 100 рослин. Проти кукурудзяного стеблового метелика перше розселення паразита рекомендують проводити через 8–10 днів після виявлення на 100 рослинах трьох яйцекладок шкідника. Наступні розселення габробракона роблять з інтервалом 8–10 днів.

### 8.3.3. Хойойя

Хойойя (*Chouioia cunea* Jang.) – паразит лялечок американського білого метелика, належить до родини Хальцидіди (*Chalcididae*), ряду Перетинчастокрилі (*Hymenoptera*).

Паразита було виявлено в лялечках американського білого метелика в Китаї в 1985 році, описано Янгом у 1989 р. У місцях



зборів (Пекін, Шаньсі) ефективність зараження лялечок шкідника досягала 83,2 %. Згодом ентомофага виявили в природних вогнищах американського білого метелика в Молдові. Вважають перспективним агентом біометоду для пригнічення чисельності АБМ.

Тіло комахи чорне, ніжки суцільно жовті. Вусики короткі, товсті. Передня частина голови ширша за довжину, очі великі, овальні. Опушення голови та грудей жовтуватє, волосинки тонкі, стоять сторчма. Довжина тіла становить 1,5–2,5 мм (додаток, рис. 73). Личинки безногі, молочно-білі, лялечка вільна, без кокону. Існує три фази розвитку лялечки: біла, біла з червоними очками, чорна лялечка.

Хойойя належить до ендопаразитів, тобто весь цикл розвитку від яйця до імаго проходить усередині однієї особини хазяїна і може коливатись, залежно від температурного режиму та вологості, від 15 до 30 днів. В одній особині хазяїна, залежно від її ваги та розмірів, можуть розвиватись від 100 до 200 (у лялечках АБМ) до 200–400 (у лялечках галерії) особин.

Імаго хойойі успішно долають перепону з павутинної оболонки, якою вкриті лялечки природного хазяїна – американського білого метелика. У лабораторних дослідах вутановлено, що за відсутності субстрату для зараження, підживлені медом імаго паразита в температурному режимі 21–23 °С можуть зберігати життєдіяльність і здатність до зараження хазяїна протягом 15 діб.

При виході з лялечки хазяїна дорослі комахи прогризають 2–4 отвори в покривах хазяїна і вільно виходять назовні. Після вильоту вони живляться нектаром і через декілька годин починають відкладати яйця. Спочатку самки обстежують живителя, вибираючи місце для уколу, потім встромляють яйцеклад у його тіло і відкладають у порожнину тіла від 100 до 400 яєць. Паразит спроможний реалізувати статеву продукцію і без додаткового живлення. Оптимальними температурами для життєдіяльності імаго є 19–28 °С, нижній поріг рухомості – 16 °С. Передімагінальний розвиток проходить при температурі від 15 (30 днів) до 29 °С (15–16 днів).

Для хойойі характерний позитивний фототаксис. Вилітаючи, усі імаго спрямовуються до джерела освітлення, але через деякий

час певна їх частина розташовується на протилежному від джерела світла боці гігростата. Паразит не потребує додаткового освітлення.

Статевий індекс становить 10 : 1.

Крім американського білого метелика, паразит може розвиватися в лялечках деяких видів совок, непарного шовкопряда, ефестії, галерії тощо. У дослідах установлено, що після розвитку 10–12 поколінь на лабораторному живителі хойойя легко переходить на лялечки природного хазяїна – АБМ.

Хойойю в біолабораторіях масово розводять на лялечках великої вощинної молі. Велику вощинну міль (*Galleria mellonella*) в лабораторних умовах розводять при температурі 26–28 °С на штучному живильному середовищі (ШЖС), рецептів виготовлення якого існує декілька. Основним компонентом усіх ШЖС для розведення галерії є мерва.

Зараження паразитом лялечок живителя відбувається в садках, якими можуть слугувати скляні банки різної форми і ємності. У трилітрову банку поміщають 150 лялечок лабораторного живителя і 12 паразитованих лялечок у фазі «чорна лялечка».

Горловини банок закривають тканиною, щільно прикріплюючи її гумкою. Садки ставлять на столи чи стелажі в освітленому приміщенні або в термостат за температури 26–28 °С і вологості 60 %.

Після загибелі в банках 85–90 % імаго хойойі заражений біоматеріал очищають від сміття (загиблі комахи, деформовані лялечки, лялечки, з яких вилетів паразит) і розкладають у скляні або пластмасові ємності (0,2–0,5 л). Перед закладенням матеріалу на дно кладуть фільтрувальний папір. У банку 0,2 л можна помістити до 200 лялечок галерії, у банку 0,5 л – до 500 шт. Горловину ємностей закривають марлею і кладуть у лежачому стані. Температурний режим інкубації, залежно від потреб, може коливатись від 16 до 29 °С. При температурі 16 °С розвиток паразита від фази личинки до імаго триває до 1 міс., а при 28–29 °С скорочується до 15–16 днів.

Під час масового розведення паразита для розселення у вогнища АБМ хойойю зберігають у різних фазах ембріонального розвитку. Високоєфективним способом зберігання паразита є утримання його при змінних температурах. Починаючи з фази личинки, підтримують такий температурний режим: 8 год утримують при температурі 21–23 °С, після чого на 16 год біоматеріал розміщують у холодильник за температури 9–11 °С. При такому температурному режимі розвиток личинки паразита

можна затримати до 1,5–2,0 міс. Починаючи з фази «білої лялечки», біоматеріал зберігають у холодильнику при температурі 7–9 °С до 1,5 міс.

Розселення ентомофага проводять у період масового залялькування американського білого метелика (АБМ) першого і другого покоління. Для цього використовують спеціально виготовлені пакети з ігелітової сітки (розмір вічка 1×1 мм). У пакети закладають певну кількість заражених паразитом лялечок вощинної молі з розрахунку, що з них вилетить 15–20 тис. особин хойойі. На одне дерево у вогнищах АБМ вивішують 1–2 пакети з паразитованими лялечками вощинної молі. Через 6–15 днів відроджуються імаго паразита і через отвори сітки пакетика розлітаються в пошуках свого природного хазяїна – лялечок АБМ.

### 8.3.4. Подізус

**Подізус** – *Podisus maculiventris* Say. належить до ряду Членистохоботні (Hemiptera), підряду Клопи (Heteroptera), родини Щитники (Pentatomidae). Хижак-поліфаг. Широко розповсюджений у Північній Америці. Список жертв подізуса включає більше 90 видів комах з дев'яти рядів, в основному лускокрилих і твердокрилих. Серед жертв – колорадський жук, американський білий метелик, картопляна міль та ін.

Тіло дорослих клопів сірого кольору (додаток, рис. 12). Довжина тіла – 12–14 мм. Статевий диморфізм добре виражений: на передостанніх сегментах черевця в самок велика чорна пляма, у самців має менші розміри. Ротовий апарат колючо-сисного типу у вигляді хоботка. Яйце бочкоподібної форми, з хітинізованими щетинками-гачечками у верхній частині. Личинка подізуса має п'ять віків. Забарвлення личинок змінюється від бежевого до червоного. Має характерний малюнок на спині у вигляді чорних поперечних смуг. Зимує подізус у стадії імаго в різних укриттях: під корою дерев, під опалим листям, у тріщинах ґрунту. Виду властива імагінальна діапауза.

Подізус – теплолюбний і гігрофільний вид. Оптимальні умови для його розвитку – у межах 24–28 °С і відносній вологості повітря 60–75 %. При температурі 16 °С розвиток від яйця до імаго триває 90 днів, при 24 °С – 32 дні, при 28 °С – 27 днів. Дорослі клопи за температури 24–25 °С живуть 54–58 днів. Самки відкладають яйця

частіше невеликими групами по 12–26 шт., рідше по одному. Основну масу яєць відкладають протягом семи тижнів життя. Співвідношення статей, як правило, 1:1.

Личинки спочатку тримаються невеликими групами. У першому віці вони не живляться тваринною їжею, а висмоктують сік рослин. Після першого линяння їм необхідна тваринна їжа. Подізус нападає на жертву частіше ззаду або збоку, витягнувши вперед хоботок. Личинкам подізуса, так само як і імаго, властиве групове живлення. Водночас хижак часто наколює свою жертву, не висмоктавши її, кидає і нападає на наступну. Ця особливість значно підвищує ефективність ентомофага.

Дорослі клопи і личинки подізуса живляться яйцями, м'якими личинками різних видів комах. У лабораторних умовах одна личинка подізуса другого віку знищувала в середньому 5 личинок колорадського жука, третього віку – 8, а четвертого і п'ятого віків – по 10–12 личинок шкідника. Пара імаго (за все життя) знищувала до 200 личинок колорадського жука.

Багаторічні спроби акліматизувати подізуса поки що не вдалися ні в нашій країні, ні за кордоном. Водночас висока ненажерливість, екологічна пластичність і легкість лабораторного розведення подізуса дозволяють використовувати його проти колорадського жука методом сезонної колонізації. Його можна відносно легко у великих кількостях розводити на альтернативних видах комах: яйцях зернової молі, у тому числі і на попередньо заморожених, гусеницях численних лускокрилих. Із подальшим удосконаленням і здешевленням технології масового розведення подізуса його можна буде використовувати не тільки проти колорадського жука на картоплі і баклажанах, але і проти багатьох шкідників інших сільськогосподарських культур.

При масовому розведенні подізуса як жертву для живлення личинок та імаго хижака найчастіше використовують гусениць озимої совки, великої вощинної молі чи млинової вогнівки.

Середні показники розвитку подізуса за оптимальних умов у лабораторії такі:

- тривалість розвитку від яйця до імаго – 26–29 діб;
- фертильність яєць з 8-го по 42-й день життя самок – 75–85 %;
- фактична плідність самки за 6 тижнів життя – 210–220 яєць;
- співвідношення статей – 1:1;
- початок періоду відкладання яєць після окрилення – 6–8 діб.

Найефективнішим способом використанням подізуса є випуски його на плантації пасльонових культур проти колорадського жука. Ентомофага застосовують під час масового відкладання яєць – початку відродження личинок першого покоління шкідника. Норму випуску хижака встановлюють з розрахунку одна личинка третього–четвертого віку на 15–20 особин шкідника. Технічна ефективність такого заходу становить 70–85 %. За період вегетації культури рекомендують проводити 2–3 розселення подізуса.

Оскільки подізус є широким поліфагом, його застосовують і проти інших шкідників рослин (метелики, жуки, клопи тощо) на різних культурах. Норма розселення при цьому становить 65–130 тис. личинок/га.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Дайте характеристику роду *Trichogramma*, назвіть види, віднесені до його складу.
2. Назвіть основні технологічні операції масового розведення трихограми.
3. Назвіть основні показники, що визначають якість трихограми.
4. На яких культурах, проти яких шкідників і якими способами застосовують трихограму?
5. Дайте загальну характеристику габробракона.
6. Охарактеризуйте основні операції процесу лабораторного розведення габробракона і його застосування.
7. Охарактеризуйте хойойю. Проти якого шкідника її застосовують?
8. Охарактеризуйте подізуса. Проти яких шкідників його використовують?

## 8.4. ПАРАЗИТИ І ХИЖАКИ ШКІДНИКІВ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ

### 8.4.1. Енкарзія

#### 8.4.1.1. Загальна характеристика енкарзії

Енкарзія (*Encarsia formosa* Gahan), належить до ряду Перетинчастокрилі (Hymenoptera), родини Афелініди (Aphelinidae).

Це дрібні комахи – самка завдовжки 0,6 мм, завширшки 0,3 мм, з жовтим черевцем (додаток, рис. 69). Самці в популяціях трапляються дуже рідко і відрізняються від самок темно-коричневим кольором черевця. Вважають, що самці з'являються в результаті тривалого впливу знижених температур у період розвитку паразита.

Розмножується енкарзія партеногенетично, за типом телітокії. Самки енкарзії відкладають яйця в личинок білокрилки другого, третього, четвертого віків, надаючи перевагу личинкам третього віку. При температурі 16–28 °С і відносній вологості повітря 60–80 % паразит живе від 18 до 43 днів; за цей період одна самка здатна заселити в середньому 60–100 личинок шкідника. Основну частину запасу яєць вона відкладає в перші десять днів свого життя. У кожен личинку своєї жертви паразит відкладає звичайно по одному яйцю. Іноді при високій щільності енкарзії в тіло личинки білокрилки може бути відкладено два яйця і більше. У таких випадках у хазяїні в початковий період розвиваються дві личинки паразита, але завершує свій розвиток тільки одна.

Щойно відкладене яйце має видовжено-овальну форму, жовтувато-біле, 0,13 мм завдовжки, 0,04 мм завширшки. Яйце зберігає свою форму майже протягом усього періоду ембріогенезу. У процесі ембріонального розвитку воно збільшується в розмірах і до моменту завершення розвитку досягає довжини 0,16 мм, ширини 0,06 мм. У цей період через оболонку яйця вже видно сформовану личинку паразита. На четвертий день після відкладання яйця відбувається народження личинки першого віку. Якщо паразит відкладає яйце в тіло личинки білокрилки першого, другого, третього віку, вони продовжують розвиватися і гинуть тільки тоді, коли енкарзія закінчує розвиток.

Личинки спочатку трохи жовтуваті, напівпрозорі, зі слабо вираженою сегментацією тіла, 0,24 мм завдовжки, 0,04 мм

завширшки. Личинки живляться вмістом тіла хазяїна, у своєму розвитку проходять три віки. Закінчивши живлення, вони виділяють меконій (продукт виділення кишківника личинки перед лялькуванням) у вигляді подовжених бурих або коричнювато-чорних 10 часточок, що злиплися, і заляльковуються.

Лялечка жовтувато-кремова, з темно-сірими плямами на голові, тергітах грудного відділу і біля основи черевця. Розвиток лялечки також супроводжується зміною кольору її покривів. На четвертий день після лялькування голова набуває світло-чорного забарвлення, зачатки крил темно-сірі, а на тергітах черевця (ближче до основи) виділяється велика округла світло-сіра пляма, яка на п'ятий день розвитку зникає. Голова і грудний відділ стають чорними, зачатки вусиків і ніг набувають темного з металевим відтінком забарвлення.

Самки паразита потребують додаткового живлення паддю і гемолімфою личинок білокрилки. Гемолімфою личинок шкідника імаго енкарзії живиться на другу–шосту добу після вильоту через отвір, проколотий яйцекладом у тілі хазяїна. За період життя одна самка паразита, живлячись, знищує від шести до 12 личинок і німф білокрилки. Заселення паразитом личинок шкідника не перешкоджає їхньому розвитку (незалежно від віку, у якому вони були заселені) і вони успішно досягають фази німфи. Розвиток паразита в німфі супроводжується зміною забарвлення останньої. На восьмий день після заселення паразитована німфа стає сірою, а потім вона змінює колір на інтенсивно-чорний, а покриви стають сухими і тендітними.

Часто паразитовані німфи білокрилки залишаються світлими, напівпрозорими, до вильоту дорослої комахи і тільки на їхньому дорсальному боці з'являються характерні слабопігментовані плями. Установлено, що тривалість періоду від моменту заселення паразитом личинок білокрилки до їхнього почорніння в різних умовах температури і вологості повітря становить приблизно половину часу, необхідного для повного завершення розвитку генерації енкарзії. За температур 20 °С і відносній вологості повітря 50–70 % личинки хазяїна стають чорними через 11 днів після заселення ентомофагом, при 25 °С – через сім, а при 30 °С – через шість днів.

Оптимальними умовами для розвитку паразита є температура 30°С і відносна вологість повітря 70 %. Нижній поріг температури для розвитку різних фаз коливається в межах 12,9–14°С, а в середньому становить для яєць 14°С, для личинок – 12,9°С, для лялечок – 12,5°С. Таким чином, найбільш чутливою фазою до

температури повітря є яйце. Температура вище за 30 °С пригнічує розвиток комахи, тому що значна частина яєць, личинок першого віку і лялечок у таких умовах гинуть. Для завершення повного розвитку яйця паразита потрібна сума ефективних температур 32,3 °С, для личинки – 64,2 °С, для лялечки – 87,5 °С. У цілому для розвитку однієї генерації енкарзії необхідна сума ефективних температур 183,7 °С.

Відхилення в той чи інший бік від оптимальної температури значно впливає на тривалість періоду розвитку і життя, а також на плідність комахи. За оптимальних умов температури і вологості повітря і при надмірній кількості живителя енкарзія має найкоротші терміни розвитку (від моменту відкладення яєць до виходу дорослої комахи потрібно 11 днів) і найвищу загальну плідність (у середньому 115 яєць на одну самку). Зниження температури до 25 °С, і особливо до 20 °С, приводить до збільшення термінів розвитку енкарзії (до 14 і 23 днів відповідно), при цьому відбувається помітне зниження репродуктивної здатності самок паразита. Наприклад, при температурі 25 °С вона становить 70 яєць, а при зниженні до 20 °С цей показник зменшується втричі. При температурі, близькій до нижнього порогу розвитку, плідність комахи знижується в п'ять разів. Режим температури впливає і на тривалість життя паразита. Зокрема, якщо зміна температури навколишнього середовища в межах 20–30 °С істотно не впливає на тривалість життя, що в цих умовах становить 18–22 дні, то підвищення цього показника до 35 °С скорочує тривалість життя дорослої комахи до 7,4 дня.

Надмірне підвищення відносної вологості повітря (до 90 %) знижує плідність самок енкарзії, збільшує терміни розвитку і зменшує тривалість життя.

Поведінка імаго енкарзії визначається тривалістю світлового дня і ступенем освітленості приміщення, у якому відбувається їхній розвиток. В умовах короткого дня і слабкої освітленості активність паразита помітно знижується. Наприклад, при інтенсивності освітлення 4200 лк і тривалості світлового дня 16 год тільки окремі самки відкладають яйця, а при освітленості 7300 лк і тій же довжині дня репродуктивна здатність паразита повністю відновлюється.



#### 8.4.1.2. Технологія розведення і використання енкарзії

Енкарзію масово розводять у біолабораторіях для використання в захисті овочевих культур, перш за все помідорів і огірків, у закритому ґрунті від тепличної білокрилки.

Під час пошуку хазяїна паразита приваблює на рослину запах медвяних виділень шкідника. Пересувається він по теплиці і за допомогою крил, і стрибками, особливо активний у сонячні дні. Енкарзія здатна знайти личинки білокрилки на досить великій відстані. Випущену в одному місці енкарзію виявляли на відстані 10 м від нього на 33 % контрольних рослинах. На відстані 6 м паразит заселяв 90 % рослин зі шкідником, а в радіусі 2 м – усі рослини з білокрилкою.

Шукаючи личинки білокрилки на листках енкарзія використовує вусики і яйцеклад, виявляючи і визначаючи придатність шкідника для паразитування. На швидкість пошуку впливає морфологічна структура листків, де розвиваються передімагінальні стадії білокрилки. Наявність опушення на листках перешкоджає швидкому виявленню хазяїна, що зменшує кількість паразитованих личинок. Рясні медвяні виділення на рослинах також скорочують час пошуку, оскільки паразит витрачає багато часу на очищення свого тіла від цих виділень. Тому регульовальна роль паразита на окремих культурах різна. Зокрема, при співвідношенні паразит-шкідник 1:5 енкарзія на огірках заселяє 74,5 %, і помідорах – 83,7, на солодкому перці – 98,9 % личинок білокрилки. Співвідношення 1:10 забезпечує однакову ефективність на огірках і помідорах (72,1 і 76,9 % відповідно), а на перці – 98,2 %. При співвідношенні 1:25 ефективність паразита на огірках знижується до 28,8 %, але залишається високою на двох інших культурах. При співвідношенні 1:50 на огірках енкарзія паразитує 24,8 %, на помідорах – 68,0 і на перці – 96,2 % личинок шкідника. Таким чином, ефективність енкарзії на перці залишається високою при будь-яких зазначених співвідношеннях, тоді як на помідорах паразит заселяє не більше 83,7, а на огірках – 74,5 % личинок шкідника.

Оскільки енкарзія – облігатний паразит личинок тепличної білокрилки, її можна масово розводити тільки на її природному хазяїні.

Енкарзію доцільно починати розводити за 1,5–2 міс. до початку основного обороту, для того, щоб збір перших партій паразита збігався з початком вирощування розсади овочевих культур. Зважаючи на це, кормові рослини для білокрилки висівають (висаджують) у вересні–жовтні після проведення комплексу профілактичних заходів (пропарювання ґрунтів, стелажів, піддонів) і т.д.

Залежно від наявності культиваційних приміщень і потреб у паразиті, для розведення і застосування енкарзії необхідно використовувати одну з пропонованих методик. Перша основана на одноразовому використанні рослин і зручна для одержання невеликих кількостей паразита (боксовий метод), друга – на розведенні паразита на довгостроково вегетуючих рослинах. Вона менш трудомістка і дозволяє одержувати значні кількості ентомофага.

Розведення енкарзії за першою методикою містить такі послідовні етапи:

- 1 – вирощування рослин,
- 2 – заселення рослин білокрилкою,
- 3 – одержання одновікових личинок білокрилки,
- 4 – паразитування личинок білокрилки енкарзією.

Обов'язкова умова масового розведення паразита – ізоляція процесів, здійснюваних або в окремих невеликих теплицях, або в добре ізольованих боксах однієї теплиці. Оптимальна кількість боксів (теплиць) – чотири. У першому вирощують рослини, у другому рослини заселяють білокрилкою (маточник білокрилки), у третьому білокрилка розвивається на рослинах від яйця до личинки другого віку, у четвертому енкарзія паразитує личинки білокрилки.

Для розведення білокрилки потрібні такі умови: температура 22–24 °С, відносна вологість повітря 70–80 %, довжина світлового дня 16 год. Під час розведення енкарзії в боксі підтримують температуру 26–28 °С, відносна вологість повітря і довжина світлового дня мають бути аналогічні до умов розведення білокрилки. Освітленість у боксі повинна бути не нижче 9000 лк. Для запобігання загибелі білокрилки та енкарзії лампи слід розташовувати за межами боксу.

*Етап 1.* Розведення енкарзії і чітка ритмічність усіх процесів багато в чому залежать від правильного підбору рослини-хазяїна для шкідника і паразита. Практика свідчить, що найбільш

прийнятними є тютюн і квасоля. Потрібно враховувати, що не всі сорти тютюну придатні для розведення білокрилки та енкарзії.

Рослини тютюну вирощують з розсади, яку висаджують в окремі вазони діаметром 15–20 см. Термін вирощування тютюну з насіння до фази 5–6 листків триває 60 днів. Пророслі боби квасолі (переважно сортів з великим насінням) висаджують у вазони по 5–6 шт., час вирощування (2 справжніх листки) – 10–12 днів.

На думку дослідників, використання квасолі для розведення енкарзії має ряд переваг: по-перше, можна легко домогтися будь-якої заданої ритмічності в одержанні енкарзії, по-друге, у два рази скоротити терміни накопичення паразитів і, по-третє, домогтися ефективного паразитування (не нижче 89 %) личинок шкідника.

Для утримання маточника білокрилки найбільш придатна рослина – тютюн, що може тривалий час забезпечувати розмноження і виживання великої кількості шкідника.

*Етап 2.* У перші години розміщення вазонів з рослинами у боксі білокрилка перелітає на свіжі рослини. Для прискорення цього процесу необхідно злегка струснути рослини з маточною популяцією білокрилки. Рослини залишають у маточнику на одну добу. Оптимальної щільності личинок досягають, якщо на листку тютюну міститься 1500–2000 імаго шкідника, а на листку квасолі – 400–500. Через добу імаго видаляють побутовим пилососом, що працює в режимі «нагнітання».

*Етап 3.* Рослини з відкладеними яйцями білокрилки переносять у бокс, де личинки розвиваються до другого віку. Максимальну щільність шкідника на тютюні спостерігають тільки на верхніх 3–5 листках, на нижні два листки білокрилка, як правило, не сідає, тому їх можна видалити.

Яйця і личинки білокрилки до другого віку розвиваються 10–14 днів.

*Етап 4.* Рослини переносять у бокс, де розкладають листки з лялечками енкарзії, з яких починають вилітати імаго.

Під час визначення оптимального співвідношення паразит-хазяїн встановлено, що при співвідношенні 1:50 паразитується 58 % личинок, одна самка енкарзії заражає в середньому 29 личинок; при – 1:25 – відсоток паразитованих личинок досягає 89, а плідність знижується до 22 яєць на самку. Таким чином, найефективнішим співвідношенням для масового розведення енкарзії вважають співвідношення 1:25. Зниження плідності зумовлене тим, що в одну

личинку при масовому розведенні відкладають 2, 3 яйця і більше, хоча розвиток завершує тільки одне.

Почорнілі німфи білокрилки з'являються через 8–10 днів. Завдяки різниці у швидкості розвитку шкідника і паразита через 10–12 днів після випуску енкарзії на листках залишаються тільки муміфіковані личинки білокрилки. Оскільки рослини в боксі з енкарзією перебувають 10–12 днів, а необхідність у паразитах виникає щотижня, тому доцільно мати два бокси, які використовують поперемінно. Весь цикл розмноження енкарзії на тютюні від посадки рослин до збору муміфікованих лялечок завершується за 80–85, на квасолі – 35–40 днів. На листку тютюну в середньому утворюється до 1000, на листку квасолі – 500 лялечок енкарзії. При такому способі з 1 м<sup>2</sup> корисної площі приміщення для розведення можна щотижня одержувати 25–30 тис. особин енкарзії.

Для розведення енкарзії іншим способом – на довгостроково вегетуючих рослинах, доцільно використовувати невеликі окремі теплиці чи теплицю, розділену на ізольовані відсіки, що дозволяє контролювати процес розмноження шкідника і паразита. Для безупинного одержання енкарзії повинно бути не менше чотирьох теплиць (відсіків). У цьому разі в період найбільшої потреби в паразиті муміфікованих лялечок збирають із двох і більше теплиць.

Кормовими рослинами для білокрилки можуть бути тютюн, огірок, гарбуз, помідор і квасоля. Під час вибору виду рослини варто враховувати умови конкретної виробничої лабораторії і забезпеченість її засобами підтримки оптимальних гігротермічних параметрів. Використання рослин огірка і гарбуза вимагає строгого дотримання режимів температури й особливо вологості повітря. За низької вологості в білокрилки збільшується виділення медвяної роси, що перешкоджає ефективному паразитуванню її личинок енкарзією. Крім того, ці культури сильно піддаються захворюванням листового апарату (борошниста роса, антракноз, бактеріоз), хімічна боротьба з якими негативно впливає на заселеність личинок шкідника паразитом.

Тютюн при певних його перевагах (стійкість до високої щільності білокрилки, наявність сильного листового апарату) має і недоліки. Насамперед це масова загибель імаго паразита в липких виділеннях волосків опушення, а також значна тривалість періоду вирощування розсади (до 50 днів).

Краща для цих цілей квасоля кучерявих сортів, що має високу енергію росту, слабо опушені листки, добре заселяється шкідником і паразитом. При використанні тютюну і помідора розсаду в теплицю висаджують з розрахунку 8 шт./м<sup>2</sup>, огірка і гарбуза – 4 шт./м<sup>2</sup>. Для розведення енкарзії на квасолі насіння висівають по 100 (сорт Цукрова і Сакса) і 15–20 шт./м<sup>2</sup> (сорт Бомба біла). Білокрилкою рослини заселяють 1–2 рази після утворення в тютюні, огірку, гарбузі і помідорі чотирьох–п'яти листків, а в квасолі – добре розвинутих сім'ядольних листків. Рівномірного розподілу білокрилки на рослинах досягають унесенням у теплицю німф з розрахунку на одну рослину огірка, гарбуза і тютюну в середньому до 4 тис., а помідорів і квасолі – 300 особин, що становить 2–3 імаго на 1 см<sup>2</sup> поверхні листка. Після відкладання яєць дорослу білокрилку з рослин не видаляють. За оптимальних умов кожна наступна пара листків утворюється через один–два тижні і шкідник мігрує на них. Імаго білокрилки живе в середньому 20 днів, тому на квасолі сорту Бомба біла, де швидко утворюється нове листя, необхідно через 10–14 днів внести додатково на рослину 80–100 німф, щоб забезпечити однакове заселення всіх листів шкідником. Незважаючи на те, що на інших рослинах подальше поповнення популяції білокрилки відбувається за рахунок вильоту імаго з не паразитованих личинок, необхідний постійний контроль за щільністю шкідника на молодих листках.

Енкарзію в співвідношенні 1:20–1:30 розселяють з появою на нижніх листках личинок білокрилки другого–третього віку. Як правило, заселення паразитом личинок білокрилки на нижніх листках на всіх рослинах, крім квасолі, невисоке, тому ці листки залишають для підтримки чисельності енкарзії на оптимальному рівні і поповнювати популяцію до кінця циклу не потрібно.

Лялечок паразита збирають після масового почорніння личинок білокрилки шляхом зрізання листків відповідного ярусу, коли з непаразитованих личинок вилетіли імаго білокрилки. У разі відсутності живлення личинки шкідника першого–третього віку, що знаходяться на листках, гинуть. Наступні збори лялечок енкарзії проводять за необхідності 1–2 рази на тиждень, залишаючи зрізані листки в теплиці, де розводять комах, для вильоту непаразитованої білокрилки і невеликої кількості енкарзії. Слід ураховувати, що в цьому разі неминучі втрати частини паразитів, що пов'язані з віковою неоднорідністю личинок білокрилки, але вони не

перевищують норм витрати біоматеріалу на відтворення і становлять 10–15 %.

Для зменшення втрат енкарзії й отримання чистого біоматеріалу паразита розроблено спосіб змиву з листя рослин паразитованих енкарзією личинок тепличної білокрилки водою, підігрітою до 30 °С. Для змиву мумій з листків використовують пральні машини типу «Малютка», «Харків'янка» та ін. Об'єм бачків у таких машинах становить 30 дм<sup>3</sup>, що дозволяє одночасно завантажувати велику кількість листків з біоматеріалом і отримувати протягом 2–3 хв (час роботи машини) сотні тисяч лялечок енкарзії. Після видалення листя з бака машини за допомогою друшляка лялечки енкарзії, як більш легкі, залишаються на поверхні води, а личинки білокрилки осідають на дно. Після відкриття крану зливу води личинки білокрилки видаляються разом з водою з бака машини, а лялечки енкарзії залишаються на стінках. Водою їх змивають зі стінок, і через зливний отвір вони потрапляють на густе сито. Після підсушування біоматеріал стає сипучим, його зважують і розфасовують або наклеюють на паперові картки за допомогою клею ПВА.

За таких умов з тютюну, огірків, гарбуза і томатів за 60 днів збору одержують відповідно 71, 86, 75 і 35 тис. лялечок енкарзії з 1 м<sup>2</sup> теплиці, а з однієї рослини відповідно 8,9; 21,5; 18,9; 4,3 тис. лялечок. Увесь цикл розмноження на цих культурах триває більше 130 днів. З квасолі сортів Цукрова і Сакса за 10 днів збирають 107 і 102 тис. лялечок з 1 м<sup>2</sup>, чи 1,1 і 1,0 тис. з однієї рослини. Тривалість розведення на цих рослинах – 57 днів. При використанні квасолі Бомба біла за 50 днів вихід лялечок досягає 250 тис. з 1 м<sup>2</sup>, або 16,6 тис. з рослини, а тривалість усього циклу – 107 днів.

Використання такої методики робить процес розведення енкарзії менш трудомістким і дозволяє значно збільшити вихід паразита з одиниці корисної площі.

Важливою умовою організації масового розведення енкарзії і першим, і другим способом є наявність двох-трьох продуктивних маточників білокрилки, потреба в яких особливо велика під час розведення на постійно зростаючих рослинах.

Зберігають енкарзію в клімокамері при температурі 12 °С і відносній вологості 60–70 %. За таких умов зберігання через 30 днів виживає більше 90 % паразитів. При подальшому збереженні імаго починають вилітати в клімокамері.

Колонізацію енкарзії в теплиці з невеликою чисельністю білокрилки проводять з нормою 100 000 особин на огірку, 50 000 на помідорі і 25 000 – на перці. Додатково безпосередньо у вогнища шкідника колонізують ентомофага в співвідношенні паразит:хазяїн 1:10-1:25. Кратність випусків становить при цьому не менше 3, інтервал між кожним із них – 7–10 днів.

Для зниження щільності популяції шкідника вивішують жовті клейові пастки. Розвішують їх по периметру вогнища на рівні верхніх листків культури.

Пакетики або картки з муміями паразита розвішують на кожному прольоті на шпагат у верхній або середній частині рослини. При цьому дотримуються такої схеми розкладки: на одній із доріжок у кожному прольоті розвішують 6 пакетиків, у такий спосіб, щоб на початку і наприкінці грядки щільність енкарзії була вищою, ніж у центрі масиву. Першу точку розселення розташовують за 3 м від центральної доріжки, другу – на 6 м далі, третю – через 9 м від неї, четверту через – 6 м і шосту – через 3 м. На наступному тижні на прольоті вибирають іншу доріжку. Під час проведенні профілактичних розселень кількість пакетиків (карток) можна скоротити вдвічі. Через місяць після початку розселення енкарзії на рослині в середньому повинно бути паразитовано не менше 25–30 % личинок білокрилки, через 2 міс. – 50 %.

Річна норма колонізації енкарзії на огірку в середньому становить 0,3–0,6 млн на 1 га, на помідорі – 0,25 млн.

*E. formosa* уражає і тютюнову білокрилку. Поведінка її при цьому така сама. Однак паразитовані мумії тютюнової білокрилки не настільки помітні. Вони не набувають, як у тепличної білокрилки, чорного забарвлення, а лише злегка темніють і стають темно-коричневими.

З мумій тютюнової білокрилки вилітають дрібніші особини паразита. Якщо в теплицях наявні обидва види білокрилки, енкарзія віддає перевагу тепличній білокрилці.

#### 8.4.2. Афідіїди – паразити попелиць

*Aphidius matricariae* Hal. – найбільш поширений і ефективний паразит персикової попелиці. Належить він до ряду Перетинчастокриллі (Hymenoptera), родини Афідіїди (Aphidiidae). Коло хазяїнів паразита містить у собі 40 видів попелиць з 21 роду, але паразит постійно віддає перевагу персиковій попелиці.

Життєвий цикл афідіуса складається з передімагінального періоду, що включає в себе стадії яйця, личинок чотирьох віків, передлялечку і лялечку, що розвиваються в тілі хазяїна та імаго. Личинка, яка відродилася з яйця, перші три віки живиться гемолімфою хазяїна і не ушкоджує його життєво важливих органів. Личинка четвертого віку живиться тканинами тіла попелиць, поїдаючи їхній внутрішній вміст, після чого попелиця гине. Завершується розвиток личинки утворенням кокона всередині оболонки тіла попелиці. Під час утворення кокона зовнішній вигляд попелиць змінюється, вони набувають характерного муміфікованого вигляду (додаток, рис. 65).

Імаго, яке сформувалося, залишає оболонку хазяїна через отвір, що робить у спинній частині хвостового відділу мумії. Самки і самці легко помітні по останньому черевному сегменті, загостреному в перших і округленому у других, а також по вусиках, які у самців довші (17–19 сегментів), ніж у самок (14–16 сегментів). Статеве співвідношення звичайне 1:1. Паразити, які відродилися, містять достатній запас живильних речовин, що дозволяє їм почати спарювання і відкладання яєць без додаткового живлення. Запліднені самки дають потомство особин обох статей, а незапліднені розмножуються партеногенетично по типу арренотокії, даючи в потомстві тільки самців.

Самкам паразита для дозрівання яєць і повної реалізації потенційної плідності необхідно додаткове живлення паддю, попелицями і водою. Заміна паді медом чи цукровим сиропом не є повноцінною.

Тривалість життя імаго та їхня плідність залежать не тільки від додаткового живлення, але і від метеорологічних умов, причому температура має більше значення, ніж їжа. При низьких температурах тривалість життя збільшується, а активність комах зменшується. Оптимальними умовами для паразита є температура 25 °С і відносна вологість повітря 70–80 %. У цьому разі, на персиковій попелиці паразит досягає максимальної плідності (понад 300 яєць), а тривалість життя становить до 14 діб.

Готова до відкладання яєць самка відразу приступає до пошуку попелиць. Маючи гарні літальні здібності, паразит виявляє шкідника на відстані до 80 м від місця розселення. Під час пошуку хазяїна самка насамперед реагує на запах попелиць і паді. 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, самка проколює яйцекладом покриви тіла хазяїна і відкладає одне яйце. Афідіус паразитує на попелицях і на відкритих, і на затінених ділянках рослин, віддаючи перевагу останнім.

Афідіус відкладає яйця в личинки попелиць усіх віків, але переважно личинки II–IV віку. Якщо яйце відкладене в личинки молодшого віку, то попелиця гине, не почавши розмноження. У разі паразитування личинок старшого віку чи імаго шкідник здатний деякий час давати малочисельне потомство. При виборі хазяїна паразит не здатний відрізнити заражених попелиць від незаражених, тому в одну попелицю може бути відкладено декілька яєць, однак розвиток завершує тільки одне. В експериментальних умовах при різній чисельності попелиці і різної тимчасової експозиції суперпаразитизм (одночасний розвиток в одному хазяїні декількох личинок паразита) зафіксовано у всіх випадках (2–12 личинок паразита в одній попелиці), але буває більш значним при низькій щільності шкідника. Визначено, що в умовах великої кількості паразитів багаторазове перезараження попелиць призводить до їх передчасної загибелі. Тривалість розвитку паразита від яйця до утворення мумії на персиковій попелиці при 10, 15, 20 і 25 °С становить 26,7; 14,1; 8,2 і 7 діб відповідно. Розвиток комахи від яйця до імаго при цих самих температурах 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 щільності він здатний ефективно контролювати розмноження шкідника.

Нижній поріг розвитку різних стадій паразита 7,4–7,9 °С, тому ці температури є найоптимальнішими для короткострокового збереження. При впливі знижених температур і короткого фотоперіоду на личинок молодшого віку в паразита може виникнути діапauза, аналогічна до зимової. У теплицях при наявності попелиць афідіус розмножується цілий рік. Утримання паразита в лабораторних умовах свідчить, що бездіапauзний розвиток афідіуса не впливає негативно на його основні біологічні показники.

**Лізіфлебус бобовий (*Lyziphlebus fabarum* Marsh.)** – широко розповсюджений палеарктичний вид. Дуже близький за

морфологічними і біологічними ознаками до попередніх видів (додаток, рис. 66). Паразит багатьох видів родів *Aphis*, *Brachycolus* та ін. Віддає перевагу попелицям, що живуть у щільних колоніях, зокрема баштанній. Плодючість – до 150 яєць. Одне покоління розвивається за вісім–дев'ять днів. Не вибагливий до вологості повітря – добре розвивається при низькій відносній вологості (до 40 %). Має досить високу пошукову здатність.

У виробничих біолабораторіях для захисту овочевих культур від різних видів попелиць масово розводять і застосовують різні види афідіїд. Слід пам'ятати, що в одній біолабораторії можна розводити тільки один вид паразита, оскільки в разі розведення одночасно декількох видів неминуче їх змішування і зниження ефективності їх застосування. Основні технологічні процеси під час розведення різних видів афідіїд майже однакові.

З метою спрощення технології розведення більшості видів афідіїд та одержання їх у необхідних кількостях з мінімальними витратами праці як хазяїна найчастіше використовують звичайну злакову попелицю *Schizaphis graminum* Rond.

Зараження попелиць афідіусом відбувається у садках (50×50×50 см), обтягнутих млиновим газом чи бяззю. На першому етапі формують рій імаго афідіуса. Для цього в садок поміщають 1000 мумій з лялечками паразита, розвиток яких синхронізовано в такий спосіб, щоб імаго вилетіли протягом 1–2 днів. Після вильоту імаго підготовують цукровим сиропом, проходить спарювання, після чого в садок поміщають газон (площа за розміром садка – 50×50 см) з попелицею.

Після спарювання самки афідіуса починають відкладати яйця в личинки чи самки попелиць. Пік яйцекладки припадає на третій день після вильоту, з першого по п'ятий день відкладають до 75 % яєць. Із запліднених яєць розвиваються самки паразита. Незапліднені самки відкладають яйця, з яких розвиваються тільки самці.

Тривалість розвитку афідіуса на злаковій попелиці від яйця до імаго при 15, 20 і 25 °С становить відповідно 22,6; 13,2 і 11,6 доби. Фактична плідність однієї самки за цих температур – 36,2; 78,3 і 122 муміфіковані попелиці, а популяція збільшується за одне покоління в 14–51 раз. Таким чином, температурні оптимуми для розвитку хазяїна і паразита збігаються і становлять 25 °С. При цій

температурі злакова попелиця збільшує свою чисельність за тиждень у 15,4, а паразит – у 7,5 рази.

Щоб одержати максимальну плідність самок паразита, необхідно підтримувати співвідношення статей у культурі 1:1, відхилення від цього показника призводить до збою в процесі розведення: зменшується вихід мумій і збільшується кількість самців у нових поколіннях афідіуса.

Тривалість життя імаго паразита в таких умовах – 7–10 діб. За цей період у перших паразитованих попелицях завершується розвиток личинки, попелиця муміфікується, прикріпившись до рослини чи стінкам садка. Увесь цикл розмноження від посіву рослин до збору мумій завершується за 16–18 діб.

Для підтримання оптимального співвідношення паразит:хазяїн кожні три дні в садок вносять по 1000 мумій афідіуса, синхронізованих за терміном розвитку. Газон у садку замінюють на свіжий кожні два дні. При цьому використаний газон із зараженою афідіусом попелицею переносять на стелажі, де проходить розвиток паразита в тілі хазяїна протягом 5–6 діб. На цьому добу на газонах формуються мумії (не менше 20 тис. мумій на газоні площею 50×50 см). Рослини з муміями зрізають. Для звільнення зрізаних рослин від живої попелиці їх розкладають на фільтрувальному папері на стелажі і підставляють молоді рослини пшениці. Попелиця переходить на них протягом 1–2 год.

При масовому розведенні з 1 м<sup>2</sup> рослин можна отримати до 50 тис. мумій. Мумії збирають разом з рослинами, до яких вони прикріплені.

У разі відсутності в теплицях на овочевих рослинах попелиць чи при низькій їх чисельності, виникає необхідність збереження і накопичення паразита, якого можна використовувати надалі при масовому розмноженні попелиць.

Для накопичення біоматеріалу свіжеутворені мумії в скляних банках поміщають у холодильник при 7–8 °С. Термін збереження мумій паразита – не більше 10–15 діб, подальше збереження призводить до вильоту імаго у холодильник. За потреби збереження імаго паразитів необхідно давати додаткове живлення у вигляді цукрового сиропу чи меду. Тривалість збереження імаго – не більше трьох діб.

Оскільки первинні вогнища попелиці важко помітити, і їх не завжди вчасно виявляють, перші розселення афідіусів проводять у

профілактичних цілях. Для цього в теплиці в 50–60 місцях викладають по 20–40 мумій паразита. Потім такі розселення здійснюють щотижня.

Під час розселень паразита у виявлені вогнища попелиць норму колонізації розраховують, зважаючи на співвідношення паразит:хазяїн 1:10–1:15. Необхідно розселяти афідіуса 3–5 разів. Найбільший ефект спостерігають на 20–30-й день після початку колонізації. Річна норма колонізації на помідорі, перці і баклажанах проти персикової попелиці – не вище 100 тис. особин на 1 га.

### 8.4.3. Паразити мінуючих мух

**Дакнуза** – *Dacnusa sibirica* Tel. (Родина Браконида – Braconidae). Широко поширений внутрішній паразит мінуючих мух. У природі уражає *Phytomyza asteris*, *Ph. syngenesiae* та ін. У теплицях використовують для біологічної боротьби з місцевими і завезеними мінуючими мухами роду *Liriomyza*: *L. trifoli*, *L. bryonia*, *L. huidobrensis* та ін. Звичайно дакнузу застосовують разом з іще двома паразитами мінерів: *Diglyphus isaea* та *Opius pallipes*.

Самка дакнузи надає перевагу пі час відкладання яєць личинкам першого і другого віку. Вона знаходить хазяїна, проколє яйцекладом міну і відкладає в личинку мінера яйце. Личинка продовжує нормально розвиватися і, закінчивши живитися, заляльковується. У середині пупарія мухи починає розвиватися личинка паразита. Вона живиться вмістом лялечки мінера і там же заляльковується.

Преімагінальний період розвитку за оптимальної температури 22 °С проходить за 16 діб. Дорослі особи живуть близько тижня. Співвідношення самців до самок у популяції близько 1:1. За добу одна самка відкладає до 12 яєць. Пупарії при 5 °С зберігаються до 6 міс.

Норма колонізації дакнузи залежить від заселеності листків личинками мінера; ефективність паразита тим вища, чим вища щільність личинок мінера в листках. Під час розселення паразитів у теплицю в співвідношенні одна самка паразита на 15 личинок мінера, що відповідає витраті 10–20 тис. особин на 1 га, ефективність становить 61–71 %. При низькій щільності личинок мінера співвідношення варто збільшити до 1:1 – 1:3.

Норма застосування дакнузи під час профілактичних розселень – 0,1 особина на 1 м<sup>2</sup>. При появі личинок мінера норма колонізації зростає в 10 разів за триразових розселень з тижневими інтервалами.

**Опіус** – *Opius pallipes* Forst (*O. caelatus* Hal.), (Родина Браконіди – Braconidae). Вид поширений у Палеарктиці повсюдно. Внутрішній паразит личинок мінуючих мух. У природі паразитує в личинках мух родини Anthomyiidae. Переважно заражає личинок другого віку. Застосовують опіуса в теплицях проти листкових мінерів роду *Lyriomyza* на овочевих і квіткових культурах. Однак при відкладанні яєць у тіло *L. trifolii* відбувається їхня інкапсуляція, що істотно знижує ефективність використання паразита проти цього шкідника.

У цілому біологічні особливості опіуса близькі до таких *Dacnusa sibirica* (див. вище). Оптимальна температура розвитку – 25–30 °С. Тривалість розвитку при цьому становить 10–14 діб. Плодючість – до 70 яєць. Співвідношення самців до самок – 1:1. Зимує паразит у фазі лялечки в пупарії мінера.

Випускають опіуса проти мінера в теплицях у співвідношенні 1:30. Найбільшу ефективність, як і в дакнузи, зафіксовано при помірних температурах, що необхідно враховувати під час вибору виду паразита для біологічної боротьби з мінерами в теплицях.

Оскільки яйця опіуса інкапсулюються в тілі личинок конюшинового мінера *L. trifolii*, його ефективність під час використання проти цього шкідника нижча, ніж у дакнузи. Однак у боротьбі з пасльоновим мінером опіус, навпаки, ефективніший.

**Дігліфус** – *Diglyphus isaea* Walker., (родина Евлофіди – Eulophidae). Палеарктичний вид. Інтродукований у багато інших регіонів світу.

Ектопаразит багатьох видів мінуючих мух родини Agromyzidae. У природних стаціях нерідко трапляється в комплексі з дакнузою, заражаючи до 90 % личинок мух роду *Lyriomyza*. До кінця літа дігліфус звичайно витісняє дакнузу. Разом із *Dacnusa sibirica* та *Opius pallipes* його застосовують у теплицях для захисту рослин проти мінуючих мух. Розроблено методику масового розведення паразита.

Оптимальні умови розвитку дігліфуса: температура 25±1 °С, вологість повітря 40–60 %, фотоперіод – 16 год. При цьому тривалість преімагінального розвитку – приблизно 11 днів. Зі зниженням температури швидкість розвитку паразита значно знижується, а тривалість періоду розвитку збільшується, зокрема, при 20 °С вона становить 16,6, а при 15 °С – 26,6 доби.

Після спарювання самки дігліфуса (так само, як опіуса і дакнузи), пересуваються по листку, услід за звивинами міни, ритмічно через кожні 3–5 мм проколюючи своїм яйцекладом епідерміс листка.

Виявивши личинку мінера (переважно личинки II-го і III-го віку), вона уколєє жертву декілька разів, роблячи від 2 до 9 уколів, і паралізує її. Личинка мінера, що піддалась нападу дігліфуса, на відміну від личинки, ураженої самками опіуса і дакнужи, припиняє живлення, а її шкідливість на цьому закінчується. Паралізована дігліфусом, вона ніби консервується на досить тривалий (8–10 днів) період, набуваючи матового, а через 5–6 днів коричневого кольору тіла. Після паралічу личинки хазяїна самка паразита починає відкладати яйця. Вона розміщає їх у міну групами (по 2–5 шт.) на відстані до 1,5 см попереду і позаду личинки або безпосередньо на неї.

Личинка паразита пересувається в напрямку до хазяїна. Досягнувши його, починає живитися. Завершивши живлення, вона заляльковується безпосередньо в міні. Довжина лялечки – 1,5 мм.

Комахи, які відроджуються, прогризають епідермис листка (міни) і виходять на поверхню. При температурі вище 15 °С дігліфус розвивається швидше за свого хазяїна та обох супутніх йому паразитичних браконід. У природі дігліфус зимує на стадії передлялечки в стані діапаузи, не виходячи з міни, тобто в рослині.

За температури  $5 \pm 1$  °С і вологості повітря 80–90 % імаго дігліфуса зберігаються до 6 міс., виживаність у період збереження – 55 %. У кімнатних умовах (18–20 °С) при періодичній підгодівлі медом (один раз на 2–3 дні) імаго живуть 2–3 міс.

Перед початком розселення паразитів листкових мінерів необхідно проаналізувати видовий склад шкідників та їх зараженість ентомофагами. При досить високому ступені паразитування, що може бути обумовлено діяльністю ентомофагів, які самостійно залетіли в теплиці, додаткові розселення можуть і не знадобитися.

#### **8.4.4. Афідиміза**

##### **8.4.4.1. Загальна характеристика**

**Афідиміза** – *Aphidoletes aphidimyza* Rond., ряд Двокрилі – Diptera, родина Галиці – Cecidomyiidae). В Україні поширена на всій території. Доросла комаха має довжину тіла близько 2 мм і довгі тонкі ноги (додаток, рис. 45). У галиці досить помітно виражений статевий диморфізм. У самців вусики такі самі, як і довжина тіла, а вусики самок удвічі коротші. Імаго галиці афідимізи живе декілька діб. Личинки афідимізи червоподібної форми, без ніг, жовтого або

світло-рожевого кольору (додаток, рис. 46). Яйця видовжено-овальні, довжиною 0,3 мм. Колір яєць – від оранжевого до світло-коричневого. Лялечка довжиною 1,8–1,9 мм, вільна, перебуває в шовковистому коконі, зверху вкрита дрібними крихітками ґрунту.

У природних умовах зимує діапаузуюча личинка в коконі під рослинними рештками або в поверхневому шарі ґрунту. Дорослі комахи з'являються в травні. Вони потребують додаткового живлення «паддю», яку виділяють попелиці. Розмножується галиця, як правило, гомогенетичним шляхом. Яйця самки відкладають на стебла та листки рослин серед колоній різних видів попелиць. Найбільшу активність комахи проявляють у нічну частину доби.

Плодючість самок коливається від 25 до 100 яєць. Цей показник значною мірою залежить від забезпеченості і якості корму в період додаткового живлення самок. Найвища плодючість у галиці спостерігається при температурі 21–23 °С і відносній вологості повітря 80–95 %. Оптимальний фотоперіод – 16 год. У стадії личинки третього віку або лялечки в пісчаному пупарії при 7 °С вона може зберігатися 3–4 тижні. Смертність при цьому не перевищує 50 %.

Сума ефективних температур для преімагінальних стадій життєвого циклу хижої галиці сягає 290 градусо-діб. Нижній поріг розвитку для яєць становить 10,7 °С, для личинок – 4,2 °С, для лялечок – 5,7 °С.

Плодючість галиці суттєво залежить також від кількості і виду жертви в період розвитку личинки. При живленні личинок різними видами попелиць з однакових умов плодючість самок різна. Найбільш плодючі самки з'являються з личинок, які живилися бобовою або виковою попелицями.

Наявність на рослинах попелиць – необхідна умова для відкладання яєць самками галиці. Дорослі галиці мають високу пошукову здатність і знаходять навіть найменші колонії попелиць.

Личинки галиці афідимізи є типовими олігофагами і здатні житися на 61 виді попелиць. У природних умовах вони найчастіше живуть у колоніях баштанної, капустяної, бобової, горохової, викової та інших видів попелиць.

Знайшовши жертву, личинка галиці проколює ротовим апаратом тіло попелиці і вводить у неї сильнодіючий токсин, що

призводить до повного паралічу жертви. Тривалість акту живлення може відбуватися протягом декількох годин. За період свого розвитку личинка хижака може знищити до 60 особин попелиць. За п'ять–шість днів личинка закінчує розвиток і заляльковується в поверхневому шарі ґрунту або в рослинних рештках. Тривалість періоду фази лялечки 10–12 діб. Таким чином, для розвитку одного покоління афідимізи необхідно 17–20 діб. За вегетаційний період розвивається близько шести поколінь хижака.

Після завершення живлення личинки падають з рослин на ґрунт, проникають на невелику глибину й утворюють несправжні кокони, у яких через 2–4 дні формується пупарій з лялечкою вільного типу. При високій вологості повітря личинки часто заляльковуються на нижніх листках рослин. Кокон личинка галиці утворює з тонких клейких ниток, до якого приклеюються дрібні часточки ґрунту, утворюючи захисну оболонку.

#### **8.4.4.2. Технологія масового розведення і використання**

Різними науковими установами розроблено декілька способів масового розведення хижої галиці афідимізи, які можна об'єднати у три групи:

1. З утриманням імаго хижака в садках, кінцевий продукт розведення – несправжні кокони.

2. Розведення афідимізи в спеціальних теплицях, у яких вирощують відповідні кормові рослини для попелиць, розмножують на них один із видів попелиць і потім розселяють 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 з видів попелиць, що не ушкоджують основну культуру. Для цього завчасно вирощують у цих теплицях, наприклад, кормові боби, потім заселяють їх бобовою попелицею і розселяють на них імаго афідимізи. Хижак накопичується на цих рослинах, а при появі попелиць на основній культурі, розповсюджується по теплиці.

Головною ланкою всіх наведених способів розведення афідимізи є одержання достатньої для живлення личинок хижака кількості попелиць, яких розмножують на вегетуючих рослинах.



Під час відбору кормової рослини слід мати на увазі, що вона повинна не тільки забезпечувати розведення на ній попелиці, а і слугувати відповідним субстратом для одержання яєць хижака.

Способи розведення афідимізи, що об'єднані в першу групу, хоча і потребують більших зусиль, але є продуктивнішими, бо забезпечують значно вищий вихід біоматеріалу.

Садковий метод розведення хижої галиці, у свою чергу, можна розділити на такі:

1. За способом одержання яєць від самок:

а) рослини у садках замінюють разом із хижакком – самки протягом двох–трьох днів відкладають яйця на одні рослини, потім їх замінюють і вносять нову партію імаго галиці;

б) рослини в садках замінюють щоденно, не замінюючи самок афідимізи, а періодично поповнюють їхню кількість, підтримуючи цим високий репродуктивний потенціал;

2. За способом відгодівлі личинок галиці та збору коконів:

а) личинки галиці живляться попелицею на вегетуючих рослинах протягом усього періоду їх розвитку. Збирають кокони, нахилиючи рослини над субстратом (пісок);

б) личинки хижака молодшого віку живляться спочатку на вегетуючих рослинах, потім рослини разом з личинками галиці і попелицею зрізають і складають у спеціальні судини, на дно яких насипають зволожений пісок.

Виконана науковцями кафедри фітопатології ХНАУ ім. В.В. Докучаєва всебічна перевірка всіх вищенаведених методів і способів у лабораторних і виробничих умовах свідчить, що найбільш прийнятним для виробників є садковий метод розведення афідимізи. Як корм для личинок хижака і вид рослин, на яких розмножують попелиць, найзручнішою є звичайна злакова попелиця на проростках пшениці та бобова попелиця на проростках кормових бобів.

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<sup>2</sup> на кожні 10 га теплиць, у яких планують застосовувати афідимізу.

Увесь процес лабораторного розведення афідимізи поділяють на такі етапи:

розведення попелиць;

одержання яєць афідимізи;  
відгодівля личинок і збирання коконів.

Звичайну злакову попелицю розмножують на паростках пшениці або ячменю. Рослини вирощують у кюветах розміром  $30 \times 50 \times 3$  см. Як субстрат для одержання паростків можна використовувати торф, пісок, тирсу або звичайний ґрунт. Для отримання дружних сходів краще висівати завчасно пророщене насіння. Для засівання кювет загальною площею  $1 \text{ м}^2$  необхідно мати 1,0–1,5 кг сухого насіння.

Якщо сіяти сухе насіння, сходив з'являються через п'ять діб, замочене у воді – через чотири, а пророщене – через дві доби. Після посіву насіння необхідно постійно підтримувати оптимальну вологість субстрату. Через дві доби після появи сходів (висота 4–5 см) рослини заселяють попелицею з розрахунку 20–25 г на  $1 \text{ м}^2$ . Кювети з рослинами, заселеними попелицею, розміщують на багатоярусних стелажах з обов'язковим освітленням рослин люмінесцентними лампами. Температура в приміщенні повинна бути в межах 20–27 °С, вологість повітря не вище 90 %, термін фотоперіоду –16–18 год.

Через 8–10 діб починають збирати попелицю. У цей час комахи перестають розмножуватись, активно пересуваються і скупчуються на вершинах рослин. Їх легко можна струсити рукою або за допомогою рідкого металевого гребінця з довгими зубчиками. Для струшування попелиць кювет з рослинами нахиляють 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  $1 \text{ м}^2$  становить близько 150 г. Зібраних попелиць використовують для заселення нових рослин і годівлі личинок афідимізи. Попелицю можна зберігати в чашках Петрі в холодильнику при температурі 2–5 °С до п'яти діб.

Для одержання яєць хижої галиці афідимізи необхідні садки, які являють собою каркас з дерев'яних рейок, обтягнутий поліетиленовою плівкою (розмір  $40 \times 40 \times 40$  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 % цукровим сиропом, і рослини пшениці з попелицею, які слугують субстратом

для відкладання яєць самками хижака. Рослини повинні мати висоту 6–10 см і бути заселеними попелицею – 30–50 особин на рослину. Рослини беруть із кюветів, приблизно 50–60 проростків, розміщують їх разом з субстратом, на якому вони ростуть, у чашку Петрі і ставлять у садок з афідимізою.

Самки галиці протягом доби на рослини з попелицею інтенсивно відкладають яйця. Ці рослини забирають із садка, а на їхнє місце ставлять нові і так щодня. Для підтримки високої сумарної плодючості самок хижака необхідно кожні чотири–п'ять діб у садок додавати нову партію коконів афідимізи.

Рослини з відкладеними на них яйцями галиці розподіляють рівномірно по кювету з п'яти–шестиденними проростками пшениці, заселеними попелицею, і розміщують на стелажі. Через сім–вісім діб личинки закінчують розвиток і в піску на дні кювету заляльковуються. Личинок, які закінчили живлення й утворили кокон, відділяють від сухого піску за допомогою сита і розміщують у вологому стерильному піску. У такому стані їх зберігають при температурі 4–5 °С протягом 45 діб. За такого способу зберігання відроджується до 80 % імаго афідимізи.

Галицю афідимізу застосовують для захисту рослин від попелиць на всіх овочевих культурах, які вирощують у закритому ґрунті. Але на практиці це найчастіше огірок і помідор. Успіх біологічного захисту овочевих культур від попелиць значною мірою залежить від вчасного виявлення вогнищ попелиць і розселення достатньої кількості хижака. Слід мати на увазі, що крилаті самки попелиць дуже інтенсивно залітають з природного середовища і активно розселяються на рослинах у теплиці. Тому невід'ємною частиною технології застосування афідимізи є систематичне ретельне обстеження рослин у теплицях. У кожній теплиці рослини обстежують на заселеність їх попелицями, починаючи з моменту висадження їх на постійне місце з інтервалом у сім діб. Обстеження проводять човниковим методом.

Одразу після виявлення вогнищ попелиці застосовують галицю афідимізу. Використовувати афідофага найкраще у фазі кокона, розміщуючи їх поблизу виявлених колоній попелиць, урахувавши те, що галиця ефективна в радіусі 60 м від місця розселення. Застосовують кокони, з яких починають вилітати мухи. Кокони розміщують у паперові або пластмасові баночки з

об'ємом близько 100 мл, які зверху накривають поліетиленовою плівкою, але так, щоб мухи мали змогу вилетіти з баночки. У кожен баночку насипають по 2–5 тис. коконів хижака і підвішують їх на рослини, рівномірно розмішуючи по теплиці. Колонізацію хижака проводять щотижня, доки співвідношення личинок галиці та попелиць у 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. Цей показник слід мати на увазі під час складання планів біологічного захисту рослин у теплицях та обсягів виробництва хижака.

Імаго галиці дуже чутливі до низької вологості повітря в теплиці і пестицидів. Тому в період вильоту імаго з коконів необхідно утримуватися від застосування будь-яких хімічних засобів і бажано підтримувати в теплиці високу вологість повітря.

Стадія личинки, на якій афідиміза живиться попелицями, займає в життєвому циклі хижака всього 20 % часу. Ця біологічна особливість є головним недоліком галиці як афідофага. Її необхідно враховувати під час колонізації хижака в теплиці. Наприклад, за температури 20–25 °С інтервал між розселеннями повинен бути не менше 5–7 днів. Лише тоді личинки хижака будуть постійно присутні в теплиці. Збільшення інтервалів між розселеннями призведе до появи періодів, коли на рослинах не буде личинок галиці, і попелиця за рахунок свого високого біотичного потенціалу почне швидко відновлювати свою чисельність. Це, у свою чергу, спричинить необхідність у збільшенні норми розселення хижака і загальної витрати біоматеріалу.

## 8.4.5. Хижі Сітчастокриллі

### 8.4.5.1. Золотоочка звичайна

Золотоочка звичайна (*Chrysoperla carnea* Steph.) належить до родини Золотоочки (*Chrysopidae*) ряду Сітчастокриллі (*Neuroptera*) і поширена в Європі, Азії та Америці. Трапляється на деревній, чагарниковій і трав'янистій рослинності.

Дорослі комахи мають ротовий апарат гризучого типу, довгі нитковидні вусики, дві пари однаково розвинутих прозорих крил, що у стані спокою складаються дахоподібно. Розмах крил – 23–30 мм. Голова зелена, з коричнювато-червонуватою смугою на щоках. Мандибули асиметричні. Очі блискучі, золотаво-зеленого кольору.

Груди і черевце зелені, з характерною жовтуватою смугою від голови до черевця. Ноги блідо-зелені з коричнюватими лапками. Усі жилки на крилах зелені (додаток, рис. 39). Зимове забарвлення червонясто-буре, що зумовлено каротиноїдами, які накопичуються в тілі комах до цього моменту. Зовні самець відрізняється від самки тільки меншими розмірами і зовнішньою будовою геніталій.

Запліднені самки відкладають яйця, що мають оригінальні стеблинки (ніжки), по одному на лист і рідше на інші органи рослин. Довжина стеблинки – 3,5 (1,4–5) мм, яйце овальної форми має розмір 0,9 (0,84–0,96)×0,4, (0,36–0,43) мм (додаток, рис. 40). Свіжевідкладені яйця зелені, до кінця ембріогенезу – коричнювато-сірі. Личинка, що відродилася з яйця, якийсь час (від 15–20 хв до декількох годин) залишається нерухомою і відпочиває на яйцевій оболонці. Після цього личинка сповзає по стеблинці на поверхню листка або іншого органу рослини і починає пошуки жертв і живлення. Вона веде хижий спосіб життя. Як і личинки інших сітчастокрилих, має камподієподібну дорзивентрально сплюснену звужену попереду і позаду форму тіла (додаток, рис. 41). У личинки три пари ніг, одна пара ниткоподібних вусиків, подовжені серповидно вигнуті верхні щелепи (мандибули), пристосовані для схоплювання здобичі, нижні щелепи, які щільно стикаються з верхніми й утворюють замкнуті канали, через які всмоктуються попередньо розріджені травними соками личинки внутрішні органи і тканини жертви. Ротовий отвір личинки затягнутий перетинкою. Живлення личинок різних віків загалом проходить однаково. Однак у міру росту їхня ненажерливість сильно змінюється, досягаючи максимуму в третьому віці. Закінчивши живлення, личинка третього віку починає плести кокон із шовковистих ниток, що їх виділяють мальпігієві судини. Кокон щільний, білого чи світло-сірого кольору (додаток, рис. 42).

Через декілька днів після утворення кокона личинка скидає останню личиночну шкірку і перетворюється на зелену лялечку відкритого типу. Наприкінці розвитку стає рухливою, надгризає верхню частину кокона, що відкидається у виді кришечки. Через отвір, який утворився, лялечка вибирається назовні і, вибравши зручне місце, міцно прикріплюється до субстрату і линяє. Цей момент у процесі розведення ентомофага у лабораторії дуже критичний. Важливо надати лялечкам шорсткувату, вертикально розташовану поверхню, щоб звести їхній пошук до мінімуму;

ослаблені тривалим пошуком лялечки звичайно не можуть зробити останнє линяння.

На відміну від інших видів золотоочок, цей вид зимує у фазі імаго, їхній літ у природних умовах продовжується аж до листопада, у південніших широтах – до грудня. Посилено живлячись, комахи накопичують жирові запаси і поступово змінюють зелене забарвлення на червонясто-буре.

Перенести зимові умови допомагає імагінальна діапауза холодого типу. Місцями зимівлі слугують різні житлові і нежилі приміщення, надвірні будівлі, тріщини кори й інші затишні місця.

Основним сигнальним фактором формування діапаузи є фотоперіод – довжина світлового дня. Просте переміщення діапаузуючих імаго з умов короткого дня (10–12 год) в умови довгого дня (16 год і більше) знімають діапаузу через 3–20 днів при температурах 15,5–27 °С.

У природних умовах золотоочка активізується рано навесні (у березні–квітні) залежно від географічної широти. Є дані, що виліт комах з місць зимівлі відбувається при середній добовій температурі 11–16 °С. Комахи, які перезимували, в цей час живляться пилком квітучих рослин, спаровуються, а потім починають відкладати яйця. Личинки, що відроджуються з яєць, ведуть хижий спосіб життя. Вони живляться попелицями, кокцидами, яйцями і личинками молодших віків 76 видів комах і 11 видів тетраніхових кліщів. Завершивши живлення, личинки плетуть свої кокони й заляльковуються безпосередньо на листках та інших органах рослин.

Дорослі комахи, що вилітають, додатково живляться нектаром і пилком квіток протягом декількох днів (не менше 5–7) і після спарювання починають відкладати яйця. Вони найбільш активні в сутінкові і ранні ранкові години. Тривалість життя дорослих самок досягає 80 днів (у середньому 26–30), вони відкладають яйця протягом цього періоду з невеликими перервами, переважно на нижній бік листя рослин. Плодючість – близько 400 яєць, максимальна – 800. Для дорослих комах найсприятливішою є помірна температура (25 °С) і вологість повітря 70 %. Імаго до 270 днів можуть зберігатися при температурі 5 °С у стані діапаузи. Репродуктивну спроможність після виходу з діапаузи вони не втрачають. У природних умовах в Україні розвивається до чотирьох поколінь хижака.

Золотоочку звичайну масово розводять для використання в основному для захисту овочевих і декоративних культур від попелиць у закритому ґрунті. У деяких країнах світу золотоочку звичайну використовують для боротьби з багатьма сисними шкідниками на бавовнику та інших культурах у відкритому ґрунті.

На сьогодні існують декілька технологій масового розведення золотоочки звичайної. Вони забезпечують одержання значної кількості цього ентомофага при відносно незначних витратах. Масове розведення золотоочки звичайної передбачає виконання таких технологічних операцій: одержання корму для личинок золотоочки (яєць зернової молі чи інших комах, а також штучних живильних середовищ), інкубацію яєць хижака, індивідуальне чи групове виховання личинок золотоочки, утримання дорослих комах, одержання яєць, накопичення і збереження біоматеріалу. Відповідно до екологічних параметрів виду, на кожному етапі технології розведення необхідно створювати певні умови температури і вологості повітря, а також забезпечувати ентомофага якісним кормом. Найчастіше золотоочку звичайну розводять, використовуючи як корм для личинок яйця зернової молі (*Sitotroga cerealella*).

Численними дослідженнями вітчизняних і закордонних учених встановлено, що яйця зернової молі є повноцінним замінником природного корму личинок хижака. Для вигодовування личинок звичайно використовують і життєздатні (свіжі) яйця ситотроги, і ті, що втратили життєздатність у результаті тривалого зберігання при низьких температурах. Встановлено, що їхня харчова цінність не знижується навіть у разі тривалого зберігання (до 3 міс.). Це дозволяє накопичувати їх про запас і створює передумови для раціонального поєднання масового розведення трихограми і золотоочки. Таке поєднання сприяє більш економічному використанню технологічного устаткування, утилізації відходів трихограмного виробництва. Масове розведення золотоочки звичайної на яйцях зернової молі здійснюють і лабораторним, і механізованим способом з використанням спеціального промислового обладнання.

Технологія лабораторного розведення золотоочки включає такі операції: одержання маточної культури золотоочки, інкубація яєць, індивідуальне чи групове виховання личинок, одержання

коконів хижака, утримання дорослих комах і зберігання біоматеріалу.

Для одержання одновікових личинок хижака свіжевідкладені (в межах доби) яйця золотоочки поміщають у термостат, де вони при температурі 25 °С і відносній вологості повітря 80 % проходять період інкубації. У зв'язку з тим, що личинки золотоочки проявляють сильно виражений канібалізм, за день до їх відродження, тобто через дві доби після розміщення на інкубацію, яйця золотоочки розфасовують у спеціально виготовлені комірчасті садки для індивідуального виховання личинок. Садок складається з вкладиша, виконаного з щільного паперу у виді стільника, дном якого слугує млиновий газ, натягнутий на дерев'яну рамку, і кришки – скляної пластинки.

За весь період індивідуального розвитку личинок їх тричі годують, розсіваючи яйця ситотроги по комірках садка.

Через 3–5 днів після третьої годівлі личинки закінчують живлення і заляльковуються. При дотриманні режиму виховання з кожного садка можна одержати 450 коконів золотоочки.

Через 6–7 днів після утворення коконів їх переносять у спеціальні садки для отримання дорослих комах. Садки зроблено у вигляді контейнерів циліндричної форми діаметром 30 см і з висотою стінки 10 см. Як дно використовують млиновий газ. Зверху садок покривають темною щільною тканиною чи папером.

Найбільша репродуктивна здатність у самок золотоочки спостерігається в разі годування їх вуглеводно-білковою їжею. Як джерело вуглеводів для годівлі імаго золотоочки звичайно використовують мед чи цукровий сироп, а білковим кормом слугує автолізат пивних дріжджів. Яйця самки відкладають на папір чи тканину, якими зверху накрито садок. Яйця збирають, зрізуючи стеблинки безпечною бритвою або використовують спосіб, оснований на розчиненні стеблинок яєць у 0,8 %-ному розчині гіпохлориту натрію. Для цього паперовий чи тканинний верх садка з яйцями золотоочки занурюють на 4 с у водяний розчин гіпохлориту натрію, попередньо нагрітого до 24 °С. Після цього папір чи тканину витримують на повітрі протягом 16 с і яйця струменем води змивають на густе сито, просушують і використовують за призначенням.

Для успішного застосування золотоочки важливо накопичити достатній запас хижака, щоб за необхідності мати змогу розселити



ентомофага на значні площі. Для цього розроблено методику збереження золотоочки в різних фазах її розвитку.

Оптимальними умовами для збереження яєць золотоочки є температура 5 °С і відносна вологість повітря 80–90 %. Найбільш прийнятна тривалість періоду збереження яєць не перевищує 20 днів. За цей період 76–96 % ембріонів зберігають життєздатність.

Як і яйця, личинки золотоочки для тривалого збереження непридатні. При знижених температурах їх зберігають протягом 30–40 днів.

Кращими умовами для збереження дорослих активних комах є температура 4 °С і відносна вологість повітря 70–90 %. Дорослих золотоочок зберігають у круглих ситах або скляних півлітрових чи літрових банках. Для зберігання використовують молодих комах (самців і самок). У півлітрову банку поміщають до 200 комах, у банках більшою ємністю їхню кількість збільшують відповідно до об'єму. Перед початком зберігання комах годують протягом 5–7 днів медом. У період зберігання ентомофагів періодично (1 раз на 5 днів) підгодовують медом чи цукровим сиропом. Такі умови дозволяють забезпечити тривале збереження ентомофагів (виживаність 85–90 %) при їхній задовільній репродуктивній здатності. Необхідно враховувати, що тривале зберігання активних самок скорочує тривалість їхнього життя.

Золотоочка звичайна в життєвому циклі має імагінальну діапаузу, цю особливість використовують під час зберігання комах. Для них попередньо створюють умови (короткий день тривалістю 10–12 год протягом 22–34 днів), необхідні для індукції в золотоочки діапаузи. Щоб прискорити процес переходу комах у стан діапаузи, з їхнього раціону в цей період виключають білковий корм і підгодовують тільки цукровим сиропом. У період діапаузи золотоочки не відкладають яєць. Зовні від активних особин вони відрізняються забарвленням тіла.

Зберігають діапаузуючих золотоочок за температури 5 °С і відносній вологості повітря 70 %. У період зберігання комах постійно підгодовують сумішшю цукрового сиропу чи меду з автолізатом пивних дріжджів. Це необхідно для підвищення плідності хижаків.

Діапаузуючі комахи придатніші для зберігання, ніж активні особини. Навіть через 150 днів після зберігання виживає більше 70 % імаго золотоочок, а з відкладених ними яєць відроджується до

93 % життєздатних личинок. Реактивуються комахи при світловому періоді 16 год і температурі повітря вище за 5 °С.

На основі багаторічних лабораторних досліджень співробітниками Узбецького науково-дослідного інституту захисту рослин (м. Ташкент) розроблено комплект устаткування (лінію) для масового розведення золотоочки.

Найперспективнішим кормовими субстратами для личинок золотоочки звичайної є мікроінкапсульювані живильні середовища, які за фізичними властивостями і біохімічним складом імітують природну їжу хижака.

Розроблено рецептуру декількох рідких штучних живильних середовищ для виховання личинок золотоочки й установа для пакування живильних середовищ у мікрокапсули. Використання мікроінкапсульюваних штучних живильних середовищ дозволяє скоротити витрати яєць зернової молі на 90–92 % і значно знизити загальні витрати на розведення золотоочки.

Золотоочку застосовують на стадії яйця або личинки другого віку. У останньому випадку під час захисту тепличних рослин від попелиці норма розселення становить становить 100–150 личинок на 1 м<sup>2</sup>. У процесі розрахунку на щільність попелиці встановлюють співвідношення хижак:жертва 1:5–1:10. Інтервали між випусками 7 днів. У разі низької щільності баштанної попелиці (50 особин/рослину) найефективнішою є колонізація личинок золотоочки в співвідношеннях хижак:жертва 1:5 і 1:10 (75–94 %). У разі середньої щільності жертви (500 попелиць/рослину) ефективність розселення золотоочки в співвідношеннях хижак:жертва 1:5 і 1:10 приблизно однакова – 90–100 %. За високої щільності жертви (1000 попелиць/рослину) випуски золотоочки високоефективні при співвідношенні 1:5, а при більш низьких співвідношеннях ефективність значно нижча.

Для захисту перцю від попелиць може бути рекомендовано метод розвішування смужок марлі з відкладеними на них яйцями золотоочки. Такі смужки розміщують на кожну другу рослину з розрахунку 10–20 яєць на 1 м<sup>2</sup>. Однак при цьому звичайно потрібно повторне розселення хижака.

#### 8.4.5.2. Мікромус

Мікромус – *Micromus angulatus* Steph. належить до родини Гемеробії (Hemerobiidae) ряду Сітчастокриллі (Neuroptera). Темно-

коричневі комахи з довжиною передніх крил 10–12 мм. Мембрана крил прозора, часто з темними плямами або смугами. Вусики чоткоподібні, лоб опуклий, прості вічка відсутні. Костальна жилка по всьому краю крила утворює своєрідні виступи – прихозори. На передніх крилах чотири вітки радіального сектора. Крила темно-коричневі (додаток, рис. 43). Яйця циліндричні, подовжено-овальні, без ніжки, з помітною скульптурою, самки відкладають їх невеликими групами. Частіше їх можна знайти в заглибленнях біля жилок на нижньому боці листків. Личинки подовжені, зі слабо розвинутим волосяним покривом, формою схожі на личинок золотоочок, але стрункіші і без бічних виступів. Забарвлення тіла варіює від світло-жовтого до коричневого. Кокон білого кольору, овальної форми, сітчастий, крізь нього добре проглядається лялечка.

Хижачать личинки та імаго. Крім попелиць живиться пилком і нектаром. Розвивається в широкому діапазоні температур від 15 до 35 °С (оптимум 18–22 °С) і відносній вологості повітря 70–90 %. Плодючість – до 2 тис. яєць. Личинка за період розвитку знищує 80–100 попелиць, тривалість предімагінального періоду – 16,4 доби (при температурі 25 °С і відносній вологості повітря 70–80 %).

Використовують у теплицях проти попелиць. Вид має переваги при застосуванні проти великої картопляної і персикової попелиць на овочевих культурах в умовах низьких температур.

Колонізують у теплицях личинок першого і другого віку. Можливе застосування на стадії яйця. Співвідношення з жертвою під час розселення личинок першого віку 1:5, другого віку – 1:10–1:20, яєць – 1:3. Мікромус ефективний на огірках проти баштанної попелиці при середній щільності шкідника близько 500 особин на рослину. При цьому необхідно провести декілька послідовних розселень з інтервалом 5–7 днів.

#### 8.4.6. Макролофус

Макролофус (*Macrolophus nubilus* H. S.) – представник родини Сліпняки (Miridae) ряду Членистохоботні (Hemiptera) підряду Клопи (Heteroptera). Тіло дорослого клопа видовжене, опушене, світло-зеленого кольору 2,7–3,7 мм завдовжки (додаток, рис. 13). У самок добре помітний яйцеклад, який розташований уподовж

черевця. Яйця трохи зігнутої форми, жовтувато-зеленого або сірувато-жовтого кольору.

У природних умовах зимує макролофус на стадії німфи третього віку під листками. Період ембріонального розвитку становить 14–35 днів (у середньому 21). Личинки хижака починають розвиватися вже при 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 сягає від 18 до 25 днів. Максимальна тривалість життя самки – 71 день (у середньому – 30), самця – відповідно 30 і 27 днів. Тривалість розвитку однієї генерації – 37–43 дні.

Потенційна плодючість самок – 140 яєць, фактична – 70–80. Підвищення температури до 30 °С і вище різко знижує плодючість. Самки відкладають яйця в жилки та черешки листка.

Живляться клопи і тваринною, і рослинною їжею. Однак якщо немає тваринної їжі, розвиток кожної стадії сповільнюється на декілька днів. Тривалість життя імаго, що утворюється з таких личинок, скорочується в п'ять разів. Найактивніші в живленні личинки четвертого-п'ятого віку; імаго менш ненажерливі. Знищує всі види сисних шкідників огірка і помідора в закритому ґрунті. Віддає перевагу білокрилкам. За добу одна особина клопа знищує майже 30 личинок старших віків чи до 40 імаго попелиці, або 26 дорослих особин білокрилки чи 38 її личинок. За своє життя одна особина макролофуса здатна знищити 3500 яєць або 2500 личинок білокрилки. З підвищенням температури сумарна ненажерливість залишається незмінною, а добова збільшується.

Розмножують макролофуса в біолабораторіях найчастіше на рослинах тютюну з різними стадіями розвитку тепличної білокрилки. Також озроблено технологію розведення хижака на кріоконсервованих яйцях зернової молі, на яких хижак добре розмножується, не знижуючи швидкості розвитку, ненажерливості і пошукової спроможності.

Технологія розведення хижого клопа макролофуса на тепличній білокрилці включає три етапи:

- виращування кормових рослин для білокрилки;
- розмноження білокрилки;
- розмноження макролофуса.

Рослини тютюну вирощують у приміщеннях, ізольованих від місця розведення комах. Для їх нормального розвитку в приміщенні необхідно витримувати тривалість світлового дня 16–18 год, використовуючи лампи денного світла. Після пікірування розсади рослини висаджують поодиноці в керамічні вазони діаметром 20 см. Через 45–50 діб рослини досягають фази 6–8 листків і стають придатними для заселення білокрилкою.

Температура в приміщенні повинна бути в межах 20–25 °С, відносна вологість – 60–75 %; довжина світлового дня – 16 год. Для постійного запасу рослин тютюну їх вирощують протягом 30–60 днів у звичайних гончарних посудинах діаметром 10–20 см.

Заселення рослин білокрилкою проводять у спеціальному приміщенні – «маточнику білокрилки». У маточнику білокрилки розміщують 50–100 рослин тютюну у фазі 7–10 листків, які заселяють білокрилкою. На рослини розкладають листя з великою щільністю личинок та імаго шкідника з розрахунку 200 особин на рослину.

Приміщення, у якому розводять білокрилку, має бути ізольованим від місця розведення хижака. Температура в ньому не повинна перевищувати 35 °С (оптимальна 25–30 °С), відносна вологість – 70–80 %, довжина світлового дня – 16 год.

Після заселення білокрилкою 75–100 % листової поверхні половину рослин переносять у приміщення, призначене для розведення макролофуса – «маточник макролофуса», де підтримують температуру не нижче 23 °С (оптимальна 25–27 °С), вологість повітря 70–85% і довжина світлового дня 18 год. Тут знаходяться рослини з 20–30 листками, заселені білокрилкою в різних фазах розвитку. У міру зменшення чисельності популяції білокрилки в маточнику клопа туди додатково вносять заражені білокрилкою рослини, а старі поміщають в окреме приміщення чи відсік – «відстійник», де їх витримують понад місяць, протягом якого їх періодично оглядають і збирають личинок клопа, які відроджуються.

Через 2–3 міс. після початку розведення макролофуса хижака збирають і розселяють у виробничих теплицях проти комплексу сисних шкідників на рослинах огірка, помідора та інших культур.

У лабораторних умовах макролофус добре розвивається і на яйцях зернової молі (*Sitotroga cerealella*), не знижуючи при цьому швидкості розвитку, своєї ненажерливості та пошукової здатності.

Виключення білокрилки з раціону хижака і заміна її яйцями зернової молі є більш технологічним у розведенні хижака і безпечним для культурних рослин.

Масове розведення макролофуса на яйцях зернової молі відрізняється від описаного вище тим, що вирощені рослини тютюну не заселяють білокрилою, а наносять на них за допомогою медичного порошокдувача яйця зернової 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. За добу личинка п'ятого віку з'їдає 81 яйце зернової молі.

Розведення макролофуса на яйцях зернової молі виявило доволі високу життєздатність ентомофага. Установлено, що на всі показники життєздатності шкідника і тривалість окремих стадій його розвитку суттєво впливає розмір яєць зернової молі, якими живився хижак. Середня відродженість макролофуса з яєць становила 79,5 %, виживання з личинок – 85 %. Загальна життєздатність дорівнювала 67,5 %. За використання тільки великих яєць живителя відродження з яєць ентомофага становило 82 %, виживання личинок – 89 %, загальна життєздатність – 73,0 %. При використанні середніх і дрібних яєць зернової молі відродження з яєць макролофуса становило 77,0 %, виживання личинок – 81 %, а загальна життєздатність – 62,3 %. Дещо різнилася і плодючість самок макролофуса. У разі використання великих яєць у раціоні живлення макролофуса плодючість становила 58 яєць/самку, у досліді з використанням дрібних яєць плодючість дорівнювала 42 яйця/самку. Тривалість ембріонального розвитку ентомофага на обох варіантах була майже однакова. Тривалість розвитку личинок відрізнялась на три дні, а тривалість життя імаго – на чотири.

У деяких біолабораторіях останнім часом використовують удосконалену технологію масового розведення клопа *Macrolophus nubilis* на основі оптимізації сполучення замітника не тільки природного корму (білокрилки) на яйця зернової молі, а і кормової рослини. Крім того, як додатковий корм макролофуса використовують злакових попелиць. У разі використання як корму тільки злакових попелиць виживаність макролофуса становила 70 %, тільки яєць ситотроги – 76 %. При переході на сумісне використання злакових попелиць і яєць ситотроги як кормового

субстрату для макролофуса цей показник зріс до 87 %. Для оцінки власне корму використовували контрольний варіант кормової рослини (тютюн). Тривалість життя самок на суміші указаних кормів зросла до 50–55 днів (на контролі – не більше місяця). Вихід личинок п'ятого віку від однієї самки досяг 75 особин при 41 у контролі (білокрилка+ситотрога). Заміна тютюну як виду рослини резервату на пасльон і фікус гірський дозволила збільшити вихід кінцевого продукту (німфи й імаго хижого клопа) до 80–110 особин від самки відповідно.

Виключення білокрилки з раціону хижака і перехід на годівлю фітофагами, безпечними для овочевих культур (яйця ситотроги і злакові попелиці), дозволяє без ризику вносити макролофуса у виробничу теплицю безпосередньо на рослинах-нагромаджувачах превентивно до появи шкідника.

Витрата свіжих яєць ситотроги для виробництва 100 тис. особин макролофуса становить 25 г. Основною перевагою запропонованого способу розмноження макролофуса на яйцях зернової молі є не тільки його продуктивність (у 2–2,7 раза вища ніж на білокрилці), але й максимальна відповідність потребам виробничих лабораторій при тепличних комбінатах (безпечні для виробничих посадок овочевих культур фітофаги, можливість знизити витрати праці під час збору і внесення ентомофага, підвищення ефективності застосування проти білокрилки до 98 %).

Для боротьби з комплексом тепличних шкідників – павутинними кліщами, білокрилками і попелицями – макролофуса використовують у такий спосіб:

- для захисту розсади від білокрилки макролофуса розселяють у вогнища шкідника у співвідношенні хижак:жертва – 1:10, при масовому розмноженні попелиці норму розселення збільшують до 1:5;

- після висадження розсади помідора в теплицю проти білокрилок і попелиць проводять попередню колонізацію макролофуса, підгодовуючи його до появи шкідників яйцями зернової молі. У разі виявлення перших вогнищ шкідників клопів випускають у співвідношенні 1:10;

- при використанні макролофуса тільки проти попелиць, норма розселення становить 1:5;

- на рослинах огірка проти білокрилки і попелиці хижака розселяють з розрахунку 400–500 тис. особин/га.

При одночасному розвитку на тепличних рослинах білокрилки, попелиць і павутинного кліща макролофуса доцільно використовувати разом з фітосейулюсом, а в разі появи тютюнового трипса – доповнювати випусками амблісейуса маккензі.

Розселяють макролофуса відразу після висаджування рослин на постійне місце, тобто до появи шкідників. Чисельність хижака може тривалий час підтримуватися без основних жертв за рахунок харчування його виділеннями рослин і деяких видів ґрунтових членистоногих.

Застосовуючи макролофуса, не можна забувати, що стабільному накопиченню в теплиці хижака сприяє наявність тут достатнього для нього корму.

Багатоїдність макролофуса змушує ретельно стежити за його поведінкою після розселення в теплиці. Якщо правильно ним маніпулювати, можна домогтися високого захисного ефекту й уникнути небажаних ушкоджень рослин.

При значному скороченні чисельності білокрилки і попелиць і в разі відсутності інших шкідників на рослинах часто спостерігають міграцію макролофуса з рослин. Зберегти популяцію хижака на рослинах у теплицях можна додатковим підживленням імаго та личинок хижака на рослинах яйцями зернової молі.

## 8.4.7. Хижі кліщі

### 8.4.7.1. Фітосейулюс

Хижий кліщ *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot належить до родини Фітосейіди (Phytoseiidae), підродини Вільноживучі гамазові кліщі, ряду Паразитоформні. У природних умовах живе в теплих приморських районах Чилі, Алжиру, Лівану, Італії, на півдні Франції, в Австралії.

За характером живлення фітосейулюс – облігатний хижак з добре вираженої олігофагією, він може нормально розвиватися, лише живлячись павутинними кліщами.

Життєвий цикл фітосейулюса проходить на зелених частинах рослин, заселених павутинними кліщами. У разі відсутності шкідника хижак здатний виявляти і знищувати діпаузуючих самок кліща в місцях їхнього скупчення на зимівлю.



Самки фітосейулюса краплеподібної форми, довжиною 0,5 мм, з тонкими еластичними покривами тіла, забарвлення якого залежно від віку і якості їжі варіюється від світло-рожевого до вишневого (додаток, рис. 53). Часто через покриви тіла проглядається готове до відкладання яйце. Самець трохи менший від самки (0,3 мм), але впевнено розрізнити їх можна тільки під мікроскопом.

Спарювання починається після останнього линяння німфи. Запліднені самки відкладають яйця серед колоній шкідника, прикріплюючи їх до павутини чи безпосередньо до поверхні листка. Яйця хижака відрізняються від яєць павутинних кліщів овальною формою, блідо-рожевим забарвленням і більшими розмірами. З яєць відроджуються шестиногі личинки, які живуть за рахунок ембріонального жовтка. Личинка, розташувшись поблизу покинутої нею яйцевої оболонки, переходить у стан спокою, що завершується линькою. Після першого линяння з'являється восьминога протонімфа (німфа першого віку), яка живиться в основному яйцями шкідника, споживаючи за період розвитку (одна доба) 5–7 шт. Закінчивши живлення, протонімфа линяє і перетворюється на дейтонімфу (німфа другого віку). Від попередніх фаз вона відрізняється надзвичайною рухливістю і ненажерливістю, знищуючи за період розвитку (одна доба) 9–16 яєць. Закінчується цикл розвитку появою дорослого кліща.

Хижак не має в життєвому циклі діапauзи і розвивається цілий рік. Однак на його розвиток значно впливають температура і відносна вологість повітря. На повне завершення однієї генерації хижака при температурі 30 °С необхідно 4,9 доби, при 27 °С – 5,5, 25 °С – 6,0 і 10 °С – 49 діб. За однакових температур фітосейулюс розвивається в середньому в 1,5–1,9 раза швидше, ніж його жертва – павутинний кліщ.

Особливо вимогливий хижак до зовнішніх умов у період ембріонального розвитку. Для розвитку акарифага найбільш сприятлива температура 25–26 °С. При постійній температурі 35–37 °С його яйця не розвиваються. Личинки, німфи і дорослі кліщі менш вимогливі до температурних режимів. Вони задовільно розвиваються за температури 13–33 °С, причому короткочасне (3–4 год) підвищення її навіть до 40–42 °С не чинить впливу на їхній розвиток, але при зниженні до 7 °С розвиток акарифага припиняється.

Фітосейулюс – гігрофільний вид, тому на його розвиток, ненажерливість і плідність істотно впливає рівень відносної вологості повітря. Зокрема, при вологості 50 % яйця хижака висихають, 60 % – розвиток яєць можливий тільки за високої температури. Молодь і дорослі кліщі більш стійкі до зниженої вологості і нормально розвиваються при 60 %. За відносної вологості повітря 25–35 %, незалежно від температури, фітосейулюс розвиватися не може. Для розвитку хижака оптимальною є відносна вологість повітря 70–80 %.

Висока ненажерливість фітосейулюса повною мірою виявляється в оптимальних режимах і залежить від відносної вологості повітря: при її підвищенні кількість споживаного корму зменшується. Наприклад, за температури 25 °С і вологості 50–70 % одна самка знищує щодоби 21–23 особини павутинного кліща в різних фазах його розвитку. При тій самій температурі, але з вологістю повітря 98 % хижак знищує 11 особин.

Плідність самок хижого кліща залежить від декількох факторів. Зі зниженням вологості зменшується кількість відкладених яєць. При температурі 25°С і відносній вологості повітря 30, 50, 70–98 % добова плідність самок фітосейулюса становить 0,8, 1,3 і 4,3 яйця відповідно.

Біологічні параметри фітосейулюса, за інших рівних умов (температура, вологість) більшою мірою залежать від виду кормової рослини, на якій відбувається живлення павутинного кліща. При розведенні фітосейулюса на павутинному кліщі, що розвивався на сої, його плідність у середньому становить 69,1 яйця, на троянді – 59,6, хризантемі – 45,1 і на гвоздиці – 32,5 яйця. Аналогічну тенденцію спостерігають щодо тривалості життя самок і тривалості періоду відкладання яєць, кількість яких максимальна при розведенні жертви на сої і послідовно зменшується від – троянди до гвоздики.

Під час розвитку яєць, личинок, прото- і дейтонімф природну смертність хижака виявлено тільки у фазі яйця, вона становить: на сої 2,5 %, троянді – 5,4, хризантемі – 11,6 і на гвоздиці – 14,5 %.

Ненажерливість акарифага на всіх культурах при різній тривалості життя відносно однакова й у перерахуванні на кількість з'їдених яєць коливається від 270 до 340 шт.

Водночас на кожне відкладене яйце самка фітосейулюса з'їдає на сої 4,0 шт., троянді – 4,6, хризантемі – 7,4, на гвоздиці – 9,1 шт. яєць павутинного кліща.

Для практики найбільший інтерес має темп росту популяції хижака на різних кормових рослинах. Установлено, що при живленні павутинним кліщем на сої популяція фітосейулюса зростає на 10-й день у 28 разів, на троянді – у 20, на хризантемі – у 16, а на гвоздиці – тільки в 11 разів. Отже, за однакових умов для розмноження і рівної чисельності шкідника популяція акарифага на троянді збільшуватиметься майже у два рази швидше, ніж на гвоздиці. Це необхідно враховувати під час використання фітосейулюса на різних культурах, а також у процесі вибору кормової культури при масовому розведенні фітосейулюса.

Будучи спеціалізованим хижаком павутинних кліщів, фітосейулюс не може тривалий час зберігатися на рослинах, вільних від його жертви, і незабаром (через 3–4 доби) гине.

Класична технологія масового розведення фітосейулюса у виробничих біолабораторіях включає такі технологічні процеси:

- підготовка приміщення для розведення кліщів;
- вирощування кормових рослин для павутинного кліща;
- розведення павутинного кліща;
- розведення фітосейулюса;
- збір і зберігання фітосейулюса.

Біолабораторію з масового розведення хижака можна створити майже в будь-якому опалювальному приміщенні, де є змога підтримувати температуру повітря в межах 20–25 °С, а відносну вологість – не нижче 70 %. Практика свідчить, що найбільш доцільно для цієї мети використовувати спеціально побудовані зимові теплиці, розташовані на певній відстані від основних виробничих теплиць, щоб не допустити небажаного потрапляння павутинного кліща на виробничі насадження овочевих культур. Залежно від часу року для цієї мети можна використовувати також весняні теплиці під плівкою чи склом.

Безперервне, стійке одержання хижака в такій біолабораторії можливо тільки при правильній організації і чіткій послідовності виконання основних технологічних елементів розведення акарифага. Розміри теплиці біолабораторії визначають у кожному конкретному випадку, враховуючи обсяг запланованих для

біологічного захисту від павутинного кліща площ теплиць. Зокрема, для захисту огірка в зимових теплицях площа такої теплиці повинна становити близько 1 %, а у весняних – 0,5 % від площі, яку планують для біозахисту.

Приблизно 10 % площі лабораторної теплиці виділяють для розведення маточної культури павутинного кліща. Це відділення ретельно ізолюють від основної частини теплиці, щоб не допустити самовільного проникнення в нього фітосейулюса, тому що це може спричинити дострокове припинення роботи біолабораторії через знищення маточної культури павутинного кліща хижаком.

Решту площі теплиці ділять на сім рівномірних ділянок, на яких потім вирощують кормові рослини.

Для організації своєрідного конвеєра з отримання хижака протягом усього вегетаційного періоду рослин огірка на кожній із семи ділянок висівають насіння кормової культури з інтервалом 5–7 діб.

Вибираючи кормову рослину для розведення павутинного кліща, найчастіше віддають перевагу сої. Однак у зимові місяці навіть при додатковому освітленні рослини сої виростають етиолованими, тому отримати необхідну щільність павутинного кліща не вдається. У зв'язку з цим у зимовий період краще використовувати як кормову рослину для павутинного кліща квасоллю.

Попередньо пророщене насіння сої чи квасолі висівають на глибину 3–4 см. Як тільки рослини досягнуть фази 5–6 справжніх листків (через 13–15 діб після висівання), у тій самій послідовності, у якій висівали насіння на ділянках, їх заселяють павутинним кліщем з розрахунку 40–60 рухливих особин на одну рослину.

Через 14–15 днів щільність шкідника стає значною і основна частина листків сої чи квасолі набуває мармурового забарвлення, а на верхніх листках рослин помітно скупчення павутинних кліщів. Це є сигналом для розселення фітосейулюса в колонії жертви. Розселяють хижого кліща, рівномірно розподіляючи його на рослини з павутинним кліщем з розрахунку 10–15 особин на одну рослину.

Збір хижака проводять, як правило, через 15–20 діб після розселення його на рослини з жертвою, зрізаючи окремі листки, а потім і рослини, на яких накопичилась велика кількість фітосейулюса і співвідношення хижака і жертви становить 1:1.

Використання описаного конвеєрного способу розведення акарифага забезпечує одержання за одну ротацію понад 20 тис. особин з 1 м<sup>2</sup> теплиці.

Облік кількості фітосейулюса здійснюють методом підрахунку його абсолютної чисельності на пробних рослинах з подальшою інтерполяцією середнього значення на всю площу обстежуваного стелажа чи ділянки. Для одержання задовільного рівня вірогідності проведених обліків акарифага з кожного квадратного метра облікової площі необхідно брати для підрахунку не менше 20 рослин.

У багатьох біолабораторіях використовують спосіб розведення фітосейулюса на зрізаних рослинах сої з павутинним кліщем у спеціальному садку-віварії. При цій технології у теплиці відсутні ділянки для розведення фітосейулюса, а рослини сої зрізають у період найбільшої чисельності на них павутинного кліща, тому загальна площа такої теплиці зменшується на  $\frac{1}{3}$ . Висівають насіння сої і доглядають за рослинами так само, як описано вище.

Через 15–20 діб після посіву кормові рослини (фаза трьох–чотирьох справжніх листків) заселяють павутинним кліщем з розрахунку 40–50 особин на рослину. Накопичення павутинного кліща на рослинах сої до моменту їх зрізання триває до появи на листках чітко помітної мармуровості (через 10–15 діб після заселення кліщем). Ділянки, виділені для розведення павутинного кліща, через 30–35 діб можна знову використовувати для вирощування сої.

Розводять фітосейулюса у прямокутному садку (боксі), виготовленому з прозорого матеріалу (органічне скло), з дном і конусоподібним або плоским дахом (рис. 8.5). Розміри конструкції – 30×30×60 см. У центрі даху є горловина з перехідником. Перехідник відповідає розмірам горловини садка-приймача, який являє собою скляні банки місткістю 0,5–3 л. У стінках садка є два отвори діаметром до 20 см, через які завантажують і видаляють рослини.

Ці отвори щільно закриваються кришками. П'ять отворів діаметром 15 см, затягнуті капроною сіткою (№ 55), забезпечують аерацію садка. У середині бокс-віварій поділено на дві однакові частини горизонтальною перегородкою, яка в центрі має отвір діаметром 15 см і багато отворів діаметром 1 см по всій

поверхні. У приміщенні, де розташовано садок, підтримують температуру 26–28 °С і відносну вологість повітря 40–60 %.

Для живлення фітосейулюса зрізають рослини, на яких пошкодженість листків павутинним кліщем становить 70–80 % поверхні. Зрізані під корінь рослини сої з павутинним кліщем переносять у приміщення для розведення хижака і через завантажувальний отвір заповнюють на  $\frac{1}{3}$  об'єму верхньої частини садка. Рослини розкладають рівномірним пухким шаром, фітосейулюса розселяють з розрахунку 1000 дорослих особин на садок. Для живлення хижака кожні дві доби вносять нові рослини з такою самою кількістю павутинного кліща.

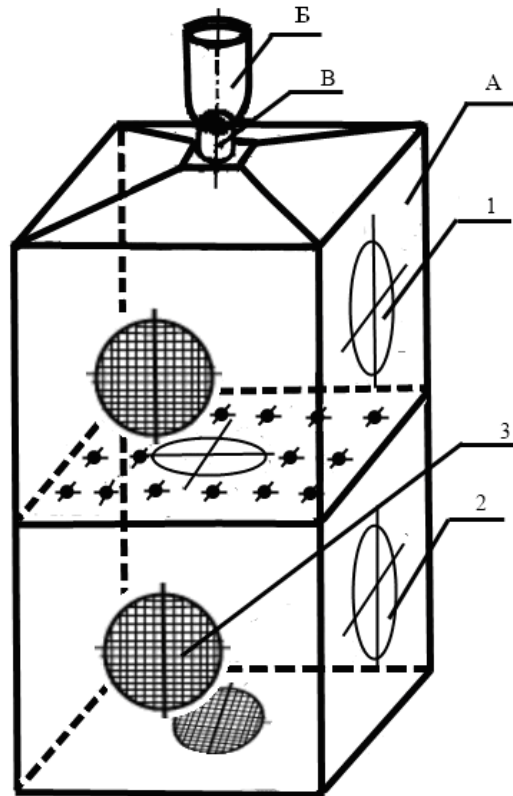


Рис. 8.5. Бокс-віварій для розведення фітосейулюса:

А–корпус віварія: 1–завантажувальний отвір; 2–вивантажувальний отвір; 3–вентиляційний отвір. Б–садок-приймач; В–перехідник.

Через п'ять діб після початку розведення фітосейулюса рослинні рештки перерозподіляють. Для цього відкривають вивантажувальний люк і переносять у нижню частину садка перший закладений шар рослин. У такий самий спосіб 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.

За дві–три доби до збору акарифага корму хижаку не дають. Співвідношення його і жертви наближається до 1:1, він покидає рослини і мігрує вгору. На отвір з перехідником у даху бокс-віварія встановлюють садок-приймач (скляна банка ємністю 1,0 л) горловиною вниз. При накопиченні фітосейулюса в садку-приймачі (стінки банки суцільно вкриті кліщами) його замінюють іншим (чотири–п'ять разів), до повного збору кліща. У кожному банку потім засипають 50–100 см<sup>3</sup> сипучого субстрату (висівки). Круговими рухами перемішують субстрат і збирають кліщів із стінок банки.

За один цикл розведення фітосейулюса в боксі-віварії витрачають павутинних кліщів, зібраних з рослин, які вирощено на 1 м<sup>2</sup>. Це забезпечує отримання 30–40 тисяч імаго хижака.

Короткотермінове зберігання фітосейулюса (до семи діб) можливе при температурі 3–5 °С і вологості повітря 80–90%.

Основою успіху застосування фітосейулюса є своєчасне виявлення осередків павутинного кліща і розселення достатньої кількості хижака. Розселяють фітосейулюса в день виявлення шкідника. Акарифага застосовують, розкладаючи листки сої або іншої культури, на якій накопичено хижака, у вогнища павутинного кліща. Норми розселення хижака визначають у кожному конкретному випадку окремо, вони залежать від чисельності шкідника і стану рослин. Як правило, співвідношення хижак/жертва на заселених павутинним кліщем рослинах має становити 1 : 10 – 1 : 20.

У деяких європейських країнах (Великобританія, Нідерланди, Фінляндія, Швеція тощо) поряд із масовою колонізацією фітосейулюса на рослини овочевих культур під час заселення їх павутинними кліщами застосовують спосіб «pest in first» («шкідник – уперед»). Цей прийом полягає в попередньому заселенні (розселенні на рослини) павутинних кліщів і вже після цього – розселяють фітосейулюса. При цьому на кожен рослину огірка через 8–10 днів після висадження розсади в ґрунт випускають 10–20 рухливих особин павутинного кліща. При збільшенні щільності заселення рослин павутинним кліщем до ступеня 0,4 бала (за 5-бальною шкалою) на кожен рослину випускають по 2–4 хижаки.

Цей спосіб має такі переваги: по-перше, він забезпечує постійну присутність на рослинах хижака, по-друге, обсяги його застосування істотно зменшуються. Цю методику застосування фітосейулюса визнано дешевшою і менш трудомісткою, ніж прийом, що вимагає масового розведення фітосейулюса і зберігання його в умовах знижених температур (0–7 °С) з подальшим розселенням на рослини. Однак він вимагає високої кваліфікації, що пов'язано з необхідністю більш точного контролю за розвитком шкідника.

Фірма «Koppert» рекомендує проводити кожні три тижні профілактичні розселення фітосейулюса разом з павутинним кліщем (у співвідношенні хижак : жертва 1:20). При цьому середня щільність розселення хижака становить дві особи на 1 м<sup>2</sup>. У разі виявлення невеликих вогнищ павутинного кліща на ушкодженій лист випускають по дві особини дворазово, а у вогнищах з високою щільністю – по 5 хижаків.

#### 8.4.7.2. Амблісейуси

Для біологічного захисту овочевих і декоративних культур в умовах закритого ґрунту від тютюнового, каліфорнійського та інших рослиноїдних трипсів використовують хижих кліщів роду *Amblyseius*, що належать до родини Phytoseiidae ряду Parasitiformes, зокрема Амблісейус маккензі (баркері) – *Amblyseius mckenziei (barkeri)* Schuster & Pritchard і Амблісейус кукумеріс — *Amblyseius (Neoseiulus) cucumeris* Oudemans.

**Амблісейус маккензі (баркері)** – *Amblyseius mckenziei (barkeri)* Schuster & Pritchard. Розвиток цього виду амблісейуса проходить за типовою для фітосейід схемою: яйце – личинка – німфа I (протонімфа) – німфа II (дейтонімфа) – імаго.

Самці *A. mckenziei* 0,27–0,29 мм завдовжки, самки – 0,39–0,40 мм. Колір тіла кліща – від світло-коричневого до вишнево-червоного. Тривалість життя самки становить 25–30 діб. Загальна плодючість – близько 30 яєць.

Запліднені самки відкладають овальні, матово-білі яйця по 2–3 шт., прикріплюючи їх до волосків з нижньої сторони листків рослин, розмір яйця – 0,14–0,19 мм у діаметрі. Ембріональний розвиток залежно від температури повітря триває від однієї до шести діб.



Личинки (0,17–0,19 мм) світлі, напівпрозорі, мають три пари ніг. Розвиток личинки триває 0,5–2 доби. Личинка, не починаючи живлення, через добу перетворюється в протонімфу.

Протонімфа спочатку прозора, а потім набуває оранжево-червоного кольору, має чотири пари ніг, живиться яйцями і личинками першого віку тютюнового трипса. Тривалість розвитку протонімфи – одна–вісім діб. Після линьки перетворюється на дейтонімфу, дуже активну і ненажерливу. За добу вона знищує п'ять–шість личинок трипса. Тривалість розвитку – півтори–шість діб.

Амблісейус маккензі знищує переважно личинок трипсів, дещо менше – яйця шкідника. Зокрема, німфа споживає щодня до 5 личинок, а добовий раціон дорослого кліща становить 5–8 личинок. Хижак може живитися й іншими видами шкідників, наприклад, павутинним кліщем, хризантемним трипсом та іншими видами трипсів, а також іржавим помідорним кліщем. Однак у разі розвитку на різних видах жертви його біологічні показники значно змінюються. При приблизно рівній тривалості преімагінального розвитку, що становить 9–11 діб, тривалість життя самок і репродуктивний період на тютюновому трипсі дорівнює відповідно 21,8 і 17,5, на хризантемному трипсі – 18,1 і 16,7, на павутинному кліщі – 17,1 і 12,0, на іржавому помідорному кліщі – 15,3 і 11,1 доби. Ще більші відмінності в плідності. Якщо, живлячись личинками тютюнового трипса, хижак відкладає в середньому 32 яйця, то аналогічні показники на хризантемному трипсі знижуються до 15,5, павутинному кліщі – 7,3, а іржавому помідорному кліщі – 9,7 яйця.

На біологічні характеристики хижака впливає не тільки вид жертви, але й кормова рослина, на якій відбувається її розвиток. Живлячись тютюновим трипсом на огірку, самки амблісейуса живуть у середньому 22 дні і відкладають до 40 яєць. На хризантемі тривалість життя зменшується до 17 діб, а плідність – до 17 яєць, на солодкому перці відповідно 15 і 27.

Основними жертвами амблісейуса є личинки трипса, рідше яйця, тому протягом одного–двох тижнів після колонізації, незважаючи на високу ефективність хижака, унаслідок живлення імаго трипсів кількість листя з ушкодженнями оди–два бали може збільшуватися. Оптимальні температури для розвитку амблісейуса і його жертви – тютюнового трипса співпадають і дорівнюють 25–

30 °С. Знижені температури (нижче 15 °С) значно збільшують тривалість розвитку амблісейуса, його самки не відкладають яйця, водночас тютюновий трипс у цих умовах продовжує відкладати яйця. Сильно виражений негативний геотропізм при слабо розвинутий пошуковій здатності, можливість контролювати лише частину популяції шкідника (яйця і личинки першого віку) характеризують амблісейуса як нестабільного регулюючого фактора чисельності шкідника. Крім того, яскраво виражена термо- (оптимальні температури 26–33 °С) і гідрофілія (оптимальна вологість повітря 80– 95 %) зменшують кількість культур, на яких можна використовувати хижака. Найсприятливішими для застосування хижого кліща є огірок і солодкий перець – умови їхнього культивування наближені до оптимальних вимог хижака. Проте досить високий поріг функціональної реакції на щільність жертви (2–3 особини трипса на 100 см<sup>2</sup> листової поверхні), ненажерливість кліща (5–8 личинок за добу), що перевищує плідність шкідника в 1,5–3,0 рази, разом з вищою швидкістю розвитку генерації, яка в амблісейуса завершується у два рази швидше, ніж у шкідника, дозволяють одержувати відносно стійкий ефект при своєчасному і правильному застосуванні хижака.

Крім тютюнового та інших трипсів, амблісейус маккензі охоче живиться павутинними кліщами. Повноцінним кормом для нього є і борошняний кліщ *Acarus farris*, який використовують як основний корм у ході масового лабораторного розведення цього хижака.

Амблісейус маккензі застосовують у закритому ґрунті як хижака тютюнового трипса на огірку. Найефективніший цей вид амблісейуса в жаркі літні дні. У таких умовах він має високий біотичний потенціал, а його ефективність вища, ніж в *A. cucumeris*. Найоптимальніше співвідношення хижак: жертва при розселенні 1:1 – 1:2.

При щільності п'ять дорослих особин трипса на листок, хижака випускають у кількості 150–200 на рослину. У разі вищої щільності трипса співвідношення (по самках) хижак: жертва може становити 1:5. При зниженні температури в теплиці необхідні повторні розселення. Найбільш економічне одноразове розселення хижака в початковий період розмноження трипсів. При цьому безпосередньо перед колонізацією хижака обліковують кількість заселених трипсом рослин і ступінь пошкодження листя.

У разі виявлення шкідника в ранній період його розмноження (пошкодженість 1, рідко 2 бали) хижака випускають тільки на

заселені трипсом рослини з розрахунку 50 самок амблісейуса на рослину (дві–три самки на листок). Після цього щотижня рослини обстежують з одночасним розселенням хижака в нові вогнища шкідника за вищенаведеною нормою.

У разі пізнього виявлення вогнищ шкідника (трапляються листки з пошкодженістю три–чотири бала) норму розселення хижака збільшують. При чисельності трипсів до п'яти імаго на листок, кліща випускають з розрахунку чотири–п'ять самок на листок (150–200 кліщів на рослину). Тоді хижака випускають на рослини, заселені шкідником, і ті, які ростуть поблизу.

При значному розселенні трипсів по теплиці (50 % і більше заселених рослин) і невисокій щільності його популяції (до п'яти імаго на листок), треба випускати хижака на всі заселені (з розрахунку чотири–п'ять самок на листок) і не заселені трипсами рослини (одна–дві самки на листок).

Якщо щільність популяції тютюнового трипса перевищує п'ять імаго на листок, норма колонізації амблісейуса має забезпечувати початкове співвідношення хижак : жертва від 1:1 до 1:5 залежно від температури. При температурах нижче 20 °С треба, щоб співвідношення було не менше 1:1. Якщо низькотемпературний період триває два–три тижні, колонізацію хижака необхідно повторити. За більш високих температур (25 °С і вище) норми розселення хижака розраховують із співвідношенням хижак : жертва – 1:5. У цих умовах хижаки швидко розмножуються і вже приблизно через тиждень після колонізації це співвідношення становить приблизно 1:1.

Основними жертвами амблісейуса є личинки трипса, рідше яйця, тому протягом одного–двох тижнів після колонізації, незважаючи на високу ефективність хижака, унаслідок живлення імаго трипсів, кількість листків з пошкодженістю один–два бали може збільшуватися. Тому успіх використання амблісейуса залежить від своєчасності його застосування у вогнищах розмноження шкідника.

**Амблісейус кукумеріс** — *Amblyseius (Neoseiulus) cucumeris* Oudemans. Вид поширений у багатьох країнах світу. Застосовують в основному в закритому ґрунті проти трипсів, у тому числі західного квіткового. Охоче поїдає різних рослиноїдних кліщів.

У життєвому циклі, як і попередній вид, має п'ять стадій: яйце, личинка, дві німфальні стадії та імаго (додаток, рис. 54).

Самки відкладають яйця на волоски листя з нижнього боку уздовж жилок. Яйця мають овальну форму, 0,14 мм завбільшки, білого кольору. У личинки три пари ніг, на відміну від німф та імаго, у яких чотири пари. Прото- і дейтонімфи дуже рухливі й активно хижачать. На відміну від хижих кліщів, що живляться павутинними кліщами, вони мають коротші ноги.

Хижак поїдає багато видів трипсів (тютюнового, суничного, західного квіткового та ін.). Може розвиватися, живлячись і дрібними акаровими кліщами (зокрема, *Tyrophagus putrescentiae*) і борошняним кліщем (*Acarus farris*). На останньому його зазвичай і розводять. Живиться також павутинними кліщами, пилом квіток різних рослин. Остання обставина робить його особливо ефективним на солодкому перці, квітки якого дають багато пилку. При змішаному живленні підвищується його життєздатність і тривалість життя.

На помідорі малоефективний, оскільки пересування його утруднює опушення листя і стебел. На огірку ефективний тільки за дуже високої чисельності трипса.

Важливою особливістю біології амблісейуса кукумеріс з погляду практичного застосування його в біологічному захисті є те, що він живиться переважно личинками трипсів першого віку. Має високий потенціал розмноження: у висівках на борошняному кліщі при 25 °С і вологості субстрату 17 % щільність популяції хижака за два тижні зростає з п'яти до 60 самок на 1 см<sup>3</sup> субстрату.

Преімагінальний і репродуктивний період розвитку *A. cucumeris* при 25 °С і живленні павутинним кліщем становить, відповідно, 10 і 35 днів, смертність за весь період – 58,9 %, плодючість – близько 32 яєць.

Яйця кліща чутливі до низької вологості повітря, яка буває в теплицях у розпалі літньої жари і взимку при зовнішніх негативних температурах. У таких умовах вони масово гинуть.

Масове розведення обох видів амблісейусів здійснюють на борошняних кліщах *Acarus farris* Oud., *Acarus siro* L або інших видах родини Acaridae (Борошняні кліщі), які цілком забезпечують кормові потреби хижаків.

Масове розведення амблісейусів складається з таких послідовних операцій:

- підготовка субстрату (висівки) для розведення борошняних кліщів;
- накопичення у висівках борошняного кліща;

- розмноження амблісейусів.

Для цього використовують спеціальні касети прямокутної форми, виготовлені з полістиролу. У зовнішній короб цієї касети розмірами 500×500×55 мм вкладають кювету розміром 450×450×40 мм, що є основною ємністю, де розмножується амблісейус. У велику ємність наливають розчин 15 %-ного їдкого калію, що забезпечує необхідну вологість субстрату і стримує кліщів від міграції.

Пшеничні висівки в сушильній шафі прогрівають за температури 70 °С протягом 10–12 год. Прогрівання висівок при такій температурі забезпечує знищення всіх видів шкідників зернопродуктів та їхніх хижаків і паразитів. Остигли висівки рівномірно зволожують з розрахунку 200 мл води на 1 кг і рівномірно розсипають по дну внутрішньої кювети касети. Касети розміщують у кімнаті на стелажі, де підтримують температуру 25±1 °С.

Маточну культур борошняного кліща вносять у касету з розрахунку 80–100 особин/см<sup>3</sup> живильного субстрату. При щотижневому перемішуванні висівок на 16–18-ту добу щільність кліщів досягає 800–900 особин/см<sup>3</sup>.

Розведення хижака необхідно проводити в іншому приміщенні, де підтримують температуру 28±1 °С. Під час розведення жертви і хижака в різних приміщеннях не допускають передчасного проникнення останнього в касети з борошняним кліщем. Уносять амблісейуса в касети з оптимальною щільністю борошняного кліща (800–900 особин/см<sup>3</sup>) у нормі 5–8 особин хижака/см<sup>3</sup>. На 14–16-ту добу кількість амблісейуса досягає 45–50 особин/см<sup>3</sup>, що становить 180–200 тис. особин у касеті. Цей спосіб розведення хижих кліщів амблісейусів забезпечує їх щотижнєве виробництво в кількості 1 млн особин при використанні 30–32 касет.

Амблісейус кукумеріс застосовують у біологічному захисті тепличних рослин в основному від західного квіткового трипса. Охоче поїдає і тютюнового трипса, і різних рослиноїдних кліщів.

Важливою особливістю біології амблісейуса з погляду практичного застосування його в біологічній боротьбі є те, що живиться він переважно личинками трипсів першого віку. Має високий потенціал розмноження: у висівках на борошняному кліщі

при 25 °С і вологості субстрату 17 % щільність популяції хижака за два тижні зростає з п'яти до 60 самок в 1 см<sup>3</sup> субстрату.

Преімагінальний і репродуктивний період розвитку в *A. ciscimeris* при 25 °С і живленні павутинним кліщем становить, відповідно, 10 і 35 днів, смертність за весь період – 58,9 %, плодючість – близько 32 яєць.

Яйця кліща чутливі до низької вологості повітря, що буває в теплицях у розпал літньої жары і взимку при зовнішніх негативних температурах. У таких умовах вони в масі гинуть.

Цей вид амблісейуса ефективний проти тютюнового і західного квіткового трипсів при розселеннях у співвідношенні з жертвою 1:1 (на тютюновому трипсі високого ефекту досягають і при початковому співвідношенні 1:3).

Основна умова успіху застосування амблісейуса на огірках – раннє виявлення первинних вогнищ трипсів і розселення хижака в кількості не менше п'ять самок на один листок. На молодій рослині це становить 60–80 самок, на дорослій – 200–250. Розселяти можна, розвішуючи на рослинах обрізки матерії, зняті з горловин банок, де розводять хижака, або в паперових пакетах з невеликою кількістю субстрату, що містить амблісейуса і борошняного кліща. Такі пакети розвішують серед колоній трипса.

### Запитання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте енкарзію, технологію її розведення і використання.
2. Назвіть основні види афідіїд. Охарактеризуйте технології їх розведення і використання.
3. Охарактеризуйте паразитів мінуючи мух – дакнuzu і дігліфуса.
4. Дайте загальну характеристику афідимізі. Технології її масового розведення і застосування.
5. Охарактеризуйте хижих сітчастокрилих. Технології їх розведення і використання.
6. Охарактеризуйте макролофуса, технології розведення і використання.
7. Дайте загальну характеристику фітосеулюсу.
8. Охарактеризуйте технології розведення фітосеулюса і його застосування.
9. Охарактеризуйте хижих кліщів роду *Amblyseius*.
10. Охарактеризуйте технології розведення і застосування амблісейусів.

## 9. БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ РОСЛИН ВІД ХВОРОБ

### 9.1. БІОЛОГІЧНІ ФУНГІЦИДНІ ПРЕПАРАТИ

#### 9.1.1. Грибні препарати

Великого значення набуло виробництво і використання грибів-антагоністів і гіперпаразитів фітопатогенних мікроорганізмів. В умовах біолабораторій виробляють біомасу кількох таких грибів. Це види родів *Trichoderma*, *Ampelomyces*, *Coniothyrium* та ін.

##### 9.1.1.1. Препарати на основі грибів роду *Trichoderma*

У біологічному захисті рослин від хвороб використовують препарати на основі таких видів роду *Trichoderma*:

*Tr. viride (lignorum)* – має добре розвинуту грибницю спочатку білого, потім зеленого кольору з жовтими ділянками. Конідієносці розгалужені, септовані. Фіаліди 8–14 × 2,4–3 мкм, знизу розширені. Спори овальні, з дрібними шипами, 3,5–4,5 мкм. Хламідоспори завбільшки 14 мкм;

*Tr. harzianum* – на сусло-агарі швидко росте, має зональний, опушений, пластівчастий повітряний міцелій. Зворотний бік колоній безбарвний. Хламідоспори кулеподібні, безбарвні, 6–12 мкм. Фіаліди ампулоподібні, 5–7 × 3–3,5 мкм. Спори гладенькі, зелені, розміром 2,8–3,2 × 2,8–5 мкм. На середовищі Чапека колонії зональні, світло-зелені, з часом набувають бурувато-зеленого кольору;

*Tr. koningii* – колонії потужні, темно-зелені. Хламідоспори інтеркалярні і термінальні, кулеподібні або еліптичні, до 12 мкм. Конідієносці до 4 мкм у перетині, із зонами компактного і розсіяного розгалуження. Фіаліди ампулоподібні, 7,5–12 × 2,5–3,5 мкм. Спори еліптичні, розміром 3–4,8 × 1,9–2,83 мкм, переважно жовто-зелені.

Гриби роду *Trichoderma* синтезують стимулятори росту, антибіотичні речовини і літичні ферменти. Свіжий міцелій триходерми вдвічі активніший проти фітопатогенів, ніж поверхневі конідії. Термін зберігання сирого міцелію при 20 °С – два тижні, поверхневих конідій у сухому вигляді – 1,5 року, а сухих хламідоспор – 2,5–3,0 роки.

За рахунок високої біологічної активності ці гриби сприяють активному розкладанню органічних речовин у процесах

амоніфікації та нітрифікації, збагачують ґрунт біологічно активними речовинами, а також підвищують фунгіцидну активність клітинного соку і відповідно стійкість рослин до захворювань.

Гриби роду Триходерма – аероби і добре розвиваються в пухких, багатих на органічні речовини ґрунтах.

Найчастіше використовують препарати, які виробляють на основі грибів *Tr. lignorum*, *Tr. harzianum*. Гриб *Tr. lignorum* пригнічує патогенів, які передаються через ґрунт і рослинні рештки і розвиток яких пов'язаний з ґрунтом (*Fusarium*, *Pythium*, *Phoma* та ін.). *Tr. harzianum* пригнічує розвиток грибів із родів *Ascochita*, *Sclerotinia*, *Botritis* та ін.

**Триходермін-БЛ** на основі гриба *Trichoderma lignorum* виробляють у біолабораторіях. Як живильне середовище для гриба використовують, як правило, зерно ячменю або зерновідходи. Гриб через три–п'ять діб утворює добре розвинутий білий міцелій, на якому утворюється пишне конідіальне спороношення зеленого кольору. На шосту–сьому добу біопрепарат готовий до застосування або його можна висушити при температурі 36–40 °С. Сухий препарат зберігають при температурі 5–10 °С до півтора року. Титр препарату – не менше  $2 \cdot 10^9$  КУО/г.

Препарат застосовують проти корневих гнилей та фузаріозного в'янення огірка і помідора в закритому ґрунті декількома способами:

передпосівна обробка насіння: обпудрювання споровою масою гриба 10–20 г/кг; дражування – 20–30 г/кг;

- внесення в розсадні горшки під час висіву насіння – 3 г/горщик;
- внесення в лунки під час висадження розсади – 3–5 г/лунку;
- внесення в ґрунт (полив рослин) у період вегетації – 3 г/рослину.

**Триходермін-БЛ** на основі гриба *Trichoderma harzianum* також виготовляють в умовах біолабораторій. Як живильне середовище використовують пивне сусло. Через 7–10 діб на живильному середовищі утворюється міцеліальна плівка з конідіальним спороношенням зеленого кольору. Після висушування плівку подрібнюють і в такому вигляді препарат використовують або зберігають протягом шести місяців у герметичній тарі.

Препарат застосовують на огірках в закритому ґрунті проти аскохітозу шляхом обприскування рослин суспензією спор з титром  $5 \cdot 10^5$  спор/мл з нормою витрати 200–300 мл/м<sup>2</sup>, а також на огірку і



помідорі проти стеблових гнилей у вигляді свіжоприготовленої пасти із спороміцеліального порошку препарату (10–50 %), 3 % КМЦ і води, якою замазують виразки на стеблах.

**Трихофіт.** Препаративна форма – рідина або порошок, що містить міцелій і спори гриба *Trichoderma lignorum* та антибіотики віридин, гліотоксин та ін. Титр препарату  $2 \cdot 10^9$  конідій/см<sup>3</sup>.

Рекомендовано до застосування на помідорах проти кореневих гнилей способом передпосівної обробки насіння з нормою використання 50–75 г/кг насіння та проти фітофторозу способом обприскування рослин з нормою витрати 4–6 л(кг)/га.

**ТрихоПлант.** Препаративна форма – концентрат суспензії, титр  $10^6$ – $10^8$  конідій трьох штамів гриба *Trichoderma lignorum* в 1 мл.

Рекомендовано до застосування проти хвороб помідора (кореневі гнилі, сіра гниль, фітофтороз) у відкритому та закритому ґрунті: замочування насіння перед посівом – 2 л/кг, обробка кореневої системи розсади 1 % суспензією, передпосівне обприскування ґрунту – 5 л/га, обприскування рослин у період вегетації – 2–5 л/га, кореневе підживлення рослин 5 л/га.

**Агромар.** Препарат на основі гриба *Trichoderma lignorum*. Титр препарату  $2 \cdot 10^8$  спор, препаративна форма – рідина.

Рекомендовано до застосування проти кореневих гнилей, фітофторозу, борошнистої роси, альтернаріозу, іржастих хвороб на помідорах закритого і відкритого ґрунту (кореневі гнилі, в'янення), пшениці озимій і кукурудзі (кореневі і стеблові гнилі, фузаріозне і вертицильозне в'янення). Спосіб застосування – прикореневе обприскування. Норми витрати: на помідорах – 1,0–5,0 л/га, пшениця і кукурудза – 0,2–2,5 л/га.

**Різодерма.** Активна основа препарату – гриб *Trichoderma harzianum*, препаративна форма рідина, титр –  $2 \cdot 10^8$  КУО/мл.

Рекомендовано до застосування способом передпосівної обробки насіння зернових колосових культур з нормою витрати 6,0 л/т.

**Сім Дерма.** Активна основа препарату – конідії гриба *Trichoderma harzianum*, препаративна форма – порошок, титр –  $10^6$  КУО/г. Рекомендовано для застосування проти кореневих гнилей способом передпосівної обробки насіння зернових колосових і зернобобових культур з нормою витрати 0,1–0,3 кг/т, ріпака озимого – 3,0– 5,0 кг/т, інших олійних культур – 0,75 кг/т.

**Viridin.** Активна основа – гриби роду *Trichoderma*. Біофунгіцид широкого спектра дії. Подавляє розвиток

фітопатогенів, що розповсюджуються через ґрунт і рослинні залишки. Зокрема, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Rhizoctonia solani*, представників родів *Alternaria*, *Ascochyta*, *Botrytis*, *Verticillium*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Pythium*, *Phoma* та ін.

*Viridin* пригнічує розвиток фітопатогенів прямим паразитуванням, конкуренцією за субстрат, виділенням ферментів, антибіотиків (гліотоксин, вірідін, триходермін тощо), інших біологічно активних речовин, котрі пригнічують розвиток збудників хвороб рослин та гальмують їх репродуктивну здатність. У ґрунті гриб розвивається на різних рослинних залишках, багатих целюлозою, на міцелії, плодових тілах фітопатогенів.

Препарат рекомендовано до застосування: картопля – фітофтороз, ризоктоніоз, суха та мокра гниль – обробка бульб перед висадженням (20г/3–5 л води/100 кг), обприскування рослин (2 кг/га); овочеві культури – комплекс хвороб – замочування насіння (20 г/2,0 л води/10 кг), обприскування рослин (2 л/га); плодово-ягідні культури – комплекс хвороб, обприскування рослин (5 л/га).

Термін зберігання – 6 міс. з дня виготовлення при температурі від 2 до 15 °С.

**Триходерма Бленд Bio-Green Microzyme TR.** Препаративна форма – концентрат суспензії, титр  $13,5 \cdot 10^9$  суміші конідій гриба *Trichoderma sp.* і бактерій *Bacillus sp.*/мл.

Рекомендовано до застосування на огірку і помідорі проти корневих гнилей, білої гнилі, фузаріозного та вертицильозного в'янення: передпосівна обробка насіння (замочування) – 2 л/кг, передпосівна обробка ґрунту в теплицях – 10–15 мл/м<sup>2</sup>.

**Ефект Біо.** Активна основа препарату – міцелій і хламідоспори грибів *Trichoderma viride*, *Trichoderma lignorum* та живі клітини бактерії *Bacillus acidocaldarius*. Препаративна форма – рідина світло-коричневого кольору. Титр –  $2 \cdot 10^9$  КУО/мл.

Рекомендовано для застосування способом обприскування рослинних решток і ґрунту після збирання врожаю зернових колосових культур, кукурудзи, сої та цукрових буряків для знищення інфекційного запасу хвороб рослин, оздоровлення ґрунту й активізації процесу розкладання рослинних решток. Норма витрати препарату 2,5–5,5 л/га.

**Екостерн.** Активна основа – комплекс грибів (*Trichoderma lignorum*, *Trichoderma viride*) та бактерій (*Bacillus subtilis*, *Azotobacter*,

*Enterobacter*). Загальний титр препарату –  $2,5 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>.  
Препаративна форма – рідина.

Рекомендовано до застосування на овочевих культурах закритого ґрунту проти комплексу хвороб способом обприскування рослин з нормою витрати 0,5–5,0 л/га, та на зернових колосових культурах з нормою витрати 0,2–2,5 л/га. Для прискорення розкладання рослинних решток і оздоровлення ґрунту рекомендують обприскувати ґрунт зі стернею чи іншими рослинними рештками – 0,3–5,0 л/га.

#### **9.1.1.2. Біофунгіциди на основі грибів родів *Chaetomium*, *Fomes* та ін.**

**Хетомік.** Біофунгіцид розроблено на основі гриба-антагоніста *Chaetomium cochliodes* і застосовують для захисту від збудників кореневих хвороб: кореневі гнилі зернових і зернобобових культур; сіра та біла гнилі гороху, сої, соняшнику, овочевих культур; фузаріоз і фузаріозне в'янення гороху, сої, люпину, льону, багаторічних трав, овочевих культур; фузаріозна гниль і коренеїд цукрових буряків; звичайна і срібляста парша картоплі; ризоктоніоз картоплі та овочевих культур і поліпшення живлення рослин.

Вплив Хетоміка на рослини багатофункціональний. Біоагент препарату гриб-антагоніст активно колонізує кореневу систему та обмежує розвиток фітопатогенних грибів-збудників кореневих гнилей сільськогосподарських культур. Крім живої культури гриба біофунгіцид містить фітогормональні речовини, які за характером дії на рослини належать до ауксинів, гіберелінів і брасиностероїдів, а також арахідонову кислоту, яка є біогенним еліситором, що індукує системну імунну відповідь рослин на дію патогенів і несприятливих екологічних чинників. Розвиваючись і накопичуючись у зоні кореневої системи, біоагент хетомік захищає кореневу систему від фітопатогенів з моменту проростання насіння і до кінця вегетації рослин.

Препарат являє собою порошок коричневого кольору, який містить  $0,4\text{--}0,5 \cdot 10^9$  спор гриба-антагоніста/г.

Препарат застосовують перш за все для передпосівної обробки насіння, а також вегетуючих рослин або внесення в ґрунт разом з органічними речовинами (гноєм, соломною тощо).

Оптимальна норма витрати препарату для зернових і зернобобових культур становить 1,0–1,2 кг на 1 т насіння. Обробку насіння слід проводити у два етапи. Спочатку відібрати від розрахованої норми 250–300 г препарату, внести його в посудину ємністю 15–20 л і залити 11 л води. Суміш періодично перемішувати протягом 60–90 хв, потім відфільтрувати крізь 2–3 шари марлі. Екстракт використати для обробки насіння з розрахунку 10–11 л на 1 т.

Для обробки насіння соняшнику оптимальною є норма витрат препарату 2,0–2,2 кг на 1 т насіння. Обробляти насіння соняшнику слід також у два етапи.

Для обробки бульб картоплі оптимальна норма витрат препарату становить 400–450 г на 1 т насінної картоплі. Наважку 400–450 г препарату помістити в змішувальну ємність, налити 25–30 л води і періодично перемішувати протягом 60–90 хв. Після цього суспензію препарату нанести на бульби насінної картоплі.

Для обробки розсади овочевих культур наважку 40–50 г препарату помістити в змішувальну ємність, налити 1 л води і періодично перемішувати протягом 60–90 хв. У приготовлену суспензію внести натрієву сіль карбоксиметилцелюлози технічну (NaКМЦ) з розрахунку 20 г на 1 л суспензії. Корені розсади обробляти приготовленою суспензією перед висаджуванням.

Для обробки живців і саджанців хмелю, винограду, плодових культур та ягідників потрібно приготувати суспензію препарату із розрахунку 40–50 г на 1 л води. Нижні кінці живців і кореневу систему саджанців обробляти, занурюючи на 30–60 хв у ретельно перемішану суспензію препарату.

**Престоп.** Біофунгіцид. Активна основа – гриб *Gliocladium catenulatum*, препаративна форма – змочувальний порошок (ЗП), титр препарату –  $1 \cdot 10^8$  КУО/г. Термін придатності – 18 міс. при зберіганні за температури 4–10 °С.

Рекомендовано для боротьби з хворобами рослин: сіра гниль, фузаріоз та ризоктоніоз. Препарат дозволено для використання на полях органічного землеробства, на яких вирощують полуницю, малину та овочі.

Спосіб застосування і норми витрати: обприскування овочевих (2,0–3,0 кг/га) і ягідних (6,0 кг/га) рослин проти комплексу грибних хвороб.

**Мікосан.** Це 3 %-ний водорозчинний концентрат. Активною основою є лужний екстракт афілофорального гриба *Fomes fomentarius*. Виготовляють дві препаративні форми: Мікосан «Н» та Мікосан «В».

Мікосан «Н» застосовують проти коренеїда та інших хвороб цукрових буряків, обробляючи насіння перед висіванням – 10 л/т та проти комплексу хвороб пшениці, ячменю, кукурудзи та гороху – з нормою витрати 7 л/т.

Мікосан «В» рекомендують застосовувати проти парші, борошнистої роси та інших хвороб яблуні (обприскування дерев у період вегетації – 10–12 л/га).

**Казумін 2Л.** Препарат проявляє фунгіцидну і бактерицидну дію. Активна основа – продукт ферментації гриба *Streptomyces kasugaensis*, 0,2 % рідина.

Рекомендовано до застосування способом обприскування: на яблуні проти бактеріального опіку – 3,0–4,0 л/га, на помідорах проти комплексу бактеріальних хвороб – 1,5 л/га, на капусті проти бактеріозів – 3,0 л/га, на рисі проти пірикуляріозу і бактеріозів 1,0–1,5 л/га.

**Ампеломіцин.** Препарат на основі гриба-гіперпаразита *Ampelomyces quisqualis*. У природних умовах гриб ампеломіцес паразитує на міцелії, конідіях і клейстотеціях борошнисто-росяних грибів. Гриб-гіперпаразит поширюється пікноспорами, які й уражують структуру фітопатогену. Через три–п'ять діб після ураження на структурах фітопаразита утворюються пікніди темного кольору, які і надають ураженому міцелію збудника борошнистої роси сірувато-фіолетового кольору.

Препарат виготовляють у лабораторних умовах і являє собою спорово-пікнідіально-міцеліальну суміш, що міститься на залишках живильного субстрату (зерно ячменю).

Вирощену в лабораторних умовах на зерновому середовищі культуру гіперпаразита висушують і застосовують двома способами: а) біомасу подрібнюють до стану борошна і готують робочу суспензію; б) пікноспори змивають водою з живильного субстрату. Препарат ампеломіцин застосовують проти борошнистої роси огірка шляхом обприскування рослин суспензією пікноспор гіперпаразита з титром  $10^6$  спор/мл.

**Коніотірін** – препарат на основі гриба гіперпаразита *Coniothyrium minitans*. У природних умовах гриб розвивається у ґрунті на рослинних рештках, на склероціях і мікросклероціях грибів

(*Whetzelinia*, *Claviceps*, *Botrytis* та ін.). Препарат виготовляють в лабораторних умовах. Він являє собою спорово-міцеліальну суміш, яка міститься на залишках живильного субстрату (зерно ячменю). Титр препарату –  $10^9$  КУО/см<sup>3</sup>.

Препарат застосовують проти білої гнилі огірка і помідора в закритому ґрунті, вносячи його в ґрунт у вигляді водної суспензії або сухого порошку, передпосівної обробки насіння та обприскування вегетуючих рослин, а також на соняшнику проти білої гнилі способом передпосівної обробки насіння та обприскування рослин. Перед застосуванням препарат розводять водою у співвідношенні 1:100. Норми витрати: передпосівна обробка насіння – 2 л/т, внесення у ґрунт за сім днів до висіву насіння – 1,5 л/га, обприскування вегетуючих рослин – 5–10 л/га.

**Сімтес** – водорозчинний концентрат лужного екстракту плодових тіл афілофоральних грибів та соку борщівника Сосновського і ВАС. Застосовують для передпосівної обробки насіння пшениці та ячменю проти корневих гнилей та сажкових хвороб – 7 л/т, обприскування посівів цих культур проти сажкових хвороб – 12 л/га. Щоб підвищити імунітет цукрових буряків до хвороб, обробляють насіння (35 л/т) та обприскують посіви цієї культури (15 л/га).

**Нематофагін-БЛ.** Порошок з титром  $3 \cdot 10^6$  спор/г. До складу препарату входять конідії та частинки міцелію хижого гриба з роду *Arthrobotrys* і залишки живильного середовища.

Хижі гриби – це своєрідна група гіфоміцетів, представники якої, крім звичайного міцелію, мають спеціальні пристосування для уловлювання й умертвіння найпростіших, личинок нематод і ногохвісток. Ці гриби дуже поширені в ґрунті, де знищують дрібних безхребетних. Отримують біомасу гриба за допомогою культивування на різних органічних субстратах у біолабораторіях. Препарат має вологість 12 % і може зберігатись при температурі не вище 15 °С до одного року. Застосовують у закритому ґрунті в період вегетації рослин для боротьби з галовими нематодами, вносячи в ґрунт у нормі витрати 100–150 г/м<sup>2</sup>.

### 9.1.2. Бактеріальні біофунгіциди

**Біозлак.** Біопротруйник. Препарат виготовляють на основі бактерій *Pseudomonas auerofaciens*. Цей штам бактерії здатний

продукувати антибіотик флороглюцин, який і придушує розвиток багатьох збудників хвороб хлібних злаків. Обробка насіння злакових культур препаратом підвищує стійкість рослин до фітопатогенів. Найефективніший препарат проти збудників кореневих гнилей, септоріозу, гелмінтоспоріозів тощо.

Препаративна форма – рідина, титр –  $2 \cdot 10^9$  КУО/мл. Застосовують препарат у день сівби або за один день до висівання насіння напівсухим способом з нормою витрати 1,0–1,5 л/т.

**Псевдобактерин-2.** Препарат виготовляють на основі бактерій *Pseudomonas auerofaciens*. Крім живих клітин бактерій, до активної основи препарату входять продукти їх життєдіяльності (сідерофори, ферменти гібереліноподібні РРР). Препаративна форма – рідина світло-коричневого кольору. Титр препарату –  $2 \cdot 10^9$  КУО/мл. Термін зберігання – 3 міс. при температурі 4–10 °С.

Препарат призначений для захисту польових та овочевих культур від грибних і бактеріальних хвороб. Стимулює ріст і розвиток рослин, підвищує їх імунітет, активізує діяльність корисної ґрунтової мікрофлори.

Препарат застосовують для передпосівної обробки насіння та обприскування рослин у будь-яку фазу розвитку культури.

Норми витрати: передпосівна обробка насіння – зернові колосові культури, картопля – 1 л/т, овочеві культури – 0,1 л/кг; обприскування рослин – зернові колосові, буряки цукрові – 0,5 л/га, картопля, овочеві культури, яблуна, груша – 1,0 л/га; виноградники – 2,0 л/га.

**Бізар.** Активна основа препарату – бактерії *Pseudomonas auerofaciens* і продукти їх життєдіяльності. Препаративна форма – рідина, титр –  $1 \cdot 10^{10}$  КУО/мл.

Рекомендовано для захисту зернових і плодових (яблуна) культур від комплексу хвороб способом обприскування з нормою витрати 4–6 л/га. Препарат підвищує імунітет до біотичних чинників.

**ФітоХелп.** Препарат на основі бактерій *Bacillus subtilis* та біологічно активних продуктів їх життєдіяльності (ферменти, вітаміни, фунгітоксини). Препаративна форма – рідина світло-коричневого кольору, титр –  $4 \cdot 10^9$  КУО/мл.

Препарат активно захищає рослини від грибних та бактеріальних хвороб, проявляє антистресову дію до несприятливих погодних умов і негативного впливу пестицидів.

Застосовують препарат способом передпосівної обробки насіння і обприскування рослин у період вегетації. Зернові і зернобобові культури: передпосівна обробка насіння – 0,5–1,5 л/т, обприскування рослин – 0,5–0,6 л/га; олійні культури: передпосівна обробка насіння – 3,0 л/т, обприскування рослин – 0,5–0,6 л/га; овочеві культури: передпосівна обробка насіння – 2,5 л/т, обприскування рослин – 0,25–0,5 л/га; картопля: обробка бульб перед садінням – 1,0 л/т, обприскування рослин – 0,5–1,0 л/га.

**МікоХелп.** Активна основа – суміш бактерій *Bacillus subtilis*, *Azotodacter*, *Enterobacter*, *Enterococcus* та грибів *Trichoderma lignorum*, *Tr. viride* та біологічно-активних продуктів їх життєдіяльності. Препаративна форма – порошок, загальний титр препарату –  $1 \cdot 10^9$  КУО/г.

Препарат ефективний проти корневих та стеблових гнилей овочевих та інших культур, збудниками яких є гриби *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Verticillium*, *Sclerotinia*, *Fusarium* та ін.

Застосовують способом обприскування рослин проти цих хвороб з нормою витрати 0,1–0,5 кг/га та для прискорення розкладання рослинних решток і оздоровлення ґрунту – обприскування ґрунту зі стернею чи іншими рослинними рештками – 0,1–0,5 кг/га.

**Спектрал.** Препарат на основі бактерій *Bacillus subtilis*. Препаративна форма – рідина, титр препарату –  $2,2 \cdot 10^{10}$  бактерій/мл.

Рекомендований до застосування способом передпосівної обробки насіння кукурудзи (2,5 л/т), зернових культур та ріпака озимого (1,6 л/т) проти комплексу хвороб та підвищення імунітету рослин до біотичних та абіотичних факторів.

**Фітодоктор (Спорофіт).** Препарат створено в Інституті мікробіології і вірусології НАН України на основі ендоефітного штаму ІМВ В-7100 бактерії *Bacillus subtilis*. Препаративна форма – порошок. Титр препарату –  $5 \cdot 10^9$  КУО/г. Має широкий спектр дії щодо збудників грибних і бактеріальних хвороб зернових, овочевих та інших культур і плодових насаджень. Підвищує імунітет рослин, стимулює їх ріст і розвиток, сприяє підвищенню врожайності. Застосовують для передпосівної обробки насіння (0,4–0,6 кг/т) та обприскування рослин у період вегетації (2–3 кг/га).

**Фітоцид.** Активною основою препарату є суміш ендоефітних бактерій *Bacillus subtilis* та їх метаболітів. Крім того у препараті містяться залишки живильного середовища та наповнювач.



Виготовляють дві препаративні форми: фітоцид-С (сухий) і фітоцид-Р (рідкий). Титр препарату –  $1,0 \cdot 10^{10}$  КУО/см<sup>3</sup>. Дія препарату зумовлена інгібуванням бактеріями розмноження фітопатогенів. Застосовують проти комплексу хвороб зернових та інших сільськогосподарських культур способом передпосівної обробки насіння (0,5–3,0 кг/т) та обприскування посівів у період вегетації (0,5–2 кг/га).

**Флорабацилін.** Біофунгіцид на основі живих клітин і комплексу метаболітів бактерії *Bacillus subtilis*. Препарат являє собою стимулятор росту рослин, має азотфіксує та фосфатмобілізує властивості. Бактерії в процесі життєдіяльності виділяють активні речовини, які пригнічують розмноження та розвиток багатьох фітопатогенних грибів і бактерій, а також сприяють підвищенню імунітету рослин та стимулюють їх ріст, що є важливим для уникнення повторного зараження, підвищення врожайності і покращення його якості. Метаболіти й антимікробні речовини, які виділяють бактерії, беруть активну участь у перетворенні органічних і мінеральних речовин ґрунту з недоступної для рослин форми на доступну, зв'язують атмосферний азот, сприяють збільшенню гумусу в ґрунті.

Флорабацилін має багатофункціональний вплив на розвиток і формування рослин. Він забезпечує збільшення польової схожості та енергії проростання насіння, сприяє формуванню розвиненої кореневої системи та посиленню процесу фотосинтезу в рослин. Фізіологічно активні речовини активізують формування генеративних органів, що суттєво впливає на насінневу продуктивність культур. Використання флорабациліну забезпечує прискорене формування вторинної кореневої системи, що значно покращує водний режим в умовах засухи, збільшення стійкості рослин до хвороб за рахунок покращення загального імунного стану та збільшення речовин фунгіцидної та фунгістатичної дії.

Біологічний препарат ефективний проти корневих та плодових гнилей, борошнистої роси, септоріозу, фітофторіозу, парші, ризоктоніозу, макроспоріозу, на посівах зернових і зернобобових, технічних, овочевих, плодово-ягідних культурах, картоплі.

Препарат застосовують для обробки посівного матеріалу, обприскування в період вегетації рослин та під час закладання овочевої продукції на зберігання.

Передпосівний обробіток насіння: зернові, зернобобові, технічні, овочеві, картопля (кореневі гнилі, фузаріоз, сажкові, іржисті, парша, фітофтороз), норма витрати – 2 л/т. Передпосівний обробіток насіння біопрепаратом можна проводити механізованим методом, використовуючи ПСШ-3, ПС-10 та інші машини, а при невеликих об'ємах роботи – вручну, у день посіву. Для цього необхідно до 6–8 л води додати 2 л препарату і використати для обробки 1 т насіння. Оброблене біопрепаратом насіння слід берегти від тривалої дії прямого сонячного проміння та перегрівання.

Обприскування рослин: зернові, зернобобові, технічні, овочеві, картопля, плодово-ягідні, декоративні культури (кореневі гнилі, борошниста роса, фузаріоз, сажкові та іржасті хвороби, парша), 2–5 л/га. Обприскування краще проводити у вечірній та нічний час або у похмуру погоду протягом дня. Повторні обробки – через 7–10 днів. Препарат сумісний з мікроелементами і стимуляторами росту рослин.

Препарат зберігають у герметичній тарі в сухому темному місці при температурі 4–6 °С. Термін зберігання до 3 міс. з дати виготовлення.

**Серенада АСО SC, КС.** Біологічний бакто-фунгіцид широкого спектра дії. Активна основа – бактерія *Bacillus amyloliquefaciens* (синонім – *Bacillus subtilis*) штаму QST 713. Препаративна форма – концентрат суспензії.

Механізм дії: ліпопептидні сполуки препарату активні проти патогенів грибної природи, антагоністичний вплив на патогени бактеріальної природи, індукція системної стійкості рослини.

Серенада<sup>®</sup> АСО SC, КС — біологічний бактерицид і фунгіцид для комплексного захисту рослин. Активний проти багатьох фітопатогенів при обприскуванні листя і ґрунту. Препарат має унікальний біологічний механізм дії, що запобігає резистентності збудників хвороб. Бактерії препарату здатні колонізувати ризосферу, забезпечує інтегрований контроль хвороб, безпечний для запилювачів, хижаків, ґрунтоутворювальної фауни (дощові черв'яки, колемболи). Добре інтегрується в існуючі системи захисту рослин, змішується з багатьма засобами захисту і мікродобривами (зокрема з препаратами на основі міді). Може бути використано в органічних системах землеробства.

Дозволено до застосування на таких рослинах: яблуня (плодова і сіра гниль, бактеріальний опік, бактеріальний рак кори,

парша), норма витрати – 4–8 л/га; абрикос (моніліальний опік, бактеріальна плямистість кісточкових, сіра гниль), норма витрати – 6–8 л/га; черешня: (моніліальна гниль, моніліальний опік, сіра гниль), норма витрати – 4–8 л/га; персик (моніліальний опік, кучерявість листків персика, клястероспоріоз, бактеріальна плямистість кісточкових, сіра гниль), норма витрати – 6–8 л/га; виноград (сіра гниль), норма витрати 6–8 л/га; суниці (сіра гниль), норма витрати – 45–8 л/га огірки і помідори відкритого і закритого ґрунту (бактеріози, сіра гниль), норма витрати – 4–6 л/га.

**Агат-25к** – препарат на основі інактивованих бактерій *Pseudomonas auerofaciens*, штам Н-16 (2 %) і продуктів їх життєдіяльності, збагачених природними індукторами імунітету рослин. Призначений для передпосівного обробітку насіння і вегетуючих рослин овочевих культур, винограду, яблуні, картоплі. Препаративна форма – текуча паста, титр –  $50\text{--}80 \cdot 10^9$  КУО/мл.

Механізм дії – препарат імунізує рослини шляхом формування неспецифічної системної стійкості до збудників хвороб, а також до певних несприятливих чинників навколишнього середовища, таких як посуха, низькі і високі температури. Препарат має також безпосередню фунгітоксичну дію на патогени й активізує ростові процеси в рослин.

Рекомендовано до застосування на:

- зернових і зернобобових культурах – проти корневих гнилей та інших хвороб – передпосівна обробка насіння (40 мл/т), обприскування посівів – 30 мл/га;
- цукрових буряках – проти церкоспорозу та інших хвороб – передпосівна обробка насіння (120 мл/т), обприскування посівів – 30 мл/га;
- овочевих культурах – проти комплексу хвороб – передпосівна обробка насіння – 7–9 г/кг, обприскування рослин у період вегетації – 30 мл/га.

**Планриз.** Препарат створено на основі бактерії *Pseudomonas fluorescens*, штам АР-33. Препаративна форма – культуральна рідина з титром  $5 \cdot 10^9$  бактеріальних клітин в 1 мл. Виготовляють лабораторним способом.

При передпосівній обробці насіння зернових та овочевих культур препаратом (1–2 л/т) бактерії потрапляють у ґрунт разом з насінням, розмножуються там і заселяють ризосферу молоді

рослини. У цю зону потрапляють антибіотики, сидерофори і речовини, які стимулюють ріст і розвиток рослин, що й забезпечує захисний ефект. Можна обприскувати рослини до масового прояву хвороб (борошниста роса, фітофтороз, пероноспороз тощо) з нормою витрати препарату 1–3 л/га.

**Планориз ВЛ, ВС.** Активна основа бактерія *Pseudomonas fluorescens*, титр препарату  $2 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>. Препаративна форма – водна суспензія.

Рекомендовано до застосування способом обприскування рослин у період вегетації проти комплексу хвороб: зернові колосові культури 1,0–2,0 л/га, овочеві і плодово-ягідні культури – 2,0–5,0 л/га.

**Інтеграл ПРО.** Активна основа бактерія *Bacillus amylo-liquefaciens*. Титр не менше  $2,2 \cdot 10^{10}$  бактерії на 1 мл. Препаративна форма ТН.

Препарат забезпечує надзвичайно довге вікно захисту на 30–45 днів від ґрунтових захворювань, спричинених *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia spp.* та доповнює базовий захист традиційних насінневих фунгіцидів.

Рекомендовано до застосування способом передпосівного обробітку насіння проти комплексу хвороб: кукурудза – 2,5 кг/т, зернові культури, ріпак – 1,6 л/т, соя – 0,9 л/т.

**Бактофіт.** Препарат на основі живої культури бактерії *Bacillus subtilis* (штам ПІМ 215) і продукованого нею антибіотика із групи аміноглюкозидів. *Bacillus subtilis* відома під назвою сінної палички, поширена в ґрунті, воді, повітрі. У ґрунті бацили перебувають або в стані спор, або у вигляді вегетативних клітин. *B. subtilis* є продуцентом понад 70 антибіотиків. Деякі з них пригнічують ріст фітопатогенних мікроорганізмів.

Препаративна форма – змочуваний порошок сіруватого або світло-коричневого кольору, із слабким характерним запахом, титр –  $2 \cdot 10^9$  КУО. Містить прилиплювач і стабілізатор, малотоксичний для тварин і не проявляє негативної дії на рослини. Препарат гігроскопічний, тому його необхідно зберігати в герметично закритій тарі. Гарантійний термін зберігання – два роки при температурах до 30 °С.

Рекомендовано до застосування на:

- зернових культурах – комплекс хвороб, передпосівна

обробка насіння – 3 кг/т, обприскування рослин – 2–3 кг/га.

- огірках у закритому ґрунті – борошниста роса, обприскування рослин (7–10 кг/га); кореневі гнилі – замочування насіння в 0,2% суспензії протягом 3–6 год, поливання рослин під час висаджування розсади 0,2 % суспензією;

- яблуні – борошниста роса, обприскування рослин (7–10 кг/га).

**Біонорма.** Активна основа – бактерії *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aureofaciens*, *Pseudomonas putida*. Титр препарату –  $1 \cdot 10^9$  КУО/мл. Препаративна форма – рідина, гранули. Дозволено для використання в органічному сільському господарстві згідно зі Стандартом МАОС з органічного виробництва та переробки.

Призначення: захист культурних рослин від потенційних збудників захворювань бактеріального та грибного походження: *Fusarium*, *Phytophthora*, *Cladosporium*, *Gaeumannomyces*, *Botrytis*, *Septoria*, *Erwinia*, *Xanthomonas*, *Pseudomonas*.

Способи застосування: основне та передпосівне внесення в ґрунт, рядкове внесення, обробка насіння, розсади та саджанців.

Культури, які обробляють: зернові, зернобобові, олійні, технічні, овочеві, плодові, ягідні та декоративні.

Передпосівну обробку насіння проводять робочим розчином препарату механізованим способом або вручну. Робочий розчин готують і використовують безпосередньо в день висіву. Під час обробки насіння вручну або за допомогою спеціальних пристроїв (протруювальних машин) необхідно забезпечити рівномірний розподіл препарату в масі насіння. Норма витрати – зернові 0,5–1 л/т, олійні і технічні культури – 5 л/т, бобові – 2 л/т.

Обробка вегетуючих рослин та ґрунту – 1–10 л/га. Для підвищення ефективності препарат рекомендують загортати у ґрунт для рівномірного розподілу.

Обробку розсади та саджанців здійснюють, короткочасно занурюючи корені рослин у 1%-ний робочий розчин біопрепарату. Приготований робочий розчин слід використати протягом 2 год.

Термін придатності препарату: 6 міс. Препарат слід зберігати в оригінальній упаковці за температури 5–18 °С. При цьому мінімізувати перепади температур та запобігати замерзанню препарату.

**Кларіва 156, ТН.** Біонематоцид. Активна основа – бактерія *Pasteuria nishizawae* штам Pn1, титр препарату  $5 \cdot 10^{10}$  КУО/мл. Препаративна форма – концентрат, який тече.

Рекомендовано для передпосівної обробки насіння цукрового буряка проти нематод з нормою витрати 0,02 л/п.о.

### 9.1.3. Біофунгіциди на основі БАР

З біологічно активних речовин, продукованих мікроорганізмами, на практиці найширше застосовують антибіотики. В Україні дозволено до застосування в біологічному методі захисту рослин два антибіотики: трихоцетин та фітобактеріоміцин. Нині ведуть пошук антибіотиків немедичного призначення для захисту рослин. Великий інтерес становить також можливість одержання на основі мікробіологічного синтезу біологічно активних речовин, що діють як фунгіциди.

**Трихотецин.** Препарат являє собою білу, ледь кремову кристалічну речовину, погано розчинну у воді і добре – в органічних сполуках. Трихоцетин отримують промисловим способом у результаті глибинного вирощування гриба *Trichothecium roseum*. Антибіотик з культуральної рідини екстрагують за допомогою органічних розчинників, видаляючи домішки, і висушують.

Найвідоміша препаративна форма – 10 %-ний змочуваний порошок. Препарат слід зберігати в сухих приміщеннях при температурі від  $-20$  до  $30$  °С. Термін придатності – два роки. Трихотецин застосовують в основному проти борошнистої роси огірка в закритому ґрунті (2 кг/га), а також проти парші та плодової гнилі яблуні (0,1 – 0,15 кг/га).

**Фітобактеріоміцин (ФБМ).** Активною речовиною є антибіотик фітобактеріоміцин, що належить до стрептотрицинового ряду і продукується ґрунтовими актиноміцетами *Streptomyces griseus* або *Streptomyces lavendulae*, штам 696. ФБМ виробляють промисловим способом, що включає глибинне вирощування актиноміцету *Streptomyces lavendulae*. З культуральної рідини антибіотик адсорбують з подальшою елюцією, очищають від домішок та упарюють.

Фітобактеріоміцин – кремовий гігроскопічний аморфний порошок, добре розчинний у воді. Зберігають його в сухих

прохолодних приміщеннях. Термін зберігання – 1,5 року. Рекомендовано до застосування шляхом передпосівного обпудрювання насіння квасолі, сої та пшениці проти корневих гнилей та обробки кореневої системи розсади капусти проти бактеріозів.

**Фітолавін.** Активною речовиною в препараті є антибіотик фіто-бактеріоміцин. Препаративна форма – рідкий концентрат, що містить 32 г антибіотику в 1 л.

Препарат здатний проникати в тканини рослин і переміщатися по них. Антибіотична активність оброблених рослинних тканин зберігається тривалий час (від дев'яти до 38 діб).

Фітолавін рекомендовано до застосування на капусті – проти бактеріозів і чорної ніжки. Обробляють кореневу систему розсади перед висаджуванням у ґрунт в 0,2 %-ному розчині та обприскують рослини в період вегетації з нормою витрати 1,2–1,6 л/га.

**Нарцис.** Активною основою препарату є компоненти природного походження: хітозан – 50 % (отримують із панцирів крабів), янтарна кислота – 30 %, глютамінова кислота – 20 %.

Препаративна форма – водний розчин. При застосуванні проявляє рістстимулюючу, імуно-моделюючу, адаптогенну, фунгіцидну і нематоцидну дію.

Виробляють три форми препарату: Нарцис-К (замочують насіння овочевих і декоративних культур для підвищення росторегуляції і стимуляції імунітету в 0,25 %-ному розчині протягом 10–12 год); Нарцис-Н (обробляють кореневу систему рослин проти галових нематод і корневих гнилей, поливаючи ґрунт 0,25 %-ним розчином з розрахунку 0,15–0,4 л на рослину); Нарцис-В (обприскують рослини проти грибних хвороб 0,5 %-ним розчином).

**Фітоплазмін.** Біологічний бактерицид і фітоплазмоцид системної дії. Активна основа препарату – комплекс макролідних антибіотиків (Тилозин А, В, С, D) на основі ґрунтового актиноміцета *Streptomyces fradiae*. Препаративна форма – водорозчинний концентрат. Біопрепарат широкого спектра дії для захисту сільськогосподарських рослин від бактеріозів і фітоплазмозів. Єдиний препарат в Україні для захисту помідорів від столбура і бактеріальної вершинної гнилі, знижує рівень розвитку корневих гнилей. Має властивості стимулятора росту. Високоєфективний проти різних форм бактеріозів. Має тривалий

період захисної дії (не менше 3–4 тижнів), високу швидкість дії (12–24 год), короткий термін очікування (одна доба). Безпечний для людей і тварин. Не токсичний для ентомофагів і комах-запилювачів. Препарат не фітотоксичний у рекомендованих виробником нормах витрати.

Рекомендовано до використання на помідорах у відкритому і закритому ґрунті проти бактеріальних хвороб способом поливу рослин з нормою витрати 6,0–12,0 л/га та обприскування – 3,0–4,0 л/га.

#### 9.1.4. Біопрепарати комплексної дії (Біоінсектофунгіциди)

**Фітопсин.** Комплексний мікробіологічний біопрепарат, призначений для захисту сільськогосподарських рослин від грибних та бактеріальних хвороб, гусениць листогризух шкідників (листокруток, п'ядунів, вогнівок, совок, плодохерок тощо), шляхом передпосівної обробки насіння та обприскування вегетуючих рослин. Це фунгіцидно-інсектицидний препарат, що містить у своєму складі два штами бактерії *Pseudomonas aureofaciens*, а також біологічно активні речовини, які продукуються в процесі виробничого культивування.

Бактерії *Pseudomonas aureofaciens*, потрапляючи у ґрунт разом з обробленим насінням, активно заселяють ризосферу (кореневу систему) рослин і, живлячись корневими виділеннями, продукують ферменти й антибіотики, які пригнічують розвиток фітопатогенів. Під час обробки вегетуючих рослин чинять антимікробну, фунгіцидну та ентомопатогенну дію.

Бактерії *Pseudomonas aureofaciens* є продуцентами необхідних рослинам амінокислот, цитохромів та вітамінів. Живуть симбіотрофно на поверхні коріння, стимулюючи ріст і розвиток рослин, забезпечуючи прискорення проходження фаз їхнього розвитку, збільшення біомаси (у тому числі площі поверхні листя), зростання виходу продукції. За рахунок синтезу комплексу феназинових пігментів пригнічують розвиток збудників грибних та бактеріальних хвороб і захищають рослини від зараження при нанесенні на насіння перед сівбою, внесенні у ґрунт та обприскуванні листової поверхні. За рахунок синтезу



ентомопатогенного токсину захищають рослини від гусениць I–II віку, листокруток, п'ядунів, вогнівок, плодожерок, совок.

Препарат зберігають у герметичній тарі в сухому темному місці при температурі 4–6 °С. Термін зберігання – до 3 міс. з дати виготовлення.

Фітопсин застосовують способом перепосівної обробки насіння та обприскування рослин у період вегетації.

Передпосівна обробка насіннєвого матеріалу: зернові та зернобобові культури (фузаріозні та гельмінтоспоріозні кореневі гnilі) – 2–3 л/т; картопля (ризоктоніоз, парша, фітофтороз) – 2–3 л/т.

Обприскування рослин: зернові, зернобобові, цукровий буряк, соняшник (фузаріозні та гельмінтоспоріозні кореневі гnilі, борошниста роса, бура іржа, листкова плямистість, церкоспороз, сіра гnilь) 2–4 л/га; картопля, капуста, помідори (ризоктоніоз, фітофтороз, парша) – 2–4 л/га; виноград (мілдью, оїдіум, сіра гnilь) – 4 г/га; суниця (сіра гnilь) – 4 л/га; огірки відкритого і закритого ґрунту (фузаріозне в'янення, справжня і несправжня борошниста роса) – 3–5 л/га; плодові культури (моніліоз).

**Гаупсин.** Препаративна форма – культуральна рідина, що містить суміш двох штамів бактерії *Pseudomonas aureofaciens*, а також утворених у процесі виробничого культивування бактерій біологічно активних речовин (БАР). Титр препарату –  $10 \cdot 10^9$  бактеріальних клітин/мл. Препарат комплексної фунгіцидно-інсектицидної дії. Рекомендовано до застосування в садах, виноградниках, на овочевих і зернових культурах проти комплексу хвороб і шкідників способом передпосівної обробки насіння (3–4 л/т) та обприскувань рослин у період вегетації (4–6 л/га).

**Гаубсин.** Активна основа препарату – бактерії *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aureofaciens*. Препаративана форма – суспензія, титр препарату –  $4 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>.

Ефективний проти комплексу шкідників і хвороб на яблуні (яблунева плодожерка, попелиці, парша, борошниста роса). Застосовують для обприскування дерев у період вегетації з нормою витрати 10 л/га. Обприскування необхідно проводити через кожні 15 днів після цвітіння дерев.

**Біоксін.** Препарат виготовляють на основі двох штамів бактерії *Pseudomonas aureofaciens*. Чинить інсекто-фунгіцидну дію.

Препаративна форма – водний розчин. Титр препарату –  $5 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>.

Рекомендовано до застосування проти фітофторозу і бавовникової совки на помідорах способом обприскування з нормою витрати 8 л/га та на винограді проти комплексу хвороб (25 л/га).

**Спектрал Дуо.** Комплексний інсекто-фунгіцидний препарат на основі бактерій *Bacillus subtilis*. Препаративна форма – рідина з титром  $2,2 \cdot 10^{10}$  КУО/мл + Methyljasmonate, 0,16 % (PPPP).

Рекомендовано до застосування проти комплексу хвороб і шкідників кукурудзи, зернових культур і ріпака озимого способом передпосівної обробки насіння з нормою витрати – кукурудза – 2,5 л/т, зернові культури та ріпак – 1,6 л/т.

## 9.2. ВАКЦИНАЦІЯ РОСЛИН

Серед біологічних заходів захисту рослин від вірусів велике значення має спосіб вакцинації. Перші посилення на те, що ослаблені форми мікроорганізмів можуть запобігати захворюванню рослин високо вірулентними формами з'явилися ще на початку минулого століття, але і досі цей спосіб не знайшов широкого виробничого застосування.

Найбільшого поширення у виробництві набув захід захисної вакцинації розсади помідора проти хвороб, спричинених вірусом тютюнової мозаїки (ВТМ). Вакцинацію в основному проводять на сприйнятливих до ВТМ сортів і гібридів помідора. Упроваджують у виробництво і вакцинацію рослин огірка проти зеленої крапчастої мозаїки.

Суть вакцинації полягає в тому, що попередня обробка рослин авірулентними чи слабовірулентними штамами вірусу викликає підвищення стійкості до вірулентних штамів. При такій інокуляції розвивається латентна (безсимптомна) інфекція, іноді виявляють ледь помітні симптоми захворювання.

Вакцинація рослин принципово не відрізняється від вакцинації людей і тварин. В обох випадках організм набуває захисних властивостей, тобто імунітет до інфекції. Однак механізми імунітету у тварин і рослин різні. У перших у крові виробляються захисні антитіла, які подавляють збудника хвороби, у других ефект вакцинації базується на інтерференції вірусів: розмноження первісно уведеного вірусу перешкоджає

розмноженню патогенного штаму, що проникнув у рослину пізніше.

У вірусів інтерференцію спостерігають і між видами, і між різними штамами одного вірусу.

Ослаблені штами патогенів можна виділити з природних джерел чи отримати шляхом експериментального мутагенезу.

Механізм інтерференції штамів вірусів, що лежить в основі вакцинації, дотепер до кінця не з'ясовано, але можливість майже повного захисту вакцинованих рослин, наприклад томатів, від найшкідливіших захворювань – деформуючої мозаїки і некротичних уражень листків і плодів – нині не викликає сумнівів. Зокрема, урожай з вакцинованих рослин томата звичайно на 20–30 % вищий, ніж з невакцинованих, уражених вірусною хворобою. Успіху вдалося досягти при вакцинації не тільки томатів, але і картоплі. Для цього необхідно використовувати безвірусні бульби. У фазі двох справжніх листків проводять вакцинацію слабовірулентним штамом вірусу Х картоплі. На четвертий рік після зараження слабовірулентним штамом урожайність вакцинованої картоплі була на 40 % вищою, ніж в ураженого патогенним штамом (Романова, Рейфман, 1978).

Етапи технології вакцинації:

1) накопичення «вакцинного» штаму вірусу на сприйнятливих рослинах. Для цього використовують турецький тютюн, деякі сорти томата. Рослини інокулюють вакцинним штамом у фазі 4–6 справжніх листків і вирощують протягом 30–35 днів в умовах строгої ізоляції від випадкових джерел інфекції;

2) одержання вакцини. Листки рослин-накопичувачів зрізають і використовують для приготування препарату. Вакцинні препарати можуть бути представлені трьома формами: суха вакцина у вигляді засушених листків рослин-накопичувачів; сирі листки рослин-накопичувачів; очищені препарати самого вірусу. Ефективність цих форм приблизно однакова;

3) вакцинація. Однократно обприскують розсаду томатів у фазі сім'ядольних листків чи появи першого справжнього листка не пізніше ніж за три–чотири доби до пікіровки розсади. Рослини, які вакцинують, повинні бути вільні від вірулентних штамів ВТМ. Обприскування проводять різними обприскувачами з відстані 10–15 см. Як правило, робочі розчини вакцини із сухих листків готують з розрахунку 1 г листків на 1 л води; сік із сирих листків

розбавляють з розрахунку 2 мл соку на 1 л води. Ампули з очищеним препаратом розводять водою залежно від концентрації вірусу в препараті відповідно до інструкції. Для більшої ефективності вакцинації в розчин додають порошок карборунд № 20 з розрахунку 15 г/л. Оптимальна температура в теплиці під час і після обприскування протягом 2–3 діб – 18–25 °С . Основні запобіжні заходи повинні виключати випадкове внесення вірулентних штамів ВТМ у момент вакцинації.

Велике значення для успішної вакцинації має не форма вакцинного препарату, а його концентрація, тому слід строго дотримуватись рекомендації щодо застосування препарату. Приріст урожайності вакцинованих рослин у середньому становить 23 %.

Обмеження методу вакцинації пов'язані з небезпекою небажаних мутацій вакцинного штаму, складністю ефективної інокуляції авірулентною формою патогена, можливістю деякого зниження продуктивності рослин у результаті вакцинації, а також з певними технологічними труднощами.

Вірус зеленої крапчастої мозаїки огірка (ВЗКМО) регулярно уражує огірок у закритому ґрунті, розповсюджуючись із насінням, а в посадках – під час технологічних операцій. Залежно від патогенності штаму і термінів його поширення втрати врожаю від хвороби становлять від 20 до 45 %. Для зниження шкодочинності хвороби застосовують вакцинний препарат ВІРОГ-43, що містить слабопатогенний штам, що характеризується генетичною стабільністю (98 %).

Методика і техніка вакцинації така сама, що і помідора. Через 10–12 днів на вакцинованих рослинах огірка проявляється дуже слабка мозаїка, що пізніше зникає зовсім. У тканинах заражених рослин огірка вірус накопичується в менших концентраціях, ніж патогенні штами. Спостерігають зниження концентрації патогенних вірусів у 2–5 разів. Ефект вакцинації проявляється у більше ніж 80 % рослин, що зберігають безсимптомність до кінця вегетації. Оскільки вакцинація приводить до розвитку неспецифічного індукованого імунітету, помітно підвищується також стійкість рослин огірка до грибних захворювань.

### 9.3. АРОБІОЛОГІЧНИЙ СПОСІБ ЗАХИСТУ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР У ҐРУНТОВИХ ТЕПЛИЦЯХ ВІД МЕЛОЙДОГІНОЗУ

Деякі представники класу Nematoda, що належить до типу Nemathelminthes (Круглі черви), давно відомі як паразити багатьох видів вищих рослин. Окремі з них, зокрема представники родини Meloidogynidae, дуже небезпечні для овочевих культур закритого ґрунту. Вони спричиняють галоутворення на кореневій системі рослин і називаються галовими нематодами, а захворювання рослин, яке вони викликають – мелойдогінозом.

Протягом багатьох років вивчають можливість використання нехімічних засобів і заходів для зменшення шкодочинності галових нематод у закритому ґрунті. У підрозділі 9.1 описано біопрепарати, рекомендовані для захисту рослин від нематод – аверком і нематофагін. Досить ефективним заходом боротьби з галовими нематодами є агробіологічний захід з використанням ловильних культур. Ефективність такого прийому залежить насамперед від виду ловильної культури, яка повинна відповідати таким вимогам:

- бути привабливою для паразита;
- мати могутню, швидкорослу кореневу систему;
- мати насіння з високою схожістю;
- не бути токсичною для основної культури в післядії;
- не мати спільних з основною культурою інших шкідників і хвороб;
- бути тіньовитривалою;
- мати відносно велику вегетативну масу для більшого ефекту як сидерат;
- мати інші позитивні властивості щодо до основної культури.

Тривалість періоду вегетації ловильної культури в закритому ґрунті цілком залежить від температури ґрунту, яка визначає і строки розвитку галових нематод.

Експериментально встановлено, що сума середньодобових температур за період вегетації ловильних культур не повинна перевищувати  $320 \pm 10^\circ \text{C}$ . За цей період галові нематоди проходять розвиток від яйця та личинок другого віку до личинок третього–четвертого віку, які втрачають здатність рухатися і змушені загинути одночасно із знищенням ловильної культури.

Запізнення із збиранням ловильної культури на три–шість діб дозволить паразиту досягти статевої зрілості і розпочати відкладання яєць, що призведе до різкого збільшення його чисельності.

Орієнтовні допустимі терміни вегетації ловильної культури залежно від середньодобової температури ґрунту встановлено експериментальним шляхом і наведено у табл. 9.1.

*Таблиця 9.1*

**Тривалість періоду вегетації ловильної культури залежно від середньодобової температури ґрунту**

Середньодобова температура ґрунту, °С	Допустимий період вегетації ловильної культури, діб
15	21
16	20
17	19
18	18
19	17
20	16
21	15
22	14
23	14
24	13
25 і більше	12

При вирощуванні ловильної культури температуру ґрунту бажано підтримувати на рівні не нижче за 20 °С, оскільки при нижчих температурах відродження личинок з яєць затримується, що зменшує ефективність прийому.

Як відомо з літературних джерел і наших досліджень, найприйнятнішою ловильною культурою є горох. Ця культура відповідає всім вимогам, указаним вище. Також горох є дуже цінною сидеральною культурою, а одним з елементів рекомендованого прийому є саме сидерація. Заорювання ловильної культури як зеленого добрива слугує також важливим елементом чергування культур у специфічних умовах закритого ґрунту. Сидерацію в умовах закритого ґрунту можна використовувати як ланку плодозміни, що позитивно впливатиме на агробіологічні властивості ґрунту.

Сидерати заорюють на глибину 15–20 см за допомогою фрези, плуга. У ході виконання цього агроприйому необхідно рівномірно переміщувати з ґрунтом подрібнені рослинні рештки.

В умовах теплиць ловильні культури можна використовувати і в зимовий, і в літній періоди. Насіння ловильної культури висівають після очищення теплиць від рослинних решток основної культури в ґрунт, підготовлений відповідно до прийнятої в господарстві технології. Насіння можна сіяти за допомогою сівалки або вручну, загортаючи його граблями. Норма висіву насіння гороху становить 200 г/м<sup>2</sup>. Для захисту проростків від підсихання проводять рясний полив ґрунту. Після проростання насіння ґрунт поливають за необхідності.

Оскільки під час вирощування ловильної культури як зеленого добрива всі мінеральні речовини залишаються в ґрунті, основне внесення добрив здійснюють перед посівом ловильної культури. Під час вегетації гороху рослини регулярно поливають водою та знищують бур'яни.

Середньодобову температуру ґрунту фіксують після появи сходів гороху і використовують ці дані для коригування показника середньодобової температури ґрунту. Літературні джерела свідчать, що від середньодобових температур ґрунту залежить термін вегетації ловильних рослин. Чим вища середньодобова температура ґрунту, тим коротший період вегетації ловильних рослин. Галові нематоди можуть розвиватися і за нижчих температур ґрунту (менше 20 °С), але при цьому відродження личинок гальмується, що негативно впливає на ефективність заходу.

Це пояснюють тим, що за наявності у ґрунті кореневої системи відповідної культури корневих віділень і достатньої кількості вологи в поверхневому шарі ґрунту личинки нематод, які перебувають у стані спокою, відновлюють розвиток, піднімаються з нижніх шарів ґрунту та починають активне живлення на кореневій системі ловильної культури. За цих умов у яйцях нематод, які були в стані спокою, відбувається ембріональний розвиток. При температурах ґрунту в межах 20–30 °С він триває близько двох тижнів.

Таким чином, у період вегетації ловильної культури (гороху) інвазійні личинки галових нематод проникають у кореневу систему рослин і до видалення рослин з теплиці досягають третього–четвертого віку. При видаленні рослин гороху з теплиці вони гинуть разом з рослинами. А личинки нематод, які відродилися з яєць (другий вік), не досягають зони кореневої системи і

залишаються у ґрунті, що і спричиняє тимчасове збільшення в ньому кількості личинок галових нематод. Ці личинки за відсутності кормових рослин гинуть протягом 10–12 діб. Через два тижні після видалення рослин з теплиці можна повторно сіяти горох.

### Запитання для самоперевірки

1. Назвіть біофунгіциди на основі грибів роду *Trichoderma*.
2. Охарактеризуйте механізм дії препарату Триходермін на збудників корневих гнилей огірка.
3. Охарактеризуйте препарат Хетомік.
4. Назвіть бактеріальні біофунгіциди.
5. На основі якого мікроорганізму виготовляють біопрепарат Фітодоктор і проти яких хвороб і на яких культурах його застосовують?
6. Охарактеризуйте біофунгіциди на основі БАР.
7. Охарактеризуйте біологічні препарати комплексної дії.
8. Поясніть суть вакцинації рослин від вірусної інфекції.
9. На яких культурах і проти яких хвороб проводять вакцинацію рослин?
10. Проти яких збудників хвороб і на яких культурах застосовують агробіологічний спосіб захисту рослин?



## 10. БІОЛОГІЧНІ ЗАСОБИ БОРОТЬБИ З БУР'ЯНАМИ

### 10.1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Розвиток біологічних способів боротьби з бур'янистими рослинами в країнах Європи відрізняється від традиційного напрямку цього методу, успіхи якого пов'язують з використанням іноземних фітофагів для пригнічення заносних бур'янів у різних районах американського континенту, Австралії, Африці чи на островах Океанії.

Отримані результати змусили звернути увагу на величезні потенційні можливості використання фітофагів для контролю чисельності небажаних рослин.

Способи біологічної боротьби з бур'янами можна успішно розробляти тільки за умови постійного обміну корисними фітофагами між регіонами світу.

Першу спробу використати переселення місцевих фітофагів у Західній Європі зробили в Англії (Baker, Blackman, Claridge, 1972) з листоїдом *Haltica carduorum* Guerin. для боротьби із *Cirsium arvense* (L.) Scop. Цього палеарктичного листоїда успішно застосовують для боротьби з будяком у Канаді.

У цілому для європейських країн перспективний розвиток напрямку біологічного контролю заносної флори, насамперед американського походження. Американські бур'яни давно привезені європейцями, але до останнього часу на них не звертали особливої уваги. В останні роки американські рослини стали швидко поширюватися по території Євразії. З усіх заносних рослин вони найнебезпечніші, нерідко вони раптово і дуже швидко розселяються по окремих районах. У цьому разі інтродукція природних ворогів з батьківщини бур'яну є найбажанішою умовою контролю його розмноження.

У літературі трапляються матеріали про найрізноманітніші спроби природного контролю бур'янистих рослин. Причина такого різного підходу пов'язана з відсутністю теоретичних узагальнень розвитку цього методу. Деякі дослідники вважають, що до цього методу належать такі агротехнічні прийоми, як конкуренція культурних рослин і бур'янистих компонентів агрофітоценозу чи здатність ґрунту самоочищатися від бур'янистих зачатків, а також алелопатія в агрофітоценозі. Більшість учених наполягають на тому,

що основна особливість біологічного методу боротьби з бур'янами – використання специфічних природних ворогів бур'янистих рослин з різних груп організмів – від бактерій до членистоногих.

Нерідко до біологічного контролю бур'янів включають приклади практичного застосування багатоїдних видів, насамперед риб і навіть великих хребетних тварин. Багатоїдні види знищують рослинність без певного вибору, їх можна використовувати тільки для очищення водойм.

Загальний методичний принцип біологічного контролю бур'янів (при виборі тільки специфічних фітофагів) — запобігання можливості переходу фітофагів на інші рослини, особливо культурні.

Інший методичний прийом полягає в спрямованості цієї боротьби проти екологічних груп заносних бур'янів, які є вільною екологічною нішею для специфічних фітофагів. Нерідко вважають, що специфічних фітофагів можна використовувати для пригнічення будь-яких бур'янів. Однак боротьба з аборигенними бур'янами – найважчий розділ біометоду, і у виняткових випадках, наприклад при застосуванні фітомізи, може бути успішним. При внутрішньоареальній колонізації фітофага дуже складно регулювати ланки консорцій бур'яну, тому після розселення біологічного агента підуть його природні вороги – паразити і хвороби. Під час колонізації грибів неминучі труднощі пов'язані зі стійкістю рослин і можливістю втрати патогенного штаму на природному тлі.

До таких спроб визначити регулюючу роль місцевих фітофагів належить більшість праць, де вся інформація обмежується поверхневою констатацією пошкоджуваності бур'яну. Наприклад, є дані, що личинки *Tephritis hendeliana* Her. знищують насіння бур'яну *Carduus sp.*, але регулювального значення в осередках бур'яну цей вид не має. Відомо, що щитоноски *Hypocassida subferruginea* Schrank. на в'юнку польовому і *Cassida rubiginosa* Mull на осоті рожевому, об'їдаючи листя, сприяють загибелі 60–80 % надземної маси бур'янів. На значній частині ареалу цих рослин чисельність щитоносок може бути дуже високою, однак їхню депресію, що настає після цього, викликають специфічні паразити, насамперед хальцид. Тому колонізація щитоносок у межах їхнього ареалу поки що майже неможлива. Однак у періоди наростання чисельності щитоносок слід обмежити застосування гербіцидів.

До біологічного методу відносять і сучасні дослідження з використання метаболітів мікроорганізмів, що мають гербіцидні

властивості. Однак культуральні рідини бактерій виявляються токсичними і для бур'янів, і для культурних рослин. Механізм дії одержуваних препараів і методи їхнього використання ближчі до способів застосування гербіцидів.

## 10.2. ФІТОМІЗА ВОВЧКОВА

Фітоміза вовчкова — *Phytomyza orobanchia* – належить до родини Agromyzidae, ряду Diptera. У фазі личинки всі агромізиди фітофаги, личинки яких мінують листя рослин. Деякі види живляться іншими частинами рослин, у тому числі квітками, суцвіттями чи прогризають ходи в стеблах трав'янистих рослин. До них належать паразити паразитних рослин чи паразити другого порядку, пов'язані біологічно і трофічно з відомими квітковими паразитами із родин Cuscutaceae і Orobanchaceae. Це види – *Melanagromyza cuscutae* Put. і *Phytomyza orobanchia*. Найбільшу популярність здобув спеціалізований фітофаг – паразит вовчка *Phytomyza orobanchia*.

Доросла фітоміза попелясто-сірого кольору (додаток., рис. 82). Груді і черевце зверху і знизу чорні. Лицьова частина голови жовта, задня поверхня голови (потилиця) і пляма між очима темного кольору. Ноги чорні, гомілки жовті. Черевце збоку світло-жовтувате. Задній край сегментів має жовту облямівку. Яйцеклад блискучо-чорний. Загальна довжина тіла 3–3,5 мм. Розміри фітомізи в окремі фази розвитку змінюються залежно від виду вовчка, на якому вона розвивалася. Вусики червонясто-жовті, короткі, булавоподібні, із щетинкою на кінці, сидять у неглибоких ямках, що досягають країв рота. Третій членик вусиків прямокутний, із щетинкою на спинній поверхні. Хоботок короткий, щупальця на кінці не розширені. Голова, груді і щиток укріті великими і дрібними щетинками і короткими волосками. Крила трохи димчасті; їхня довжина – 2–3 мм. Черевце шестичленикове; сьомий, восьмий і дев'ятий членики утворюють придатки яйцеклада. На поверхні восьмого і дев'ятого членика є зубці для просвердлювання субстрату під час відкладання яєць. У самки черевце товстіше й округліше. Під час розвитку яєць черевце дуже розтягується, тому складки між сегментами згладжуються. У самця черевце тонше і на сьомому сегменті знизу розташований статевий отвір. Загальна довжина тіла коливається від 2,25 до 2,75 мм у європейських популяцій і від 3,0 до 3,5 мм – у середньоазіатських.

Яйце мале, овальне, з тупозакругленими полюсами, світло-жовте, майже безбарвне, 0,36–0,40 мм завдовжки. Хоріон тонкий, прозорий, через нього видно спочатку зернистий вміст, а пізніше – личинку, яка відроджується через 1,5–2,0 дня.

Личинка восково-біла, гола, біловодяниста. Її тіло складається з 12 сегментів. На кожному сегменті у вигляді пояска розташовано чотири–шість рядків шипиків. Довжина тіла личинки, що завершила роз-виток, 3–4 мм.

Лялечка фітомізи молочно-білого кольору, у несправжньому коконі (пупарії), що утворюється після закінчення личинкового розвитку з останньої личинної шкурки. Пупарії червонясто-бурого кольору з двома стигмальними відростками на передньому і задньому кінцях. Несправжній кокон бочонкоподібної форми; на його сегментах є тонкі і короткі шипики і трохи товщі, штриховані опуклості. Через затверділі покриви видно розпластаний роговий скелет у вигляді якоря, а пізніше – сформовану лялечку із зачатками крил та ніг, довжина пупарія – 3–3,5 мм.

Паразитичний спосіб життя фітомізи вплинув на її морфологію і поведінку.

Зимує лялечка в пупарії на рештках вовчка у ґрунті. Імаго, яке сформувалось навесні при середньодобовій температурі повітря вище 20 °С, піднімає кришечку пупарія і розриває епідерміс натискуванням лобового міхура. При інтенсивному зараженні все стебло виявляється в розривах, через які легко проникає гриб *Fusarium orobanches* Jatz.– збудник фузаріозу вовчка.

Імаго, що вилітає з пупарія, статевозріле. Після нетривалого додаткового живлення починає спарювання, що може тривати в однієї пари до 30–40 хв. Один самець може багаторазово спаровуватися, запліднюючи п'ять–шість самок.

Відкладання запліднених яєць починається з першого дня вильоту. Фітоміза відкладає яйця переважно на бутони і квітки вовчка. У незначній кількості вони трапляються також у квітковій лусочці і на стеблі. За допомогою складно влаштованого яйцекладного комплексу фітоміза надрізає епідерміс, унаслідок чого утворюється камера, у яку вона відкладає одне яйце. Воно розташоване так, що личинка, яка відроджується, повернена ротовим кінцем уперед, відразу проробляє хід у віночку і проникає в насінневу коробочку. Тут, живлячись недоспілим насінням вовчка, вона

проходить усі три віки і заляльковується. Нерідко в одній коробочці розвивається п'ять-шість і більше личинок.

Одна самка фітомізи може відкласти до 200 яєць. Терміни розвитку фітомізи і вовчка синхронні. Тривалість її льоту в різних ґрунтово-кліматичних умовах неоднакова. В Україні початок льоту настає в третій декаді травня, найінтенсивніший літ триває із середини червня до середини серпня. Розвиток трьох поколінь фітомізи триває 3,5 міс.

Личинки живляться незрілим насінням вовчка, знищують або пошкоджують його, від чого насіння втрачає схожість. Закінчивши розвиток, частина личинок заляльковується в насіннєвій коробочці. У цьому разі вони перед лялькуванням прогризають отвір у стулці коробочки, залишаючи лише плівчасту (зовнішню) стінку, яку легко розривають мушки перед вильотом. Основна частина личинок наприкінці свого розвитку прогризає зав'язь біля основи, просувається по стеблу, мінує його, живиться його тканиною; до періоду лялькування вони проникають під епідерміс. Тривалість личинкового періоду залежно від кліматичних умов – 14–20 днів. В останній декаді липня і в серпні личинки фітомізи з'являються в значній кількості під епідермісом стебла і в м'ясистих тканинах підземної частини вовчка, де виточують неправильні ходи, наповнюючи їх бурю червоточиною. У сезони з високою температурою більшість лялечок фітомізи локалізується в нижній надземній частині, у кореновому потовщенні. Як джерело додаткового живлення фітоміза використовує квітки вовчка і рослини-хазяїна, висмоктуючи нектар. Без додаткової їжі і води тривалість життя імаго в лабораторних умовах коротка, усього три дні, а в разі підгодівлі – до 24 і більше днів. У природних умовах самки фітомізи живуть п'ять-шість тижнів, самці трохи менше.

Для розвитку одного покоління гербіфага потрібна сума ефективних температур у середньому 375 °С. Тривалість усього циклу розвитку фітомізи залежно від температурних умов – 18–36 днів.

Для фітомізи властивий високий ступінь пристосованості і до хазяїна, і до умов зовнішнього середовища, завдяки чому вона може накопичуватися в кількості, достатній для запобігання масовому розмноженню вовчка.

В агробіоценозах лялечок фітомізи всіх поколінь знищують у результаті багаторазових культивацій, поливів, особливо багато гербіфага гине восени під час зяблевої оранки. Серйозним чинником,

який знижує ефективність фітомізи, є її ентомофаги – паразити і хижаки.

Муху фітомізу для біологічного контролю бур'янів роду *Orobanch* застосовують з 1962 р. Безсумнівні успіхи використання фітомізи були насамперед у Середній Азії, хоча досить ефективний цей гербіфаг і в Україні. Цьому сприяють такі причини:

1) висока початкова щільність бур'яну в місцях колонізації фітофага;

2) насичення агроценозу природною популяцією фітомізи, що розвивається протягом сезону в декількох поколіннях;

3) низький рівень зараження фітомізи паразитичними перетинчастокрилими.

Вважають, що застосування фітомізи дозволяє за кілька років знизити ураженість посівів заразиною до господарсько невідчутного рівня.

Особливо позитивна роль розселення фітомізи в агроценозах, де зимуючі пупарії регулярно знищують під час обробки ґрунту, а запас насіння вовчка зберігається на полях.

Застосування фітомізи як біологічного засобу боротьби з вовчком дозволяє знизити зараженість посівів сільськогосподарських культур, у першу чергу соняшнику, вовчком, скоротити його чисельність до господарсько невідчутного рівня.

В умовах агробіоценозу тільки незначною мірою реалізуються потенційні можливості фітомізи як біологічного регулятора розмноження вовчка. Підвищують контролюючу роль фітомізи для біологічної боротьби з вовчком, використовуючи її природні запаси і лабораторно її розмножуючи; підвищуючи її ефективність унаслідок усунення негативних для неї чинників, що діють в агробіоценозах у зв'язку з культурою вирощування рослин-хазяїнів вовчка.

Природні запаси фітомізи формуються за рахунок вовчка на дикорослих рослинах цілинних і перелогових ділянок і на посівах; фітоміза трапляється всюди, де поширений вовчок. Остання генерація фітомізи, що розвивається восени при температурі нижче від 20 °С, утворює діапаузуючих лялечок, які і зимують. Локалізуються зимуючі лялечки в стеблах вовчка під епідермісом і в прикореневих потовщеннях паразита; частина лялечок зимує в насінневих коробочках.

Заготівлю природної популяції фітомізи слід починати в кінці вересня – на початку жовтня перед підготовкою полів до оранки. Потрібно збирати всохлі стебла і насінні коробочки вовчка, які заповнені діапаузуючими лялечками, а також квітконоси вовчка, де трапляються не лише лялечки, а й личинки фітомізи різного віку (при низьких осінніх температурах і перших заморозках ці личинки гинуть, але за сприятливих умов зберігання вони закінчують свій розвиток і перетворюються на лялечку). Висмикуючи стебла необхідно обережно витягати підземну частину разом із землею, не струшуючи її, щоб не втратити лялечок, зосереджених у прикореневій частині. Зібрані стебла вовчка складають у плоскі рихлі валки під відкритим наметом, де їх підсушують і потім нещільно укладають у паперові мішки. Мішки тримають протягом зими в сховищі: слабоосвітленому, добре провітрюваному, сухому, закритому приміщенні з цементованою підлогою, де можна підтримувати температуру не вище за 6–7 °С і вологість повітря не вище 55–60 %.

Мішки з лялечками фітомізи підвішують у сховищі на стелажі або поміщають на полиці на відстані від підлоги не нижче ніж 0,5 м. Щоб запобігти розтаскуванню лялечок мурахами та іншими хижими комахами, стіни, а також стійки стелажів або полиць обмазують смолою (смуга шириною 10 см).

Фітоміза, як і її кормова рослина – вовчок, добре розмножується в лабораторних умовах. У теплиці розмноження фітомізи можливе на вовчку, що розвивається на картоплі, огірках і помідорах. Для вирощування вовчка в лабораторних умовах влітку і восени на рослинах-хазяїнах збирають насіння вовчка в міру їх дозрівання. Для повнішого і швидшого проростання, виділене з насінних коробочок насіння вовчка поміщають у чашки Петрі на фільтрувальний папір, де його протягом 3–4 діб змочують водою. Одночасно з висаджуванням розсади рослини-хазяїна насіння вовчка висівають у ґрунт на глибину 1,5–2 см. Приблизно через 12–14 днів насіння проростає, а ще через 6–8 днів квітконоси виходять на поверхню. Зараження рослин-хазяїнів проводять з розрахунку 25–30 насінин на рослину. За умови температури в приміщенні і ґрунті 24–28 °С квітучий вовчок з'являється через 24–29 днів.

Для підготовки фітомізи до лабораторного розмноження зібраних у природі лялечок гербіфага розміщують у пробірки по 100 штук у кожній і утримують при температурі 23–25 °С і

вологості 60–65 %. Імаго фітомізи, що вилітають із лялечок, підгодовують 20 %-ним цукровим сиропом. Парування фітомізи відбувається в пробірках. У цей час їх переселяють у теплицю, де вже є квітучі рослини вовчка. Пробірки відкривають, і мушки поступово перелітають на квітки, де відкладають яйця.

У польових умовах цвітіння вовчка починається, коли температура ґрунту досягає 20 °С, а середньодобова температура повітря – 22–23 °С. Розселяють фітомізу на посіви соняшнику з розрахунку на 1 га: 500 лялечок (при 1–2-бальному зараженні плантацій) і 1000 лялечок (при 3–4-бальному зараженні).

Фітомізу на посіви можна розселити двома способами. Перший спосіб: сухі стебла вовчка з діапаузуючими лялечками фітомізи поміщають у паперові мішки, а в районах, де влітку часто випадають дощі, – у мішки з поліетиленової плівки. Заповнені мішки підвішують на деревах або спеціально забитих кілочках на висоті 60–80 см від поверхні ґрунту з розрахунку 1 мішок на 1 га; щоб мішки не зірвало вітром, їх закріплюють біля верхнього кінця і біля основи. На висоті 2/3 мішка по серединній лінії трьома надрізами вирізують прямокутне віконце шириною 8 см і висотою 10 см. Отриманий при цьому клапоть паперу загинають у бік нижньої основи прямокутника, утворюючи майданчик, на який наносять тонкий шар 20 %-ного розчину цукру або меду. Мушки, які вилетіли з лялечок, живляться сиропом. Незабаром спарюються і починають відкладати яйця на квітучі рослини вовчка.

Розвішені мішки з лялечками потрібно обов'язково зберігати до осені; у кінці вересня мішки із залишками стебел і насінних коробочок вовчка спалюють.

Другий спосіб застосування фітомізи полягає у використанні спеціальної будки-фітомізарія, що вміщує біологічний матеріал, достатній для розселення фітомізи на 25–30 га плантацій.

Використання фітомізи як біологічного засобу боротьби з вовчком на посівах соняшнику дозволяє знизити ураженість посівів вовчком до господарсько невідчутного мінімуму за три–чотири роки.

Біологічну ефективність застосування фітомізи можна визначити двома способами:

1) шляхом порівняння процента знищених личинками мухи насінневих коробочок вовчка на ділянках, де застосовували гербіфаг, і на контрольній;



2) порівнянням «запасу» насіння вовчка в орному шарі ґрунту на обох ділянках до і після застосування гербіфага.

Вплив фітомізи на насінневу продуктивність вовчка обліковують у кінці сезону, коли гербіфаг уже перебуває в діапаузі. Дослідне і контрольне поля повинні бути віддалені одне від одного на відстань не менше ніж 3 км. Бажано, щоб вони були близькими за чисельністю вовчка і сортовим складом культури-хазяїна та агротехнікою. Проби вовчка з 1 м<sup>2</sup> відбирають по діагоналі поля у 20 місцях. На кожній обліковій ділянці (1 м<sup>2</sup>) підраховують кількість рослин хазяїна і вовчка. Рослини вовчка акуратно, щоб не пошкодити прикореневе потовщення, викопують і кожну пробу кладуть у поліетиленовий пакет разом з відповідною етикеткою, у якій указують дату обліку, номер проби, місце взяття проби, кількість рослин хазяїна і паразита.

У лабораторії ретельно аналізують проби, проводячи розтин усіх органів, обліковуючи всі стадії розвитку фітомізи (личинки, пупарії, екзувії). Для визначення процента знищеного насіння кожну коробочку розтинають і візуально визначають ступінь пошкодженості насіння за категоріями:

- а – насіння не пошкоджене;
- б – пошкоджене частково;
- в – пошкоджене повністю, але в коробочці є оболонки насіння;
- г – насіння з'їдене повністю.

Біологічну ефективність (Е) визначають за формулою:

$$E = \frac{0,56 + в + г}{а + б + в + г} \cdot 100,$$

де Е – біологічна ефективність фітомізи, %;

а, б, в, г – кількість насінневих коробочок відповідних категорій, шт.

За наведеною вище формулою можна визначити ефективність діяльності і розселеної фітомізи, і природної популяції гербіфага.

Кінцевою метою застосування гербіфага є зменшення кількості насіння вовчка ґрунті. Тому об'єктивнішу оцінку діяльності фітомізи можна отримати за динамікою насіння вовчка в ґрунті.

Кількість насіння вовчка визначають методом відмивання з малих ґрунтових проб у важкій рідині – 20 %-ному водному розчині кухонної солі.

### 10.3. АМБРОЗІЄВИЙ ЛИСТОЇД

На особливу увагу в Україні заслуговує проблема біологічної боротьби з амброзією полинолистною (*Ambrosia artemisiifolia*), яка засмічує орні землі, пасовища, узбіччя доріг тощо. Це карантинний бур'ян, який потрапив до нас з Американського континенту. Крім сільськогосподарського негативного значення, ця рослина має і негативне медичне значення. Пилок її квіток спричиняє в багатьох людей досить тяжкі алергічні захворювання. А цвіте амброзія дуже довго і пилок її квіток вітер розносить на дуже великі відстані.

У Північній Америці виявлено близько 500 видів природних ворогів амброзії. Це комахи, кліщі, а також гриби-фітопатогени. Багатьох з них вивчали з метою інтродукції та акліматизації в інші регіони світу, зокрема в Україну. Найбільш перспективним з погляду цього виявився жук амброзієвий листоїд (*Zigogramma suturalis* F. ). Цього жука, завезеного з Північної Америки О.В. Ковальовим у 1978 р., розселено в 16 областях колишнього СРСР, у тому числі і на півдні України.

Кормова специфічність амброзієвого листоїда надзвичайно чітка. Личинки і жуки живляться виключно рослинами амброзії. Гербіфаг здатен активно розселятися і зберігатися в агроценозах. Це зумовлено міцністю хітинового покриву жуків під час проведення різних агрозаходів. Велике значення в цьому відіграє і відсутність спеціалізованих ентомофагів у листоїда. Багатоїдні хижаки не нападають на жуків листоїда, оскільки його гемолімфа отруйна для хижих комах і птахів.

Амброзієвий листоїд зовнішнім виглядом подібний до колорадського жука, але значно менший за розмірами (додаток, рис. 83). Зимують запліднені жуки на глибині орного шару ґрунту. Їхній масовий вихід їх на поверхню ґрунту відбувається на початку травня. Жуки живляться сходами і проростками амброзії. У кінці травня починається масове виплодження личинок, які також живляться на амброзії. Середня чисельність личинок в осередках амброзії досягає 900 шт./м<sup>2</sup>. За вегетаційний період гербіфаг розвивається у двох поколіннях.

У процесі досліджень з розселення амброзієвого листоїда було виявлено невідоме раніше явище – формування стійкої хвилі комах, що рухається без змін у формі з постійною швидкістю. Цю хвилю названо уєдиненою популяційною хвилею (УПХ). Для неї характерна незвичайна гранична концентрація у вузькій смузі (до 5000 особин/м<sup>2</sup>), при цьому ширина хвилі залишається постійною – у межах кількох метрів. У результаті руху хвилі забур'яненням полем після неї залишається простір, чистий від амброзії.

У зв'язку з успішною акліматизацією амброзієвого листоїда в багатьох регіонах СНД очікують подальшого його поширення по всьому ареалу амброзії.

### **10.3. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГРИБНИХ ПРЕПАРАТІВ ПРОТИ БУР'ЯНІВ**

Одним з напрямів біологічного захисту сільськогосподарських культур від бур'янів є використання фітопатогенних грибів як мікогербіцидів. До них висувають певні вимоги: вони мають бути генетично стабільними, високоспецифічними, легко і швидко розмно-жуватися, мати високу споруючу здатність і короткий інкубаційний період, стабільно забезпечувати зараження і перезараження бур'янів у широкому діапазоні умов зовнішнього середовища. За кордоном накопичено достатній досвід використання мікогербіцидів проти різних бур'янів, створено ряд біопрепаратів для боротьби з окремими бур'янами. У нашій країні цей напрям поки що перебуває на стадії наукових розробок. Ефективність використання мікогербіцидів може бути дуже високою. Зокрема, в Австралії у боротьбі з хондрилою (*Chondrilla juncea*) високу ефективність показав збудник іржі *Puccinia chondrillina* But. et Syd., інтродукований з Італії. У перший же рік застосування цього патогена за 7 міс. зафіксовано 12 генерацій, він поширився на площі 320 км<sup>2</sup>, а річний дохід від його застосування становив 18 млн дол. Відомо багато видів іржастих грибів, високовірулентних відносно різних видів бур'янів. Наприклад, *P. croptili* Syd., *P. jaceae* Otth. уражують пирій повзучий, *P. carduorum* – чортополох Термера, *P. expansa* – хрестовик альпійський та ін. Уражений іржастим грибом бур'ян, навіть продовжуючи вегетувати, через зниження конкурентоспроможності майже не проявляє шкідливої дії на культурні рослини.

У деяких країнах створено і застосовують такі мікогербіциди.

**Коллего** – біопрепарат виробництва США. Порошок, що змочується, містить 15 % життєздатних спор гриба *Penz.* і 85 % – наповнювача. Використовують проти однорічного бур'яну – горця берізки. Ефективність досягає 95 %.

**Девин** – біопрепарат виробництва фірми «Аббот» (США). Містить спори гриба *Phytophthora palmivora* Butl. Уражає стебла і корені бур'яну моррени, паразитуючого на цитрусових деревах. Препарат вносять у ґрунт, дія зберігається протягом двох років. Через два тижні після застосування Девина гине близько 60 % моррени, до кінця вегетації – більше 90 %.

**Лубао** (Китай) і **Біомал** (США) – мікогербіциди на основі *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. Використовують на посівах сої та інших культур проти повитиці. Ефективність у середньому становить 85 %.

**Біалофос** – японський біопрепарат на основі метаболітів актиноміцета *Streptomyces hydrosporicus*. Пройшов випробування в Росії. Його застосовують проти амброзії полинолистної у фазі наявності в бур'яну 6–8 листків. При використанні препарату в дозі 0,25–0,5 кг д.р./га спостерігають загибель 55–78 % бур'яну.

В Україні виявлено різні захворювання бур'янистих рослин, найчастіше трапляються рамуляріоз, церкоспороз, септоріаз, альтернаріоз. Церкоспороз зафіксовано на осоті польовому, марі, берізці польовій та ін. У пригніченні повитиці показано перспективу використання збудників альтернаріозу. У мікофлорі амброзії полинолистної виявлено близько 20 видів грибів з родів *Alternaria*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Russinia* та ін. Під час розробки біологічного методу боротьби з вовчками на овочевих культурах випробували штами гриба *Fusarium oxysporum* f. *orobanchus*, виділено з бур'янів у різних районах. Штам, виділений у Криму, викликав захворювання 48 % рослин, а виділений у Кіровоградській області – 20 %.

Дослідження в цьому напрямі тривають.

**Запитання для самоперевірки**

1. Охарактеризуйте сучасні наукові підходи до використання біологічних агентів у боротьбі з бур'янами.
2. Охарактеризуйте морфологію та особливості розвитку фітомізи вовчкової.
3. Дайте характеристику способам накопичення і практичного застосування фітомізи.
4. Охарактеризуйте таксономію, морфологію та особливості розвитку амброзійового листоїда.
5. Назвіть перспективи використання мікогербіцидів проти бур'янів.

## 11. ГЕНЕТИЧНИЙ МЕТОД БОРОТЬБИ ЗІ ШКІДНИКАМИ РОСЛИН

За визначенням, прийнятим у 1964 р. Всесвітньою організацією охорони здоров'я, *генетичний метод* – це використання таких способів обробки комах, які можуть пригнічувати потенціал розмноження шкідників шляхом зміни або заміщення генетичного матеріалу. Ці способи відносять до біологічного захисту рослин, оскільки для зменшення популяції шкідників використовують живі організми. Генетичний метод інакше називають *автоцидним*. Ця назва зумовлена тим, що людина примушує комах знищувати свій власний вид. Для цього в частини популяції штучно послабляють здатність до розмноження і випускають таких особин у природну популяцію. Автоцидний метод існує в природі як принцип внутрішньовидової несумісності. Наприклад, при схрещуванні особин одного виду, але з різних географічних зон, потомство може не утворюватися. Різним варіантам генетичного методу пригнічення шкідників відповідає розселення в природні популяції комах, які несуть різні мутації.

**Розселення стерильних самців з домінантними летальними мутаціями.** На початку ХХ ст. було виявлено, що високі дози рентгенівського опромінення вбивають комах, тоді як низькі лише зменшують їхню репродуктивну здатність. У 1926 р. американський учений Меллер продемонстрував зміни в спадкових властивостях окремих видів комах під дією рентгенівських променів. Він довів, що при певних дозах опромінення можна домогтися припинення впорядкованого ділення хромосом у яйцеклітинах і сперматозоїдах, тоді як інші процеси життєдіяльності опромінених особин залишаються непорушеними (пошук партнерів і спаровування). Подібні зміни назвали домінантними летальними мутаціями. Можливість зниження репродуктивного потенціалу популяцій шкідливих комах уперше обґрунтував у 1940 р. генетик А.С. Серебровський. Він указав на можливість уведення особин, які мають транслокації (перебудови) хромосом, у природні популяції для зниження чисельності шкідників. Цю ідею втілили тільки через декілька років. У 1952 р. на невеликому острові Санибел (США), а в 1955 р. у збільшених масштабах на острові Кюрасао здійснили програму з пригнічення чисельності м'ясної мухи генетичним методом. Опромінених

стерильних самців розселяли в природних популяціях комах. Самиці природних популяцій після спаровування із стерильними самцями відкладали нежиттєздатні яйця. Згодом число стерильних особин щодо нормальних зростало, що призводило до вимирання популяції.

Цей приклад успішного використання генетичного методу належить до індукованої стерильності комах. Шляхом радіоактивного опромінення особин або обробки їх спеціальними хімічними речовинами отримують ефект стерильності (променева і хімічна стерилізація), тобто розселені самці містять у геномі домінантні летальні мутації.

**Променева стерилізація.** Це штучна стерилізація комах за допомогою іонізуючого опромінення (найчастіше використовують рентгенівське, особливо гамма-промені). Як було зазначено, опромінення викликає зупинку впорядкованого ділення хромосом у клітинах репродуктивних органів, не порушуючи інших процесів життєдіяльності комах.

Розселення в природу стерилізованих самців роблять з таким розрахунком, щоб їх чисельність у багато разів перевищувала чисельність самців природної популяції. У результаті переваги стерилізованих самців чисельність нового покоління популяції знижується. Одне з основних питань під час розробки методів променевої стерилізації – визначення оптимальних стерилізуючих доз. При цьому слід ураховувати, що дія радіації на комах може знижувати їхню біологічну активність. Унаслідок цього опромінені комахи можуть виявитися недостатньо конкурентоздатними під час спаровування. Величина оптимальних стерилізуючих доз залежить від виду комах. Наприклад, для лускокрилих ця доза в 3–4 рази вища, ніж для мух. Дуже важливе питання практичного використання променевої стерилізації комах – число стерильних особин, які мають бути розселені в польові умови для пригнічення природної популяції. Оптимальна кількість особин залежить від біологічних особливостей шкідника, числа спаровувань, плодючості і т. д. Розраховано, що для отримання 10-кратного зниження репродуктивного потенціалу популяції в поколінні (першому поколінні після розселення) співвідношення повністю стерильних особин до нормальних має бути 9 : 1. Для повного знищення популяції шкідливих комах необхідно проводити повторні розселення стерилізованих комах протягом декількох

поколінь. Є досвід опромінення не спеціально розмножених, а зібраних у природі комах.

**Хімічна стерилізація.** Зменшити або повністю усунути здатність до розмноження можна і за допомогою спеціальних хімічних речовин – хемотрилізаторів. Застосування хімічної стерилізації можливе у двох напрямках: розселення в природну популяцію заздалегідь виловлених або спеціально розмножених комах, оброблених хемотриліантами, або оброблення ними комах природної популяції в місцях їхнього скупчення. Як хемотрилізатори використовують: похідні етилени міну (теф, тиотеф, афолет тощо); антиметаболіти (пурини, пиримідини); триазини, фосфаміди.

Хемотрилізатори поглинаються або з кормом, або через кутикулу комах. Як і в разі опромінення, слід вибирати оптимальні дози хімічних мутагенів. Проте використання хемотрилізаторів обмежене через їх можливу небезпеку для довкілля (деякі з них канцерогенні). Різні вчені наводили можливість використання як хемотрилізатори інгібіторів синтезу хітину (діміліну, луфенуруну).

При використанні променевої і хімічної стерилізації комплекс різноманітних генетичних порушень зумовлений в основному домінантними летальними мутаціями. Для успішного розселення повністю стерильних комах необхідно виконувати такі вимоги :

- розведення великої кількості комах;
- стерилізація великої кількості комах;
- достатня конкурентоспроможність комах, яких розселяють;
- оптимальні системи розселення;
- точна оцінка чисельності популяцій шкідника до і після розселення;
- досить велика (чи добре ізольована) площа обробки, щоб виключити імміграцію здорових самиць.

Масове розведення комах методами технічної ентомології можливе для багатьох видів шкідників (яблуневої плодожерки, капустяної совки, комірнього довгоносика, квасоляної зернівки та ін.). Велике значення має підбір штучного поживного середовища, оптимізація абіотичних чинників технобіоценозу. Процедура стерилізації великого числа комах спрощується, якщо її проводять у місцях скупчення комах у польових умовах. Серед можливостей стерилізації природних популяцій – успішне застосування пасток



різного типу (кольорових, феромонних) з хемотрилізаторами. Якщо конкурентоспроможність самців, яких розселюють, нижча, ніж у природних особин, виникає проблема збільшення їх кількості для досягнення бажаного ефекту зниження чисельності природної популяції. Потрібний строгий контроль за збереженням конкурентоспроможності під час розведення і стерилізації комах. Розселяти в природу стерильних комах слід рівномірно на великих площах, для цього прийнятно використовувати авіацію. Час розселення має збігатися з появою імаго природної популяції шкідника для максимального числа спарувань.

Замість повної стерилізації запропоновано використовувати явище *успадкованої стерильності*. Суть його полягає в тому, що особини F виявляються стерильнішими, ніж оброблені самці батьківського покоління. При цьому променева або хімічна стерилізація менш інтенсивна, ніж повна. Відбувається передавання аберантних (змінених) хромосом від популяції розселених комах природній популяції. Зазвичай це проходить у формі транслокації – відривання частини хромосоми і переміщення її в нове положення. Часткова стерилізація підвищує конкурентоспроможність самців.

Традиційне в генетичному методі розселення стерильних комах з домінантними летальними мутаціями має багато недоліків. Щоб знищити популяції шкідників, слід підтримувати високе співвідношення стерильних комах до нормальних, забезпечувати рівномірне змішування особин. Через низьку конкурентоспроможність часто потрібно занадто високе співвідношення стерильних особин до природних (від 10 : 1 до 1000 : 1). Це стало основою для розробки варіантів уведення в природні популяції комах з умовно-летальними мутаціями. Використання способу передбачає розселення мутантних комах, чисельність яких рівна природній популяції або дещо перевищує її. Такі комахи мають ознаку, яка летальна тільки в обмежених умовах. Умови, що проявляють летальний ефект мутантних генів, настають після включення їх до генофонду і широкого розповсюдження в популяції.

Останнім часом великі надії покладають на створення ліній комах, що несуть домінантні умовно-летальні гени, методами генетичної трансформації. Методи генної інженерії дозволяють вставляти набагато більшу кількість генів на декількох локусах порівняно з класичним методом.

Серед інших чинників, які можна використати в генетичному методі, відоме явище цитоплазматичної несумісності із успадковуванням по жіночій лінії та інші випадки несумісності і гібридної стерильності. Цитоплазматична несумісність виникає при гібридизації особин одного виду, що не трапляються разом.

**Розділення статей для вдосконалення генетичного методу.** В автоцидному методі захисту рослин від шкідників у більшості випадків важливо відокремити самців від самиць перед розселенням у природу. З одного боку, розселення самиць буває просто непотрібним, з другого, з погляду економіки необхідно знищити одну стать ще на стадії яйця, що вдвічі вигідніше при розведенні комах. Розроблені схеми для видалення самиць на стадії яйця або личинок першого віку. Можна використовувати механічне розділення в поєднанні з генетичними маніпуляціями.

**Уведення в популяцію комах генів бездіапаузності.** Зимова діапауза комах є проявом нейрогуморальної регуляції життєвого циклу під впливом кліматичних особливостей регіону. Тобто вона є результатом адаптації їх до сезонності кліматичних умов. Пристосування комах до кліматичних умов певної широтної зони, як правило, непридатне в іншій широтній зоні, бо не забезпечуватиме синхронності річного циклу розвитку виду зі сприятливими для цього температурними умовами, а може бути згубним. Цю адаптацію комах до сезонності місцевих кліматичних умов забезпечує набір відповідних генів. У комах з іншою кліматичною зоною, звичайно, цей набір інший. Цікаві дані наводить К. Гейспіц.

При переселенні гусениць воронезької популяції соснового шовкопряда в Ленінградську область, тобто в зону довшого дня, виявилось, що вони не встигали підготуватись до зимової діапаузи, бо порогова тривалість дня тут настає пізніше, і з настанням заморозків загинули.

Бездіапаузний розвиток регулюють відповідні гени, які мають комахи, що заселяють тропічну і частково субтропічну зони.

Деякі види мають великі ареали – їх південна частина досягає тропіків, а північна перебуває в помірній зоні, наприклад, перелітна сарана та ін.

Отже, схрестивши представників південних і північних популяцій, можна одержати гібриди із уведеними генами бездіапаузності. Розселення їх в осередки в помірній зоні викличе

загибель значної частини потомства через нездатність увійти в зимову діапаузу. Якщо гени бездіапаузності будуть рецесивними, то це триватиме кілька поколінь.

У США застосували цей спосіб для боротьби з бавовниковим довгоносом. Селекціонери вивели гібрид між місцевою (червоною) і тропічною популяцією (чорною). Гібрид мав бронзове забарвлення.

Розселили гібридних жуків в осередок зараження на площі 2,8 га. У потомстві при схрещуванні їх з місцевими червоними жуками відбулось розщеплення: 25 % – бездіапаузних (DD), 25 % – діапаузних (dd) і 50 % гібридних (Dd). Вижили червоні (25 %) із числа гібридів – 1 %. Решта загинула. Для підвищення ефективності відлову самок довгоносика (феромон виділяють самці), які перезимували (гібридні), застосовували феромонні пастки.

Підрахунки свідчать, що такий спосіб виявився в 5 разів ефективнішим і дешевшим порівняно зі стерилізацією довгоносика.

**Використання цитоплазматично несумісних популяцій.** У багатьох видів комах та кліщів, особливо тих, що мають великі ареали, як, наприклад, непарний шовкопряд, озима совка, карадриня, капустияна металовидка, комарі, гессенська муха, перелітна сарана, яблунева плодожерка тощо, територіально віддалені популяції чи раси можуть бути цитоплазматично несумісними, тобто репродуктивно ізольованими. Виявивши такі раси, можна розмножувати в лабораторіях чи біофабриках і розселяти в достатній кількості самців в осередки цього шкідника в певній місцевості. Механізм дії та ефективність цього будуть приблизно такими, як при розселенні стерилізованих комах. Перевага цього способу полягає в тому, що не потрібно проводити стерилізацію. Також зменшуються витрати.

Цей спосіб застосовували на практиці мало, зокрема, його успішно виконували в Бірмі для винищення комарів.

**Використання матрону.** У 1970 р. американський дослідник установив, що під час спаровування самці комах, крім сперми, переносять секрет додаткових статевих залоз, який назвали *матроном*. Після цього самки відмовляються від спаровування. Ін'єкція матрону самкам, які ще не спарувались, призводить до відмови від спарювання взагалі. Отже, його можна застосовувати для обприскування осередків шкідників у природі, щоб спростити

боротьбу з багатьма шкідниками. Проте поки що цей спосіб недостатньо вивчено.

Для успішного проведення генетичного методу, щоб знищити чисельність шкідників, слід попередньо здійснити хімічну боротьбу. Потреба в ній може виникнути лише в окремих випадках, щоб знизити видатки на розмноження особин шкідника в лабораторії, оскільки це дуже дорога процедура.

Переваги генетичного методу полягають у його надзвичайних потенціальних можливостях, про що свідчать приклади його застосування проти особливо небезпечного шкідника – сірої м'ясної мухи на о. Кюрасао, у Флориді і Техасі, а також проти тропічних плодових мух.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Дайте визначення поняттю «генетичний (автоцидний) метод захисту рослин від шкідників».
2. Назвіть способи стерилізації комах для використання їх у генетичному методі захисту рослин.
3. Що таке «успадкована стерильність»?
4. Розкрийте суть способу боротьби з шкідниками рослин «уведення в популяції комах генів бездіапаузності».
5. Що таке «цитоплазматична несумісність популяцій»?

## 12. СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИЙ МЕТОД ЗАХИСТУ РОСЛИН

Створення та впровадження у виробництво сортів і гібридів, несприйнятливих до розмноження шкідливих організмів і стійких проти пошкоджень, має виняткове значення в захисті посівів і насаджень сільськогосподарських культур від шкідників і хвороб та для обмеження застосування спеціальних захисних заходів, особливо хімічних. У зв'язку з цим особливої уваги заслуговують добір і використання тих сортів, які виявляють стійкість проти найбільш поширених і небезпечних видів шкідливих організмів у конкретних агрокліматичних зонах.

Вирощування сортів з підвищеною стійкістю до хвороб і шкідників зводить до мінімуму здійснення захисних заходів, значно знижує витрати на їх проведення, підвищує ефективність виробництва, істотно зменшує забруднення навколишнього природного середовища. Нині в Україні є багато сортів і гібридів різних культур, стійких і відносно стійких до одного чи групи збудників хвороб і шкідників, широке використання яких радикально впливає на стан довкілля і рентабельність рослинництва.

У нашій країні в різних регіонах функціонує декілька селекційних центрів, у яких проводять ґрунтовну роботу з виведення нових сортів основних культур, стійких до хвороб і шкідників, налагоджене співробітництво щодо цього питання з країнами світу. Уже створено сорти пшениці, стійкі до стеблової іржі, панцирні сорти соняшнику – до вогнівки, а також до вовчка та збудників багатьох хвороб, виведено сорти картоплі, стійкі до раку; сорти тютюну – стійкі до пероноспорозу та ін. Проте ця робота є надто складною і тривалою. Наприклад, для створення деяких сортів витрачають понад 10 років. Основні труднощі полягають у тому, що, по-перше, стійкість нових сортів до хвороб та шкідників через деякий час зменшується, а потім втрачається зовсім. Причиною цього є властива патогенним мікроорганізмам здатність пристосовуватись до нових рослин-господарів. Кожен вид патогена на території країни представлений багатьма популяціями, які є гетерогенами, тобто складаються з різних за вірулентністю рас. По-друге, особливо у світі мікроорганізмів, спостерігається швидке утворення нових форм унаслідок мутацій та появи рецесивних

алелів в уже існуючих расах. У спеціальній літературі трапляються дані про те, що досить впливовим мутагенним фактором є хімічні обробки посівів пестицидами.

Нові вірулентні раси патогена, завдяки значній швидкості розмноження, протягом кількох років здатні поширюватись на великій території, витісняючи інші, менш агресивні раси збудників і уражуючи сорти, які раніше були стійкими. Часто це може набути форми епіфітотій, чому сприяє вирощування деяких сортів на величезних територіях.

Учені виявили, що на посівах нового сорту відбувається відбір саме вірулентних для нього рас патогена. Чим більша територія, зайнята посівами нового сорту, тим швидше з'являються вірулентні для нього раси патогена і більша ймовірність того, що хвороба може набути масштабів епіфітотії. До нових сортів, які мають генетично нерізку відмінність від попередніх, патогени пристосовуються швидше.

Науковцями встановлено, що патоген найшвидше пристосовується до нового стійкого сорту в разі подібності до нього за структурою білків, які визначають імунно-хімічну схожість. Ця ознака має діагностичне значення, її використовують для прогнозування стійкості створюваних сортів до найбільш потенційно небезпечної (на найближчий період) раси патогена. У наукових селекційних центрах країни розроблено експрес-методи для порівняння ступеня подібності білків створюваного сорту і патогена, зокрема, серологічні методи з використанням сироваток, порівняння імуно-електрофоретичних спектрів їх білків та ін. Створювані сорти перевіряють на польову стійкість у спеціальних розсадниках при штучно створеному високому інфекційному фоні основних патогенів.

На спеціальних сортах-диференціаторах вивчають расовий склад патогенів для виявлення вірулентних рас, що дає змогу завчасно прогнозувати можливі спалахи епіфітотій.

Розроблено заходи запобігання можливим епіфітотіям нових вірулентних рас патогенів та рекомендації щодо вирощування декількох сортів з різним набором генів стійкості, розміщення їх по всій території.

Як відомо, дикі родичі наших культурних рослин стійкіші до збудників хвороб і можуть бути донорами генів стійкості. Тому для вітчизняної науки перспективним є метод віддаленої та міжвидової

гібридизації рослин. Зокрема, високу стійкість до основних хвороб і шкідників мають пирійно-пшеничні гібриди, пшенично-житні та ін.

Створення сортів, стійких до шкідливих комах і кліщів, унаслідок багатьох причин є складнішим, ніж селекція сортів, стійких до патогенів. Адже комахам властиві велика вибірність і пошукова здатність, вони мають досконалий сенсорний апарат і велику пластичність.

У процесі взаємопов'язаної еволюції рослин і комах-фітофагів сформувалась не тільки складна система імунних бар'єрів рослин, а й спеціалізація фітофагів, спрямована на їх подолання.

Високий вміст репелентних і токсичних для шкідливих організмів речовин знижує якість урожаю, тому можливості їх використання в селекції рослин дуже обмежені.

Імунологічне значення структури вуглеводів і білків рослин, їх антибіотичний вплив (у стійких сортів) на фітофаги порушує їх живлення та енергетичне забезпечення організму. Установлено можливість оцінки стійкості сортів рослин до шкідливих комах за допомогою відмінності ступеня «атакованості» біополімерів ендосперму (зокрема, зерен крохмалю), зміною активності гідролітичних та окислювальних ферментів фітофага, функціональної напруженості і слинних залоз та ін. Розроблено експрес-методи оцінки ступеня стійкості рослин до шкідливої черепашки, горохової зернівки та інших видів шкідливих комах.

Витривалість рослин пов'язана з енергією їх росту, швидкістю відновлювальних процесів, реакцією на пошкодження. Залежить вона також від віку рослини і пошкоджуваних органів, умов росту, родючості ґрунту, забезпеченості його вологою, агротехніки. За несприятливих умов витривалість рослин різко знижується. Незважаючи на пошкодження, рослина дає урожай, хоча й дещо знижений.

Слід зазначити, що низьку стійкість сорту до патогенів і шкідників може компенсувати його витривалість, хоча, звичайно, останню слід урахувувати під час розробки захисних заходів, зокрема, визначення економічних порогів чисельності шкідливих організмів.

Перед селекціонерами і вченими споріднених галузей нині стоїть складне завдання – створення сортів з комплексною стійкістю до основних шкідників і збудників хвороб. Перші

здобутки в цьому напрямі вже є. Зокрема, на основі панцирних сортів соняшнику виведено комплексно стійкий сорт проти основних хвороб цієї культури.

У літературі є відомості про комплексну стійкість у Степу сорту ярої пшениці Харківська 46 до шведської і гессенської мух, а також до збудників стеблової і бурої іржі, сірої зернової совки та великої злакової попелиці.

Методом міжвидової гібридизації створено сорт винограду, що є комплексно стійким до філоксери, мілдью, кліщів, оїдіуму.

Стійкість сортів плодкових культур до шкідників і хвороб значно змінюється по зонах та регіонах країни. Відомі сорти, стійкі до основних патогенів (парша яблуні, борошниста роса, чорний рак, частково моніліоз) і шкідників (сіра яблунева попелиця, бурий плодовий кліщ, яблунева плодожерка, каліфорнійська щитівка) в певних еколого-географічних умовах.

Виведення і впровадження у виробництво сортів, стійких до шкідників і хвороб, має бути основою інтегрованої системи захисту рослин. Це насамперед дозволяє значно зменшити обсяги застосування хімічних засобів (пестицидів). Під час вирощування навіть відносно стійких сортів кількість хімічних обробок посівів можна скоротити до мінімуму, а за наявності високостійких сортів застосування пестицидів буде непотрібним зовсім.

У природному середовищі рослини набувають стійкості до шкідників та хвороб протягом певного періоду розвитку залежно від умов середовища, проте резистентність рослин можна підвищувати шляхом створення резистентних сортів і гібридів, маніпуляцією середовища, у якому розвиваються рослини; корекцією фаз їх росту і розвитку.

У процесі біологічної еволюції встановлено закономірність – розвиток комах-фітофагів збігається з певними фазами розвитку рослин-господарів. Рослини є неоднаково чутливими до пошкодження шкідливими організмами. Фази розвитку, у яких рослина є найчутливішою до пошкодження, називають «чутливими вікнами».

Як правило, найчастіше рослини гинуть від пошкодження в ранні фази розвитку. На цих стадіях можуть повністю знищуватись посіви льону льоновою блохою, цукрових буряків – довгоносиками, насадження картоплі – колорадським жуком.



Молоді тканини рослин є менш вразливими до пошкодження, але така властивість деякою мірою втрачається з розвитком рослин. Фази інтенсивного розвитку в більшості шкідливих організмів, зокрема, комах, співпадають із найуразливішими фазами розвитку рослин. Наприклад, фази відкладання яєць, розвитку личинок комах збігаються з певними стадіями розвитку рослин. Найінтенсивніше відкладання яєць, наприклад, попелицями, спостерігається на початку цвітіння рослин, а масовий вихід личинок відбувається у фазі масового цвітіння. Масова міграція трипсів на квітконосні рослини проходить у фазі бутонізації і початку цвітіння, проте різко спадає після закінчення цвітіння.

Наявність «чутливих вікон» у злакових трав спостерігається щодо вівсяної шведської мухи (*Oscinella frit* L.), у кукурудзи – до стеблового метелика (*Ostrinia nubilalis* Hb.). Така періодичність заселення рослин шкідниками зумовлена насамперед морфологічними та біохімічними властивостями, синтезом у них певних біохімічних сполук. Розвиток шкідників під час певних фаз розвитку рослин доцільно враховувати при впровадженні у виробництво сільськогосподарських культур, завезених з інших природно-географічних зон, які відрізняються тривалістю періоду розвитку від культур, районованих в Україні. Таким чином, можна уникати пошкодження рослин певними видами шкідників. Інтродуковані рослини часто використовують селекціонери під час виведення стійких сортів і гібридів. У процесі селекційної роботи кожен фазу розвитку лінії, нового сорту чи гібриду випробовують на стійкість до шкідників.

Модифікуючими факторами резистентності рослин до шкідливих організмів є: температурний режим, вологість ґрунту, його забезпечення мікро- і макроелементами та іншими поживними речовинами.

При змінах оптимального рівня температури певні рослини втрачають резистентність до шкідливих організмів, інші є байдужими до зміни температурного режиму. А тому таку властивість рослин важливо враховувати в ході дослідження резистентності окремих сортів до шкідливих організмів.

У більшості випадків дефіцит вологи сприяє росту чисельності популяції шкідливих видів комах, таких як трипси і попелиці, і, навпаки, при підвищенні вологи значно зростає захворюваність рослин грибними хворобами.

На фізіологічний стан рослин значно впливає рівень їх забезпечення поживними речовинами, особливо азотом, фосфором і калієм. Дефіцит азоту в ґрунті впливає на його вміст в організмі рослин. А в разі надлишку азоту і калію – стримується процес протеолізу (зменшується вміст клітинного соку в тканинах). Дефіцит фосфору стримує процес метаболізму протеїну. Високий вміст азоту в ґрунті, і відповідно в рослинах, сприяє значному росту чисельності таких шкідників, як кліщі, трипси, попелиці, мінери. Зменшення вмісту калію стимулює процес відкладання яєць на рослини окремими видами попелиць і кліщів.

Чутливість рослин до шкідників може бути модифіковано при застосуванні пестицидів або регуляторів росту, оскільки їх дія спрямована на корекцію фізіологічних процесів у рослинах. Зокрема, обробка рослин гербіцидом 2,4-Д сприяє подвійному синтезу амінокислот, а це стимулює процес розмноження попелиць. Застосування окремих фунгіцидів може перешкоджати репродуктивній здатності окремих видів кліщів, росту захворюваності ентомофторозами трипсів.

Інші природно-екологічні фактори здатні також певною мірою впливати на резистентність рослин. Наприклад, вітер сприяє формуванню нетипової морфологічної будови і внутрішньої анатомії рослин.

Отже, резистентність рослин зумовлена фазами розвитку рослин та їх органів, природним середовищем та генетичними особливостями рослин.

Існує декілька джерел штучного підвищення рівня генетичної резистентності рослин.

*Генетичні банки* – це банки генетичної інформації рослин у вигляді насіння окремих видів рослин різних сортів і гібридів, близькоспоріднених дикорослих рослин, виявлених і зібраних у світовому масштабі. У таких банках наявний список рослин, занесених до Світового генетичного банку.

*Географічні центри походження рослин* – це центри зародкових плазм рослин. Вони слугують джерелами селекційного пошуку резистентності рослин, особливо до певних видів шкідливих організмів. Проводять також пошуки резистентних ознак рослин у природно-географічних зонах, де певних шкідників вважають ендеміками. Проте, як свідчить практичний досвід,

резистентні ознаки рослин може бути виявлено будь-де, навіть у місцях, у яких такі шкідники відсутні.

Резистентність окремих біотипів рослин у межах виду – це характерна ознака окремих видів рослин. Пошукова робота полягає у виявленні таких рослин, яким властивий певний рівень резистентності до шкідливих організмів.

*Резистентність у межах існуючих товарних сортів, гібридів та ліній.* Це найдоступніший метод, який полягає в пошуку резистентних ознак серед існуючих сортів та гібридів, включаючи й ті, що вже широко не використовуються у виробництві, але ще наявні в окремих господарствах або селекційних установах. Часто знаходять такі сорти, яким властива, принаймні, часткова резистентність до шкідливих агентів, яку при створенні сорту не брали до уваги. Такі резистентні властивості пшениці до злакових попелиць виявили серед існуючих у Європі сортів.

У межах різних селекційних програм постійно створюють велику кількість варіантів селекційних ліній рослин з перспективою використання їх для поліпшення агрономічних властивостей багатьох сільськогосподарських культур. Така робота передбачає проведення гібридизації, зворотного схрещування в напрямі поступальної селекції для досягнення бажаних ознак. Селекційні лінії формуються для створення варіантів пошуку резистентності рослин.

Останнім часом до селекційного пошуку резистентності рослин залучають широкий спектр дикорослих рослин, від яких походять сучасні культурні рослини. Ці рослини значно відрізняються від своїх давніх предків, але є близькоспорідненими, іноді вони належать до різних видів. При виявленні резистентних генів застосовують сучасні біотехнологічні методи з перенесення до культурних рослин генетичних особливостей від їхніх далеких предків, які мають імунітет до шкідливих організмів. Разом із застосуванням новітніх технологій останнім часом вдається досягти значних успіхів, використовуючи традиційні методи селекції. Стійкість рослин, як правило, втрачалась, особливо, на ранніх стадіях їх відбору за певними агрономічними властивостями, наприклад, за величиною і смаковими якостями плодів.

При виявленні певного рівня стійкості рослин у прийнятих на виробництво апробованих сортів цю властивість сорту враховують під час планування інтегрованої системи захисту культури. Проте

часто резистентність рослин з певних причин проявляється і в нерайонованих сортах. Таку особливість селекціонери використовують для майбутньої селекційної роботи. Розпочинають селекційну роботу із спостереження за результатами збереження і передавання цієї властивості від покоління до покоління. Якщо чистота резистентності популяції невідома, необхідно провести дослідження і відокремити стійкі лінії. Іноді для подальшого відбору необхідно визначити чисті лінії стійкого сорту. Також потрібно мати попередню інформацію про передавання стійкості рослин за спадковістю. Для цього проводять схрещування між резистентною і чистою чутливою лініями або сортами. У другому поколінні ( $F_2$ ) рослин зворотно схрещують із батьківською лінією для отримання наступного покоління ( $F_3$ ).

*Щеплення.* У багаторічних насадженнях стійкість рослин до певних шкідливих об'єктів можна переносити і за допомогою щеплення. Класичним прикладом ефективності такого заходу є захист виноградної лози від філоксери за допомогою щеплення цінних європейських сортів винограду до стійких американських сортів.

*Схрещування чистих ліній.* Такий метод здебільшого використовують, якщо резистентність визначається одним домінантним геном. Для цього необхідні точні записи послідовності покоління. Рослини схрещують між собою, і через п'ять або шість поколінь починають селекцію резистентних типів, які також відбирають з бажаними агрономічними показниками. У поколінні  $F_5$  або  $F_6$  більшість ліній стають майже гомозиготними в переважній більшості локусів, і селекційну роботу здійснюють між лініями, які відрізняються за генетичною подібністю.

*Масова гібридизація.* Метод масової гібридизації використовують, якщо резистентність базується на полігенній основі. Селекційну роботу починають з другого покоління, отриманого внаслідок схрещування резистентних і адаптованих до виробництва ліній. З третього покоління ( $F_3$ ) відбирають, як правило, близько 10 найстійкіших ліній, більшість з яких схожі на первинних предків і схрещені у всіх комбінаціях. Відбір обмеженої кількості ліній і схрещування в усіх комбінаціях відбувається подібним методом і у всіх наступних поколіннях ( $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$  і т.д.), доки корисні ознаки рослин і резистентність зрівнюються. Такий метод можна застосовувати паралельно з декількома батьківськими

лініями з низьким рівнем резистентності у відібраних лініях. Для одержання резистентних властивостей відбір починають з третього ( $F_3$ ) покоління. У другому поколінні резистентність достатньою мірою ще не проявляється.

*Конвергентне схрещування.* Відомо, що адаптованість до середовища має комплексний характер. Вона формується під дією значної кількості генів. За резистентність рослин до шкідливих об'єктів відповідає значно менше генів, тому вірогідність поєднання резистентності з комплексом корисних ознак рослин буде значно вищою, якщо відсоток адаптованого (відібраного за корисними ознаками) батьківського генотипу збільшується внаслідок генної рекомбінації. Таким чином, зменшення рекомбінацій і серійне зворотнє схрещування з батьківською лінією з бажаними ознаками рослин є важливим елементом, особливо якщо наявні і можливі до залучення корисні властивості резистентності рослин.

Генетичний характер резистентності рослин дає змогу вченим-селекціонерам використовувати цінні властивості стійкості рослин до шкідливих організмів під час виведення нових сортів і ліній. Проте такі властивості, зокрема у культурних рослин, необхідно постійно поліпшувати. Механізми резистентності рослин полягають у морфологічних та біохімічних (фізіологічних) особливостях рослин. На основі таких особливостей резистентність рослин прийнято розділяти на групи.

*Антиксеноз, або непреферентність.* Суть цього механізму резистентності полягає в тому, що антиксенотичних (непреферентних) рослин уникають шкідливі організми.

*Ангибіоз* – властивість негативного впливу рослин на ріст, розвиток, виживання та потенційну продуктивність шкідників, паразитів і патогенів.

*Толерантність* є компенсаційною реакцією рослин на пошкодження шкідливими організмами. Толерантна рослина фізіологічно спроможна певною мірою компенсувати шкоду, заподіяну шкідниками.

Базовою основою цього феномену є анатомічні чи фізіологічні (включаючи біохімічні) або комбіновані тією чи іншою мірою механізми резистентності.

Функціональна дія цих механізмів ще недостатньо вивчена і є не повністю зрозумілою.

*Колір.* Спостереження свідчать, що інтенсивність забарвлення та колір суцвіття значною мірою впливають на заселеність рослин комахами, особливо мобільними видами. Наприклад, трипс тютюновий значно менше заселяє цибулю із світлим забарвленням; біле суцвіття яблуні краще приваблює окремі види пильщиків; червонолистої капусти уникають капустяні попелиці (*Brevicoryne brassicae* L.) та ріпний білан (*Pieris rapae* L.). Проте личинки ріпного білана краще виживають на червонолистій капусті, ніж на зеленолистій, і попелиця дає значно більше потомства, живлячись на листі червонолистої капусти.

*Харчова привабливість рослин, або палатабільність.* Американськими вченими проаналізовано 84 різні біологічні сполуки, синтезовані в рослинах. Із цієї кількості сполук 56 приваблюють комах і лише вісім відлякують. Проте часто одні сполуки для певних комах діють як атрактанти, а для інших – як репеленти.

*Опушеність.* Наявність і тип волосяного покриву, тобто його щільність і форма верхнього волосяного кінчика, має особливе значення для окремих видів комах під час пошуку ними місць для відкладання яєць на поверхню рослин. Наприклад, волоски, які закінчуються гачечками, перешкоджають рухові попелиць по поверхні бобових та пасльонових культур. Крім того, окремі волосяні залози виділяють секрет у вигляді клейкої маси, яка склеює лапки і ротові органи таких комах, як попелиці, трипси та цикади. Такі властивості окремих видів рослин, які належать до пасльонових, селекціонери використовують під час виведення стійких до цих комах сортів картоплі.

*Воцаність.* Деякі сорти культурних рослин, які мають виражену воскову (глянцева) поверхню, інтенсивніше пошкоджують різні види бліх порівняно з нормальною восковою поверхнею, проте такої поверхні уникають капустяна попелиця та білокрилка. Велика злакова попелиця (*Sitobion avenae* F.) уникає сортів пшениці, у яких майже відсутня воскова поверхня. Ученими також досліджено зв'язок між інтенсивністю кутикулярного воскового нальоту і вмістом дикетонів і гідроксидикетонів та резистентністю окремих злакових культур.

*Морфологія рослин.* Певні морфологічні особливості можуть значно впливати на заселеність рослин окремими видами комах. Прикладами успішного використання морфологічних особливостей

під час виведення стійких сортів є сорти гороху з довгими квітконіжками і вертикально розміщеними плодами проти вогнівок і горохового трипса. Суть стійкості цих сортів полягає в тому, що личинки вогнівок і трипсів проникають у середину плоду та квітки, лише якщо плоди та суцвіття щільно контактують між собою або з листям.

*Гумоз (гомоз).* Деякі рослини здатні виробляти і виділяти рослинний клей, камедь або гум у разі пошкодження плодів. Такі сполуки перешкоджають проникненню личинок у середину плоду. Окремі рослини здатні виділяти ексудат, який навіть може спричиняти смертність личинок.

*Некроз.* Гіперчутливість рослин до шкідливих організмів є однією з форм резистентності рослин. У разі їх пошкодження сисними комахами на поверхні тканин унаслідок біохімічної реакції утворюються локальні некрози, які перешкоджають або стримують подальше проникнення ротових органів у тканини рослинних органів. Таку локальну гіперчутливість рослин селекціонери використали під час виведення сортів томатів, стійких до нематоди (*Meloidogyne incognita*), і сортів яблуні, стійких до кров'яної попелиці (*Eriosoma lanigerum* Hausm). Зараз проводять дослідження, використовуючи механізм суцільного утворення некрозів на окремих злакових культурах проти сисних шкідників і стеблових пильщиків.

*Твердість (міцність) тканин.* Твердість і міцність тканин зумовлена переважно наявністю кремнію в клітинах тканин. Така особливість рослин є цінною для селекційної роботи проти шкідників, які пошкоджують стебло. Згідно з думкою вчених, лише незначна зміна твердості стебла має значний вплив на стійкість рослин проти стеблових пильщиків. Зокрема, унаслідок селекційної роботи виведено сорти пшениці, стійкі до звичайного хлібного пильщика (*Cephus pugnatus* L.) та сорти райграсу, стійкі до вівсяної шведської мухи (*Oscinella frit* L.).

*Фенологія.* Суть фенологічної резистентності полягає в тому, що в результаті зміщення чутливих фаз розвитку рослин за допомогою селекції та агротехнічних заходів вдається уникати заселення і значних пошкоджень рослин певними шкідниками. Наприклад, при використанні окремих сортів гороху з коротким терміном фаз цвітіння та дозрівання вдається уникати значного пошкодження посівів гороховою міллю та гороховим трипсом. У

цілому, сорти культурних рослин з коротким періодом дозрівання та за достатніх агротехнічних умов росту і розвитку є значно стійкішими до пошкодження шкідливими організмами.

*Токсичність і репелентність рослин.* До біохімічного комплексу сполук, які відповідають за цей тип резистентності, належать такі неорганічні хімічні елементи, як селен, первинні і проміжні метаболіти (цистеїнові та інші ароматичні амінокислоти), а також вторинні сполуки – ізопреноїди, алкалоїди, протеазінгібітори, глікозиди, флавоноїди, таніни і стільбени. Наприклад, підвищений вміст бензохінону в кукурудзі сприяє підвищенню резистентності цієї культури до стеблового метелика (*Ostrinia nubilalis* Hb.), стероїдного алкалоїду демізіну в картоплі – проти колорадського жука. Наявність таких сполук слугує репелентами проти потенційних шкідників для певних культурних рослин.

*Поживність (концентрація поживних речовин).* Резистентність окремих культур до сисних комах певною мірою залежить від концентрації амінокислот у складі рослинного соку. Резистентність окремих сортів гороху до горохової попелиці (*Acyrtosiphon pisum* Hag.) значно зростає при низькій концентрації вільних амінокислот у клітинному соці. Резистентність рослин до комах із гризучим ротовим апаратом значно збільшується при низькому рівні азоту і цукрів. Посіви сочевиці значно менше пошкоджують бульбочкові довгоносики при низькій концентрації цукру в листі цієї культури.

*Зовнішня, або екстринсивна резистентність.* Екстринсивні фактори впливу на резистентність рослин насамперед пов'язані з біологічним контролем шкідливих організмів. Наприклад, окремі види хрестоцвітих у розріджених посівах значно менше пошкоджують гусениці ріпного білана (*Pieris rapae* L.), що пояснюється високим рівнем паразитизму на личинках цих комах. При загущенні посівів ускладнюється процес пошуку жертви основними паразитами.

*Компенсаторна здатність рослин.* Толерантність, або витривалість рослин, базується на певних формах компенсації втрат. Це відбувається, якщо рослини або їх окремі органи доповнюють або перекривають кількісно один одного. Таким чином, окремі елементи рослин, компенсуючи завдану шкоду внаслідок нападу шкідників, можуть рости і формуватися значно



крупнішими або формувати додаткові пагони чи стебло. Зокрема, такий процес компенсації спостерігається після пошкодження пшениці в ранні фази розвитку мухою *Delia coarcata*.

Повна компенсація у вигляді додаткової асиміляції після пошкодження шкідниками відбувається, якщо наприклад, листя або інші окремі органи рослин зазнали більшого пошкодження, ніж фізіологічний спад урожаю. Рослини з високим рівнем індексу листової поверхні, наприклад буряки, можуть компенсувати збільшення маси коренеплодів після пошкодження листя блохою.

Окремі рослини завчасно формують надлишок суцвіть і навіть плодів у вигляді компенсаційного резерву. Витривалість рослин пов'язана з енергією їх росту, швидкістю відновлювальних процесів, реакцією на пошкодження. Залежить вона також від віку рослини і пошкоджуваних органів, умов росту, родючості ґрунту, забезпеченості його вологою, агротехніки. За несприятливих умов витривалість рослин різко знижується. Вона проявляється в тому, що, незважаючи на пошкодження, рослина дає врожай, хоча і дещо знижений.

За оцінкою деяких учених, сьогодні ще неможливо досягти повної резистентності рослин без певного зниження врожайності сільськогосподарських культур. Генетичні рекомбінації з метою пошуку певних резистентних властивостей не завжди дають бажані результати.

Більшість механізмів резистентності і толерантність рослин вимагає допоміжних ресурсів на формування додаткових структур або біохімічного синтезу сполук. Енергетичні, органічні та мінеральні ресурси, які рослини залучають для створення механізмів захисту, не можуть використовуватись для росту і розмноження. Дуже часто при підвищенні рівня резистентності до окремого виду шкідливих організмів значно знижується рівень резистентності до інших. Наприклад, волосяні покриви поверхні рослин є добрим механізмом резистентності до цикадок, проте вони не діють проти попелиць. Стійкі до грибних патогенів сорти люцерни вразливі до попелиць. Іноді розширення або «пірамідизація» механізму резистентності до багатьох шкідливих організмів неможливі через несумісність резистентних властивостей рослин. Зокрема, неможливо поєднати гладеньку поверхню листків з їх опушеністю.

У природному середовищі спостерігається лише незначна кількість окремих біотипів патогенів, які легко можуть руйнувати бар'єри резистентності рослин, що існувала довгі роки. Наприклад, сьогодні відомо декілька сот таких біотипів лише серед іржастих хвороб пшениці. Вони виникають подібно до виникнення резистентних біотипів рослин, стійких до пестицидів, у результаті штучної селекції, яка також сприяє виникненню різних біотипів шкідливих організмів з низьким рівнем генної частоти в популяції.

Навіть поява толерантних біотипів завжди визначається як головна небезпека розпочатому селекційному процесу резистентних сортів і гібридів. Серед окремих видів шкідників може виникати декілька біотипів залежно від експлуатації рослин-господарів.

Суть виникнення нових біотипів і рас згідно з гіпотезою «ген проти гена» полягає в тому, що головні гени, які відповідають за резистентність у рослинах, підпорядковуються або «підганяються» до генів, які контролюють вірулентність шкідливих організмів. Таким чином, на кожний ген резистентності рослини-господаря припадає ген шкідливого організму, який мутує в такий спосіб, щоб цю специфічну стійкість подолати. Ген рослин, який відповідає за резистентність, проявляє резистентність до біотипу шкідливих організмів, якщо цей біотип має вірулентну алель у відповідному генному локусі, проте він є чутливим, якщо алель біотипу цього локусу є вірулентною. Якщо феномен резистентності представлений одним або декількома генами (моногенна або олігенна резистентність), резистентність або чутливість є чітко зниженою і є особливою лінією.

Цю особливість названо вертикальною резистентністю, аналогічною до вертикальної схеми гістограми такої резистентності стосовно до різних біотипів шкідників. Полігенна або горизонтальна резистентність властива неспецифічним лініям і має тенденцію до загальної кількісної резистентності через всі біотипи. Будь-який ген резистентності, який не входить до системи співвідношення «ген проти гена», здатний сприяти горизонтальній резистентності.

Вертикальна резистентність зумовлена окремими генами і характеризується значно більшим ризиком, ніж горизонтальна, до руйнації з появою високоспеціалізованих біотипів шкідливих організмів. Однак моногенну або олігенну резистентність значно

легше перенести до адаптованих сортів і вищого рівня резистентності.

### **Запитання для самоперевірки**

1. Роль сорту в інтегрованій системі захисту рослин від шкідливих організмів.
2. Назвіть основні джерела штучного підвищення рівня генетичної резистентності рослин до шкідливих організмів.
3. Охарактеризуйте основні анатомічні і фізіологічні механізми резистентності рослин до шкідливих організмів.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Анисимов А.И. Морфологические особенности хищных клещей *Amblyseius mckenziei* и *Amblyseius cucumeris* / А.И. Анисимов, С.А. Доброхотов // Защита и карантин растений. – 2008. – № 1. – С. 27–28.
2. Анисимов А.И. О методике и точности учёта мучного клеща и амблисейуса при их разведении / А.И. Анисимов, С.А. Доброхотов // Защита и карантин растений. – 2007. – № 11. – С. 33–35.
3. Білик М.О. Захист овочевих культур від хвороб і шкідників у закритому ґрунті: навч. посіб. / М.О. Білик, М.Д. Євтушенко, Ф.М. Марютін. – Харків: Еспада, 2003. – 458 с.
4. Білик М.О. Біологічний захист рослин: посіб. до лаборатор.-практ. занять / М.О. Білик. – Харків: Майдан, 2009. – 424 с.
5. Білик М.О. Масове розведення паразитичних і хижих членистоногих / М.О. Білик. – Харків: Майдан, 2012. – 304 с.
6. Білик М.О. Патологія комах-фітофагів: навч. посіб. / М.О. Білик, С.В. Станкевич, І.В. Забродіна. – Харків: ФОП Бровін О.В., 2017. – 186 с.
7. Билык Н.А. Усовершенствование технологии производства фитосейулюса и его эффективность в борьбе с паутинным клещом на огурцах в защищенном грунте / Н.А. Билык // Перспективные приемы защиты с.-х. культур от вредителей и болезней: сб. тр. – Харьков, 1988. – С. 5–7.
8. Біологічний захист рослин / М.П. Дядечко, М.М. Падій, В.С. Шелестова та ін. – Біла Церква, 2001. – 312 с.
9. Биологическая защита растений / М.В. Штерншис, Ф.С. Джалилов, И.В. Андреева, О.Г. Томилова; под ред. М.В. Штерншис. – Москва: Колос, 2004. – 264 с.
10. Бондаренко Н. В. Биологическая защита растений / Н.В. Бондаренко. – Москва: Агропромиздат, 1986. — 278 с.
11. Биологическая защита хлопчатника / С. Алимухамедов, Б. Адашкевич, З. Адылов, Ш. Ходжаев. – Ташкент: Мехнат, 1989. – 168 с.
12. Биологические средства защиты растений / под ред. Е.М. Шумакова, Г.В. Гусева, Н.С. Федоринчика. – Москва: Колос, 1974. – 408 с.
13. Бродвій В.М. Біологічний захист рослин / В.М. Бродвій, В.В. Гулий, В.П. Федоренко. – Київ, 2004. – 351 с.
14. Бригадиренко В.В. Основи систематики комах / В.В. Бригадиренко. – Дніпропетровськ: РВВДНУ, 2003. – 203 с.
15. Буценко Л.М., Пирог Т.П. Біотехнологічні методи захисту рослин: підручник. – Київ: Ліра-К, 2018. – 346 с.
16. Вейзер Я. Микробиологические методы борьбы с вредными насекомыми : Болезни насекомых / Я. Вейзер. – Москва: Колос, 1972. – 640 с.
17. Великань В.С. Использование хищных клещей из рода *Amblyseius* против трипсов в теплицах Северо-Запада России / В.С. Великань, С.А. Доброхотов // Вестн. защиты растений. – Санкт-Петербург – Пушкин, 2005. – № 2. – С. 37–44.

18. Вигера С.М. Фітонцидологія з основами вирощування та застосування фітонцидо-лікарських рослин: навч. посіб. – Київ: Вирий, 2001. – 160 с.
19. Воронин К.Е. Биологическая защита зерновых культур от вредителей / К.Е. Воронин, В.А. Шапиро, Г.А. Пукинская. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 198 с.
20. Гринько Н.Н. Применение триходермина в овощеводстве защищенного грунта / Н.Н. Гринько. – Минск, 1992. – 60 с.
21. Гринберг Ш.М. Методика определения качества трихограммы / Ш.М. Гринберг, Э.М. Менчер, Л.В. Подберезская. – Кишинев, 1979. – 15 с.
22. Гулий В.В. Микроорганизмы полезные для биометода / В.В. Гулий, Т.В. Теплякова, Г.М. Иванов. – Новосибирск: Наука, Сибир. отд-ние, 1981. – 270 с.
23. Гусев Г.В. Энтомофаги колорадского жука / Г.В. Гусев. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 173 с.
24. Евлахова А.А. Болезни вредных насекомых / А.А. Евлахова, О.И. Швецова. – Москва: Колос, 1965. – 50 с.
25. Евлахова А.А. Методы распознавания болезней насекомых / А.А. Евлахова, О.И. Швецова. – Москва: Колос, 1964. – 47 с.
26. Злотин А.З. Техническая энтомология / А.З. Злотин. – Київ: Наук. думка, 1989. – 184 с.
27. Ижевский С.С. Словарь по биологической защите растений / С.С. Ижевский, В.В. Гулий. – Москва, 1986. – 222 с.
28. Ижевский С.С. Интродукция и применение энтомофагов / С.С. Ижевский. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 223 с.
29. Комплект оборудования для разведения криптолемуса / А.И. Гончарук, Л.Н. Бугаева, П.И. Воблый, Л.Г. Войтенко // Защита растений. – 1986. – № 2. – С. 27.
30. Коппел Х. Программы массового разведения отдельных паразитоидов / Х. Коппел, Дж. Мертинс // Биологическое подавление вредных насекомых. – Москва: Мир, 1980. – 126 с.
31. Коржова В.И. Технология массового разведения *Aphidius colemani* Vier. / В.И. Коржова // Защита и карантин растений. – 2008. – № 1. – С. 31–32.
32. Королькевич В.И. Оптимизация массового разведения и эффективность паразита *Aphidius colemani* Vier. (Himenoptera, Aphidiidae) в защите растений от тлей в теплицах: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11. / В.И. Королькевич. – Санкт-Петербург, 2009. – 20 с.
33. Корчмарь Н.Д. Микробиологическая борьба с грызунами в условиях современного сельскохозяйственного производства / Н.Д. Корчмарь. – Кишинев: Штиинца, 1988. – 77 с.
34. Красильников Н.А. Актиномицеты – антагонисты и антибиотические вещества / Н.А. Красильников. – Москва, Ленинград: Изд-во АН СССР, 1950. – 303 с.
35. Криоконсервированные яйца зерновой моли / Г.А. Бегляров, В.Г. Геннадиев, И.А. Пономарева, Е.Д. Хлистовский // Защита растений. –

1981. – № 5 – С. 21–23.

36. Культивирование и применение грибов против вредителей и болезней в защищенном грунте / под ред. В.В. Гулия. – Кишинев, 1985. – 85 с.

37. Марютін Ф.М. Екологічно безпечна система захисту огірка і помідора від хвороб і шкідників у закритому ґрунті / Ф.М. Марютін, М.О. Білик. – Харків, 2002. – 194 с.

38. Мейер Н.Ф. Трихограмма / Н.Ф. Мейер. – Москва, Ленинград: ОГИЗ Сельхозгиз, 1941. – 174 с.

39. Методические указания по изготовлению и применению влажного зернового бактороденцида для борьбы с грызунами. – Ленинград, 1971. – 11 с.

40. Монастырский А.Л. Массовое разведение насекомых для биологической защиты растений / А.Л. Монастырский, В.В. Горбатовский. – Москва, 1991. – 240 с.

41. Методические указания по разведению и применению хищного жука криптолемуса (*Cryptolaemus montrouzieri* Muls.) для борьбы с червецами и пульвинариями / сост.: В.И. Пилипюк, Л.Н. Бугаева, Т.Н. Игнатьева и др. – Ленинград, 1988. – 31 с.

42. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. – Київ: Юнівест маркетинг, 2020. – 895 с.

43. Пилипюк В.И. О возможности разведения хищного жука *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. (Coleoptera, Coccinellidae) на яйцах зерновой моли / В.И. Пилипюк, Л.Н. Бугаева, Е.В. Бакланова // Энтомол. обозрение – Вып. 61, т. 1. – 1982. – С. 50–52.

44. Практикум по биологической защите растений / под ред. Н.В. Бондаренко. – Москва: Колос, 1984. – 287 с.

45. Рекомендации по применению биологического метода борьбы с заразидами. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 35 с.

46. Руководство по массовому разведению и применению трихограммы. – Москва, 1979. – 132 с.

47. Савойская Г.И. Тлевые коровки / Г.И. Савойская. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 78 с.

48. Семьянов В.П. Разведение, длительное хранение и применение тропических видов кокциnellид для борьбы с тлями в теплицах / В.П. Семьянов. – Москва: Тов. науч. изд.-во КМК, 2006. – 29 с.

49. Старец В.А. Методические указания по массовому лабораторному разведению озимой и капустной совки на искусственных питательных средах / сост. В.А. Старец. – Кишинев, 1976. – 26 с.

50. Стефановська Т.Р. Технологія вирощування і використання організмів у біологічному захисті рослин / Т.Р. Стефановська, Л.П. Кава. – Житомир: ПП «Рута», 2014. – 319 с.

51. Тарунина Т. А. Методы оценки антагонистической активности штаммов р. *Trichoderma* к фитопатогенным грибам / Т.А. Тарунина. – Ленинград, 1981. – 13 с.

52. Твердюков А.П. Разведение насекомых-энтомофагов / А.П. Твер-

дюков, П.З. Никонов, Н.П. Ющенко // Биологический метод борьбы с вредителями и болезнями в защищенном грунте. – Москва: Колос, 1993. – С. 56–58.

53. Тряпицын В.А. Паразиты и хищники вредителей сельскохозяйственных культур / В.А. Тряпицын, В.А. Шапиро, В.А. Щепетильникова. – Ленинград: Колос, 1982. – 254 с.

54. Туренко В.П. Новітній асортимент засобів захисту рослин від шкідливих організмів: навч. посіб. / В.П. Туренко, М.О. Білик, В.І. Мартиненко та ін. – Харків: Майдан, 2021. – 356 с.

55. Франц Й. Биологические методы борьбы с вредителями / Й. Франц, А. Криг. – Москва: Колос, 1984. – 352 с.

56. Фурсов В.Н. Как изучать насекомых-энтомофагов / В.Н. Фурсов. – Киев, 2003. – 71 с.

57. Фурсов В.Н. Как собирать насекомых-энтомофагов / В.Н. Фурсов. – Киев, 2003. – 67 с.

58. Чалков А.А. Биологическая борьба с вредителями овощных культур защищенного грунта / А.А. Чалков. – Москва: Россельхозиздат, 1986. – 95 с.

## АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК УКРАЇНСЬКИХ НАЗВ ХИЖАКІВ І ПАРАЗИТІВ ШКІДНИКІВ РОСЛИН, ГЕРБІФАГІВ ТА БІОПРЕПАРАТІВ

- Агат 25-К 283  
 Агелена лабіринтова 65  
 Агеніаспіс 77  
 АгрІнсекта 180  
 АгроМар mtz 178  
 Актарофіт 191  
 Актоверм КЕ 191  
 Актоверм Формула 185  
 Актофіт 190  
 Алеохара двокрапкова 53, 54  
 Алеохара двосмугова 53, 348  
 Аллотропа 79, 353  
 Амблісейус 67, 264  
 Амброзієвий листюд 306, 354  
 Ампеломіцин 277  
 Аністис 68, 350  
 Антокорис звичайний 45, 345  
 Антокорис лісовий 45  
 Апантелес білановий 74, 351  
 Арма вільхова 44, 345  
 Аскогастер 351  
 Афелінус 77, 352  
 Афідіміза 59, 238, 349  
 Афідіус 75, 352  
 Афікус 352  
 Ашерсонія 179, 355  
 Бактеронцид гель 187  
 Бактороденцид вологий зерновий 186  
 Бактороденцид амінокістковий 187  
 Бактороденцид БТ 187  
 Бактофіт 284  
 Біалофос 308  
 Бігунчик блискучий 50, 346  
 Бізар 279  
 Бікол 184  
 Біозлак 278  
 Біоксин 289  
 Біолеп 182  
 Біомал 308  
 Біонорма 285  
 Бітоксисацілін 183  
 Бітоксисацілін- БТУ 184, 355  
 Боверин 177, 355  
 Богомол звичайний 40, 344  
 Боліварія короткокрила 40  
 Бракон (Габробракон) 75, 213, 351  
 Брахімерія 78  
 Бурозубка звичайна 71  
 Бурозубка маленька 70  
 Вілла бура 354  
 Вілла перев'язана 354  
 Вертицилін 179, 354  
 Вірин -НШ 189  
 Вірин-АБМ 190  
 Вірин-ГЯП 190  
 Вірин-Дипріон 189  
 Вірин-ДШ 189  
 Вірин-ЕКС 190  
 Вірин-ЗСП 189  
 Вірин-КШ 189  
 Вірин-ОС 190  
 Гаубсин 289  
 Гаупсин 289  
 Гомелін 182  
 Дакнуза 236  
 Девин 308  
 Децимід 182  
 Діаретієлла 75  
 Дицифус 345  
 Екзетастес 351  
 Екостерн 274  
 Елькар 189  
 Емпуза піщана 40, 344  
 Емпуза смугаста 40  
 Енкарзія 72, 222, 352  
 Ентоцид 177  
 Ерезус чорний 64  
 Ефект Біо 274  
 Жаба озерна 69



- Жаба ставкова 69  
 Жаба трав'яна 69  
 Живородна ящірка 69  
 Жовтопуз безногий 69  
 Жужелиця кримська 50, 346  
 Жужелиця червононога 50, 346  
 Звичайна (прудка) ящірка 70  
 Золотоочка звичайна 56, 244, 348  
 Золотоочка красива 57  
 Золотоочка перлова 57  
 Золотоочка семикрапкова 57  
 Інтеграл ПРО 284  
 Казумін 2 Л 277  
 Кальвія 14-крапкова 53, 347  
 Кальвія 15-крапкова 53  
 Каракурт 65  
 Карапузик двоплямистий 348  
 Квакша звичайна 69  
 Кларіва 286  
 Коккофагус жовтий 77  
 Колірія 350  
 Коллего 308  
 Колорадо 183  
 Колорадоцид 184  
 Коніотірін 277  
 Красотіл великий 50, 346  
 Красотіл золотокрапковий 50, 346  
 Криптолемус 53, 348  
 Ктир гігантський 350  
 Ласка 71  
 Лепідоцид 181  
 Лепідоцид-БТУ 181  
 Лізіфлебус 233, 352  
 Ліндорус 53, 347  
 Лубаго 308  
 Мадекс Твін 190  
 Макролофус 251, 345  
 Макроцентрус 351  
 Малашка зелена 55  
 Малашка мідна 55, 348  
 Малашка перев'язана 55  
 Медяниця 69  
 Метавайт-Плюс 178  
 Метаризин 177  
 Метеорус 74  
 Мисливець сірий 346  
 Мікосан 277  
 МікоХелп 280  
 Мікромус 250, 349  
 Мітігейт 192  
 Мурашиний лев 349  
 Нарцис 287  
 Натургард 192  
 Нематофагін БЛ 278  
 Неосейулюс 350  
 Новодор 183  
 Онкофанес малий 75  
 Опіус 237  
 Оріус 45  
 Оріус білокрилий 46  
 Оріус чорний 46, 345  
 Павук мисливець 350  
 Периліус 44, 345  
 Пікромерус двозубий 44, 345  
 Пімпла 352  
 Піщана мураха 63  
 Планриз БТ 288  
 Планриз ВЛ 288  
 Подіус 44, 219, 345  
 Полоз жовтопузий 69  
 Пропілея 14-крапкова 53, 347  
 Проспальтелла 77  
 Проспальтелла Берлезе 77  
 Псевдобактерин-2 279  
 Птеростіх мідний 50, 346  
 Птеромаліос лялечний 78, 353  
 Пузатий кліщ 68  
 Ропуха зелена 69  
 Ринокорис червоний 346  
 Руда лісова мураха 63, 350  
 Сезар 186  
 Серенада 282  
 Сирф лобастий 60  
 Сирф перев'язаний 60  
 Сирф півмісячний 60  
 СімДерма 273  
 Сімтекс 278  
 Скарадо-М 182  
 Сонечко 2-крапкове 53, 347

- Сонечко 7-крапкове 53, 347  
Сонечко мінливе 53, 347  
Спектрал 280  
Сферофорія прикрашена 60  
Тарантул 66, 350  
Теленомус 353  
Тифлодромус 350  
Трибліографа 79, 353  
Трипс смугастий 42  
Трипс хижий 42, 344  
Трисолькус великий 78, 353  
Трихограма безсамцева 76  
Трихограма бура 76, 352  
Трихограма жовта 76  
Трихограма звичайна 76  
Триходерма Бленд 276  
Триходермін-БЛ 272  
ТрихоПлант 273  
Трихотецин 286  
Трихофіт 273  
Турінгін 185  
Фабіліс 186  
Фазія золотиста 80, 353  
Фазія сіра 80, 3353  
Фазія строката 80  
Фазія чорна 80  
Фітобактеріоміцин 286  
ФітоДоктор 280  
Фітолавін 287  
Фітоміза вовчкова 299, 354  
Фітоплазмін 287  
Фітопсин 288  
Фітосейулюс 67, 256, 350  
ФітоХелп 279  
Фітоцид 280  
Флорабацилін 281  
Хеліковекс 190  
Хетомік 275  
Хілокорус двоплямистий 53, 347  
Хілокорус ниркоподібний 53  
Хойойя 78, 216, 353  
Циклонедда 53, 347  
Щипавка городня 41  
Щипавка звичайна 41, 344

## АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК ЛАТИНСЬКИХ НАЗВ БІОАГЕНТІВ

### ХИЖАКИ І ПАРАЗИТИ ШКІДНИКІВ РОСЛИН ТА ГЕРБІФАГИ

- Acanthaclisis occitanica* 349  
*Adalia bipunctata* 32, 347  
*Adonia variegata* 52, 347  
*Aeolothrips intermedius* 42  
*Aeolothrips fasciatus* 42  
*Agelena latyrinthica* 65  
*Ageniaspis fuscicollis* 77  
*Aleochara bilineata* 53, 348  
*Aleochara bipunctata* 54, 348  
*Allotropa burelli* 79, 354  
*Allotropa convexifrons* 79  
*Alopecosa schmidti* 65  
*Alophora subcoleoprata* 80  
*Amblyseius andersoni* 67  
*Amblyseius cucumeris* 268  
*Amblyseius mckenziei* 264  
*Anastoechus nitidulus* 81  
*Anguis fragilis* 69  
*Anthocomus fasciatus* 55  
*Anthocoris nemoralis* 45  
*Anthocoris nemorum* 45, 345  
*Anystis baccarum* 68, 350  
*Apanteles glomeratus* 74, 351  
*Aphelinus mali* 76, 352  
*Aphidius avenae* 75  
*Aphidius ervi* 75, 351  
*Aphidius matricariae* 231  
*Aphidius picipes* 75  
*Aphicus apicalis* 352  
*Aphidoletes aphidimyza* 58, 238, 349  
*Araneus cornutus* 66  
*Arma custos* 44, 345  
*Ascogaster canifrons* 351  
*Bembidion lampros* 49, 346  
*Blastothrix confusa* 77  
*Blastothrix sericea* 77  
*Bolivaria brachyptera* 39  
*Brachimeria intermedia* 78  
*Bufo viridis* 69  
*Callistoma fascipennis* 80  
*Calosoma auropunctatum* 50, 346  
*Calosoma sycophanta* 50, 346  
*Calvia quatuordecimguttata* 53, 347  
*Cantharis livida* 54  
*Cantharis rufa* 54, 348  
*Carabus cancellatus* 50, 346  
*Carabus scabrosus tauricus* 50, 346  
*Chilocorus bipustulatus* 53, 347  
*Chilocorus renipustulatus* 53  
*Chouioia cunea* 217, 353  
*Chrysopa formosa* 57  
*Chrysopa perla* 57  
*Chrysopa septempunctata* 57  
*Chrysoperla carnea* 57, 244, 348, 349  
*Clytiomyia helluo* 80, 353  
*Colliria calcitrator* 351  
*Coccinella septempunctata* 53, 347  
*Coccophagus gurneyi* 77  
*Comperiella bifasciata* 77  
*Cryptolaemus montrouzieri* 52, 348  
*Cycloneda limbifer* 53  
*Cycloneda limbifer* 53  
*Dacnusa sibirica* 237  
*Deraeocoris olivaceus* 45  
*Deraeocoris ruber* 45  
*Deraeocoris trifosciatus* 45  
*Diadegma crassicornis* 355  
*Diaretiella rapae* 75  
*Dibrachus cavus* 78  
*Dicyphus errans* 45, 355  
*Diglyphus isaea* 237  
*Discodes sp.* 77  
*Empusa pennicornis* 40, 344  
*Encarsia formosa* 77, 222, 352  
*Eresus niger* 64  
*Exetastes cinctipes* 351  
*Forficula auricularia* 41  
*Forficula tomis* 41, 344

- Formica cinerea* 63  
*Formica lugubris* 63  
*Formica polyctena* 63  
*Formica rufa* 63, 350  
*Formica trunctorum* 63  
*Galleria melonella* 215  
*Geocoris ater* 46  
*Geocoris dispar* 46  
*Geocoris grylloides* 46  
*Habrobracon hebetor* 75, 214, 351  
*Habrocytus cerealella* 78  
*Helomyia lateralis* 80  
*Hemerobius humulimus* 57  
*Hister bipustulatus* 54, 348  
*Hyla arborea* 69  
*Lacerta agitis* 69  
*Lacerta vivipara* 69  
*Lathrodectus tredecimguttatus* 65  
*Lindorus lophanthae* 53, 347  
*Lycosa singoriensis* 66, 350  
*Lysiphlebus fabarum* 75, 233, 352  
*Machimus annulipes* 61  
*Machimus rusticus* 61  
*Macrocentrus collaris* 351  
*Macrolophus caliginosus* 45  
*Macrolophus nubilus* 45, 251, 345  
*Malachius aeneus* 55  
*Malachius viridis* 55  
*Mantis religiosa* 40, 344  
*Meteorus rubens* 74  
*Micromus angulatus* 250, 349  
*Microterys sylvius* 77  
*Mustella nivalis* 71  
*Nabis feroides* 46  
*Nabis ferus* 46, 346  
*Nabis pseudoferus* 46  
*Nabis punctatus* 46  
*Neoseiulus cucumeris* 350  
*Oligota flavicornis* 54  
*Oncophanes minutus* 75  
*Ooencyrtus kuvanae* 77  
*Ooencyrtus tardus* 77  
*Ophisaurum apodus* 69  
*Orius albidipennis* 44  
*Orius niger* 44, 345  
*Pardosa monticola* 65  
*Perillus bioculatus* 43, 345  
*Picromerus bidens* 43, 345  
*Pisaura mirabilis* 350  
*Phasia crassipennis* 80  
*Phytomyza orobanchia* 299, 350  
*Phytoseiulus persimilis* 67, 256, 350  
*Podisus maculiventris* 44, 219, 345  
*Poecilus cupreus* 316  
*Praon dorsale* 75  
*Propylaea quatuordecimpunctata* 53, 347  
*Prospaltella berlesei* 77  
*Prospaltella perniciosi* 77  
*Pseudaphycus malinus* 77  
*Pteromalus planiscuta* 77  
*Pteromalus puparum* 77, 353  
*Pyemotes ventricosus* 68  
*Rana esculenta* 69  
*Rana rididunda* 69  
*Reduvius personatus* 46  
*Rhoptromeris heptoma* 79  
*Rhynocoris annulatus* 46  
*Rhynocoris iracundus* 46, 346  
*Salticus zebrancus* 64  
*Satanas gigans* 350  
*Scolothrips sexmaculatus* 344  
*Scutellista araneus* 78  
*Scutellista cianea* 78  
*Sitotroga cerealella* 198  
*Sphaerophoria scripta* 60  
*Syrphus corollae* 60  
*Syrphus ribesii* 60, 349  
*Telenomus chloropus* 78  
*Telenomus laeviusculus* 78, 353  
*Thyphlodromus pyri* 66, 350  
*Trichogramma cacoeciae pallida* 76  
*Trichogramma evanescens* 76  
*Trichogramma dendrolimii* 76, 193  
*Trichogramma embryophagum* 76, 193  
*Trichogramma euproctidis* 196, 352  
*Trioxys angelicae* 75  
*Trissolcus grandis* 78, 353

- Trissolcus vassilievi* 78  
*Trochosa terricola* 65  
*Trybliographa rapae* 79, 353  
*Villa circumdata* 80, 354  
*Villa nottetota* 354  
*Zygomma suturalis* 306, 354

## ПАТОГЕНИ ШКІДНИКІВ РОСЛИН ТА АНТАГОНІСТИ ФІТОПАТОГЕНІВ

- Adelina tribolii* 113  
*Ampelomyces quisqualis* 125, 277  
*Arthrotrys oligospora* 99  
*Aschersonia aleurodes* 99  
*Aschersonia placenta* 99, 355  
*Bacillus amiloliqefaciens* 284  
*Bacillus anpopilliae* 104  
*Bacillus blatte* 105  
*Bacillus cereus* 104  
*Bacillus pumilus* 186  
*Bacillus subtilis* 105, 279  
*Bacillus thuringiensis* 103, 135, 180, 355  
*Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* 182  
*Bacillus thuringiensis* subsp. *tenebrionis* 182  
*Bacillus thuringiensis* subsp. *thuringiensis* 181, 182, 185  
*Baculovirus bombicis* 107  
*Baculovirus carpocapsae* 108  
*Baculovirus choristoneura* 108  
*Beauveria bassiana* 98, 177, 355  
*Beauveria tenella* 98  
*Cephalosporium lecanii* 97, 179  
*Chaetomium cochliodes* 123, 275  
*Chaetomium globosum* 123  
*Clostridium brevifaciens* 102, 104  
*Clostridium malacosoma* 102, 104  
*Coniothyrium minitans* 126, 277  
*Coniothyrium piricolum* 97  
*Densonucleosisvirus galleria* 110  
*Entomophthora aphidis* 95, 354  
*Entomophthora coronata* 95  
*Entomophthora sphaerosperma* 95  
*Entomophthora thaxteriana* 95  
*Entomopoxvirus melolontha* 109  
*Fomes fomentarius* 277  
*Fusarium nivale* 97  
*Gliocladium catenulatum* 276  
*Gliocladium virens* 124  
*Gonatobotrys simplex* 124  
*Helicoverpa armigera nucleopolichedravirus* 190  
*Hexameris ablicans* 117  
*Howardula phlotretae* 116  
*Insectoreovirus brassicae* 111  
*Leptomonas chattoni* 112  
*Mattesia povolnii* 112  
*Mermis longissima* 117  
*Metarrhizium anisopliae* 98, 178  
*Neoaplectana glasery* 116  
*Nosema carpocapse* 113  
*Paecilomyces farinosus* 97  
*Plasmmomermis korsakovi* 118  
*Plasmmomermis kulagins* 118  
*Pristionchus imiformis* 116  
*Pseudomonas aeruginosa* 102  
*Pseudomonas auerofaciens* 128, 279, 288  
*Pseudomonas camea* 102  
*Pseudomonas chlororaphis* 289  
*Pseudomonas fluorescens* 128  
*Pseudomonas putida* 128  
*Salmonella enteritidis* var. *Issatchenko* 186  
*Salmonella enteritidis* var. *Mereschkovski* 186

- Salmonella enteritidis* 105, 186  
*Serratia marcescens* 105  
*Steinernema carpocapse* 116  
*Steinernema faltiae* 355  
*Streptomyces avermitilis* 191  
*Streptomyces fradiae* 286  
*Streptomyces griseus* 286  
*Streptomyces kasugaensis* 278
- Streptomyces lavendulae* 286  
*Trichoderma harzianum* 120, 271  
*Trichoderma koningii* 120  
*Trichoderma lignorum* 120, 271  
*Trichoderma viride* 120, 271  
*Trichothecium roseum* 126, 286  
*Trypanosoma droschilae* 112  
*Verticillium lecanii* 179, 354

**ДОДАТОК**  
**ОСНОВНІ БІОАГЕНТИ**



Рис. 1. Стрілка-наяда  
(*Erynroma najas*)



Рис. 2. Красуня блискуча  
(*Calopteryx splendens*)



Рис. 3. Коромисло руде  
(*Aeschna isosteles*)



Рис. 4. Справжня бабка  
(*Libellula qudrimaculata*)



Рис. 5. Богомол звичайний  
(*Mantis religiosa*)



Рис. 6. Емпуза піщана  
(*Empusa penicornia*)



7. Щипавка звичайна  
(*Forfikula aricularia*)



8. Трипс хижий  
(*Scolothrips sexmaculatus*)





Рис. 9. Пікромерус двозубий  
(*Picromeruc bidens*)



Рис. 10. Арма вільхова  
(*Arma custos*)



Рис. 11. Периллус  
(*Perillus bioculatus*)



Рис. 12. Подізус  
(*Podisus maculiventris*)



Рис. 13. Макролофус  
(*Macrolophus nubilus*)



Рис. 14. Дицифус  
(*Dicyphus errans*)



Рис. 15. Антокорис звичайний  
(*Antocoris nemorum*)



Рис. 16. Оріус чорний  
(*Orius niger*)





Рис. 17. Мисливець сірий  
(*Nabis ferus*)



Рис. 18. Ринокорис червоний  
(*Rhynocorus iracundus*)



Рис. 19. Красотіл великий лісовий  
(*Calosoma sicophanta*)



Рис. 20. Красотіл золотокрапковий  
(*Calosoma auropunctatum*)



Рис. 21. Жужелиця кримська  
(*Carabus scabrosus tauricus*)



Рис. 22. Жужелиця червононога  
(*Carabus cancelatus*)



Рис. 23. Птеростих мідний  
(*Poecilus cupreus*)



Рис. 24. Блискучий бігунчик  
(*Bembidion lampros*)





Рис. 25. Сонечко семикрапкове  
(*Coccinella septempunctata*)



Рис. 26. Сонечко двокрапкове  
(*Adalia bipunctata*)



Рис. 27. Сонечко мінливе  
(*Adonia variegata*)



Рис. 28. Пропілея 14-крапкова  
(*Propylea quatuordecimpunctata*)



Рис. 29. Кальвія 14-крапкова  
(*Calvia quatuordecimguttata*)



Рис. 30. Хілокорус двоплямистий  
(*Chilocorus bipustulatus*)



Рис. 31. Циклонета  
(*Cycloneda limbifer*)



Рис. 32. Ліндорус  
(*Lindorus lophanthae*)





Рис. 33. Криптолемус  
(*Cryptolaemus montrousiers*)



Рис. 34. Личинка криптолемуса



Рис. 35. Алеохара  
(*Aleochara sp.*)



Рис. 36. М'якотіл темний  
(*Cantaris fusca*)



Рис. 37. Карапузик двоплямистий  
(*Hister bipustulatus*)



Рис. 38. Малашка мідна  
(*Malachius aeneus*)



Рис. 39. Золотоочка звичайна  
(*Chrysoperla carnea*)



Рис. 40. Яйце золотоочки





Рис. 41. Личинка золотоочки



Рис. 42. Кокон золотоочки

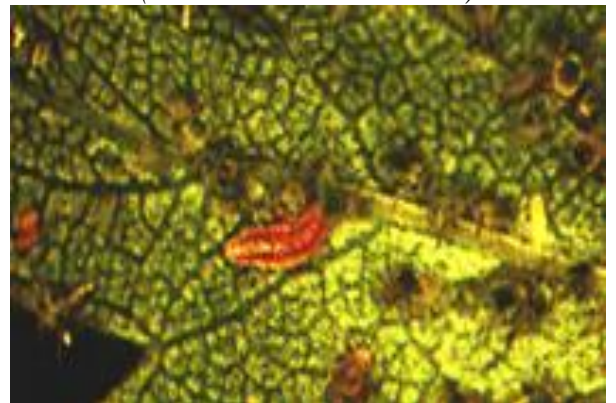
Рис. 43. Мікромус  
(*Micromus angulatus*)Рис. 44. Мурашиний лев  
(*Acanthaclisis occitanica*)Рис. 45. Афідиміза  
(*Aphidoletes aphidimyza*)

Рис. 46. Личинка афідимізи

Рис. 47. Дзюрчалка перев'язана  
(*Syrphus ribesii*)

Рис. 48. Личинка дзюрчалки





Рис. 49. Ктир гігантський  
(*Satanas gigans*)



Рис. 50. Руда лісова мураха  
(*Formica rufa*)



Рис. 51. Тарантул  
(*Lycosa singorigensis*)



Рис. 52. Павук-мисливець  
(*Pisaura mirabilis*)



Рис. 53. Фітосейулюс  
(*Phytoseiulus persimilis*)



Рис. 54. Неосейулюс  
(*Neoseiulus cucumeris*)



Рис. 55. Тифлодромус  
(*Thyphlodromus pyri*)



Рис. 56. Аністис  
(*Anystis baccharum*)





Рис. 57. Пімпла (*Pimpla* sp.)



Рис. 58. Екзетастес (*Exetastes* sp.)



Рис. 59. Діадегма  
(*Diadegma crassicornis*)



Рис. 60. Колірія  
(*Collyria calcitrator*)



Рис. 61. Апантелес  
(*Apanteles glomeratus*)



Рис. 62. Аскогастер  
(*Ascogaster canifrons*)



Рис. 63. Макроцентрус  
(*Macrocentrus collaris*)



Рис. 64. Бракон  
(*Habrobracon hebetor*)





Рис. 65. Афідіус  
(*Aphidius ervi*)



Рис. 66. Лізіфлебус  
(*Lysiphlebus fabarum*)



а)

Рис. 67. Трихограма бура (*Trichogramma eviproctidis*)  
а – ♀; б – ♂



б)



Рис. 68. Афелінус  
(*Aphelinus mali*)



Рис. 69. Енкарзія  
(*Encarsia formosa*)



Рис. 70. Агеніаспіс  
(*Ageniaspis fuscicollis*)



Рис. 71. Афікус  
(*Aphycus apicalis*)





Рис. 72. Птеромалюс  
(*Pteromalus puparum*)



Рис. 73. Хойойя  
(*Chouioia cunea*)



Рис. 74. Теленомус  
(*Telenomus laeviusculus*)



Рис. 75. Трисолькус  
(*Trissolcus grandis*)



Рис. 76. Аллотропа  
(*Allotropa burelli*)



Рис. 77. Триблїограффа  
(*Trybliographa rapae*)



Рис. 78. Фазія золотиста  
(*Clytiomyia helluo*)

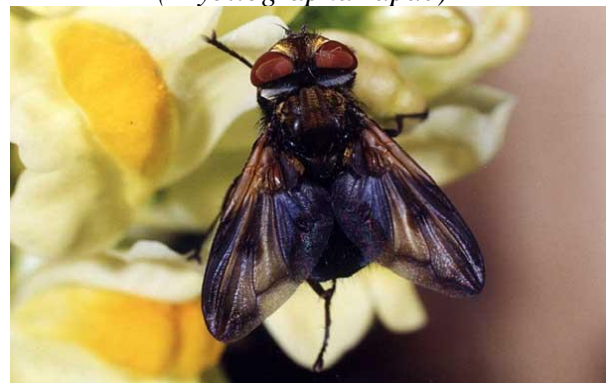


Рис. 79. Фазія сіра  
(*Phasia subcoleoptata*)





Рис. 80. Вілла буре  
(*Villa hottentota*)



Рис. 81. Вілла перев'язана  
(*Villa circumdata*)



Рис. 82. Фітоміза  
(*Phytomyza orobanchia*)



Рис. 83. Амброзійевий листоїд  
(*Zygogramma suturalis*)

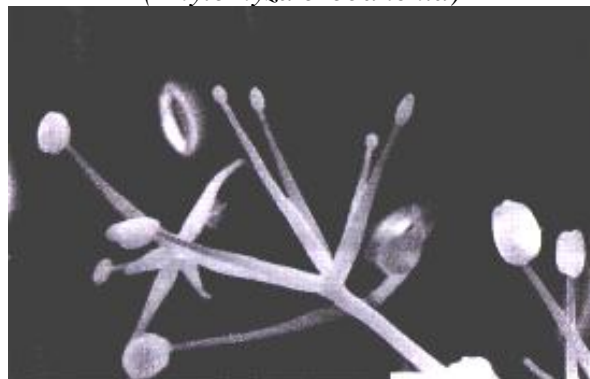


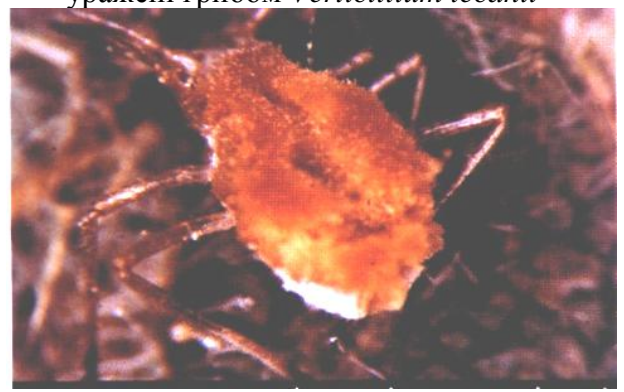
Рис. 84. Конідієносці і конідії гриба  
*Verticillium lecanii*



Рис. 85. Личинки тепличної білокрилки,  
уражені грибом *Verticillium lecanii*



а)



б)

Рис. 86. Попелиці, уражені грибами: а) *Verticillium lecanii*; б) *Entomophthora aphidis*





Рис. 87. Колорадський жук, уражений грибом *Beauveria bassiana*



Рис. 88. Дротяник, уражений грибом *Beauveria bassiana*



Рис. 89. Конідії гриба *Aschersoni placenta*



Рис. 90. Личинки тепличної білокрилки, уражені грибом *Aschersoni placenta*



Рис. 91. Личинки мухи, заражені нематодою *Steinernema feltiae*

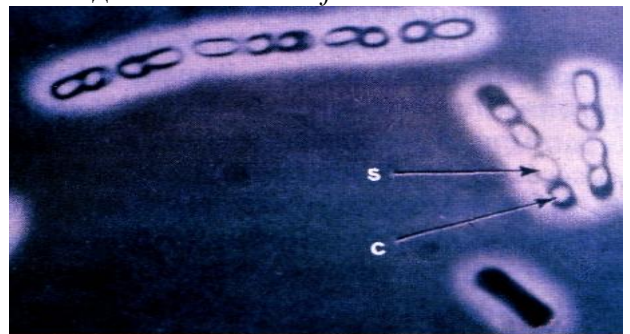
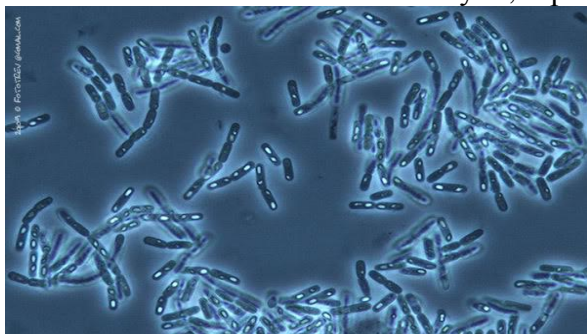


Рис. 125. Спори (s) і кристали ендотоксину (c) бактерії *Bacillus thuringiensis*

Навчальне видання

**Білик Микола Олексійович**

# **БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ РОСЛИН ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ**

Підручник

Редактор А.І. Осика  
Коректор І.О. Бутильська  
Комп'ютерний набір і верстка М.О. Білик

---

Підпис. до друку \_\_\_\_\_. Формат 60 x 84 1/16. Гарнітура Таймс.  
Друк. офсетний. Обсяг: 20,3 ум.-друк. арк.; 22,3 обл.-вид. арк. Тираж 100  
Замовлення \_\_\_\_\_