**Дядечко М.П., Падій М.М., Шелестова В.С.,
Барановський М.М., Черній А.М., Дегтярьов Б. Г.**

# БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ РОСЛИН

*За редакцією професорів М.П. Дядечка та М.М. Падія*

Допущено Міністерством аграрної політики України
як підручник для студентів вищих
навчальних аграрних закладів
із спеціальності 7.130105 – захист рослин

Біла Церква
2001

УДК 632.937 (0758)
ББК 44.158 Я 73
Б 63

Автори: **Дядечко М.П., Падій М.М.,
Шелестова В.С. Барановський М.М.,
Черній А.М., Дегтярьов Б. Г.**

Рецензенти: докт. біол. наук, проф. **Й.Т. Показій**;
начальник Центральної державної станції
родючості грунтів і захисту рослин **В.С. Колесниченко**

Б 63 Біологічний захист рослин / Дядечко М.П., Падій М.М., Шелестова В.С. та ін.; За ред. Дядечка М.П. та М.М. Падія. – Біла Церква, 2001. – 312 с.

ISBN 966–7417–22–0

Розглянуті напрями у біологічному захисті рослин: характеристика груп організмів, що використовуються у біологічному захисті рослин від шкідників, хвороб і бур'янів та теоретичні основи їх застосування; використання феромонів та біологічних препаратів для регулювання розвитку і розмноження фітофагів; технології лабораторного розведення зоофагів та регламентація їх використання; виведення і впровадження стійких сортів рослин.

**ББК 44.158. Я73**

© Дядечко М.П., Падій М.М.,
Шелестова В.С. та ін., 2001

**ISBN 966–7417–22–0**



# ВСТУП

Одним із важливих резервів збільшення виробництва зерна, овочів, плодів та іншої сільськогосподарської продукції є поліпшення захисту рослин від шкідників, хвороб та бур'янів. Наше сільське господарство щорічно втрачає від них до 25-30% врожаю. В умовах родючих грунтів, 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 підвищеної стійкості до шкідників і хвороб, агрономам розробити і втілювати в практику дотримання прогресивних технологій їх вирощування, а захисникам рослин забезпечити надійний захист культур та одержання екологічно чистої продукції врожаю.

Важливу роль в цьому має відіграти біологічний метод захисту рослин, який є екологічно чистим. Він базується на використанні живих організмів, продуктів їх життєдіяльності та ще біологічно активних речовин, іншими словами зоофагів, ентомопатогенних мікроорганізмів, гербіфагів, антибіотиків, феромонів, ювеноїдів, біологічно активних речовин, що регулюють розвиток та розмноження шкідливих організмів.

Вченими напрацьовані технології розведення низки зоофагів для захисту рослин: хижий кліщ, фітосейулюс, трихограма, енкарзія, галиця афідімиза тощо, а також виробництва мікробіологічних препаратів, доведена висока ефективність їх застосування. Розроблені також способи збереження та використання природних ресурсів зоофагів, проте практично вони використовуються явно недостатньо, в той же час саме з ними пов'язують великі можливості поліпшення захисту врожаю. В агроценозах є велика кількість видів різних зоофагів, які не використовуються належним чином через необізнаність або безініціативність фахівців сільського господарства.

На сьогодні перспективним є інтегрований захист рослин, який базується, в основному, на агротехнічному і біологічному методах, але в окремих випадках допускає застосування навіть хімічних засобів локальними способами з мінімальною витратою, наприклад, внесенням гранульованих препаратів у посівні рядки або передпосівною обробкою насіння тощо. У переважній більшості випадків лише біологічними і агротехнічними методами можна знизити чисельність шкідливих організмів на посівах 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 підійдемо впритул до управління міжвидовими взаємовідносинами в агроценозах.

Розвиток науково обгрунтованого біологічного захисту рослин в нашій країні розпочався в минулому сторіччі. Одні з перших досліджень з біологічного методу пов'язані з іменем професора Одеського університету І.І. Мечнікова (1879), який запропонував використовувати проти шкідливих комах ентомопатогенні мікроорганізми. Починаючи з 80-х років, випускник цього університету І.М. Красильщик віддав багато років життя практичному здійсненню цієї ідеї в боротьбі з хлібним жуком, буряковим довгоносиком та іншими шкідниками. В цей же час Н.В. Гамалєя і Л. Пастер провели успішні дослідження із застосування патогенних мікроорганізмів для боротьби з мишевидними гризунами. Видатні ентомологи І.А. Порчинський, випускник Харківського університету, І.Я. Шевирьов, М.В. Курдюмов провели численні дослідження для виявлення корисних організмів у різних типах агроценозів і розробки методів їх використання.

В 1904 р. в Києві була відкрита перша в Росії ентомологічна дослідна станція, яку очолив відомий вчений В.П. Поспєлов. В 1910 р. був відкритий ентомологічний відділ на Полтавській дослідній сільськогосподарській станції, який очолив М.В. Курдюмов.

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

Фундаментальна праця М.А. Теленги "Основные способы использования энтомофагов для биологического метода борьбы с вредителями и их теоретическое обоснование" є основою для використання ентомофагів. В останні роки життя головну увагу М.А. Теленга спрямував на вивчення наслідків захворювань у разі видужання комах. Він встановив, що в особин, які перехворіли, спостерігається послаблення життєздатності у наступних фазах розвитку. З цим пов'язана їх загибель за несприятливих умов зимівлі, зниження плодючості тощо. Таким чином, ефект післядії має велике практичне значення і становить інтерес для розуміння закономірностей динаміки популяції комах.

Отже, Київ ще в 30-40-ві роки став центром, де розроблялись теоретичні основи біологічного захисту рослин в республіці, а також практичні заходи щодо впровадження їх у виробництво. В дослідженнях з біологічного захисту рослин брали участь, крім науковців Інституту захисту рослин, також співробітники Інституту зоології, Української сільськогосподарської академії, державного університету ім. Т.Г. Шевченка та інші.

Уряд України ще в 1966 та 1968 рр. видав постанови, спрямовані на розширення досліджень із біологічного захисту рослин та тварин від шкідників



і хвороб та впровадження наукових розробок у виробництво. В 1966 р. при Президії АН України був створений Комітет з координації досліджень з цієї проблеми. До нього були залучені видатні вчені з десяти вузів та восьми науково-дослідних інститутів. Був розроблений план досліджень та впровадження наукових розробок у виробництво.

В 70-ті роки на Україні було відкрито 13 біофабрик та близько 300 біолабораторій для масового розведення трихограми, фітосейулюса та напрацювання інших біологічних засобів і широкого застосування біологічного методу захисту рослин в господарствах.

Для здійснення цих масштабних планів потрібно було їх кадрове забезпечення. Були потрібні фахівці, здатні на належному рівні виконати ці завдання. Тому в 70-ті роки при Українській сільськогосподарській академії було організовано перепідготовку фахівців для біолабораторій, а в 1992 р. при факультеті захисту рослин Національного аграрного університету відкрито спеціалізацію з біологічного захисту рослин.

Протягом 70-х та першої половини 80-х років фахівці біофабрик і біолабораторій були, в основному, перепідготовлені, що забезпечило непогану їх роботу. Так, протягом 1985 року трихограму було випущено на посівах і в садах на площі близько 7,9 млн га. Крім того, на значній площі проводились заходи із збереження природних ресурсів ентомофагів та приваблювання їх на окремі поля. Всього ж, наприклад, у 1989 році біологічний метод застосовувався більше як на 25% орних земель, тобто близько 10 млн га. На жаль, практичний випуск трихограми на поля здійснювали фахівці господарств, які здебільшого не були охоплені перепідготовкою, тому нерідко відносились до цього формально, а то і скептично, що відбивалось на якості цих робіт.

В 90-х роках через економічні негаразди, інфляцію та загальний розвал виробництва робота майже всіх біофабрик і лабораторій була призупинена. Проте, дуже високі ціни на засоби хімічного захисту рослин, що їх диктують іноземні комерційні структури, змусили господарства уже зараз "згадати" про біометод, зокрема, застосування трихограми. Тому на часі завдання – відновити роботу зупинених біофабрик і біолабораторій.

Проте, для цього потрібне сучасне обладнання, а також маточна трихограма. Вирішення першої проблеми забезпечує одеський інститут "Біотехніка", у виробничих цехах якого виготовляється це обладнання. Крім того, він організує виробництво бактеріальних і вірусних біопрепаратів, дуже потрібних в Україні. Що стосується маточної трихограми, то при НАУ створюється виробничо-науковий центр "Біометод", а при ньому біолабораторія для відпрацювання теоретичних і практичних аспектів ведення маточної культури трихограми. Він також займатиметься широким впровадженням біометоду в господарствах різних регіонів України, перепідготовкою фахівців. Отже,

широке застосування біологічного методу в господарствах України в найближчі роки є реальністю.

В Києві започатковане видавництво журналу з питань захисту рослин. В ньому друкуватимуться і матеріали з біометоду – рекомендації, обмін досвідом застосування різних біологічних засобів у господарствах, пропозиції як з наукових організацій, так і від фахівців господарств.

Цей перший в Україні підручник з біологічного захисту рослин видається на основі відповідним чином допрацьованого посібника "Основи біологічного методу захисту рослин", третє видання якого відбулось у 1990 р. Він розрахований на студентів аграрних академій, університетів і коледжів, аспірантів, магістрів, працівників біофабрик і біолабораторій, фахівців господарств, фермерів.



# ЧАСТИНА І. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗООФАГИ ТА ХВОРОБИ КОМАХ В АГРОЦЕНОЗАХ

## Розділ 1. АГРОБІОЦЕНОЗИ, ЇХ ЕНЕРГЕТИЧНА СТРУКТУРА, КІЛЬКІСНА ТА ЯКІСНА ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОНЕНТІВ

Поверхневу оболонку земної кори, де зосереджено життя рослин, тварин, мікроорганізмів, звичайно називають біогеосферою, або біоценотичним покровом.

Видатний вчений В.І. Вернадський (1863-1945) називав цю оболонку такими термінами, як "плівка життя", "шар життя", "пояс концентрації живої речовини", "живою речовиною планети". Внаслідок багатовікової діяльності живих істот і пов'язаних з ними таких фізіологічних процесів, як живлення, відмирання, дихання, водний обмін, первісний склад поверхні землі дуже змінився, зокрема зазнали суттєвих змін хімізм, енергетика, структура оболонки планети. Під час цього складного процесу перетворень живі організми вбирають енергію Сонця, хімічні елементи із зовнішнього середовища і мінеральної оболонки землі та синтезують у своїх тілах різноманітні органічні матеріали.

Біоценоз складається з двох основних частин: живої і неживої природи. Нежива частина агроценозу включає мінеральну частину грунту і атмосферу. Загальна схема цих складових частин та їхньої взаємодії зображена на рисунку 1.

У спеціальній літературі поняття біоценоз часто позначають терміном "екосистема". Створені людиною польові угіддя, культури і луки, лісові культури, парки, плодово-ягідні насадження звичайно називають агроценозами або агроекосистемами.

Кожний тип агроекосистеми має певний ступінь організації. Вона виявляється в групуваннях і розташуванні взаємозв'язаних між собою живих і неживих компонентів, що забезпечують їх основну функцію – обмін енергією.

Наука, що вивчає "шар життя" – біоценологія – почала формуватися порівняно недавно, на межі біологічних, сільськогосподарських і фізико-географічних наук.

Вчення про біоценоз нерозривно пов'язане з іменами видатних вчених В.І. Вернадського та В.М. Сукачова. Вони не тільки розкрили основні зв'язки і взаємодії між компонентами біоценозу, а й визначили зміст цього напряму в науці, обгрунтували і практично спрямували його на наукове перетворення сільськогосподарського виробництва.

Проте слід відзначити, що інші вчені значно раніше визначили цей напрям у розвитку біологічної науки. Ще в 1899 р. В.В. Докучаєв у книзі " До

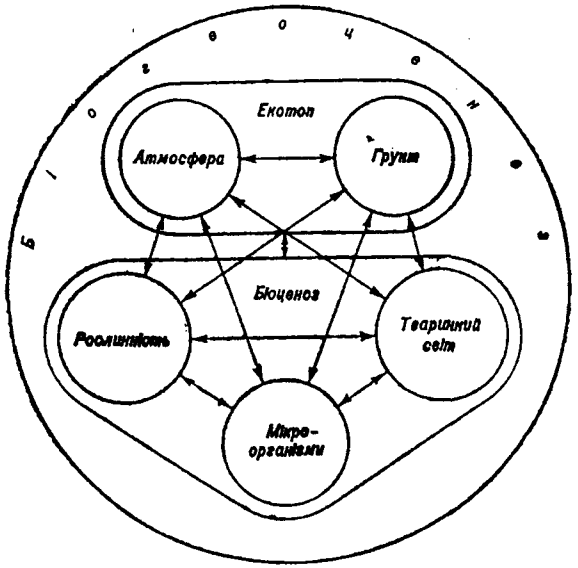



Рис.1. **Складові компоненти біоценозу і взаємозв'язок між ними** (за Сукачовим В.М.)

вчення про зони природи" писав про генетичний, віковічний і завжди закономірний зв'язок, який існує між тілами та явищами, між мертвою і живою природою, між рослинами, тваринами й мінеральними царствами. Він вважав, що в поняття "рівень сільськогосподарського виробництва" необхідно включати, за можливістю, всю цілісну і нероздільну природу.

Аналогічну точку зору на природу висловлювали основоположники вчення про ліс Г.М. Морозов і Р.І. Аболін (1914).

У працях В.М. Сукачова дано більш лаконічне, але досить глибоке визначення поняття про біоценоз, як про діалектичну єдність взаємозв'язаних організмів і ділянки землі, що ними заселена (біотопу), яка забезпечує певний тип кругообігу речовин і енергії.

У таких первинних біоценозах або екосистемах першого порядку як, наприклад, ковило-типчаковий степ, природні луки й ліси, характер зв'язків між його компонентами дещо відрізняється від вторинних біоценозів. Так, в агроценозах, що зайняті тією чи іншою культурою або певною сівозміною, зв'язки між організмами значною мірою залежать від агротехніки їх вирощування, спеціалізації господарства.

Тепер більшість спеціалістів сільського господарства зійшлися на думці, що 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, в якій зв'язки між організмами здійснюються, головним чином, через обмін енергією між ними, тобто одні види існують за рахунок інших.

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

Саморегуляція – це безперервний процес саморуху і саморозвитку органічного життя біосфери.

Жива частина агроценозу складається з автотрофних і гетеротрофних організмів. Автотрофні, або рослинні, 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 діляться на дві групи: редуценти (бактерії, інші групи мікроорганізмів), що поглинають відмерлі частини рослин і переробляють їх на мінеральні солі й гази, і консументи (членистоногі, черви та інші види тварин), що живляться як рослинною, так 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 інтенсивної технології вирощування високопродуктивних сортів і гібридів різних культур. Чим багаті наші агроценози? Які можливості їх використання і відтворення?

Перш ніж дати відповідь на ці питання, розглянемо послідовно складові частини агроценозів та їхні особливості.

### *Рослинний покрив і його продуктивність*

Як відомо, зелена автотрофна рослинність є основним продуцентом первинної органічної речовини – фітобіомаси. На її основі здійснюються всі біологічні й хімічні перетворення в агроценозах.

Зелені рослини в процесі фотосинтезу поглинають із атмосфери вуглекислий газ, з грунту – мінеральні речовини і воду, а за допомогою сонячної енергії створюють органічні сполуки. Чим інтенсивніше проходить цей синтез, тим швидше відбувається обмін речовин і енергії між рештою компонентів екосистеми. Частина органічної речовини, що утворилася, витрачається на дихання рослин, основна ж її кількість перетворюється на фітомасу, тобто формує продуктивність поля.

Фотосинтетичний процес у різних географічних зонах відбувається неоднаково. Найбільша кількість органічної маси утворюється у вологих тропіках і субтропіках, найменша – в пустелях, тундрі.

Цей складний процес також залежить від структури і хімізму грунту, вологи, температури навколишнього середовища.

Особливо багато біомаси нагромаджується в лісах, де її кількість досягає 500 т/га і більше.

Інтенсивність нагромадження органічних речовин у польових агроценозах також може бути дуже великою. Наприклад, у Степу з поля, на якому протягом вегетаційного періоду вирощують спочатку озиму пшеницю на зелений корм, потім кукурудзу, а за нею соняшниково-горохову сумішку, одержують зеленої маси близько 1240 ц/га, або понад 260 корм. од.

Багатоукісне використання бобово-злакових травостоїв на Поліссі і в Лісостепу України дає можливість збирати по 120 ц/га сіна, в якому міститься 15-20% сирого протеїну і 21-26% сирої клітковини.

Велике значення в нагромадженні рослинної маси має використання післяжнивних культур. Так, вирощування вико-вівсяної сумішки (як післяжнивної культури в західних областях України) дає можливість додатково одержувати по 500 ц/га зеленої маси.

На зелену масу майже повсюдно вирощують озимий і ярий ріпак, що дає змогу одержувати близько 800 ц/га цінного корму.

Особливо багато біомаси дають бобові трави. Зокрема, на поливних землях Херсонського сільськогосподарського інституту за п'ять укосів одержують по 703 ц/га зеленої маси.

В господарстві ім. Щорса Долинського району на Кіровоградщині впроваджено 12-пільну сівозміну, яка насичена посівами люцерни. Використання інтенсивної технології її вирощування (проміжний укіс, широкорядна сівба, раціональне застосування засобів захисту рослин і особливо створення квітучого конвеєра і заказників для приваблювання комах-запилювачів тощо) дало можливість значно підвищити збір насіння і зеленої маси цієї культури при мінімальних витратах пестицидів.

Розміщення озимої пшениці після люцерни значно збільшило врожайність зерна, забезпечило його високу якість. До того ж люцерна, що має добре розвинуту кореневу систему, поліпшує структуру грунту, збагачує його азотом.

### *Гетеротрофна частина агроценозу*

Склад гетеротрофної частини агроценозу дуже різноманітний і динамічний. Він включає в себе тваринний світ і бактерії, деякі види грибів.

Тваринний світ – найбільш складний і динамічний компонент екосистем. Всі тварини є споживачами створеної рослинами органічної речовини, вони споживають кисень і виділяють вуглекислий газ. Розвиток у тварин взаємозв'язків з рослинним світом відбувався не лише шляхом споживання ними органічної речовини, а й через участь у запиленні квіток, розповсюдженні



плодів і насіння. Тваринним організмам належить величезна роль у грунтотворних процесах, формуванні гумусу, переробці відмерлих частин рослин.

Велике значення в грунтовому середовищі мають безхребетні й найпростіші. Певне значення мають також і хребетні тварини, зокрема, кроти, мишоподібні гризуни, птахи, рептилії, земноводні.

Рослиноїдні організми, які живуть у грунті, живляться кореневою системою, сапрофаги – рослинними рештками. Грунтові сапрофаги відіграють провідну роль у перетворенні речовин і енергії, викидають на поверхню грунту величезну кількість переробленої органічної маси. Одні лише дощові черв'яки виносять на поверхню велику кількість екскрементів, змішаних з частинками грунту. Біомаса грунтових сапрофагів дуже велика на багатих органічними речовинами грунтах, особливо там, де вони помірно зволожені, аеровані, мають добре розвинутий рослинний покрив.

Велика також роль членистоногих, які населяють верхній шар грунту. Переважають тут фітофаги і пов'язані з ними хижаки, паразити. Фітофаги суттєво впливають на метаболізм речовин і енергії. В цьому процесі не менш важливе значення відіграють патогени і зоофаги, про яких мова піде далі.

Мікроорганізми є постійними мешканцями екосистем і відіграють важливу роль у грунтотворних процесах, деякі з них зв'язують вільний азот атмосфери, інші мінералізують органічні речовини. За способом засвоєння енергії розрізняють автофітотрофні та гетеротрофні, а за характером кисневого обміну – аеробні й анаеробні мікроорганізми. Більшість їх виділяють ферменти, які прискорюють або уповільнюють процеси метаболізму.

Під час розкладу органічних речовин спостерігається зміна діяльності різних видів організмів. На початку складних процесів розщеплення і синтезу найбільш активні бактерії і мікроскопічні гриби. Вони розкладають найменш стійкі вуглеводи на воду і вуглекислий газ. Потім починають діяти спороутворюючі бактерії, гриби і актиноміцети, що засвоюють клітковину й лігнін.

Багато мікроорганізмів гідролізують крохмаль, цукри, целюлозу, органічні кислоти. Жирні кислоти, гліцерин розкладаються під впливом ферменту ліпази, що виділяється грибами.

Серед мікроорганізмів багато є таких, що гідролізують азотні речовини. Бульбочкові бактерії, а також синьо-зелені водорості перетворюють азот атмосфери у нітрати, які потім використовують вищі рослини для створення протеїнів. За один сезон ці мікроорганізми можуть нагромадити азоту близько 300 кг/га грунту. Тому в багатопільних сівозмінах мають бути як багаторічні бобові трави, так і однорічні зернобобові.

Мікроорганізми розщеплюють білки на фосфор і сірку, а сіркобактерії окислюють останню.

Багато мікроорганізмів руйнують токсичні продукти обміну речовин, продукують ростові речовини. Інтенсивність діяльності мікроорганізмів багато в чому залежить від діяльності людини.

Особливо велике значення у кругообігу речовин і енергії в екосистемах належить грибам-сапрофітам. Вони розкладають відмерлі рослини і їхні частини. Гриби-паразити – збудники багатьох захворювань культурних рослин – істотно знижують урожай. Щоб цьому запобігти, доводиться витрачати чимало коштів для проведення заходів з обмеження чисельності і шкідливості збудників хвороб.

Певну роль у житті агроценозу відіграють також гриби-симбіонти і гриби-антагоністи.

Різноманітні функціональні біохімічні зв'язки наземних грибів, водоростей і бактерій знаходяться ще в початковій стадії вивчення.

До гетеротрофної частини агроценозу входять і високоорганізовані рослини – консументи, які існують в агроценозах за рахунок енергії, акумульованої автотрофними рослинами. Таким консументом, наприклад, є вовчок (заразиха), який паразитує на соняшнику, тютюні та інших рослинах.

У структурно-функціональній організації екосистем особливе місце займають консорції і сукцесії.

Під консорціями звичайно розуміють характер взаємозв'язку між популяціями певних автотрофних рослин з організмами інших видів в межах даної екосистеми. Розкриття цих зв'язків становить інтерес з точки зору різноманітності шляхів трансформації енергії від продуцентів до редуцентів і консументів, а також можливість використання цих закономірностей для захисту врожаю.

Ці складні й динамічні зв'язки між рослинним і тваринним світом в певні періоди розвитку посилюються або послаблюються, навіть перериваються на тривалий або короткий період.

На жаль, відомі лише деякі з цих трансформаційних зв'язків. До цього часу, зокрема, не з'ясовані глибинні зв'язки між збудниками вірусних хвороб рослин і членистоногими переносниками цих захворювань, до кінця не виявлені також можливості практичного використання багатьох корисних організмів екосистеми.

Науково обгрунтоване розкриття природних зв'язків між компонентами екосистем має дуже велике практичне значення для вибору найбільш продуктивних сівозмін, тих чи інших прийомів вирощування сільськогосподарських культур, особливо за інтенсивними технологіями, а також для спеціалізації господарств.

Іноді поспішне, необдумане втручання людини в структурно-функціональні зв'язки, які склалися між компонентами екосистеми, впливає на продуктивність рослинництва, а допущені помилки буває важко виправити. Так, широке застосування ДДТ призвело до значного руйнування зв'язків між організмами в агроценозах, а також до забруднення навколишнього середовища. Головне в господарській діяльності спеціаліста – вибрати таку



систему захисту врожаю, яка забезпечила б збільшення ресурсів природи, а не її виснаження.

У поняття сукцесії входить послідовна зміна або чергування рослинного і тваринного світу як у межах одного поля, так і в межах всієї сівозміни. Правильні добір і чергування культур, способи їх вирощування сприяють нагромадженню біомаси рослин і гетеротрофних організмів, а це врешті-решт підвищує родючість грунту.

Як уже відзначалося, тваринний світ і світ мікроорганізмів агроценозів багатий і різноманітний. Так, на полях, що зайняті багаторічними бобовими травами, в навчальних господарствах Національного аграрного університету налічується понад 7,2 тис. видів організмів. На полях під озимою пшеницею їх близько 6 тис., а на полях під ярими хлібами, зернобобовими культурами, цукровими буряками, картоплею – близько 5 тис. видів. В 1 $м^2$ орного шару грунту під конюшиною або люцерною налічується 16-19 тис. членистоногих, 145-410 тис. нематод та інших червців. А яка величезна кількість мікроорганізмів живе тут! В 1 $см^3$ грунту налічується 250-400 млн бактерій, 1,5-2 млн мікроскопічних грибів, 100-150 тис. нижчих водоростей, 10-20 тис. найпростіших. Під великим збільшенням можна побачити дивовижний світ грунту: кожна його органічна або мінеральна частка вкрита кількома шарами живих мікроорганізмів.

Дослідження основної маси тварин і мікроорганізмів, вивчення їх харчових зв'язків показало, що лише близько 1% видів живляться культурними рослинами, тобто є шкідниками. Переважна більшість їх належить до зоофагів – організмів, які існують за рахунок шкідників. Решта переробляє відмерлі тканини рослинного і тваринного походження.

Кількість видів зоофагів майже в 70 разів більша, ніж шкідливих організмів. Проте суттєве знищення зоофагами шкідників звичайно припадає на період збирання врожаю. Тому, щоб зібрати достатній урожай, спеціалістам необхідно заздалегідь застосувати такі заходи, які б дали можливість силам і механізмам саморегуляції ефективно діяти на початку заселення посівів шкідниками. Про те, як цього досягти, розповідається у наступних розділах книги.

### *Грунт і атмосфера як компоненти екосистеми*

Грунт – це не тільки джерело матеріальних ресурсів, необхідних для функціонування живих компонентів агроценозів, але й сам являється певною мірою результатом біоценотичних процесів. Мінеральні й органічні речовини, гази, енергія грунту вступають у різноманітні взаємодії з рослинним покривом, мікроорганізмами, тваринами, атмосферою, внаслідок чого зазнають значних змін. Вуглекислий газ, тепло, вода, пилоподібні часточки частково переходять у атмосферу, частково вимиваються з грунту, поглинаються мікроорганізмами, коренями рослин, тваринами. Водночас грунт акумулює з

навколишнього середовища кисень, аерозолі, хімічні елементи, радіоактивні речовини, тепло. В грунт надходить значна кількість мертвих рослинних і тваринних решток. Завдяки взаємодії речовин і сонячної енергії, гумус поповнюється органічними кислотами, мінеральними сполуками, видозмінюється його фізична структура.

Міграція речовин і енергії у різних типах грунту відбувається нерівномірно: в деяких вона підсилюється, в інших, навпаки, слабшає. Це залежить від пористості, механічного складу грунту, глибини водотривких шарів. У цих процесах особливу роль відіграє запас грунтової вологи і її рухомість. Так, вміст вологи змінюється протягом року, сезону і навіть доби.

Гумусовий горизонт максимально насичений живими організмами, продуктами їх життєдіяльності, киснем, елементами мінерального живлення рослин. Грунти, збагачені азотом, мінеральними речовинами, оптимально зволожені, з добрими структурою і тепловим режимом, найбільш родючі. Знаючи це, спеціалісти сільського господарства повинні повсякчас дбати про забезпечення основних факторів родючості, дотримуватись науково обгрунтованих сівозмін, впроваджувати прогресивні технології та інші елементи високої культури землеробства.

У районах з підвищеною ерозією грунту в останні роки велику увагу приділяють безвідвальному обробітку, міжрядному обробітку долотоподібними робочими органами та іншим агротехнічним прийомам. Це позитивно впливає на співвідношення чисельності шкідливих і корисних організмів в агроценозах. Так, дискування стерні в перший день після збирання озимої пшениці збільшує чисельність хижих жужелиць у 8-12 разів, внаслідок чого кількість личинок пшеничного трипса зменшується майже в 200 разів, крім цього, цей захід дає можливість зберегти в грунті вологу, провокує проростання насіння бур'янів.

Обробка міжрядь у посівах люцерни після укосу долотоподібними робочими органами також сприяє збільшенню чисельності хижих комах, які зменшують кількість шкідників у грунті в 7-8 разів, і також сприяє збереженню вологи в грунті.

Значна кількість агротехнічних заходів прискорює процеси саморегуляції організмів. Але є й такі, що їх уповільнюють, зменшують родючість грунту, знижують опірність рослин проти дії шкідливих комах.

Атмосфера, а точніше та її частина, що прилягає до поверхні землі, суттєво і багатопланово впливає на всі процеси і зв'язки в екосистемах, особливо на енергетичні ресурси.

Найважливішу роль відіграють вуглекислий газ і кисень. Кисень поглинають майже всі організми агроценозу (виняток становлять анаеробні мікроорганізми). Він визначає хід багатьох хімічних реакцій, перетворень органічних речовин. Вуглекислий газ поглинають лише зелені рослини, а в процесі дихання вони його виділяють. У тропосфері вміст вуглекислого газу помітно



змінюється. Вдень у зв'язку з фотосинтезом концентрація його зменшується, вночі, навпаки, збільшується. Вуглекислий газ утеплює грунт, від нього залежить приріст біологічної маси рослинності.

Газоподібний азот бере участь у біоценотичних процесах в значно меншій мірі, ніж кисень і вуглекислий газ.

Постійне переміщення повітряних мас в атмосфері змінює радіаційний потік, кількість тепла, аерацію. Інтенсивність радіаційного процесу залежить не лише від висоти сонцестояння, а й від щільності повітря, кількості водяних парів у ньому, хмарності, часу доби і року, рельєфу місцевості.

В зв'язку з цим розрізняють екотопи з оптимальною сумою радіації, з підвищеною (південні схили) і зниженою (північні схили).

Сонячна радіація з різною довжиною хвиль по-різному впливає на екосистему. Так, довгохвильова радіація дає тепловий ефект, короткохвильова – хімічний. Середньохвильова радіація (довжина хвилі 600-700 м) оранжево-червоної частини спектру відіграє найбільш важливу роль у фотосинтезі. Тепловий і світловий режими залежать від типу грунту, рослинності, вологості, вітру. Атмосферні опади посилюють грунтотворні процеси, визначають продуктивність полів та інших сільськогосподарських угідь.

Вода відіграє значну роль в переміщенні речовин, є середовищем життя багатьох видів мікроорганізмів. Опади у вигляді снігу захищають грунт від промерзання.

Схему найважливіших потоків речовин і енергії у польовій сівозміні показано на рисунку 2.

Деякі процеси в атмосфері, як, наприклад, сильні вітри, часті опади, або, навпаки, тривала посуха, спричиняють такі небажані явища як ерозія грунту, пилові бурі, посуху. Щоб запобігти їм, людина вдається до таких захисних засобів, як протиерозійна система землеробства, що дає змогу зберегти структуру і родючість грунту, полезахисні насадження, меліоративні роботи.

Знаючи складові частини екосистеми, їх взаємодію і роль, можна програмувати врожаї сільськогосподарських культур, максимально використовувати резерви природи.

Кожен агроном повинен докласти максимум зусиль, щоб раціонально, по-господарськи розпоряджатися величезними, але не безкінечними, багатствами скарбниці природи, оволодівати прийомами їх відтворення, зокрема, дбайливо ставитися до зоофагів агроценозів.

Такий біоценотичний підхід до захисту врожаю, як відомо, дістав назву інтегрованого. Він є невід'ємною теоретичною і практичною основою зональних комплексних систем, особливо при застосуванні інтенсивних технологій вирощування культур.

Виробнича практика ставить перед спеціалістами сільського господарства завдання розробити і впровадити такі системи захисту рослин, які б передбачали використання природних регулюючих факторів.

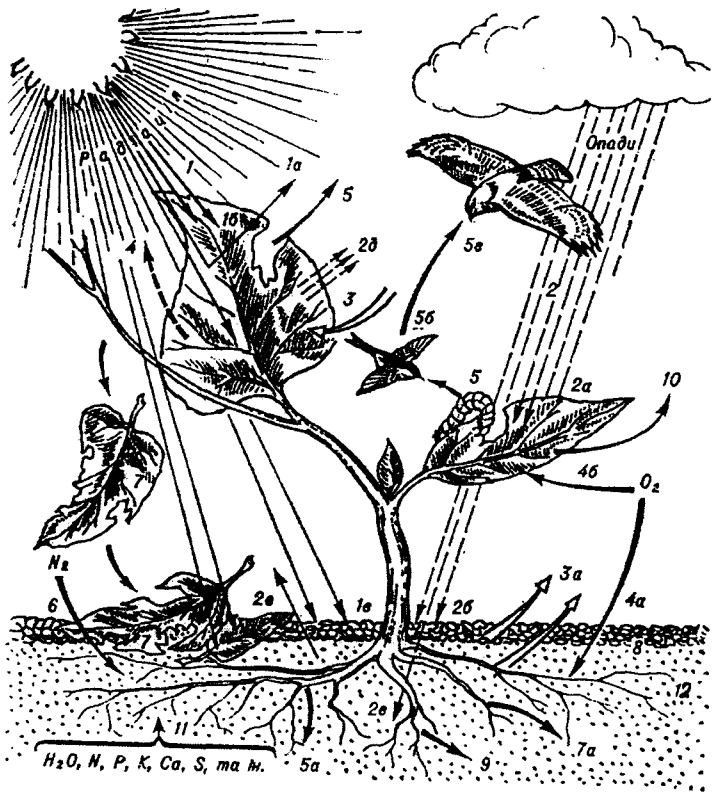



Рис.2. **Схема найважливіших потоків речовин і енергії у польовій сівозміні** (за Дилісом Н.В.):

1, 1а – радіація, що відбивається; 1б – енергія, що поглинається в процесі фотосинтезу; 1в – радіація, що досягає грунту; 2 – опади; 2а – опади, що затримуються рослинами; 2б, 2в – опади, що проникли в грунт; 2г – витрати води на транспірацію; 2д – витрати води на фізичне випаровування; 3 – поглинання рослинами $CO_2$ в процесі фотосинтезу; 3а – виділення $CO_2$ з грунту; 4 – виділення кисню під час фотосинтезу; 4а – поглинання кисню коренями рослин та мікроорганізмами; 4б – поглинання кисню рослинами та тваринами; 5, 5а, 5б, 5в – засвоєння органічних речовин фітофагами та хижими тваринами; 6 – фіксація атмосферного азоту мікроорганізмами; 7,7 а, 8 – розклад рослинних решток організмами; 9,10 – виділення летких органічних речовин; 11, 12 – поглинання коренями води і мінеральних речовин

Таким чином, система інтегрованого захисту розрахована на максимальне використання резервів самого агроценозу, на управління процесами саморегуляції організмів.



Ці нові підходи до захисту зернових, зернобобових, технічних і плодово-ягідних культур будуть розглянуті далі, а зараз коротко зупинимось на методологічному аспекті цього напряму.

***Методологічні основи біоценотичного підходу до захисту рослин від шкідливих організмів.***

Необхідність висвітлення цього питання пов'язана з тим, що окремі екологи принижують або зовсім відкидають значення процесів саморегуляції в агроценозах, посилаючись на те, що, мовляв, у штучних системах різноманітність видів тварин у багато разів менша, ніж у природних екосистемах. Вони вважають, що лише в природних біоценозах спостерігається так звана "рівновага" між популяціями різних видів, де вона є нормальним станом, при цьому розвиток в екосистемах і між окремими його мікроструктурами відбувається еволюційно, без стрибків (Берг, 1954; Томсон, 1956; Месендрер, 1964).

Як відомо, склад конкретного агроценозу, його структурно-функціональна організація є результатом тривалого історичного розвитку землеробства. Наявний фактичний матеріал свідчить, що в первинних біоценозах (перелоги, неорні землі) різноманітність і кількість видів залишаються такими самими, як і в агроценозах.

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.

Біологічна наука розглядає природу не як стан спокою і стабільності, а як стан безперервного руху і зміни. Причина цього розвитку знаходиться всередині самих екосистем. Розвиток здійснюється в результаті наявних внутрішніх протиріч. Саморегуляція організмів в екосистемах є однією із форм саморуху живої органічної матерії. Це невід'ємна властивість, спосіб її існування.

Відомо, що саморегуляція здійснюється через взаємодію особин всередині 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, впровадженням стійких сортів. Вивчення динаміки чисельності шкідливих організмів і факторів, що обмежують рівень чисельності окремих їх 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 дає можливості зрозуміти якісні (фізіологічні) зміни, характерні для окремих популяцій виду за період їх розвитку. Перехід кількісних змін в якісні або виявлення причин стрибкоподібної зміни у структурі популяції особливо важливі для прогнозування масового розмноження чи, навпаки, депресії най-

небезпечніших 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.

У зв'язку з цим, детермінація динаміки чисельності та рівня життєздатності популяції в агроценозі має бути представлена у вигляді загальної схеми (рис. 3).

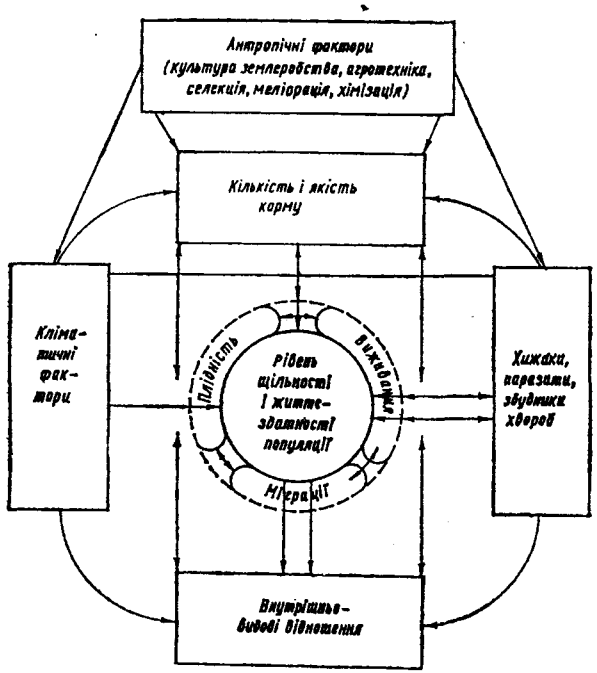



Рис. 3. **Загальна схема динаміки чисельності й рівня життєздатності популяції з агроценозі**

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 діапаузи.

Пізнання спеціалістами сільського господарства біоценотичних підходів до захисту врожаю, особливо при сучасних інтенсивних технологіях вирощування культур, сприятиме значному скороченню обсягів застосування хімічних засобів, допоможе зберегти і максимально використати регулювальні механізми самих агроценозів.

Закономірності динаміки і можливість управління чисельністю організмів будуть розглянуті більш детально в наступних розділах.



# Розділ 2. ФАУНА ТА ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ ЗООФАГІВ

## 2.1. Огляд найголовніших груп зоофагів

### *Ентомофаги та акарифаги з класу комах*

В класі комах налічується найбільша кількість ентомофагів. До нього входять два підкласи – нижчі (безкрилі) та вищі (крилаті) комахи. В підкласі нижчих комах ентомофагів мало. Вони в основному належать до родів Japyx та Campodea. Це хижі всеїдні види, які живляться ногохвостками та іншими дрібними комахами.

У багатьох рядах підкласу вищих комах відомі ентомофаги, зокрема, бабки, богомоли, трипси, напівтвердокрилі, твердокрилі, віялокрилі, сітчастокрилі, верблюдки, перетинчастокрилі та двокрилі.

**Ряд бабки (Odonata).** Личинки і дорослі бабки є хижаками. Личинки живуть у воді. Дорослі полюють на комарів, мошок та інших дрібних комах.

**Ряд богомоли (Mantoptera).** Великі хижі комахи з гризучим ротовим апаратом та хватальними передніми ногами. Личинки винищують попелиць та інших дрібних комах. Дорослі живляться сарановими, мухами, дрібними метеликами.

**Ряд напівтвердокрилі, або клопи (Hemiptera).** Комахи з колючосисними ротовими органами. Переважно рослиноїдні, проте багато видів є хижаками. Такі родини, як набіди, крихітки, мікрофізиди, редувіїди, повністю складаються з хижих видів. Є ентомофаги і в інших родинах (сліпняки, щитники, тощо).

**Родина набіди (Nabidae).** Клопи 5-12 мм завдовжки, мають стрункe видовжене тіло, хоботок 4-члениковий, на крилах кунеус відсутній, крила іноді вкорочені. Личинки та дорослі комахи живляться попелицями, цикадками, дрібними гусеницями, клопами, яйцями колорадського жука та ін. Поширені Nabis ferus Zem., Himacerus apterus Fem. та ін.

**Родина клопи-крихітки (Anthocoridae).** Тіло завдовжки 1,5-4 мм. Хоботок 3-члениковий. Дорослі комахи і личинки живляться попелицями, трипсами, кліщами, дрібними гусеницями, яйцями і молодими личинками колорадського жука. Поширені на полях і в садах, зокрема, Anthocoris nemorum L., A. pilosus Jah, Orius niger Wolff.

**Родина сліпняки (Miridae).** Ця численна родина складається переважно з рослиноїдних видів. Деякі з них дуже пошкоджують рослини (буряковий, люцерновий, хлібний клопи), проте відомо багато і хижих видів. Сліпняки – здебільшого клопи середнього розміру (завдовжки 2-11 мм). Тіло довгасте або овальне. Хоботок 4-члениковий.

Як ентомофаги і акарифаги мають значення Blepharidopterus angulatus F., який знищує плодових кліщів; Deraeocoris trifasciatusl L., що живиться гусе-

ницями яблуневої павутинної молі, та ін. Зроблено спробу застосувати для біологічної боротьби з оранжерейною білокрилкою в умовах захищеного грунту хижого клопа макролофуса Macrolophus nubilus H.S.

**Родина хижачки (Reduviidae).** Представники її порівняно великі (10-20 мм завдовжки) комахи з коротким хоботком, зігнутим у вигляді дзьоба. Личинки й дорослі комахи живляться попелицями, цикадками, дрібними гусеницями, яйцями і личинками колорадського жука та ін. Поширені на полях, в садах та лісах, як наприклад, Rhynocoris annulatus L.

**Родина щитники (Pentatomidae).** До цієї родини належать комахи переважно середнього розміру з овальним тілом і великим щитком. Переважна більшість – рослиноїдні клопи, чимало видів – хижі, зокрема, такі важливі ентомофаги, як перилюс Perillus bioculatus F., і подізус (Podisus maculiventris Say). Обидва види завезені в нашу країну з метою акліматизації для біологічної боротьби з колорадським жуком. З місцевих видів цього шкідника знищує Arma custos F.

**Ряд трипси (Thysanoptera).** Дрібні комахи з колючосисним ротовим апаратом і вузькими ланцетоподібними крилами з довгими війками на краях. Окремі види безкрилі. В переважній більшості рослиноїдні. Значна частина їх дуже пошкоджують рослини. Але відомі й хижі трипси, зокрема, Aeolothrips intermedius Bag, який активно знищує яйця і личинок пшеничного та інших трипсів, а також попелиць; кліщоїдний трипс (Scolothrips acariphagus Jakh.), що полює павутинних кліщів переважно в республіках Середньої Азії; довговусий трипс S.longicornis Pries. живиться плодовими кліщами. Хижі трипси дуже зажерливі, завдяки чому відіграють значну роль в обмеженні чисельності шкідливих трипсів, а також кліщів, попелиць тощо.

**Ряд твердокрилі, або жуки (Coleoptera).** Численний ряд, представники якого характеризуються гризучими ротовими органами та твердими передніми крилами. Переважна більшість видів рослиноїдні, але чимало родин повністю складається з ентомофагів, здебільшого хижаків, зрідка паразитів. Багато ентомофагів відомо в родині жужелиць Carabidae. Вони характеризуються прогнатичною будовою голови, бігаючими ногами з 5-члениковими лапками. Представники багатьох видів не літають, а швидко бігають і добре лазять по деревах. Дуже активними ентомофагами, зокрема, є види красотілів Calosoma, які знищують велику кількість гусениць. Так, красотіл великий (C. sycophanta L.) (рис. 4) за добу знищує до 10 невеликих та середнього розміру гусениць, відшукуючи їх на деревах у садах та лісосмугах.

На полях гусениць знищують жужелиці красотіл степовий (C.denticolle Gebl.) та супутній – C.auropunctatum Hbst., а також червононога (Carabus cancellatus L.), головач (Broscus cephalotes L.). В Криму поширена жужелиця-слимакоїд (Carabus tauricus Bon.), яка живиться слимаками – виноградним та



ін. Часто на полях трапляються стрибуни (рід. Cicindela) із зеленими або бронзово-бурими надкрилами, які полюють на різних комах.

Важливими ентомофагами на полях є дрібні жужелиці бігунчики (Bembidion). Жуки живляться яйцями бульбочкових довгоносиків, капустяних мух, зменшуючи їх чисельність (рис. 5).

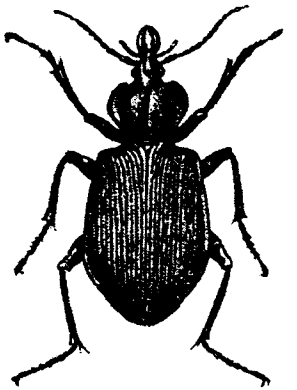


Рис. 4. Жужелиця красотіл великий

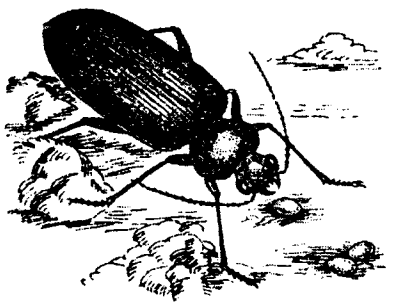


Рис. 5. Хижа жужелиця бембідіон

Великий інтерес становить родина кокцинелід, або сонечок Coccinellidae. У нашій країні з цієї родини відомо близько 80 видів, які в переважній більшості є хижаками. Личинки сонечок видовженої форми, зверху та на боках з рядами бородавкоподібних горбиків або вкриті шипами, дорослі комахи й личинки живляться попелицями, листоблішками, кокцидами, яйцями комах. Дрібнокрапкове сонечко Stethorus punctillum Wse. знищує павутинного кліща. Поширені на полях і живляться попелицями сонечка: семикрапкове (Coccinella 7-punctata L., рис. 6), п'ятикрапкове (C. 5-punctata L.), 14-крапкове (Coccinella 14-pustulata L.), 13-крапкове (Hippodamia 13-punctata L.), мінливе (Adonia variegata Gz.), семіадалія 11-крапкова (Semiadalia 11-notata Schneid.), буре (Pullus testaceus Motsch.). Останній вид знищує попелиць на корінні картоплі.

У садах знищують попелиць сонечко двокрапкове (Adalia bipunctata) та пропілея (Propylaea 14-punctata L.), живляться кокцидами – екзохомус (Exochomus quadripustulatus L.), хілокорус (Chilocorus renipustulatus L.), гіпераспіс (Hyperaspis reppensis Hbst.) та ін.

Для боротьби з карантинними видами завезені та акліматизувались родолія (Rodolia cardinalis Muls.), криптолемус (Cryptolaemus montrouzieri Muls.) та ліндорус (Lindorus lophanthae Blsd.).

Кокцинеліди відзначаються великою зажерливістю і завдяки цьому мають велике значення в зниженні чисельності попелиць, листоблішок та кокцид (рис. 6). Семикрапкове й інші сонечка живляться також яйцями колорад-

ського жука. За літературними даними, одна личинка семикрапкового сонечка за період свого розвитку знищує 665-868 особин черемхової попелиці.

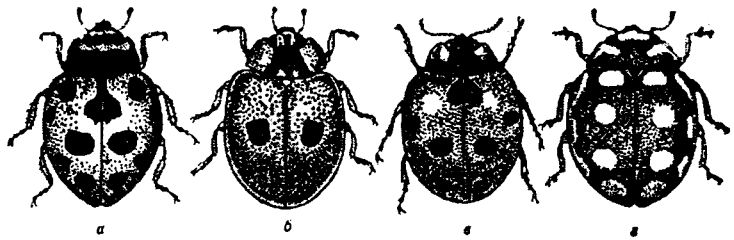


Рис.6. **Кокцинеліди:**
а – семіадалія; б – двокрапкова; в – семикрапкова; г – 14-крапкова

**Родина коротконадкрилі, або стафіліни (Staphylinidae).**

Представники цієї родини легко відрізняються від жуків інших родин дуже вкороченими надкрилами, які закривають менше половини черевця. Личинка з видовженим тілом, добре розвинутими грудними ногами і ротовими органами (камподеоподібна). Багато видів стафілін є зоофагами. Личинка та жуки оліготи (Oligota pusillima Gav.) знищують яйця, личинок та німф павутинних кліщів. Активним ентомофагом капустяних і бурякових мух є жук алеохара Aleochara bilineata Gyll. (рис. 7).

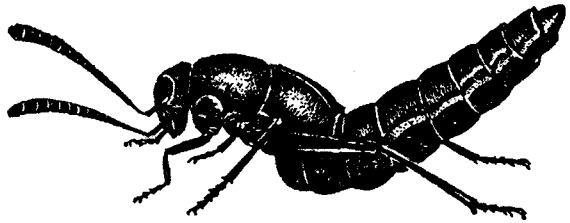


Рис. 7. **Жук алеохара**

**Родина малашки (Melyridae).** Переважно хижі види. Жуки роду Malachius мають характерне зелене або пурпурове забарвлення. Дорослі комахи й личинки M.viridis L. та інших видів знищують попелиць і трипсів.

**У родини наривників (Meloidae)** личинки кількох видів (рід Mylabris, Epicauta) паразитують в кубишках саранових. Жуки деяких інших видів відомі як шкідники рослин, деяка частина видів є "шкідливими" ентомофагами, як, наприклад, шпанська мушка (Lytta vesicatoria L.), майки (Meloe variegatus Donov, Cerocoma schaefferi L.) та інші, личинки яких паразитують у гніздах земляних бджіл і риючих ос, а дорослі, до того ж, пошкоджують рослини.



**Окремі хижі види відомі навіть у таких родинах, як ковалики, чорниші, мертвоїди та ін.** Так, 4-плямистий мертвоїд (Xylodrepa quadripustulata L.) знищує гусениць непарного шовкопряда, хижа личинка шахового ковалика (Prosternon tesselatum L.) – лялечок совок та п'ядунів у грунті. Хижа личинка сірого коваліка (Lacon murinus L.) поширена в степовій і лісостеповій зонах, знищує личинок інших коваликів, а також личинок і лялечок комах, які живуть у грунті. Хижі личинки коваликів роду Adelocera живуть під корою звалених дерев, де живляться личинками і лялечками короїдів та інших деревогризів.

**Ряд сітчастокрилі (Neuroptera).** Комахи цього ряду характеризуються сітчастими крилами, гризучим ротовим апаратом, порівняно довгими вусиками (довшими за голову) і п'ятичлениковими лапками. Личинки – камподеоподібні, хижі, живляться комахами і відзначаються великою зажерливістю. Особливістю їх живлення є позакишкове травлення.

**Родина золотоочки (Chrysopidae).** До неї належать найактивніші ентомофаги серед усіх сітчастокрилих. Найбільше поширена золотоочка звичайна (Chrysopa carnea Steph.). Відкладені нею яйця наче стоять на високих тонких стебельцях – ніжках. Личинки веретеноподібні, дещо плескуваті, з довгими гострими щелепами (рис. 8). Високі ніжки яєць, безперечно, мають пристосувальне значення, оскільки захищають яйця від поїдання дуже ненажерливими личинками свого ж виду. Яйця відкладає серед колоній тих попелиць, які найбільш охоче поїдають личинки золотоочок, крім того, вони можуть живитись яйцями інших комах, зокрема колорадського жука, листоблішками, різними дрібними личинками комах і кліщами. Дорослі комахи живляться пилком квіток, деякі види хижі.

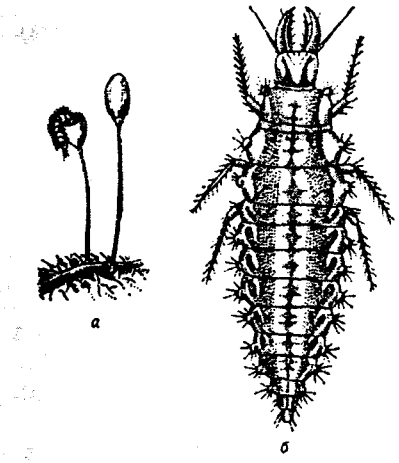


Рис. 8. **Золотоочка:** а – яйця; б – личинка

Розроблена методика лабораторного розмноження золотоочки для боротьби з шкідниками квітів та овочевих культур в умовах захищеного грунту.

В європейській частині налічується понад 10 видів золотоочок, серед яких найбільш поширені Ch. perla. L., Ch. formosa Br., Ch. ventralis Curt.

**Родина гемеробії (Hemerobiidae).** Дорослі комахи та личинки схожі з золотоочками, дорослі мають дещо менший розмір та невеликі відміни в жилкуванні крил. Яйця без ніжок, личинки на боках тіла без бородавок. Личинки і деякі дорослі комахи – хижі, знищують попелиць, листоблішок, червців та інших дрібних комах, а також кліщів.

**Родина симферобії (Sympherobiidae).** Представники її дуже схожі з гемеробіями. Личинки й дорослі комахи знищують попелиць, червців та інших дрібних комах. В плодових садах Кримської області й інших південних регіонів поширений Sympherobius elegans Steph.

В минулі роки був завезений S. amicans Nav. для боротьби з червецем комстока в республіках Середньої Азії.

**Ряд верблюдки (Raphidioptera).** Комахи мають гризучий ротовий апарат, сітчасті крила з птеростигмою (у сітчастокрилих птеростигма відсутня), передньогруди видовжені. У самок довгий яйцеклад. У личинок теж видовжені передньогруди та більш або менш веретеноподібна форма черевця. Дорослі комахи і личинки хижі, поїдають яйця та дрібних личинок комах, зокрема, попелиць, короїдів. Поширені в лісах.

**Ряд перетинчастокрилі (Hymenoptera)** об'єднує найбільшу кількість ентомофагів, які ведуть переважно паразитичний спосіб життя. Ротовий апарат гризучий, у багатьох видів видозмінений, пристосований для живлення нектаром та гемолімфою жертви. Крила перетинчасті, задні коротші від передніх, звичайно з'єднані з передніми. У деяких видів крила відсутні. Ряд поділяється на два підряди – сидячочеревцеві та стебельчасті. Всі ентомофаги належать до другого підряду, який поділяється на 18 надродин. З них найбільший інтерес становлять їздці (Ichneunonoidae), сколії (Scolioidea), проктотрупідові (Proctotrupoidea), риючи оси (Sphecoidea), хальцидові (Chalcidoidea), горіхотвірки (Cynipoidea) і мурашки (Formicoidea). Нижче подаємо коротку таблицю для визначення основних надродин.

*Таблиця для визначення надродин стебельчастих перетинчастокрилих*

1 (2). Задні ноги збирального типу, ротові органи хлебтальні, у деяких гризучого типу ..... **Бджолині (Apoidea).**

2 (1). Ноги незбирального типу.

3 (18). Черевце нестебельчасте, як виняток може бути одночленисте стебельце, без пластинки, спрямованої вгору (так звані луски).

4 (15). На передніх крилах є замкнуті лунки.

5 (6). Вертлуги ніг 2-членикові. Передні крила з птеростигмою. Вусики неколінчасті, складаються не менше як з 18 члеників. На задніх крилах югальна область не відособлена. У самок є яйцеклад, іноді невеликий ..... **Їздці (Ichneumonoidea).**

6 (5). Вертлуги ніг одночленикові.

7 (8). Передні крила без птеростигми. Вусики неколінчасті, не більше як з 18 члеників. Черевце здавлене з боків ..... **Горихотвірки (Cynipoidea).**

8 (7). Передні крила з птерестигмою або без неї. На задніх крилах є відособлена югальна область (іноді маленька). Яйцеклад видозмінений на жало, яке в стані спокою сховане в черевці.



9 (10). Передньоспинка кільцеподібна, вузька, на боках не загинається назад і не досягає крилових кришечок ..... **Риючі оси (Sphecoidea).**

10 (9). Передньоспинка посередині вузька, на боках краї її загнуті назад і досягають крилових кришечок.

11 (12). Передні крила в спокої звичайно складені вздовж. Око з глибокою виїмкою на внутрішньому краї (біля основи вусика)..... ..... **Складчастокрилі оси (Vespoidea).**

12 (11). Передні крила в спокої не складаються вздовж. Очі без глибокої виїмки на внутрішньому боці.

13 (14). Ноги копального типу, вкриті шипами та щетинками. Гомілки звичайно в грубих горбочках (немовби зернисті). Біля кожного горбика знизу заглибинка. Між першим та другим стернітами черевця є глибока поперечна виїмка..... ..... **Сколії (Scolioidea).**

14 (13). Передні тазики великі, не коротші за передньогруди. Ноги довгі, тонкі. Черевце між першим та другим етернітами без глибокої поперечної виїмки ..... **Помпілоїди (Pompiloidea).**

15 (4). На передніх крилах звичайно замкнених лунок немає. Якщо ж вони є, то вусики колінчасті, а яйцеклад прикріплений на вершині черевця. Часто жилкування крил дуже спрощене. Вусики не більше як 15-членикові.

16 (17). Вусики колінчасті. Тіло часто має зеленуватий або синюватий металевий блиск. Передньоспинка на боках не досягає крилових кришечок. Яйцеклад відходить не від вершини черевця, а знизу його. Дрібні комахи ..... **Хальцидові (Chalcidoidea).**

17 (16). Дрібні комахи, як у попередній надродині. Відрізняються від хальцидових тим, що передньоспинка з боків загинається назад і досягає крилових кришечок. Забарвлення тіла звичайно без металевого блиску. Яйцеклад на вершині черевця. Передні крила мають спрощене жилкування, але деяка кількість видів мають на них птеростигму і одну або дві замкнених лунки. Вусики колінчасті чи прості, складаються з 13-15 члеників ..... ..... **Проктотрупідові (Proctotrupoidea).**

18 (3). Черевце з двочленикoвим стебельцем. Кожен членик з "вузликом". Якщо стебельце одночленикове, то від нього вгору стирчить пластинка ("луска"). Вусики колінчасті. Робочі особини безкрилі. Самці й самки крилаті, але швидко втрачають крила ..... ..... **Мурашки (Formicoidea).**

**Надродина Їздці** поділяється на три родини – справжні їздці (Ichneumonidae), їздці браконіди (Braconidae) та афідіїди, або попелицеві їздці

(Aphidiidae). Жилкування передніх крил, характерне для кожної родини, показано на рисунку 9.

З рисунка видно, що у справжніх їздців є дві зворотні жилки, які утворюють дві медіальні лунки (М1 та М2). У браконід є тільки одна жилка і одна лунка (М1). Жилкування передніх крил у афідіїдів ще простіше. Черевце у них між другим і третім сегментами, на відміну від браконід, з'єднано рухомо. Афідіїди дрібні (не більше 5 мм), паразитують у попелицях.

Представники родини справжніх їздців більші за розмірами, як, наприклад, мегариса їздець (Megarhyssa perlata Crist.), що досягає 4 см завдовжки і має довгий яйцеклад (рис. 10). Паразитує на личинках вусачів і рогохвостів. Самка мегариси безпомилково знаходить личинок цих шкідників у деревині на глибині до 2-3 см і, просвердливши яйцекладом кору й деревину, уражує свою жертву. Таким же чином уражує личинок у деревині їздець Rhyssa persuasoria L.

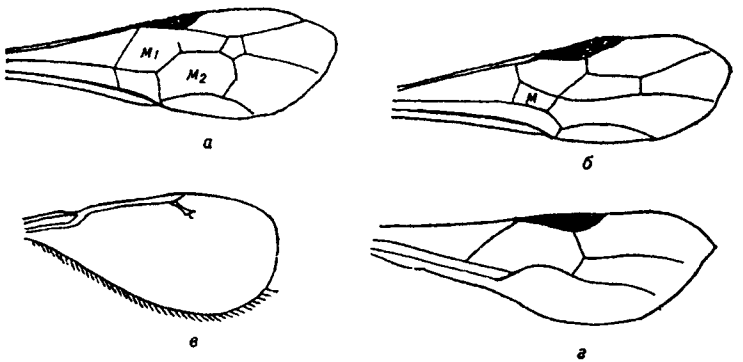



Рис. 9. **Жилкування передніх крил:**
а – іхневмонід; б – браконід; в – хальцид; г – афідіїд

Поширеними паразитами гусениць і лялечок непарного шовкопряда, золотогуза, яблуневої плодожерки та інших видів є їздці Pimpla turionella L., P. instigator Wsm.

Гусениць зернової совки уражують іхневмоніди діадегма (Diadegma crassicornis Grav.) і лісонота (Lissonota nitida Grav.). Вони також безпомилково знаходять і проколюють яйцекладом тільки ті колоскові луски, під якими знаходяться гусениці зернової совки, і уражують їх.

На гусеницях підгризаючих совок паразитують Banchus falcatorius F., Netelia testacea Grav., Eutanyacra picta, на капустяній совці – Exetastest atrator Forst., капустяній молі – нітобія (Nitobia fenestralis Holmor), на яблуневій плодожерці – ліотрифон (Liotryphon punctulatus Ratz.), пристомерус (Pristomerus vulnerator Panz.), на хлібному пильщику – колірія (Collyria coxator Vill.).



Дуже численною є також родина їздців-браконід, з яких, насамперед, треба відзначити рід Apanteles. Види цього численного роду паразитують у гусеницях багатьох листогризучих шкідників. Характерно, що в одну гусеницю самка паразита відкладає по декілька десятків яєць. Закінчивши живлення, личинки паразита виходять з гусениці і заляльковуються в дрібних кокончиках на шкірі загиблої жертви. Так, Apanteles liparidis Bche (рис. 11) відомий як паразит непарного та кільчастого шовкопрядів. Другий вид цього роду – A. glomeratus L., поширений як паразит гусениць капустяного та ріпного біланів. В результаті його "діяльності" на листках капусти залишаються шкірки загиблих гусениць білана і купки жовтуватих кокончиків на них та поруч з ними.

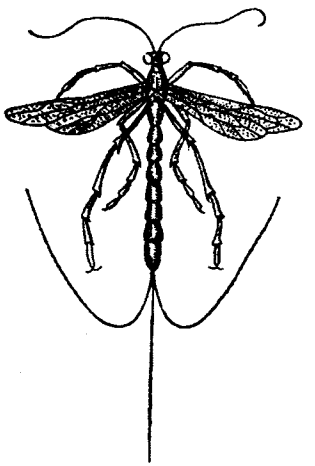


Рис. 10. **Їздець мегариса**

Рис. 11. **Кокони апантелеса на шкірці знищеної ним гусениці непарного шовкопряда**

Досить поширеним паразитом гусениць озимої та зернової совок є браконід рогас (Rogas dimidiatus Spin.), а паразитом бавовникової совки – габробракон (Habrobracon gebetor West.). Інший браконід аскогастер відомий як паразит гусениць яблуневої плодожерки. Самка заражає яйця плодожерки, з яких виплоджуються гусениці з личинками паразита всередині.

Окремо слід сказати про браконіда гетероспілюса (Heterospilus cephi Roh.), який уражує личинок хлібних пильщиків. Самки його відшукують стебла, в яких живляться личинки пильщика, і відкладають в них яйця. Личинка, яка виходить з яйця, паразитує на личинці пильщика, живлячись нею до осені, а потім робить кокон, в якому зимує.

Ефективним паразитом східної плодожерки виявився браконід макроцентрус (Macrocentrus ancylivorus Roh.), який розмножується поліембріонічно. Цікаве пристосування властиве іншому браконіду – оргілюсу (Orgilus obscurator Nees.), який паразитує на гусеницях лучного метелика та інших лускокрилих. Самка його спочатку паралізує гусеницю уколом в нервовий вузол, а потім відкладає яйце.

З інших представників браконід слід відзначити небезпечного ворога конопляної, хрестоцвітих, бурякових та інших блішок – їздця перилітуса (Perilitus bicolor Nees, рис. 12). Він відкладає яйця в тіло блішок, в яких потім паразитують і зимують його личинки.

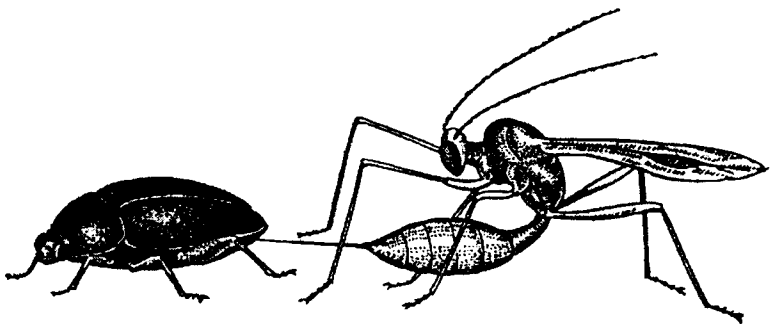


Рис. 12. **Перилітус заражає жука конопляної блішки**

До родини афідіїд належать дрібні їздці, які паразитують у попелицях. Найбільш поширеним представником цієї родини є Aphidius ervi Hall. – паразит горохової і, зрідка, бурякової листкової попелиць. Часто на гороховій попелиці паразитує Praon volucre Hall., а на капустяній – діаеретіеля (Diaeretiella rapae Int.).

Обидва вони уражують личинок попелиць, які згодом здуваються, висихають і перетворюються на мумію. Закінчивши розвиток, їздець вилітає з неї, прогризаючи в її шкіряному покриві досить великий отвір (рис. 13). Здуті муміфіковані попелиці серед їхніх колоній добре помітні.

**Надродина хальцидових (Chalcidoidea)** одна з найбільш численних серед перетинчастокрилих, до неї входить 19 родин, які об'єднують близько 8 тисяч видів, різноманітних за біологією та спеціалізацією. Характерною ознакою представників цієї надродини є спрощене жилкування крил (див. рис. 9), на яких відсутні замкнуті лунки. Вусики колінчасті. Тіло звичайно металевого забарвлення. Яйцеклад прикріплений знизу черевця. Дрібні види.

Значна кількість видів хальцидових є яйцеїдами, багато серед них є і паразитів личинок та лялечок різних комах, є також значна кількість паразитів другого порядку. Кілька десятків видів відомі як шкідники насіння.



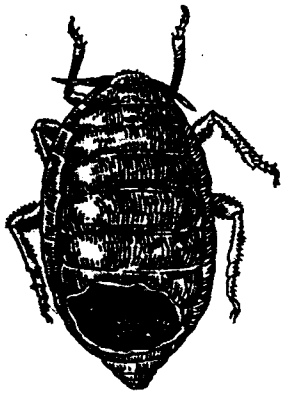


Рис. 13. **Попелиця, знищена афідіусом**

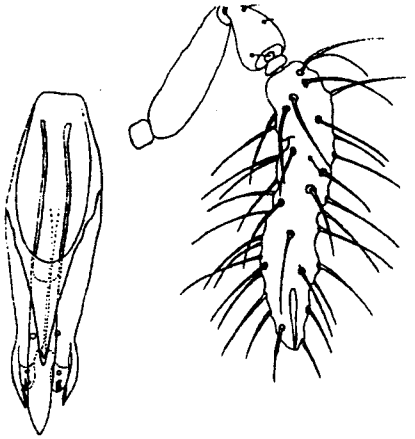


Рис. 14. **Трихограма пінтої**

Одним з найбільш відомих представників хальцидових є яйцеїд трихограма (родина Trichogrammatidae), яку використовують для біологічної боротьби з різними шкідниками на великій площі. У нашій країні відомо понад 25 видів трихограми. Систематика їх розроблена в останнє десятиріччя А.П. Сорокіною та Е.С. Сугоняєвим. Визначають види трихограми за геніталіями самців. Нижче наводяться скорочені таблиці для визначення найголовніших родин хальцидових і проктотрупідових, а також основних видів трихограми.

*Таблиця для визначення найголовніших родин хальцидових і проктотрупідових (за Нікольською М.Я. та Тряпіциним В.А. із змінами)*

**1 (18).** Передньоспинка на боках не досягає крилових кришечок (докладніше див. тезу 16 на с. 31)..... ..... **Надродина хальцидові (Chalcidoidea).**

**2 (3).** Лапки тричленикові. Передні крила широкі, якщо не широкі, то з довгими війками по краю. Вусики 5-9-членикові, звичайно булавоподібні (у самців булава часто видозмінена у довгий "бич"). Довжина тіла 0,2-1,2 мм. Паразити яєць..... ..... **Родина трихограматиди (Trichogrammatidae).**

**3 (2).** Лапки 4-5-членикові.

**4 (5).** Передні й задні крила вузькі (часто майже лінійні), з довгими війками по краю. Лапки 4-5-членикові. Вусики без кільцеподібного членика. У самок звичайно булавоподібні, 8-11-членикові, у самців ниткоподібні, 10-13-членикові. Довжина тіла 0,2-1,4 мм. Тіло темноза-

барвлене, без металевого блиску. Паразити яєць цикадок, клопів, метеликів та інших комах .....
..... **Родина мімариди (Mymaridae).**

5 (4). Передні крила не вузькі, без довгих війок.

6 (7). Задні стегна дуже потовщені, з рядом зубчиків по нижньому краю, вусики 11-13-членикові. Голова та тергіти грудних сегментів в густих крапкоподібних заглибленнях. Яйцеклад недовгий і ніколи не загнутий вгору. Передні крила не складаються вздовж. Колір тіла чорний або жовто-бурий. Паразити лялечок лускокрилих, іноді личинок .....**Родина хальциди (Chalcididae).**

7 (6). Задні стегна не потовщені.

8 (11). Шпора на середній гомілці дуже товста та довга.

9 (10). Боки і верх середньоспинки опуклі, а її щит без парапсидальних борозенок. Тіло звичайно металевого забарвлення, рідше бурувате або жовте. Крила іноді вкорочені, в цьому разі імаго стрибають. Лапки 5-, рідше 4-членикові. Вусики звичайно 9-12-членикові. Паразити кокцид, рідше яйцеїди метеликів, клопів та жуків або паразити личинок та лялечок твердокрилих, німф, кліщів .....
..... **Родина енциртиди (Encyrtidae).**

10 (9). Лапки 5-членикові. Середньоспинка самок зверху плескувата або увігнута, у самців деяких видів вона опукла, але з чіткими парапсидальними борозенками. Колір тіла темно-синій, зеленуватий або фіолетовий з бронзовим блиском. Крила самок вкорочені. Звичайно зовнішні паразити комах, яйцеїди .....
..... **Родина евпельміди (Eupelmidae).**

11 (8). Шпора на середніх гомілках нетовста, але іноді довга.

12 (15). Аксили трохи виступають за рівень прикріплення крилових кришечок.

13 (14). Лапки 4-членикові. Черевце із стебельцем або звужене біля основи. Щит середньоспинки з парапсидальними борозенками, які у деяких видів ледь помітні, іноді щит з тонкою середньою лінією. Передні крила часто з надламаною субмаргінальною жилкою. Тіло здебільшого металевого забарвлення. Паразити (деякі другого порядку) різних комах, зокрема, яйцеїди, личинки окремих видів хижі (знищують кліщів у галах)
..... **Родина еулофіди (Eulophidae).**

14 (13). Задні тазики лише трохи більші від передніх. Лапки середніх ніг 4-членикові, решта 5-членикові, черевце майже сидяче. Дрібні комахи менші 2 мм завдовжки, а деякі менші 1 мм. Паразити кокцид, білокрилок, попелиць, зрідка й інших комах. Личинки, з яких розвиваються самці, часто є вторинними паразитами (другого порядку) личинок майбутніх самок свого ж виду .....
.....**Родина афеліниди (Aphelinidae).**

15 (12). Аксили не виступають за рівень прикріплення крилових кришечок.

16 (17). Лапки звичайно 5-членикові. Передні гомілки з товстішою шпорою, вусики 10-11-членикові, з одним кільцем та 2-3-члениковою булавою. Передньоспинка більш або менш довгаста, спереду прямокутна. Черевце у самця стебельчасте, у самки трохи здавлене з боків. Тіло чорне, рідше жовтувате. Паразити личинок жуків, деякі живуть у галах горіхотворок, галиць, пупаріях, значна частина видів рослиноїдна, зокрема, пошкоджують різне насіння
.....**Родина еуритоміди (Eurytomidae).**

17 (16). Передньоспинка спереду звужується, якщо прямокутна, то тіло металевого забарвлення. Лапки 4-5-членикові, вусики здебільшого 11-13-, зрідка 8-10-членикові, часто з двома-трьома кільцями. Тіло металевого забарвлення. Черевце з стебельцем або без нього. У деяких видів крила редуковані. Паразити лялечок та гусениць лускокрилих, деякі хижі – поїдають яйця кокцид. Окремі види є паразитами другого порядку
..... **Родина птеромаліди (Pteromalidae).**

18 (1). Передньоспинка з боків загинається назад і досягає крилових кришечок .....
..... **Надродина проктотрупідові (Proctotrupoidea).**

19 (22). Черевце на боках облямоване або з гострим краєм.

20 (21). Жилкування крил дуже спрощене. На передньому крилі є одна, так звана субкостальна жилка, яка йде від його основи вздовж крила на деякій відстані від його переднього краю. На кінці вона булавоподібно розширена. Жилка коротша половини крила. У деяких видів нижче субкостальної жилки помітно слід однієї – двох жилок, які майже зникли. У деяких видів жилки на передньому крилі взагалі відсутні. Вусики 7-10-членикові. Паразити галиць, рідше білокрилок та борошнистих червецiв. Дрібні види.....
..... **Родина платигастериди (Platygasteridae).**

21 (20). Жилкування передніх крил спрощене. Звичайно розвинуті субмаргінальна, маргінальна та радіальна жилки. Вусики самців ниткоподібні, 12-членикові, у самок булавоподібні, теж 12-членикові. Тіло темнозабарвлене. Здебільшого яйцеїди клопів, лускокрилих та ін.
..... **Родина сцеліоніди (Scelionidae).**

22 (19). Черевце на боках не облямоване і без гострого краю. На передніх крилах є декілька жилок і навіть одна-дві замкнені лунки. Птеростигма чорна, паралельно з її зовнішнім краєм помітна тоненька чорна жилка у вигляді штриха. Паразити личинок жуків та інших комах..... **Родина проктотрупіди (Proctotrupidae).**

*Таблиця для визначення основних видів трихограми*
*(за Сорокіною А.П. та Сугоняєвим Е.С. із змінами)*

1 (2). Вершина дорсального виступу фалобази помітно виступає за вершини дигітальних склеритів, а вентрального – не досягає їх, бічні лопаті дорсального виступу не виражені. Волоски на вусиках самця у два рази перевищують максимальну ширину "бича". Яйцеклад за довжиною досягає задньої гомілки або трохи коротший від неї. Тіло буре. Поширена в центральній чорноземній зоні. Виводиться з яєць совок ..... .....**Trichogramma lacustrae Sor.**

2 (1). Вершина дорсального виступу фалобази не досягає вершин дигітальних склеритів, іноді досягає, але не виступає за них.

3 (6). Дорсальний виступ вузький, без бічних лопатей, з гострокутною вершиною.

4 (5). Парамери трохи нижче основи дигітальних склеритів, звужуються, утворюючи перехват, а далі до вершини знову трохи розширюються. Вершина дорсального виступу на значну відстань не досягає вершини дигітальних склеритів, а останні приблизно на півтори довжини своїх шипів не достають вершин парамер. Волоски на вусиках самців тупі, короткі. Їх довжина приблизно у двічі більша за найбільшу ширину "бича" вусика. Забарвлення тіла темне. Яйцеклад значно довший від задньої гомілки. Поширена повсюди. Виводиться із яєць вогнівок, молей та ін. (рис. 14) ..... .....**T. pintoi (раніше T. euproctidis).**

5 (4). Від T. pintoi відрізняється тим, що парамери поступово звужуються від основи до вершин і не утворюють перехвату. Вершина дорсального виступу фалобази трохи не досягає основи шипів дигітальних склеритів, а вершина вентрального виступу ще коротша – не досягає вершини приблизно на подвоєну довжину шипа. Яйцеклад за довжиною досягає задньої гомілки. Імаго бурого кольору, голова жовтувата, ноги світлі. Поширена в Казахстані, Туркменії. Уражує яйця совок.....**T. principium Sug.et.Sor.**

6 (3). Дорсальний виступ фалобази має бічні лопаті, а позаду від них утворюється вузький перехват.

7 (10). Бічні лопаті дорсального виступу фалобази трохи не досягають її бічних стінок.

8 (9). Вершини дигітальних склеритів не досягають парамер на відстань, що у чотири рази перевищує довжину шипа дигітальних склеритів. Вентральний виступ фалобази вузький (пальцеподібний). Вершини дорсального, вентрального виступів фалобази та дигітальних склеритів знаходяться майже на одному рівні, волоски на вусиках самця



довгі й тонкі, в 3-4 рази перевищують найбільшу ширину "бича" вусика. Яйцеклад за довжиною дорівнює задній гомілці. Забарвлення бурувате, частково жовтувато-буре. Поширена скрізь. Уражує яйця совок, біланів (рис. 15)
..... **T. evanescens Wests.**

9 (8). Від T. evanescens відрізняється тим, що вершини дигітальних склеритів віддалені від вершин парамер на відстань, що лише в два з половиною рази перевищує довжину шипа склеритів. Волоски на вусиках самців короткі, тупі, в 1,5-2 рази перевищують найбільшу ширину "бича" вусика. У безкрилих самців вусики такі самі, як у самок, яйцеклад майже досягає задньогомілки. Тіло темно-буре, голова та груди жовтуваті. Уражує яйця мух, совок та ін..... ..... **T. semblidis Auriwood.**

10 (7). Лопаті дорсального виступу досягають бічних стінок фалобази.

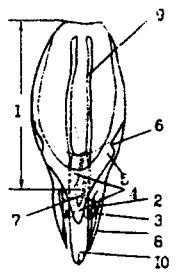
11 (12). Волоски на вусиках самця тупі, за довжиною не більше як в 1,5 рази перевищують товщину "бича" вусика. Дорсальний виступ фалобази трохи не досягає вершин дигітальних склеритів, вентральний на вершині загострений, коротший від дорсального. Шип дигітального склерита приблизно на 2,5-3 величини своєї довжини не досягає вершин парамер. Самка жовта, а самець бурувато-жовтий, черевце зверху темніше. Уражує яйця яблуневої плодожерки та інших листовійок (рис. 16).
.....**T. embryophagum Hart.**

12 (11). Волоски на вусиках самця не тупі, звичайно довші, ніж у попереднього виду.

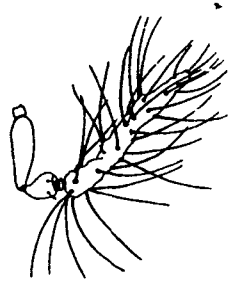
13 (14). Вершина дорсального виступу фалобази досягає вершин дигітальних склеритів, а вентрального трохи до них не доходить. Шип склеритів на 1,5-2 своєї довжини не досягає вершин парамер. Вентральний виступ фалобази широкий біля основи. Яйцеклад в 1,5 рази довший від задньої гомілки, волоски на вусиках самця в 2,5 рази довші за товщину їх "бича", тіло самок жовте, самців – сірувате. Уражує яйця яблуневої плодожерки та інших листовійок. В Україні поширений скрізь (рис. 17).
.....**T. dendrolimi (T. cacoecia Marschal).**

14 (13). Вершина дорсального виступу фалобази на значну відстань не досягає дигітальних склеритів (на довжину їх шипа), а вентрального трохи не доходить до них. Волоски на вусиках самця в два рази перевищують товщину "бича", вершини дигітальних склеритів не досягають вершин парамер на чотири довжини шипа склерита. Самці жовто-бурі. Уражує яйця бавовникової совки в Таджикістані
..... **C. bactrianum Sug.et.Sor.**

Для біологічної боротьби в нашій країні використовують, в основному, трихограми T. evanescens і T. pintoi, місцями садову жовту T. dendrolimi та безсамцеву T. embryophagum. При цьому слід мати на увазі, що вид T. pintoi був точно визначений лише в останні роки. Раніше ж він згадувався під назвою T. euproctidis, тому все, що у вітчизняній літературі написано про T. euproctidis, стосується виду T. pintoi.




А



Б

Рис. 15. **T.evanescens West. (за Сорокіною А.П.)**
А – геніталії: 1 – довжина фалобази геніталії; 2 – дигітальній склерит; 3 – шип дигітального склериту; 4 – дорсальний виступ фалобази; 5 – бічні лопаті дорсального виступу фалобази; 6 – звуження основи дорсального виступу фалобази (перехват); 7 – вентральний виступ фалобази; 8 – парамера; 9 – аподеми едеагусу; 10 – едеагус.
Б – вусик самця

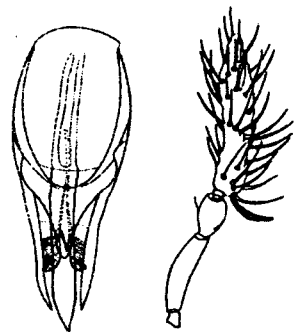


Рис. 16. **T. ebryophagum**

Вченими з'ясована також спеціалізація видів трихограми. Так, встановлено, що T. evanescens уражує в основному яйця совок, T. pintoi – молей та вогнівок, T. dendrolimi, T. embryophagum – яйця листовійок.

Виявлені ще внутрішньовидові спеціалізовані екотипи, що пов'язані з окремими родинами комах, цим пояснюється, зокрема, те, що в окремих регіонах з яєць совок виводили T. pintoi.

Крім трихограми, є багато видів яйцеїдів і в інших родинах хальцидових. Так, в родині енциртид (Encyrtidae) – яйцеїд кільчастого шовкопряда – Ooencyrtus tardus Rats., а в родині Eupelmidae Anastatus japonicus – яйцеїд непарного шовкопряда і золотогуза.

Важливим ентомофагом бурякового довгоносика є ценокрепіс Caenocrepis bothynoderi Grom з родини Pteromalidae (рис. 18).

Він відшукує на посівах самок бурякового довгоносика в період відкладання ними яєць у грунт. Як тільки відкладання яєць закінчується, ценокрепіс відгрібає їх і уражує.



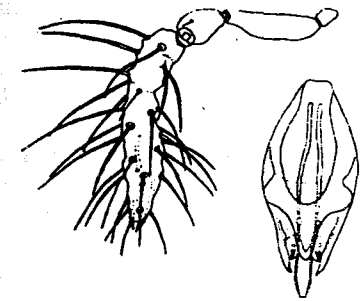


**Рис. 17. Трихограма дендролімі**

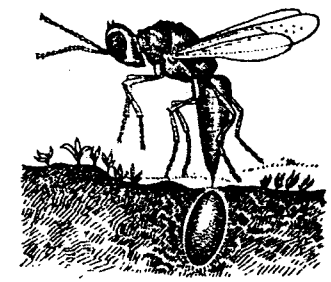


Рис. 18. **Ценокрепіс уражує яйце *бурякового довгоносика***

Значну кількість відкладених яєць п'явиці уражує анафес – Anaphes lemae Bakk. з родини Mymaridae, що значно обмежує розмноження цього шкідника.

Поширеним ентомофагом горохової зернівки є яйцеїд ускана Uscana senex Grese (рис. 19), що належить до родини трихограм. З яйцеїдів лісових шкідників відома хризонотомія (Chrysonotomyia ruforum Krausse), яка знижує чисельність соснових пильщиків.

Окремо слід сказати про ентомофага яблуневої павутинної молі агеніаспіса (Ageniaspis fuscicollis Dalm., рис. 20) з родини енциртид. Він уражує яйця молі, в яких уже почався розвиток зародка. Для нього властива поліембріонія: з одного відкладеного ним яйця розвивається декілька десятків личинок, які до закінчення свого розвитку заповнюють тіло гусениці і там заляльковуються в дрібних коконичках. Одна самка паразита уражує до 100 гусениць молі, в кожній з яких розвивається до 128 паразитів. Таким чином, потомство однієї самки агеніаспіса становить до 12 800 особин.

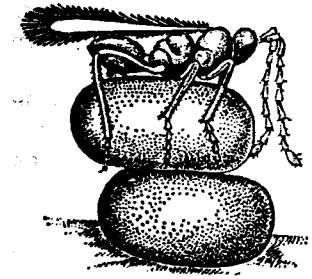


**Рис. 19. Ускана уражує яйце зернівки**

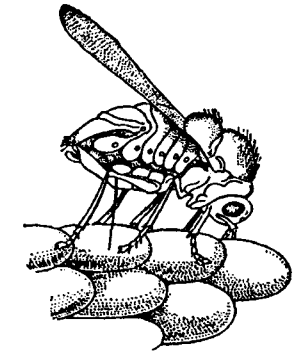


Рис. 20. **Агеніаспіс уражує яйця молі**

Серед хальцидових відомо багато паразитів гусениць, лялечок, а також кокцид, попелиць, деяких двокрилих. Поширеним ентомофагом сливової несправжньої щитівки є Discodes coccophagus Ratz. з родини енциртид. Ентомофагами несправжніх щитівок є також енциртид Microterus masii Silv (рис. 21) та Blastothrix sericea Dalm.

Багато паразитів кокцид об'єднує родина афеленід (Aphelinidae). До неї, зокрема, належить відомий паразит каліфорнійської щитівки проспальтеля (Prospaltella perniciosi Towver). На цій самій та інших щитівках паразитує і афітіс (Aphytis proclia Wlk).

Важливими паразитами несправжніх щитівок є афелініди – коккофаг звичайний (Coccophagus lycimnia Wlk) та безщетинковий (C.scutellaris Dalm).

Жовтий коккофаг (C.gurneyi Comp.) – активний паразит цитрусового борошнистого червеця. Відома така цікава деталь біології коккофагуса. З його незапліднених яєць виплоджуються личинки, з яких розвиваються самці, а із запліднених – самки. Причому личинки, з яких буде розвиватись самець, завжди є вторинними паразитами личинок самок. Самців у популяції коккофагів у декілька разів менше, ніж самок, тому такий паразитизм хоча дещо і зменшує чисельність самок, проте великої шкоди не завдає.

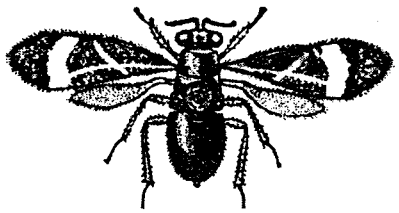


Рис. 21. **Паразит сливової несправжньої щитівки мікротерус**

Серед афелінід чимало паразитів попелиць. Так, широко відомий афелінус (Aphelinus mali Hald) є активним знищувачем кров'яної, а A. Asychis Walk – горохової попелиці. Слід ще сказати про енкарзію Encarsia formosa Gahan., яка паразитує в білокрилках і використовується для біологічної боротьби з ними.

Окрему групу хальцидових становлять паразити личинок та лялечок злакових мух. До неї належать спалангія (Spalangia fuscipes Nees.) та S. drosophilae Ashm.– паразити лялечок шведської мухи, а також птероміліди – Homoporus destructor Say, Eupteromalus micropterus Lind та Arthrolytus maculipenis Walk – паразити пупаріїв гесенської мухи.

До родини птеромалід належать і такі важливі ентомофаги, як спінтерус (Spintherus dubius Nees) – паразит конюшинового довгоносика та птеромалюс лялечковий (Pteromalus puparum L.), паразит лялечок біланів – капустяного, ріпного, жилкуватого. В одній лялечці розвивається декілька десятків особин паразита, які заповнюють усю їх порожнину.

До цієї ж родини належить і паразит гусениць золотогуза Eupteromalus peregrinus Grah., а також паразит личинок комірного довгоносика Lariophagus distinguendus Forst. Він легко відшукує в товщі зерна ті, в середині яких живляться личинки довгоносика, і уражує їх.



Серед паразитів гесенської мухи слід відмітити ще тетрастихуса (Tetrastichus charoba Walk) з родини Tetrastichidae. Проте цей вид іноді виступає в ролі вторинного паразита. До цієї ж родини належить паразит лялечок соснового шовкопряда T. ecus Walk.

**Надродина проктотрупідові (Proctotrupoidea).** До неї належать дрібні темнозабарвлені комахи, передні крила яких у більшості видів без замкнених лунок, задні кути передньоспинки на боках досягають крилових кришечок. Яйцеклад виходить з вершини черевця.

Проктотрупідові поділяються на 6 родин, до складу яких належить багато важливих ентомофагів. Найбільш відомі з них яйцеїди теленомуси з родини Scelionidae. Поширені такі яйцеїди клопів-черепашок: Trissolcus grandis Thoms., T. scutellaris Thoms., T. rufiventris Mayr., Telenomus chloropus Thoms. Крім того, вони уражують яйця й інших клопів-щитників. T. chloropus відмічений також і як вторинний паразит яйцеїда T. grandis.

З інших видів цього роду слід згадати яйцеїдів хрестоцвітних клопів – Trissolcus simoni Mayr., T.viktorovi Kozl. Кілька видів теленомусів відомі як паразити лускокрилих. Так, Telenomus laeviusculus Ratz. є активним яйцеїдом кільчастого шовкопряда, а T.tetratomus Thoms – соснового. Teleas rugosus Keffer – паразит яєць хлібної та інших жужелиць.

Важливими ентомофагами гесенської мухи є паразити її личинок та пупаріїв – платигастери (Platygaster hiemalis Fabr., P., zosinae Wlk.) і трихацис (Trichacis tristis Nees) з родини Platygasteridae.

Для видів роду Platygaster властива поліембріонія, уражений пупарій гесенської мухи виявляється повністю заповненим дрібними коконочиками платигастера. Потомство однієї самки становить кілька тисяч особин.

Ефективним паразитом дротяників є паракодрус (Paracodrus apterogynus Hald.) з родини Proctotrupidae.

**Надродина горіхотвірки (Cynipoidea).** Передні крила цих комах мають замкнені лунки, але без птеростигми. Вусики не колінчасті. Черевце здавлене з боків. Горіхотвірки переважно фітофаги, але серед них є і паразити комах, зокрема, важливим паразитом капустяних і бурякової мінуючих мух є трибліографа (Trybliographa rapae West.).

**Надродина сколії (Scolioidea)** складається з двох родин – сколії (Scoliidae) та тифії (Thiphiidae). На передніх крилах є замкнені лунки, у сколій птеростигма відсутня, у тифій вона є. Передньоспинка на боках досягає крилових кришечок. Сколії паразитують на личинках пластинчастовусих. Так, тифія товстонога (Tiphia femorata F.) уражує личинок хлібного жука і червневого хруща, а сколія жовтолоба (Scolia dejeani Lind.) – личинок травневого та мармурового хрущів. Самки сколії відшукують у грунті личинок пластинчастовусих, жалять їх у нервовий вузол, що викликає тимчасовий параліч їх, і відкладають на них яйце. Личинки сколій є зовнішніми паразитами личинок пластинчастовусих, а дорослі сколії живляться нектаром, особливо на квітках синяка.

**Надродина риючі оси (Sphecoidea)**. Передньоспинка на боках не досягає крилових кришечок і має плечові горбочки. На передніх крилах є замкнені лунки і, звичайно, птеростигма. Вусики 12-13-членикові. Оси вигодовують своє потомство личинками або імаго комах, деякі – павуками. Відповідно до своєї кормової спеціалізації вони полюють за певними видами комах, паралізують їх уколом жала в нервовий вузол, а потім затягують у нірки на корм своїм личинкам. Нірки влаштовують у грунті або серед каміння, в трухлявій деревині чи в спеціально виготовлених камерах з піщинок та дрібних камінців, зцементованих мулом. Риючі оси знищують велику кількість шкідливих комах. Так, оса лара (Larra anathema Rossi.) відшукує капустянок (вовчків), паралізує їх уколом жала і відкладає на них свої яйця. Личинка оси є зовнішнім паразитом вовчка.

Інша риюча оса амофіла (Ammophila sabulosa L.) вигодовує своїх личинок гусеницями озимої, капустяної та інших совок, вона відшукує їх, паралізує, затягує в спеціально виготовлені для цього нірки, відкладає на них яйця і закриває нірки. Личинки, які виходять з яєць, живляться гусеницями, цікаво, що хворих та ослаблених гусениць вона не зачіпає, оскільки вони не можуть бути достатньо поживним кормом для її личинок.

Інші види риючих ос також добувають на корм своїм личинкам різних членистоногих – гусениць, жуків, довгоносиків, саранових цикад та ін. Дрібна оса спіломена (Spilomena troglodites Lind.) вигодовує своїх личинок трипсами, влаштовуючи для них гнізда не в грунті, а в соломинках (у стріхах) чи в серцевині тонких пагонів.

Деякі види риючих ос є шкідливими, наприклад, бджолиний вовк (Philanthus triangulum F. ) знищує бджіл і цим завдає шкоди бджільництву.

**Надродина мурашки (Formicoidea)**. У мурашок колінчасті вусики, крила із замкненими лунками, але зразу ж після "роїння" самки їх втрачають, а робочі мурашки взагалі не мають крил. Стебельце черевця має спрямовану вгору так звану луску або воно складається з двох члеників. Мурашки живуть великими колоніями, в яких, крім самок, є багато робочих особин (недорозвинені самки). Живляться як білковим кормом, зносячи в мурашники велику кількість комах, так і вуглеводами, збираючи на рослинах солодкі виділення попелиць, кокцид та листоблішок (медвяну росу). Мурашок відомо кілька тисяч видів. Це здебільшого ентомофаги, хоча є невелика кількість шкідливих видів, які живуть у будівлях або пошкоджують рослини.

Важливими з точки зору захисту лісових культур є руді лісові мурашки – звичайна (Formica rufa L.), мала (F. polyctena Forst.), волохата (F. lugubris Zett), червоноголова (F. truncorum.F.) та ін. Вони будують у лісах великі мурашники і винищують багато шкідливих комах. Сіра піщана (F. cinerea Мауг.), бура лісова (F. fuscal L.) та червонощока (F. rufibarbis F.) мурашки відкритих мурашників не будують, а живуть у грунті.

**Ряд двокрилі (Diptera)**. Численний ряд, у якому багато ентомофагів. Характерною ознакою комах цього ряду є наявність лише однієї пари крил. Задні крила редуковані до дрібних дзижчалець. Ряд поділяють на два підряди – довговусі та коротковусі. У останніх вусик складається лише з трьох члеників (щетинконосний тип).

До довговусих двокрилих належить родина галиці (Cecidomyiidae). Серед неї відомі хижі види, що знищують попелиць, зокрема Aphidolestes aphidimyza Rond., яка останнім часом використовується для біологічної боротьби з попелицями в умовах закритого грунту.

До підряду коротковусих належить багато родин, серед яких є багато ентомофагів. Хижими видами представлена родина ктирів (Asilidae, рис. 22).

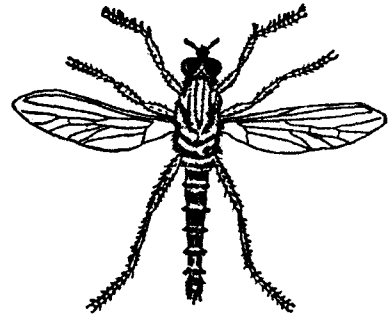


Рис. 22. **Хижа муха ктир**

Вони виловлюють під час польоту різних комах – метеликів, дрібних жуків та інших і висисають їх. Личинки ктирів живуть у грунті, де знищують личинок та лялечок комах. У південних районах досить часто трапляється найбільший представник ктирів Satanas gigas Evers, який досягає 4,5 см завдовжки, часто трапляються Asilus albiceps Mg., Stenopogon sabaudus F., Laphria gibbosa L. та ін. Личинки ляфрій оселяються в ходах златок та вусачів під корою дерев та знищують личинок та лялечок. Хижі личинки **родини сирфід або дзюрчалок (Syrphidae)** винищують велику кількість попелиць. Вони безногі, тіло їх звужується до переднього кінця, забарвлення у різних видів різне. За формою тіла личинки дещо нагадують дрібних п'явок. Дорослі особини здатні зависати в повітрі на одному місці. Поширеним видом є сирф звичайний (Episyrphus balteatus Deg). Найчастіше його личинки знищують попелиць – капустяну, горохову та бурякову. Одна личинка старшого віку протягом дня поїдає кілька десятків попелиць.

Поширеними та ефективними ентомофагами є також сирфіди – півмісячний (Metasyrphus corollae F.), перев'язаний (Syrphus ribesii L.), розмальований (Sphaerophoria scripta L.). Личинки їх знищують попелиць, листоблішок, трипсів, бродяжок кокцид. Дорослі живляться нектаром квіток.

**Родина злакові мухи (Chloropidae)** представлена, в основному, фітофагами, такими як: шведська муха, зеленоочка, але є серед них кілька хижих видів, тауматомія (Thaumatomyia glarba Mg.), яка є важливим ентомофагом бурякової кореневої попелиці.

Найбільше значення як ентомофаги мають представники **родини тахіни (Tachinidae)**. Вони уражують гусениць, личинок, лялечок, іноді дорослих комах, всередині яких паразитують їхні личинки. Закінчивши живлення, заляльковуються в порожнині тіла живителя або частіше в грунті. Багато видів

тахін дуже плодючі (5-6 тис. яєць, іноді й більше). Живителя вони заражають різними способами – приклеюють яйця на шкіру гусениць, прикріплюють стебельчасті яйця до волосків, деякі тахіни відкладають дрібні хітинізовані яйця на листки, а гусениці під час живлення ковтають їх. Тахіни – численна родина. Найбільш поширеними паразитами основних шкідників є: гусениць капустяної совки – ернестія (Ernestia consobrina Mg.), екзориста (Exorista larvarum L.), гусениць озимої совки – гонія (Gonia capitata Deg.), гусениць та лялечок зернової совки – ізомера (Isomera cinerascens Rd.), золотиста фазія (Clytiomyia helluo F.), строката фазія (Phasia crassipennis F.) та інші, відомі як паразити клопів-черепашок. Заражають дорослих клопів, відкладаючи яйця їм на очі або на черевце. Личинки їх паразитують у тілі клопів і там зимують.

Ефективним ентомофагом бурякової мінуючої молі є фітоміптера (Phytomiptera phthorimaeae Rubz), а мікрофтальма (Microphthalma disjuncta Wd.) – паразитом личинок хрущів. Поширеним паразитом гусениць кукурудзяного метелика є тахіна Lydella thompsoni Hart., а гусениць непарного шовкопряда – Blepharipoda scutellata R.D., Compsilura concinnata Mg.

Для біологічної боротьби з колорадським жуком була завезена в нашу країну з Канади тахіна дорифорофага (Doryphorophaga doryphorae Riley.), яка є важливим ентомофагом цього шкідника. Проте акліматизувати її у нас поки що не вдалося.

Багато паразитів і частково хижаків відомо в родині саркофаг (Sarcophagidae), з яких значна частина паразитує на прямокрилих, зокрема, саранових в Казахстані, Середній Азії та інших регіонах. Це Blaesoxipha laticornis Mg., B.filipjevi Pohd та ін.

Хижі личинки Pseudosarcophaga affinis F.U. знищують гусениць та лялечок різних лускокрилих.

Серед ряду лускокрилих відомо кілька хижих видів у личинковій фазі (наприклад, червецева совка Oratocelis communimacula Hb.).

**Акарифаги та ентомофаги з класу павукоподібних.** Класифікація класу павукоподібних (Arachnida) не завершена, деякі автори вважають павуків, кліщів та сольпуг рядами, інші (акарологи) виділяють павуків і кліщів у підкласи, які потім поділяють на ряди. Павуки і кліщі мають у своєму складі велику кількість ентомофагів та акарифагів, деяке значення мають і сольпуги.

Сольпуги – порівняно великі павукоподібні (до 4-5 см завдовжки), які зовнішнім виглядом дещо нагадують павуків, тіло їх вкрите довгими щетинками, з масивними хеліцерами і клешнею на вершині. Отруйних залоз не мають. Звичайно хижі види. Полюють вночі на різних комах, в Середній Азії та Казахстані поширена закаспійська сольпуга (Galeodes caspicus), а в Криму, на Кавказі та в пониззі Волги – звичайна (G. aranoides).

Павуки – найбільш численний ряд цього класу. У павуків стебельчасте черевце, двочленикові хеліцери з кігтеподібним вершинним члеником, знизу



черевця є павутинні бородавочки, павуки мають отруйні залози і ведуть хижий спосіб життя. Живляться здебільшого комахами, кліщами та іншими дрібними тваринами, деякі павуки виловлюють комах за допомогою павутинних тенет, інші нападають на свої жертви на листях чи на землі. Павуки вбивають свої жертви отрутою, хапаючи їх хеліцерами, які мають усередині протоки отруйної залози. Вони знищують багато шкідливих комах та кліщів, але їх роль в обмеженні чисельності шкідників вивчена мало. Ряд поділяється на багато родин.

**У підряді Araneomorpha** найбільший інтерес мають такі родини: тенетники (Theridiidae), колопряди (Araneidae), воронкові (Agelenidae), бродячі мисливці (Pisauridae), павуки-вовки (Lycosidae), коники (Salticidae), бокоходи (Thomisidae) та інші.

Серед тенетників є багато корисних видів, водночас до цієї родини належить і дуже отруйний павук каракурт (Lathrodecktus tredecimguttatus Rossi), укус якого небезпечний для тварин і людини. Поширений він у Середній Азії та Казахстані, рідше трапляється на Кавказі і в Криму.

До родини колопряди належать хрестовики. У нас поширений хрестовик звичайний (Araneus diadematus Cl.), який живе в лісах та садах.

В родині павуків-вовків відомі тарантули, зокрема тарантул звичайний (Lycosa singoriensis Laxm), який живе в земляних нірках і полює на жуків та гусениць.

На полях поширений павук Oxyopes lineatus Lart, з бокоходів – Runcinia lateralis Koch, який також живе на полях і луках.

*Підклас кліщів поділяють на три ряди і багато родин.* Значна кількість видів кліщів є рослиноїдними, в тому числі небезпечними шкідниками рослин (павутинні, галові, комірні та інші кліщі). Деякі види спричинюють захворювання людей і тварин, але серед представників цього підкласу відомо також багато ентомофагів та акарифагів. Це переважно хижаки і ектопаразити, деякі види знищують дрібних нематод.

Для біологічної боротьби з шкідниками рослин в умовах закритого грунту широко використовують хижого кліща фітосеюлюса (Phytoseiulus persimilis Ath.- henr.) з родини Phytoseiidae ряду Parasitiformes. До цієї родини належить ще багато активних акарифагів, які знищують плодових кліщів у садах: тифлодромус – Typhlodromus tiliarum Oudem., метасейулюс (Metaseiulus longipilus Nesb.), амблісейулюс (Amblyseiulus finlandicus Oudem), кампімодромус (Kampimodromus aberrans And.) та ін. За літературними даними, деякі види фітосеїд можуть живитися також дрібними яйцями комах, трипсами, білокрилками. При відсутності кліщів фітосеїди деякий час можуть живитись пилком, медвяною росою та соком рослин.

Ефективні ентомофаги відомі і в родині паразити (Parasitidae), зокрема, види роду Parasitus висисають яйця короїдів у їхніх ходах. Вони є також ектопаразитами дорослих короїдів, хрущів та інших жуків.

Багато родин ряду Acariformes представлені хижими видами – ентомофагами та акарифагами. Найбільший інтерес становлять родини червонотілки (Trombidiidae) та аністиди (Anystidae).

Важливим ентомофагом є саранова червонотілка (Eutrombium debilipes Leon.) – червоний дуже рухливий кліщик, дорослі та німфи висисають яйця саранових у кубушках. Личинки – ектопаразити саранових. Інші червонотілкові кліщі живляться яйцями та личинками дрібних комах попелиць, трипсів, листоїдів.

Кліщі Allotrombium fuliginosum Ew. висисають яйця колорадського жука (Коваль Ю.В., 1973).

У багатьох районах країни поширені кліщики родини анистид, зокрема, Anystis baccarum L. Він також червонуватого кольору, висисає яйця та дрібних личинок попелиць, листоблішок, звичайного павутинного та плодових кліщів, щитівок, підкорового клопа. Поширений частіше в садах, лісосмугах, менше на полях.

Дрібних комах і кліщів знищують і представники родини Bdellidae.

**Ентомофаги з класу нематод (Nematoda).** Нематоди багатьох видів паразитують у комахах або є хижаками і знищують, зокрема, рослиноїдних нематод, проте вивчені вони мало.

Великий інтерес становить ряд еноплід (Enoplidae). Найбільші з наматод належать до родини мермітид (Mermitidae), ниткоподібне тіло яких досягає 30 см завдовжки, їхні личинки паразитують на членистоногих, деякі на молюсках. Найчастіше це паразити прямокрилих, гусениць та личинок жуків, зокрема хрущів, а також клопів. Поширені вони місцями, дорослі живуть у грунті, під час спарювання декілька самців і самок сплутуються в клубок, плодючість самки досягає 6 тис. яєць. Вони відкладають дрібні яйця на листки і стебла рослин, куди залазять після випадання роси або дощу. Комахи, живлячись листям, ковтають яйця і відтак заражаються. Личинки тих видів, що відкладають яйця в грунті, потрапляють на рослини з краплинами дощу і активно заражають комах, вбуравлюючись в їхнє тіло через шкіру. Личинки мермісів живляться жировим тілом і гонадами живителя. Закінчивши живлення, вони виходять з тіла жертви, яка звичайно гине.

Великий інтерес становить гексамерміс (Hexamermis albicans Cieb.), що паразитує в личинках колорадського жука, особливо значну роль у знищенні цього шкідника гексамерміс відіграє в зоні Карпат. В деяких передгірних районах ураженість ним личинок жука досягає 90%. Тіло гексамерміса білувате, ниткоподібне. Самки до 10 см завдовжки, самці вдвоє коротші. Він уражує молодих личинок жука. Через 1-1,5 місяця личинки паразита закінчують розвиток і ховаються в грунт. Звичайно, це відбувається тоді, коли личинки колорадського жука досягають IV віку, проте невелика кількість паразитів залишається в лялечках і навіть в жуках, що сприяє розселенню цієї нематоди. В одній личинці колорадського жука паразитує одна-дві, а іноді 10 і навіть більше личинок гексамерміса. Через місяць після виходу з тіла живителя личинки паразита линяють і стають дорослими мермітидами, які зимують, а весною – на початку літа наступного року відкладають яйця. Нематоди цього виду можуть заражати і деяких гусениць, зокрема непарного шовкопряда.



До роду гексамермісів належить ще кілька видів, що є поліфагами і уражують різних комах, зокрема, гусениць підгризаючих совок.

З інших мермітид визначено амфімерміса (Amphimermis elegans Harm.), який є паразитом гусениць непарного шовкопряда та інших метеликів.

Слід згадати ще хижу нематоду мононх (Mononchus papillatus) з род. Mononchidae. Це дрібна (близько 1,5 мм), зажерлива нематода, що знищує велику кількість галових нематод і, отже, заслуговує на увагу як засіб біологічної боротьби з галовими нематодами в теплицях.

З ряду рабдитид (Rabditidae) особливо перспективний рід неоаплектана (Neoaplectana) з родини Steinernematidae. До нього належать дрібні види, що заражають багатьох комах і мають симбіотичні зв'язки з бактеріями. При цьому комахи гинуть від спільного ураження нематодами і бактеріями, про що розповідатиметься в розділі 5.

Велике значення в знищенні шкідливих комах відіграють комахоїдні птахи – шпаки, сорокопуди, мухоловки, славки та багато інших. Велику кількість яєць комах на гілках дерев, а також гусениць в зимових гніздах знищують взимку синиці й дятли, останні видовбують короїдів та інших комах з-під кори та з деревини на гілках і стовбурах дерев. На нічних метеликів полюють нічні птахи та летючі миші.

З інших комахоїдних тварин слід відзначити ящірок, їжаків, жаб. Деяке значення мають навіть такі звірі, як дикі кабани, борсуки, лисиці. В країнах Центральної Америки для біологічної боротьби з комахами на городах використовують жабу агу.

## 2.2. Способи розмноження ентомофагів, типи яєць і личинок

### *Способи розмноження*

Крім відомих нам з курсу ентомології звичайних способів розмноження, властивих фітофагам – відкладання запліднених яєць, живородіння, партеногенез, що полягає у відкладанні незапліднених яєць або живородінні без запліднення самок, у деяких видів ендопаразитичних комах спостерігається дивовижний спосіб – поліембріонія або багатозародкове розмноження, як наприклад, у агеніаспіса (род. енциртиди), платигастера (род. платигастеріди) та макроцентруса (род. браконіди). При цьому паразит відкладає яйце в зародок, що почав формуватись у яйці фітофага. Фітофаг все ж продовжує розвиватись у звичайному темпі – з яйця відроджується гусениця (чи личинка), яка живиться, росте (у платигастерових навіть утворює пупарій).

Розвиток паразита спочатку відбувається уповільнено, але згодом набирає швидких темпів. Спочатку в яйці паразита утворюється зародкова оболонка, яка оточує ембріональну частину яйця. Її призначення – забезпечення ембріогенезу речовинами живлення, які вона дістає в гемолімфі живителя. Далі ембріональна частина поділяється на багато десятків клітин і з кожної розвивається зародок, а зрештою личинка паразита. Згодом личинки, закінчивши живлення, заляльковуються в кокончиках, які заповнюють всю порожнину тіла живителя, який перетворюється в мумію. Отже, з одного відкладеного паразитом яйця розвивається у агеніаспіса більше сотні особин потомства. Поліембріонія дозволяє паразиту швидко нарощувати чисельність.

З інших відхилень слід вказати на арренотокію, що є факультативним типом партеногенезу, при якому із запліднених яєць розвиваються самки, а з незапліднених – самці. Цікаво це відбувається у паразита кокцид – коккофагуса. Личинки, з яких розвиваються самки, є первинними паразитами кокцид. Але личинки, з яких розвиваються самці, є вторинними паразитами личинок самок часто свого ж виду. В цьому разі самка відкладає незапліднене яйце в личинку, що з неї мала б розвинутись самка.

Деякі тахіни відкладають яйця (мікротип), в яких знаходиться цілком сформована личинка, яка залишається живою протягом 1-2-х місяців, поки відкладене яйце не буде проковтнуте гусеницею живителя. Потрапивши в кишечник, личинка паразита виходить з яйця і приступає до живлення.

### *Типи яєць*

Переважна більшість хижих ентомофагів з класу комах відкладають яйця на листя або в грунт, рідко в тканини рослин. Тип в основному подібний до яєць фітофагів, які уже відомі нам з курсу ентомології, як "новий" і досить незвичайний. Можна відзначити хіба що тип яєць на високій ніжці золотоочки звичайної. Така будова їх є пристосуванням для збереження від поїдання хижими личинками свого ж виду.

Зате яйця паразитичних ентомофагів дуже різноманітні і суттєво відрізняються за формою від яєць фітофагів.

Перш за все розглянемо, куди і як відкладають вони яйця. Переважна більшість паразитів за допомогою яйцеклада відкладає яйця в порожнину тіла живителя або встромлює їх гострими передніми кінцями в покривні тканини так, що більша частина знаходиться зовні. Деяка частина паразитів відкладає яйця на листя, а гусениці під час живлення ковтають їх, і так відбувається зараження.

Як за величиною, так і за формою яйця паразитів дуже розмаїті. Звичайно їх групують у 10 типів, проте існує ще багато різних перехідних форм. На рис. 23 наведені основні типи яєць паразитів.

Дуже поширеним є гіменоптероїдний тип, характерний для багатьох родин перетинчастокрилих, особливо іхневмонід, а також деяких двокрилих (дзижчала, деякі галиці, неместриніди). Це – довгасті яйця, до переднього



кінця трохи потоншені, іноді ледь зігнуті посередині. Яйця калімонід помітно потоншені до переднього і трохи до заднього кінців.

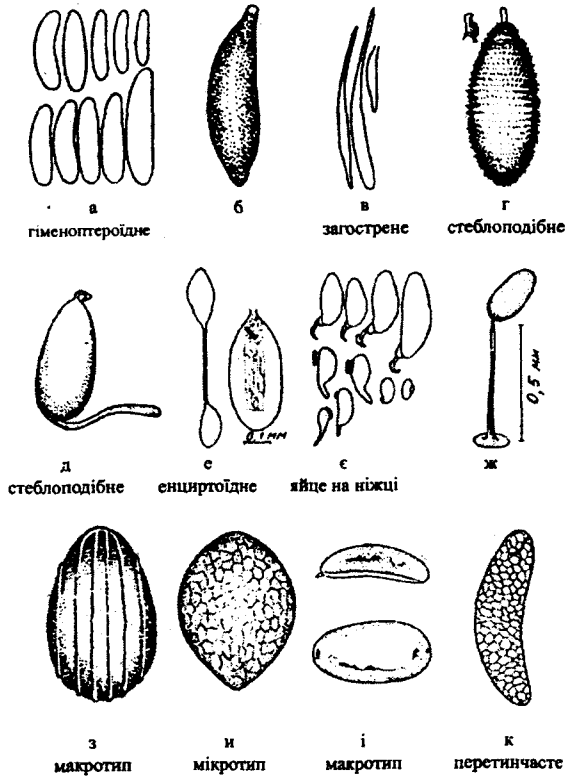



Рис. 23. **Основні типи яєць паразитів:**
гіменоптероїдний (а, б), загострений (в), степлоподібній (г, д), енциртоїдне (е), на ніжці (є, ж), макротип (з, і), мікротип (и), перетинчасте (к)

Яйця загостреного типу мають видовжену форму з довгим переднім кінцем, вони властиві іхневмонідам, браконідам і деяким хальцидовим, а саме тим, самки яких мають довгий яйцеклад.

У багатьох перетинчастокрилих і деяких двокрилих яйця стеблоподібного типу, хоча стебельце може бути або коротким (у браконід), або, навпаки, дуже довгим, наприклад, втричі довшим самого яйця (Rhyssa, Megarhyssa). Часто, крім стебельця, яйця мають на протилежному полюсі ще ніжку (сцеліоніди), відросточок або горбик. Призначення їх може бути різним – функція якоря в покривних тканинах живителя, для сполучення зародка у деяких

ендопаразитів з атмосферним повітрям тощо. У тахіни Carcelia за допомогою цього відростка яйця прикріплюються до волосків гусениці.

Яйця енциртоїдного типу (енциртиди) поки знаходяться у яйцевих трубках, мають гантелеподібну форму, але при відкладанні їх один потовщений кінець руйнується і залишається у вигляді деформованого придатка, яким воно сполучається з атмосферою і, таким чином, служить для дихання личинки.

Окремим типом є яйця на ніжці. Ніжка може мати різну форму і буває на передньому чи задньому їх кінці. Такі яйця відомі як у зовнішніх, так і внутрішніх паразитів. Ніжка часто має вигляд гачка, яким при відкладанні вони чіпляються до покривних тканин. Такий тип яєць відомий у представників Tryphoninae, Ophioninae, Aphelinidae.

Яйця, що віднесені до макротипу, властиві частині тахін. Вони дещо видовжені, досить крупні (0,4-0,9 мм завдовжки). Є два варіанти цього типу. Один з них має хітинізовану опуклу дорсальну частину та плескату, тоненьку вентральну, якою яйце прикріплюється до шкіри. Личинка через вентральну стінку проникає в порожнину тіла гусениці. Другий варіант – яйце має з дорсального боку біля переднього кінця лінію розриву. Личинка паразита виходить з яйця через цей розрив.

До мікротипу відносяться дуже дрібні яйця деяких тахін з міцним хітинізованим хоріоном. За формою здебільшого майже овальні, трохи звужені до переднього кінця. Вони відкладаються на листя. Гусениці під час живлення ковтають їх.

До акроцеридного типу відносять яйця двокрилих з родини акроцериди. Вони мають грушоподібну форму, темнозабарвлені, на звуженому кінці мають ковпачок, який відкривається при виході личинки паразита.

### *Типи личинок*

Число віків (линянь) у личинок паразитичних ентомофагів різне. У двокрилих личинки здебільшого мають три або чотири віки; у перетинчастокрилих різні родини щодо цього мають свою специфіку. Так, личинки іхневмонід мають здебільшого п'ять віків, хоча деякі види – лише три. Личинки браконіда апантелеса проходять під час розвитку три віки. У надродині хальцидових личинка трихограми має три віки, хоча багато інших видів мають п'ять. Слід мати на увазі, що вивчати кількість віків (линянь) у личинок ендопаразитів важко.

Для багатьох паразитів личинки різних віків можуть значно відрізнятися за зовнішніми морфологічними ознаками, особливо першого та старшого віків. Крім того, у деяких видів можуть відрізнятися личинки, що розвиватимуться у самок і самців (статевий диморфізм).

Виділяють (Д. Бах) такі типи личинок 1-го віку: триунгуліновий, планідієподібний, мішкоподібний, телеоїдний, мімароїдний, циклопоподібний, еукілоїдний, мандибулярний, мікротипоїдний, хвостатий, мускоїдний, енциртоїдний, гіменоптероїдний, пухирчастий. На рис. 24 наведені основні типи личинок 1-го віку.



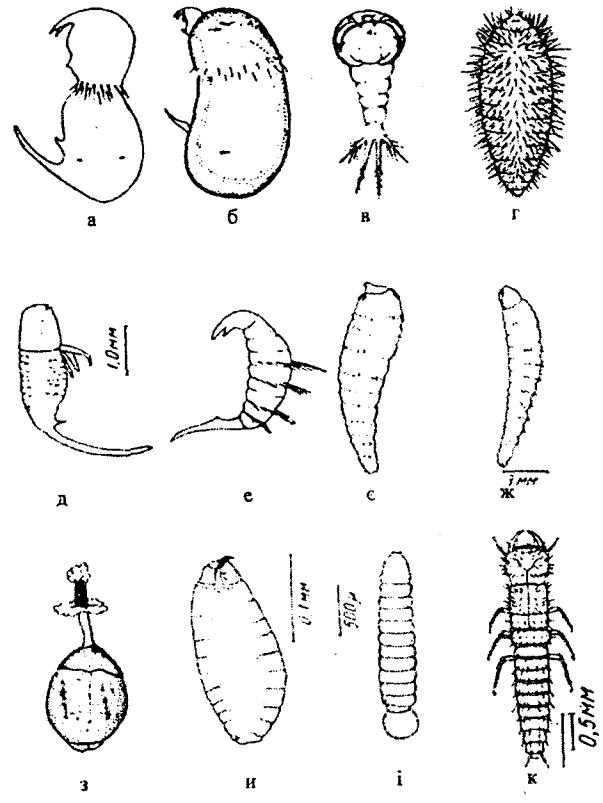



Рис. 24. **Основні типи личинок ентомофагів (паразитів) І-го віку:**
а – телеоїдний (сцеліоніди); б – те ж (після живлення); в – циклопоподібний (платигастериди); г – гіменоптероїдний (торимиди); д – еуколоїдний (гексакола сп.); е – мимароїдний (полінема); є – мікротип (тригоналіди); ж – гіменоптероїдний (хальцидіди); з – енциртоїдний (ізодромус); и – мускоїдний (тахіна); і – міхуроподібний (апантелес); к – триунгуліновий (шпанка)

Личинки тих видів, що відкладають яйця на листя чи інший субстрат, а не на живителя, мусять самі його відшукувати, тому вони мають пристосування для пересування. Триунгуліни мають три пари ніг, планідієві личинки мають довгі щетинки, а прикріплені до листків личинки тахін роблять кругові рухи довкола себе, а деякі здатні стрибати. Личинки, що мають добре розвинені мандибули або хітинові придатки, використовують їх для знищення інших личинок, якщо б вони виявились в порожнині тіла живителя.

Личинки паразитів живляться гемолімфою, жировим тілом та іншими органами, використовуючи ротовий апарат, а коли він недорозвинений – через шкіряні покриви тіла.

Дихання личинок, особливо першого віку, здійснюється через кутикулу, деякі види мають пристосування у вигляді пухирів, а інші, особливо в старшому віці, для сполучення з атмосферою використовують стебельце яйця, що закріплене в отворі у шкірі живителя.

Закінчивши живлення, паразити заляльковуються здебільшого в коконах. Не потребують кокона лялечки тахін, що знаходяться в пупаріях, які замінюють їх роль; недарма ж звуться несправжніми коконами деякі личинки паразитів, які влаштовують кокон із шкірки виїденої гусениці, як наприклад, браконід рогас. Заляльковування личинок паразитів відбувається або в порожнині тіла знищеного живителя, або вони виходять назовні і заляльковуються на рослинах чи в грунті. Личинки тахін заляльковуються здебільшого в грунті, іноді в стеблах пошкоджених живителем рослин.

У перетинчастокрилих між періодами закінчення живлення і коконування личинок та вильотом з лялечки імаго проходить іноді досить значний час, тому виділяють між фазами личинки та лялечки ще 1-2 проміжних стани – передлялечка (пронімфа) та еонімфа. Це доводиться брати до уваги, бо іноді на один з цих станів припадає зимівля або діапауза.

Передлялечка – це стан, при якому у закоконованої личинки почали формуватись деякі органи дорослої комахи, наприклад, з'являються хоча б частково обриси майбутніх фасеткових очей, але личинка ще не перетворилась у лялечку.

Еонімфа – це личинка, що перестала живитись і закоконувалась, але ще не має ознак пронімфи (є лише прості личинкові очі і жодних зачатків обрису майбутніх фасеткових очей).

При обстеженні сільськогосподарських культур важливо буває знати – як відрізнити паразитованих особин фітофага від здорових. Говорячи про яйця, слід мати на увазі, що ті з них, які заражені трихограмою чи іншими яйцеїдами, чорніють на 5-6-й день. За цією ознакою їх легко відрізнити від здорових. Якщо потрібно проаналізувати залишки яйцекладки метелика, з якої раніше відродились гусениці, то і в цьому випадку можна розібратись. При відродженні з яєць гусениці здебільшого з'їдають частину шкаралупи (не менше половини) за винятком кладок листовійок, молі, вкритих щитком. В цьому разі в щитку гусениці вигризають отвори, які за формою нагадують двоопуклу лінзу. В той же час отвори яйцеїдів у шкаралупі яєць чи в щитку, що вкриває кладку – круглі, дрібні.

Гусениці (личинки) фітофага, заражені деякими тахінами, несуть на шкірі шкаралупи відкладених яєць (макротип) здебільшого позаду або з боку голови, які добре помітні, білуватого забарвлення, до 1 мм завдовжки, розмішені переважно впоперек тіла. Якщо гусениці заражені ектопаразитами-наїзниками, то теж на спинній частині неподалік від голови помітні темнозабарвлені грушеподібної форми яйця, встромлені загостреною передньою частиною в тіло гусениці (згодом замість цих яєць будуть приблизно такої ж форми личинки паразита). У волохатих гусениць можна помітити довгасті яйця деяких тахін, прикріплені до волосків. На шкіряних покривах світлозабарвлених голих гусениць бувають помітні темні крапки, які являють собою місця проколів, куди були відкладені яйця ендопаразитів, часто в цьому місці знаходиться кінчик дихального стебельця (чи воронка) личинки паразита. Заражені афідіусами личинки попелиць незабаром здуваються, стають нерухомими, перетворюючись у мумії, після вильоту з них паразита на спинному боці залишається досить великий отвір.

**Лялечки та пупарії фітофага**. Часто при обстеженні культур можна знайти не самі лялечки чи пупарії мух, а лише екзувії, з яких імаго давно вилетіло, і потрібно визначити хто вилетів – фітофаг чи паразит.

Здорова лялечка метелика, якщо її трохи стиснути з боків, робить енергійні рухи черевцем, а заражена лялечка має хоча і не задубілий стан, проте енергійних рухів не робить, а залишається нерухомою чи рухи бувають дуже мляві. Якщо був знайдений лише екзувій, то можна скористатись такими ознаками. При вильоті метелика екзувій відкривається по лінії, де складені покрівлі крил та вусиків. Після вильоту метелика, екзувій має поздовжньокосий великий отвір (до половини довжини лялечки), до нижнього краю якого часто бувають прикріплені покрівлі крил, вусиків або вони відпадають. Якщо ж лялечка була заражена паразитом і тому з неї вилетів, наприклад, крупний наїзник, то круглий вильотний отвір його розміщується на передньому кінці екзувія. Якщо лялечка була заражена кількома дрібними паразитами, то будуть відповідно і дрібні отвори у бокових її стінках.

## 2.3. Характер взаємовідносин між організмами в біоценозах

Тваринний світ за кормовою спеціалізацією поділяють на такі групи: фітофаги, які живляться рослинами, зоофаги – тваринами, сапрофаги та некрофаги – рештками рослин і трупами тварин, а також копрофаги, що живляться продуктами життєдіяльності тварин. Отже, для біологічного захисту рослин використовують зоофагів, які в процесі еволюції пристосувалися до живлення певними видами фітофагів, тому основа біометоду є надійною – вона базується на стабільній трофічній спеціалізації організмів в агроценозах.

Для біологічної боротьби з шкідливими членистоногими та гельмінтами інтерес становлять зоофаги, які поділяють на: ентомофаги, акарифаги, гельмінтофаги та інші, які живляться відповідно комахами, кліщами, нематодами.

Взаємовідносини між організмами в біоценозах багатогранні. Для біологічної боротьби використовують хижаків і паразитів. Крім хижацтва та пара-

зитизму, відомі й інші типи взаємовідносин між організмами, зокрема, симбіоз та антибіоз.

Хижацтво є найбільш простим та поширеним типом взаємовідносин у тваринному світі. Хижаки живляться своєю жертвою звичайно раз або ж короткий період. Правда, окремі з них можуть повертатися для повторного живлення за рахунок даної 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). Хижаками є багато видів комах, павуків, кліщів.

Канібалізм 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 личинки, тоді як дорослі особини живляться за рахунок рослин (наприклад, деякі золотоочки з ряду сітчастокрилих, дзюрчалки з ряду двокрилих, тахіни).

Паразитизм є більш складною формою взаємовідносин між організмами. Це однобічне використання одного організму (так званого живителя) для живлення іншим і як середовища для життя паразита протягом всього періоду розвитку його личинкової фази. 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 свого розвитку. Якщо живителем паразита є доросла комаха, яка після його розвитку залишається живою, то, звичайно, вона виявляється повністю або частково безплідною.

Більшість паразитичних комах належить до рядів перетинчастокрилих та двокрилих, відомі вони також у рядах віялокрилих і рідко – 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 в його шкіряному покриві. На відміну від них, ендопаразити розвиваються всередені тіла живителя.

Факультативний паразит при 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 звичайно не пов'язаний. Якщо паразит живиться за рахунок іншого паразита, який знаходиться в тілі або на тілі живителя, його називають гіперпаразитом. Розрізняють паразитів другого, третього і вищих порядків. Паразитів другого порядку називають ще вторинними. Гіперпаразити, знищуючи паразитів першого порядку, знижують ефективність біологічної боротьби з шкідниками.



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

При множинному паразитизмі (мультипаразитизм) в одній особині живителя розвивається 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 в двох живителях різних видів.

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 – хижаками, як, наприклад, це спостерігається у поширеного ентомофага капустяних та бурякових мух – алеохари.

**Симбіоз**. Під симбіозом розуміють таку форму взаємовідносин між особинами різних видів, при якій усі вони мають користь. Така форма називається мутуалізмом. Загальновідомим прикладом можуть бути симбіотичні відносини між мурашками та попелицями. Мурашки збирають солодкі виділення (так звану медвяну росу) попелиць і при цьому захищають їх від ворогів.

При певних формах взаємовідносин користь одержують особини одного виду, не завдаючи шкоди особинам іншого. Як приклад можна навести використання дрібними особинами одного виду значно більших особин іншого для пересування, це явище називається форезією. Так, особини дрібного яйцеїда теленомуса (Telenomus tetratomus Thomps) прикріплюються до самок сибірського шовкопряда, коли ті виплоджуються з лялечок. Самки переносять їх на місце відкладання яєць, які потім уражуються теленомусом.

Ще відома одна форма симбіозу – коменсалізм, або нахлібництво. Вона полягає в тому, що особини одного виду (нахлібники) використовують для живлення залишки їжі іншого, не завдаючи йому шкоди. Прикладом є мірмекофіли, які пристосувались жити в мурашниках і живитись залишками мурашкової їжі, за що мурашки їх не переслідують.

**Антибіоз** – одна з форм антагоністичних відносин між організмами. Полягає у виробленні деякими рослинами та мікроорганізмами захисних речовин для пригнічення розвитку інших організмів, зокрема речовин, токсичних для комах. До них належать, головним чином, речовини вторинного обміну – глюкозиди, алкалоїди, феноли, терпени, дубильні речовини та ін. Прикладом подібних речовин у мікроорганізмів є токсини.

Стійкість рослин проти пошкодження шкідниками і ураження патогенами також певною мірою залежить від наявності в рослинних тканинах вищезгаданих речовин. Розвиток фітофагів при живленні такими рослинами пригнічується і може навіть спостерігатись загибель частини особин.

### *Особливості біології паразитів і хижаків*

Хижаки і, особливо паразити, за своїми біологічними особливостями суттєво відрізняються від рослиноїдних комах, передусім у них інші кормова спеціалізація і способи живлення, а також пов'язаний з цим набір травних ферментів, пошукові здатності до того кола жертв (живителів), якими вони живляться, особливості поведінки тощо.

Для багатьох хижаків характерний більш або менш прихований спосіб життя, для деяких активність у нічний час, більша, ніж у фітофагів рухливість та ін. Хижі види мають пристосування, що дає змогу їм успішно нападати на свої жертви, якщо вони не поступаються їм за розмірами. Для деяких хижаків властиве змішане живлення – при відсутності тваринної їжі вони можуть живитися рослинами.

Здебільшого хижаки потребують додаткового живлення у дорослій фазі. Тривалість життя дорослих особин деяких видів становить два і навіть три роки. Ще суттєвіші біологічні відміни у паразитів. Після виплодження з лялечок деякі паразити мають добре розвинуту статеву систему і здатні розмножуватися. Проте більшість їх потребує додаткового живлення і тільки після цього у самок завершується розвиток яєчників. У різних видів додаткове живлення триває від кількох днів до двох – трьох тижнів.

Додаткове живлення перетинчастокрилих і двокрилих відбувається порізному. Одні види живляться нектаром, інші потребують також і білкової їжі. Для цього самки яйцекладом проколюють шкіряні покриви живителя і живляться гемолімфою, як, наприклад, представники родини енциртид, птеромалід та ін. Це прискорює розвиток та визрівання яєць в яєчниках самок. При цьому дорослі особини зазначених видів, по суті, виступають у ролі хижаків, здебільшого ті особини, за рахунок яких відбувалося додаткове живлення паразита, не використовуються для відкладання яєць і звичайно гинуть. Таким чином, значна кількість особин живителя знищується при додатковому живленні. Причому у деяких видів вона перевищує кількість особин, які використовує паразит для ураження.

Додаткове живлення паразитів нектаром спостерігається на квітках різних рослин, але звичайно кожен вид паразита має свої нектароноси, яким він віддає перевагу. Так, багато тахін живиться на квітках кошикоцвітних, зокрема на кропі, моркві, деякі види живляться на чебреці, гірчиці, фацелії, а також солодкими виділеннями попелиць і листоблішок. Оси сколії живляться переважно на квітках синяка. Деякі паразити (тахіни) для додаткового живлення використовують пилок квіток. У деяких видів дозрівання яєць відбувається поступово, при цьому самки паразитів чергують відкладання яєць з додатковим живленням, яке важливе ще й тому, що воно підвищує плодючість самок і збільшує тривалість їх життя, а разом з цим і повніше використання ними потенціальної продукції яєць для зараження шкідників сільськогосподарських культур.



Після дозрівання яєць в яєчниках самки починають пошук, вибір і зараження живителя. З літературних джерел відомо, що самки багатьох видів паразитів спочатку за запахом відшукують кормову рослину, а потім вже живителя, особливо якщо він живе приховано в тканинах рослин. Так, наїзник колірія (Collyria coxator Vill.) відшукує посіви пшениці або ячменю, а потім в заселених стеблах знаходить відкладені яйця стеблового пильщика, які і заражає.

Неабияку здатність відшукувати личинок рогохвоста, які знаходяться в деревині, має їздець рисса (Rhyssa persuasoria L.). Він виявляє цих личинок у деревині на глибині 2-2,5 см від поверхні, хоча зовні ніяких ознак пошкодження стовбура немає. Можна припустити, що він за запахом знаходить кормову рослину, а потім, також за запахом, червоточини і личинку, яку уражує за допомогою яйцеклада.

Подібний же механізм пошуку існує і для виявлення шкідників, які живуть на поверхні рослин, хоча в цьому разі напевно деякі паразити здатні знаходити живителя і безпосередньо. Так, з літератури відомо, що афідофага (Diaeretiella rapae Mc.int.) приваблює запах капусти, а потім на її рослинах він відшукує личинок попелиці й уражує їх.

У процесі коеволюції видів в системі паразит – живитель, спеціалізовані паразити пристосовують для пошуків живителя його феромони. Саме так уже згадуваний яйцеїд теленомус відшукує самок сибірського шовкопряда, коли ті ще не виплодились із лялечок. Цим можна пояснити також успішний пошук живителів, які ведуть прихований спосіб життя, як, наприклад, знаходження паразитом ларіофагусом (Lariophagus distinguendus Fast.) личинок хлібного точильника (Stegobium paniceum L.), що знаходиться в зернах їхнього насипу на глибині до 30 см.

Спеціалізовані паразити мають ефективніші й досконаліші пристосування для пошуку живителя, ніж поліфаги (Теленга М.А., 1967). Для паразитів характерна вибірковість по відношенню до живителя. Відшукавши, наприклад, лялечку, паразит спочатку обстежує її, обмацуючи вусиками, а потім, визначивши її придатність, відкладає в неї своє яйце, проколюючи яйцекладом шкіряні покриви. Самки багатьох паразитів відрізняють вже уражені особини живителя і не відкладають у них своїх яєць. Інші, мабуть, цим нехтують, бо відомо чимало випадків перезараження живителів.

За літературними даними, самки теленомусів після ураження яєць черепашки наносять яйцекладом на їхні шкаралупи штрихи, які, на думку дослідників, служать "позначками" того, що яйце уражене. Паразит може також виявити ураженість живителя по слідах (запахах), залишених самками, які вже відклали в нього свої яйця.

Проте не завжди живитель виявляється придатним для зараження. Іноді після обстеження самка його не заражує, якщо він і не був заражений: мають значення розмір і вік живителя, його фізіологічний стан. Так, для багатьох

яйцеїдів непридатні для ураження яйця, в яких уже сформувався зародок личинки живителя, а також ті лялечки, в яких завершується формування імаго живителя. Крім того, відомі випадки, коли особини живителя при доброму їх фізіологічному стані виявляються в значній мірі стійкими проти розвитку паразита. Не виключено, що самки деяких паразитів здатні виявити таких відносно стійких живителів і не відкладають у них яєць. При обстеженні придатності живителя паразити використовують рецептори не тільки на вусиках, а й на яйцекладі.

Як відомо, у комах на вусиках та інших частинах тіла є дуже розвинені органи чуття, зокрема хімічні рецептори (сенсили), які допомагають їм успішно відшукувати живителя і визначати його фізіологічний стан. Так, у трихограми T.pintoi Vog. et Pint. на вусиках відомо ряд сенсил, кожна з яких виконує свою функцію.

Механізм стійкості деяких живителів до паразита може бути різним. Багатьма дослідниками встановлено, що яйця паразитів, відкладені в тіло нетипових для них живителів, звичайно гинуть внаслідок інкапсуляції. Капсула навколо них, а також молодих личинок, утворюється з гемоцитів. Відомі випадки інкапсуляції відкладених яєць і молодих личинок навіть спеціалізованих паразитів. Часто трапляються випадки загибелі личинок паразита при зараженні невластивих для нього живителів без інкапсуляції, внаслідок антибіозу. Таким чином, захисна реакція живителя може суттєво впливати на ефективність паразитів, однак механізми таких реакцій вивчені недостатньо.

**Способи розмноження паразитів.** Більшість ентомофагів розмножується відкладанням запліднених яєць, хоч для деяких з них характерний партеногенез, а також живородіння. При партеногенезі відкладаються яйця або виплоджуються личинки без запліднення. Розрізняють кілька варіантів партеногенезу, з них найбільше поширення серед ентомофагів має арренотокія. При цьому з незапліднених яєць розвиваються самці, а із запліднених – самки.

Прикладом партеногенезу є розмноження безсамцевої трихограми (T. embryophagum Htg.), в популяціях якої самці становлять незначний процент. Живородіння відомо у деяких тахін, наприклад, у ернестії (Ernestia consobrina Mg) – паразита гусениць капустяної совки.

Цікавим способом розмноження, який забезпечує швидке збільшення чисельності в стислі строки, є поліембріонія або багатозародкове розмноження. При цьому відкладене яйце ділиться багаторазово і зрештою з нього розвивається кілька десятків, а іноді й більше сотні личинок паразита. Так, розмножується, зокрема, паразит яблуневої павутинної молі агеніаспіс (Ageniaspis fuscicollis Dalm). Його самка відкладає по одному яйцю в яйця молі, коли в них починає формуватись зародок живителя. Якщо відкладене яйце паразита потрапляє в зародок живителя, воно ділиться і з нього розвивається до 180 личинок, якщо ж яйце виявляється в жовтку, то розвиток його не відбувається.



Плодючість різних видів паразитів неоднакова. Деякі види відкладають не більше 20 яєць, тоді як інші, як, наприклад, Tachina grossa L. мають потенціальну плодючість близько 10 тис. личинок, які, правда, не завжди доживають до фази імаго.

Способи зараження живителя паразитами також різні. Паразити, які мають яйцеклад, найчастіше відкладають яйця в тіло жертви, проколюючи її шкіряні покриви. Деякі ектопаразити відкладають яйця за допомогою яйцеклада, але так, що тільки загострена його частина (стебельце) вбуравлюється в шкіру, а решта залишається зверху, як наприклад, у їздця нетелії (Netelia fuscicornis Holm.) – паразита гусениць зернової совки. Інший їздець – іхневмонід (Ctenichneumon inspector Wism.) є ендопаразитом цих гусениць і відкладає яйця всередину їхнього тіла. Так само уражує гусениць біланів їх груповий паразит апантелес (Apanteles glomeratus L.).

Деякі паразити перед відкладанням яєць на гусеницю паралізують її на деякий час уколом у нервове сплетіння, що полегшує її зараження. Оси сколії, риючі оси та інші своїм жалом спричинюють постійний параліч живителя. Ендопаразити звичайно не паралізують живителя, а миттєво атакують його для відкладання яєць.

Частина тахін приклеює свої яйця на шкіру гусениць на грудних сегментах (позаду голови), як, наприклад, Bessa selecta Rd., де гусениця не може дістати їх щелепами. Деякі види прикріплюють яйця до шкіри або до волосинок, як, наприклад, тахіни роду Carcelia.

Інші тахіни відкладають дуже дрібні чорні яйця з твердою оболонкою на листки, як, наприклад, блефаріпода (Blepharipoda scutellata R.-D.) – всеїдний паразит непарного шовкопряда та інших гусениць. Гусениці під час живлення ковтають їх і відтак заражаються. Уже згадувана тахіна ернестія (паразит гусениць капустяної та інших совок) виплоджує на листках личинок, які потім прикріплюються до гусениць і вбуравлюються в їхнє тіло.

Тахіни родів Dexia і Microphthama відкладають яйця в тріщини грунту, а їхні личинки самостійно відшукують у грунті личинок хрущів і вбуравлюються в них. Деякі тахіни заражають дорослих клопів, наприклад, фазії, відкладаючи яйця під надкрила або на очі клопів черепашок.

Різні види паразитів пристосувались до ураження своїх жертв у певних фазах їхнього розвитку. Так, є види яйцеїдів, весь розвиток яких проходить всередині яйця живителя (трихограма, теленомус та ін.). Інші паразитують у гусеницях (личинках), як, наприклад, Apanteles glomeratus L., або в лялечках, як Pteromalus puparumm L. – паразит лялечок біланів. Деякі види заражують живителя в одній фазі, а завершують свій розвиток в наступній, як, наприклад, уже згадуваний агеніаспіс. Паразит личинок і лялечок капустяних мух трибліографа відкладає яйця в личинок, а закінчує свій розвиток у пупаріях мух.

Деякі яйцеїди (наприклад, теленомуси) мають пристосування для припинення розвитку зародка живителя. Личинки цих яйцеїдів спеціальними хвос-

товими відростками або іншими пристосуваннями збовтують вміст яйця, внаслідок чого зародок у ньому не розвивається.

Якщо трапилось перезараження живителя, то між личинками паразитів звичайно відбувається боротьба. Часто виживає одна личинка, якщо це одиночний паразит. Личинки перших віків багатьох паразитів мають шипик, зубці тощо, призначені для знищення інших личинок паразитів.

Яйцеїди мають короткий період розвитку і завдяки розтягненому періоду відкладання яєць живителем, звичайно, встигають за одну його генерацію розмножитися в двох-трьох поколіннях.

Після зараження живителя молода личинка паразита спочатку живиться його гемолімфою та жировим тілом. Тільки під кінець свого розвитку вона пожирає інші внутрішні органи.

Великий інтерес становить питання про дихання личинок ендопаразитів.

Личинки тахін, які вбуравлюються через шкіряні покриви живителя, використовують для зв'язку з атмосферним повітрям вхідний отвір, виставляючи через нього задній кінець черевця, на якому знаходяться дихальця, або сполучаються з цим отвором за допомогою своєрідної дихальцевої трубки, яка утворюється з гемоцитів живителя внаслідок його захисної реакції.

Личинки першого віку перетинчастокрилих і тахін, які проникають у порожнину тіла через кишечник, використовують кисень із гемолімфи, бо дихальна система їх в цей час недорозвинена і не функціонує. Є багато перетинчастокрилих, личинки яких у першому віці для поглинання кисню з гемолімфи мають пристосування у вигляді пухиря з топкими стінками, що міститься на кінці черевця, хвостового відростка або парних хвостових трубочок. Личинки старших віків із зрослими потребами в кисні підключаються до трахейної системи живителя або сполучаються з атмосферним повітрям, проробивши отвір у шкіряних покривах жертви.

Закінчивши живлення, личинки заляльковуються іноді в порожнині тіла знищеного живителя або влаштовують із шкірки загиблої гусениці кокон, як, наприклад, їздець-браконід рогас (Rogas dimidiatus Spin.). Багато паразитів, закінчивши живлення, виходять з тіла живителя і заляльковуються в грунті або серед листків, як правило, в щільних коконах. Кокони наїзника метеоруса звисають з гілочок на павутинистих ниточках, що напевно захищає їх від хижаків та деяких паразитів другого порядку.

**Кормова спеціалізація в біоценозах**. Одним з основних аспектів теоретичного обгрунтування використання організмів для біологічної боротьби з шкідниками є їх кормова спеціалізація. З екології відомо, що їжа є одним з найважливіших екологічних факторів, а живлення – життєво важливою необхідністю організмів для підтримання своєї життєдіяльності, причому воно не може бути компенсоване ніякими іншими екологічними факторами.

На початку розділу було вказано, на які групи поділяються тварини в біоценозах. До сказаного слід додати, що серед фітофагів та зоофагів розрізняють монофагів, олігофагів та поліфагів. Монофаги живляться за рахунок одного або, в крайньому разі, кількох дуже близьких видів одного роду. Олігофаги живляться обмеженою кількістю близьких родів однієї родини. Поліфаги можуть живитися багатьма видами.



Для використання біологічної боротьби з шкідниками сільськогосподарських культур найбільш перспективні облігатні зоофаги, особливо монофаги (Теленга, 1967). Поліфаги відіграють також значну роль в обмеженні чисельності шкідливих видів. Вірогідно, що поліфагія є важливим пристосуванням, яке виникло в процесі еволюції. Вона дає змогу переключатися на живлення тими видами, які в даний момент є в достатній кількості.

Кормова спеціалізація зумовлена фізіологією живлення. Вона виробилась у процесі еволюції і залежить від набору травних ферментів. Поліфаги мають більш широкий їх набір, що дає можливість їм живитися різноманітним кормом.

## 2.4. Динаміка популяцій

Чисельність популяцій організмів, зокрема, фітофагів і особливо видів комах та кліщів, які шкодять сільськогосподарським культурам, нестабільна. Періодично спостерігаються різкі збільшення чисельності окремих видів, що проявляється виникненням спалахів їх масового розмноження. При цьому вони здатні завдавати значних збитків сільському господарству.

Вчені давно звернули увагу на періодичність різких коливань чисельності шкідників. Для пояснення її причин було запропоновано ряд теорій – кліматична, трофічна, паразитарна, синоптична та ін. Згодом поняття періодичності дістало назву "динаміка чисельності популяцій" або скорочено "динаміка популяцій". Ця проблема має важливе теоретичне і практичне значення. Закономірності динаміки популяцій є однією з підвалин теорії біометоду, оскільки теоретичні основи біологічного захисту рослин засновані на детальному вивченні закономірностей динаміки популяцій як шкідників, так і видів, що контролюють їх розмноження в їхній взаємодії.

Прибічники кліматичної теорії пояснюють причини динаміки чисельності популяцій впливом погодних умов, кількісні параметри яких, як відомо, коливаються за роками, а також за місяцями кожного року.

Синоптична теорія пояснює коливання чисельності популяцій порушенням типу циркуляції повітряних мас (пов'язане із зміною активності сонця), які впливають на погодні умови.

Паразитарна теорія пояснює динаміку чисельності популяцій діяльністю зоофагів (хижаків і паразитів), теорія стійкості рослин пов'язує коливання чисельності популяцій шкідливих організмів із зміною функцій захисних систем рослин. При послабленні захисних систем чисельність популяцій шкідників зростає, і навпаки.

Немає потреби детально зупинятись на розгляді суті перелічених та інших теорій, відзначимо тільки, що жодна з них не може з достатньою переконливістю пояснити причини коливання чисельності популяцій за роками. Кожна з теорій приписує це дії одного фактора, який хоч і відіграє певну роль, але не є універсальним. Жодна з цих теорій не пояснює механізми, які зумовлюють динаміку популяцій.

Від вищезгаданих вигідно відрізняється теорія саморегуляції чисельності популяцій в біоценозах, запропонована в 60-ті роки Г.О. Вікторовим. Суть її полягає в тому, що автор поділяє всі фактори зовнішнього середовища на дві групи – модифікуючі та регулюючі. До перших належать фізичні умови середовища – температура, вологість, світло та інші, до других – внутрішньовидові й міжвидові взаємовідносини, зокрема конкуренція за їжу, місцепоселення, а також природні вороги (хижаки, паразити, патогени).

Всі перелічені фактори можуть впливати на чисельність популяції, проте модифікуючі не залежать від щільності популяції, наприклад, посушлива або надмірна волога погода, заморозки тощо, тоді як регулювальні – залежать. Кожен з регулювальних факторів вступає в дію, коли популяція досягає певного рівня щільності. Для них властива дія за принципом зворотного зв'язку.

На рисунку 25 показана дія різних регулюючих факторів, які автоматично включаються на різних рівнях щільності популяції. Ця принципова схема запропонована Г.О. Вікторовим. З неї видно, що на найнижчому рівні щільності популяції включаються в дію всеїдні та спеціалізовані ентомофаги. Автор відмічає, що дія всеїдних ентомофагів (поліфагів) починається на найнижчому рівні щільності популяції, а спеціалізовані ентомофаги, включаючись одночасно з поліфагами, продовжують дію і на більш високих рівнях щільності популяції.

Рис. 25. **Основні механізми регулювання чисельності комах** (за Вікторовим Г.О., із змінами)



На наш погляд, в цьому питанні автором допущена неточність. Справа в тому, що спеціалізовані ентомофаги, розвиваючись синхронно з живителем і маючи високу пошукову здатність по відношенню до нього, безумовно, можуть з більшим успіхом відшукувати його при низькому рівні щільності популяції, ніж поліфаги. У останніх при збільшенні щільності популяції живителя ймовірність зустрічі з ним підвищується, а разом з тим зростає і ефективність їх як ентомофагів. Тому ми внесли невелику зміну в схему, а саме: лінія, що показує область дії всеїдних ентомофагів, продовжена в гору до того рівня, що і для спеціалізованих ентомофагів. Поріг включення їх у дію піднятий трохи вище, ніж для спеціалізованих.

При подальшому зростанні щільності популяції включається в дію наступний регулюючий фактор – епізоотії, а потім – внутрішньовидова конкуренція. Останнім вказаний рубіж, обмежений ресурсами.

Деякі ентомологи вбачають у схемі Г.О. Вікторова недолік в тому, що вона не показує механізми, які стимулюють зростання популяції. Проте цьому можна заперечити, бо зростання популяції, як відомо, зумовлене сприятливими умовами погоди та живлення, залежними, в основному, від модифікуючих факторів. На схемі ж показані компенсаторні механізми, які контролюють збільшення щільності популяцій, перешкоджаючи необмеженому її зростанню.

Регулювальні механізми виробились у процесі еволюції і спрямовані на забезпечення сприятливих умов розвитку популяції, запобігання її перенаселенню, яке могло б негативно вплинути на розвиток особин популяції. Крім того, ці механізми забезпечують відносну стабільність біоценозу. Вона визначається тим, що зростання чисельності популяції контролюється багатоступінчастою регулюючою системою, в якій кожен наступний фактор немов би підстраховує регулюючу дію попереднього, якщо вона виявиться недостатньою.

Слід відзначити, що деякі автори ще до Г.О. Вікторова вказували, що дія контролюючих факторів залежить від щільності популяції фітофага, і що існує зворотний зв'язок між ними, який полягає в тому, що ступінь регулюючої дії контролюючого фактора може змінюватись в залежності від зміни щільності популяції фітофага (живителя). Зокрема, найбільш чітко це вказував А. Нікольсон (Nicholson, 1985). Заслуга Г.О. Вікторова полягає в тому, що він проаналізував і узагальнив висловлювання різних авторів з цього питання і сформулював це у вигляді досить стрункої теорії.

Уже давно вчені прагнули пізнати закономірності динаміки популяції, зокрема, робили спроби дати математичну модель змін чисельності популяцій. Проте це виявилось важкою справою, пов'язаною із складними розрахунками, оскільки на ці зміни впливає ряд мінливих факторів, що характеризуються перемінними величинами. В цьому посібнику ми обмежимось коротким викладом суті питання.

Зростання будь-якої популяції залежить від народжуваності, смертності та міграції особин. Якщо припустити, що кількість особин, які переселяються в дане місцезнаходження за одиницю часу, приблизно дорівнює кількості тих, що покидають його, то величину міграції можна не враховувати (в закритих популяціях міграція взагалі відсутня).Тоді коливання чисельності популяції буде залежати від народжуваності, смертності та початкової чисельності особин. Слід умовитись, що під чисельністю в цьому розділі будем розуміти щільність популяції.

В екологічній літературі звичайно народжуваність позначають літерою $b$, смертність – $d$, швидкість зростання чисельності популяції (питома швидкість) – $r$, чисельність популяції – $N$ (початкова чисельність – $N_0$). Тоді швидкість збільшення популяції становитиме $r = b - d$.

Швидкість збільшення чисельності популяції за певний період і дуже малий відрізок часу $dt$ (коли він наближається до 0) характеризуватиме відношення $\frac{dN}{dt}$ і може бути виражена простим диференціальним рівнянням:

$$\frac{dN}{dt} = N(b-d), \text{ або } \frac{dN}{dt} = Nr.$$

Якщо початкова чисельність популяції $N_0$, то інтегруючи рівняння, одержимо чисельність популяції в момент $t$:

$$Nt = N_0 \cdot \exp(rt).$$

Такий вигляд мали перші моделі зростання популяції. З даного рівняння видно, що чисельність популяції буде зростати з постійною швидкістю, тобто як геометрична прогресія. Графічно зміна чисельності популяції згідно з цим рівнянням характеризується кривою експонентою (рис. 26).

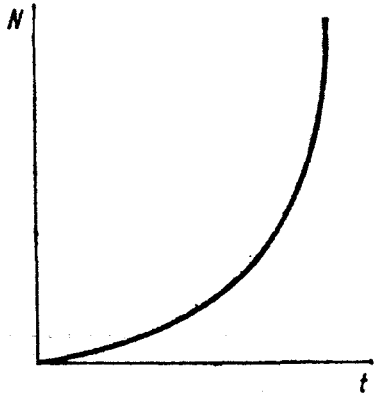


Рис. 26. **Крива експонента**

Проте в природі протягом більш або менш тривалого часу практично не буває експоненціального зростання чисельності популяції, оскільки воно можливе лише за особливо сприятливих умов і протягом нетривалого часу. Із збільшенням чисельності популяції до певного рівня в дію вступають фактори, які регулюють її, гальмують швидкість зростання популяції. Тому для того, щоб модель була більш реалістичною, регулюючі фактори повинні бути враховані в рівнянні.

Бельгійський вчений П. Ферхюльст та американський Р. Пірл незалежно один від одного прийшли до одного з варіантів



логістичного рівняння, яке дістало назву рівняння Ферхюльста-Пірла. Графічно воно характеризується логістичною кривою, яка має S-подібну форму (рис. 27).

Автори прийняли обмеження місткості середовища поселення популяції за величину K, при якій швидкість збільшення чисельності популяції дорівнює 0 (r = 0), миттєва швидкість в цій точці $\frac{dN}{dt} \cdot \frac{1}{N} = 0$, чисельність популяції $N = K$. Крива виражається диференціальним рівнянням:

$$\frac{dN}{dt} = rN - rN(\frac{N}{K}) = rN - \frac{rN^2}{K} = rN(1 - \frac{N}{K}),$$

$$\frac{dN}{dt} = rN(\frac{K-N}{K}).$$

З характеру кривої видно, що спочатку швидкість зростання чисельності популяції висока, майже експоненціальна (бо відсутня конкуренція, а також природні вороги), потім вона уповільнюється після точки перегину кривої, яка відповідає $\frac{K}{2}$, і у верхній своїй частині зменшується до нуля.

Крива тут асимптотично наближається до прямої, що проходить через точку K паралельно осі абсцис. Ця точка, як уже згадувалось, відповідає місткості середовища.

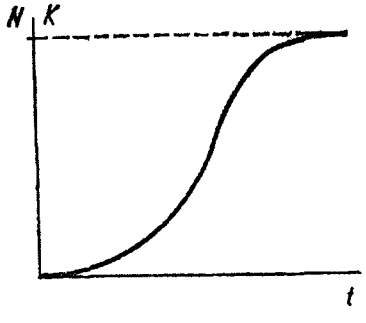


Рис. 27. **Логістична крива**

Рівняння Ферхюльста-Пірла зазнало критики багатьох авторів за те, що воно не враховує вікової структури популяції, а також за інші спрощення. При експериментальній перевірці для ряду видів одержані криві динаміки чисельності популяції, які суттєво відрізняються від логістичної кривої. На основі цього Д. Варлі (1978) дійшов висновку, що рівняння Ферхюльста-Пірла не придатне для опису динаміки популяцій тих комах, які мають досить високу швидкість зростання чисельності популяції і значну тривалість різних вікових класів. Щоправда, рівняння добре відображує зростання популяцій бактерій, дріжджів і планктону, які розмножуються діленням.

Слід, проте, мати на увазі, що порівняно з більш ранніми уявленнями про експоненціальне зростання чисельності популяцій, рівняння Ферхюльста-Пірла є кроком вперед. Як далі буде показано, воно також використовується

(з певними змінами) для характеристики динаміки чисельності взаємодіючих популяцій.

Багатьма вченими були запропоновані свої моделі для математичного опису динаміки популяцій. В останні десятиріччя з цією метою, зокрема для прогнозу, широко застосовують кореляційний та регресійний аналізи. Рівняння множинної регресії дають змогу враховувати дію на чисельність популяції ряду мінливих факторів, наприклад, погодних умов, природних ворогів, фізіологічного стану особин та ін. Використання при цьому ЕОМ дозволяє уникнути трудомістких розрахунків при розв'язанні рівнянь.

Своєрідно до цього питання підійшли Д.К. Варлі, Д.Р. Градуелл, М.Х. Хеселл (1978), які для вивчення та відображення динаміки популяцій комах (моновольтинних видів) рекомендують складати детальні таблиці виживання. При цьому враховують всі зміни чисельності кожної фази розвитку. Одержані цифрові дані логарифмують, що набагато полегшує і спрощує всі розрахунки для графічного зображення кривих, які характеризують динаміку чисельності особин. За фазами розвитку і популяції в цілому, автори застосовують логарифмічні шкали, що дає змогу представляти ці дані на компактних графіках.

Проте найбільш складним є математичний опис динаміки взаємодіючих популяцій у системі живитель – паразит або хижак – жертва. Водночас саме це становить великий інтерес для біологічного захисту рослин, бо є однією з важливих деталей теоретичних основ біологічного методу.

У 1925 р. А. Лотка, а роком пізніше незалежно від нього В. Вольтерра вперше запропонували рівняння, які більш або менш задовільно відображують динаміку чисельності двох взаємодіючих популяцій. Тепер вони дістали назву рівняння Лотки-Вольтерри. В основу їх покладені рівняння Ферхюльста-Пірла з деякими ускладненнями умов. В запрограмованій системі з двох диференціальних рівнянь одне моделює популяцію жертви, а друге – хижака:

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 N_1 - p_1 N_1 N_2 ;$$

$$\frac{dN_2}{dt} = p_2 N_1 N_2 - d_2 N_2 ,$$

де $N_1$ – щільність популяції жертви; $N_2$ – щільність популяції хижака; $r_1$ – питома швидкість розмноження жертви; $p_1 p_2$ – константи хижацтва; $N_1 N_2$ – кількість контактів особин хижака та жертви; $p_2 N_1 N_2$ – швидкість зростання популяції хижака; $p_1 N_1 N_2$ – швидкість зменшення чисельності популяції жертви від знищення хижаками.

Якщо прирівняти обидва рівняння до нуля, то матимемо випадок, в якому обидві популяції будуть знаходитись немов би в рівновазі, коли швидкість зростання кожної з них буде дорівнювати нулю:



$$\frac{dN_1}{dt} = 0 ; \quad r_1 N_1 = p_1 N_1 N_2 ; \quad r_1 = p_1 N_2 ; \quad N_2 = \frac{r_1}{p_1} ;$$

$$\frac{dN_2}{dt} = 0 ; \quad d_2 N_2 = p_2 N_1 N_2 ; \quad d_2 = p_2 N_1 ; \quad N_1 = \frac{d_2}{p_2} .$$

Взаємодіючі популяції системи жертва – хижак тісно пов'язані між собою. Тому, як видно з рішення рівнянь, чисельність кожної популяції відображується через параметри іншої.

Залежність $N_2 = \frac{r_1}{p_1}$ показує, що щільність популяції хижака одержить умови для зростання з підвищенням швидкості розмноження жертви, бо це збільшить його кормову базу.

Залежність $N_1 = \frac{d_2}{p_2}$ свідчить, що щільність популяції жертви матиме можливості для зростання лише після збільшення смертності особин хижака $(d_2)$.

Графічно динаміка чисельності взаємодіючих популяцій у системі жертва (живитель) – хижак (паразит), звичайно відображається кривими, що ритмічно коливаються, при цьому фази коливання їх не збігаються в часі (рис. 28).

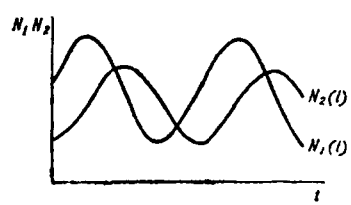



Рис. 28. **Ритмічні коливання кривих**

Експериментально це підтверджено для ряду видів. Взаємопов'язане ритмічне коливання чисельності популяцій пояснюється так. Збільшення щільності популяції живителя створює сприятливі умови (кормову базу) для розмноження паразита. Завдяки зростій чисельності він починає заражати більше особин живителя, що призводить до зменшення щільності останнього, слідом за цим знижується і чисельність паразита. Далі все ритмічно повторюється. Незбігання фаз коливань пояснюється тим, що спочатку повинні з'явитись, наприклад, личинки живителя, після чого самка паразита відкладає в них яйця, причому це вплине на чисельність імаго живителя лише після заляльковування його личинок та виплодження дорослих особин, інакше кажучи, відбувається зміщення стадій розвитку або запізнення реакції живителя на вплив паразита. Тобто збільшення чисельності популяції паразита в часі запізнюється порівняно із зростанням щільності популяції живителя.

Ряд вчених піддали критиці модель Лотки-Вольтерри, зокрема, за те, що автори поклали в її основу рівняння Ферхюльста-Пірла. Крім того, відмічa-

лось, що модель лише приблизно відображує взаємодію цих популяцій, не враховуючи чисельність реакції ентомофагів тощо.

На нашу думку, модель Лотки-Вольтерри недостатньо досконала хоча б тому, що в ній допущені умови, які значно спрощують взаємодію популяцій, що ж стосується рівняння Ферхюльста-Пірла, то в цьому суттєвого недоліку немає. По-перше, це рівняння значно змінено авторами моделі відповідно до нових завдань; по-друге, введений Ферхюльстом і Пірлом показник, що обмежує місткість середовища (К), для системи двох взаємодіючих популяцій більш точно відображує умови, ніж при опису динаміки однієї популяції. У даному разі паразит є одним з тих факторів, що обмежують місткість середовища для живлення.

В цілому слід відзначити, що модель Лотки-Вольтерри була першою більш-менш задовільною спробою математичного опису системи живитель – паразит (жертва – хижак), і в цьому її позитивне значення.

Більш досконалу модель запропонував А.М. Колмогоров (1972), який детально дослідив систему диференціальних рівнянь:

$$\frac{dN_1}{dt} = r_1(N_1)N_2 - f(N_1)N_2,$$

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2(N_1)N_2,$$

де $f(N_1)$ – функція виїдання хижаком жертви; решта позначень ті самі, що і в попередніх рівняннях.

При цьому були прийняті більш реалістичні умови взаємодії популяції у системі жертва – хижак.

Наявність ЕОМ дає можливість вводити в рівняння складні умови, близькі до реально існуючих у природі, і одержувати досить точні результати.

Значний інтерес становить питання про міжвидову конкуренцію за їжу та місцепоселення. Воно докладно розглянуте в 20-ті роки А. Лоткою та В.Вольтеррою, в результаті чого складені математичні моделі, які відображують взаємодію двох конкуруючих популяцій. В основу цих моделей покладено уже згадуване рівняння Ферхюльста-Пірла, до якого введені коефіцієнти конкуренції.

Дане питання становить інтерес ще й тому, що може пояснити механізм витіснення одних видів іншими, зокрема, зоофагів, які використовують як засоби біологічної боротьби. Тепер доведено, що навіть близькі види можуть у більшій або меншій мірі різнитися своїми екологічними вимогами, зокрема, за кормовою спеціалізацією. Різні види в одному місцепоселенні використовують екологічні ніші, що є пристосуванням, виробленим у процесі еволюції. Завдяки цьому послаблюється гострота конкуренції і створюється можливість співіснування популяцій різних видів.



Якщо екологічні вимоги даних видів дуже близькі, то можливе витіснення менш пристосованого виду більш конкурентоздатним. При цьому важливе значення має швидкість розмноження, здатність повніше використовувати кормові ресурси та інші пристосування. Як приклад можна навести витіснення трихограмою пінтої (T. pintoi Vog.) іншого виду – трихограми еванесценс (T. evanescens Westw.) при розмноженні їх в одній лабораторії на яйцях зернової молі. Цікаво, що цього не відбувається, коли для розмноження використовувати яйця совок, до яких більше пристосована трихограма еванесценс. При розгляді цього питання необхідно враховувати, що існують внутрішньовидові форми, які можуть бути в різній мірі пристосовані до тих або інших живителів.

Важливою властивістю зоофагів є реакція на збільшення щільності популяції живителя (жертви). Розрізняють два типи такої реакції – функціональну і чисельну.

Функціональна реакція, під якою розуміють підвищення поведінкової активності зоофага (даного покоління) із збільшенням щільності популяції живителя (жертви), проявляється у збільшенні кількості знищених особин живителя однією особиною зоофага паразита або хижака. Воно можливе до певного рівня.

Чисельна реакція – це збільшення чисельності зоофага протягом декількох поколінь у відповідь на зростання щільності живителя (жертви).

До 50-х років вчені висловлювали різні точки зору щодо перспективності використання спеціалізованих та всеїдних зоофагів. Для з'ясування цього питання було проведено ряд ґрунтовних досліджень, зокрема в нашій країні їх виконав М.А. Теленга (1950), який випробував для боротьби з хлібним точильником та комірним довгоносиком спеціалізованого паразита ларіофагуса (Lariophagus distinguendus Ferst.) та всеїдну хижу галицю. На підставі цих досліджень він переконливо довів, що спеціалізовані зоофаги більш ефективні, ніж поліфаги, для біологічної боротьби із шкідливими видами. Подібних висновків дійшли й інші дослідники як у нашій країні, так і за кордоном.

Спеціалізовані зоофаги мають ряд переваг перед поліфагами. По-перше, вони мають досконалу пошукову здатність і можуть відшукувати живителя навіть при незначній його щільності, на що, звичайно, не здатні поліфаги. Особливо важливе значення має це питання при виборі видів зоофагів для інтродукції з метою акліматизації. Поліфаги для цього неперспективні, оскільки немає впевненості, що вони будуть живитися шкідниками саме тих видів, які треба знищувати, тоді як вузькоспеціалізовані зоофаги не змінюють свого живителя.

Важливе значення при використанні зоофагів для біологічної боротьби має швидкість їх розмноження (плодючість, кількість поколінь за рік). При великій швидкості розмноження вони у стислі строки можуть обмежити розмноження шкідника.

При використанні зоофагів необхідно враховувати, що олігофаги, а можливо і деякі поліфаги мають спеціалізовані трофічні форми. Прикладом може бути трихограма, зокрема її вид T. evanescens Westw, яку одні автори вважають поліфагом, інші – спеціалізованим видом. Хто ж з них має рацію?

Відомо, що трихограма цього виду уражує яйця совок, молей, вогнівок, п'ядунів та інших комах. Проте не слід забувати, що зазначений вид складається із спеціалізованих форм (екотипів). Зокрема, совкова, вогнівкова та інші форми, що треба враховувати при їх застосуванні.

У практиці захисту рослин проти тих або інших шкідників також слід використовувати відповідні внутрішньовидові спеціалізовані форми зоофагів, що забезпечить більшу ефективність заходів боротьби.

Щодо трихограми еванесценс, то, на нашу думку, її можна вважати широким олігофагом, який складається з внутрішньовидових форм (екотипів), спеціалізованих до окремих груп шкідників – совок, вогнівок та ін.

Слід відзначити, що при інтродукції в нашу країну клопа-перцелюса проти колорадського жука, очевидно доцільніше було б завезти різні його географічні форми, особливо з районів, близьких за кліматичними умовами до нашого Полісся та Лісостепу, а також інші види цього роду.

Важливо відзначити ще одну суттєву перевагу спеціалізованих видів зоофагів, а саме: синхронність їхнього розвитку з живителем, що дає можливість успішно контролювати чисельність останнього.

Важливою перевагою спеціалізованих зоофагів є також чисельна реакція, суть якої висвітлена раніше.

Звичайно, для біологічної боротьби із шкідниками за певних умов можуть бути використані і всеїдні зоофаги.

При використанні природних ресурсів зоофагів важливе значення має сумарний ефект їхньої дії на популяції шкідників. Причому зменшення щільності популяції шкідника від дії декількох видів зоофагів завжди буде суттєвішим, ніж від одного. Експериментально доведено, що паразитування за рахунок певного живителя двох-трьох видів паразитів знижує амплітуду коливання його чисельності й стійко утримує її на нижчому рівні, ніж від одного виду.

Треба мати на увазі, що вплив регулюючих механізмів на чисельність популяції шкідника залежить не лише від щільності поселення шкідника та його ентомофагів і ступеня спеціалізації останніх, але, в значній мірі, і від рівня життєздатності як фітофага, так і ентомофагів. Підсумкова чисельність шкідника зрештою визначається сумарною дією всіх регулюючих і модифікуючих факторів, зокрема, кліматичних умов, також антропогенних факторів.

Відомо, що рівень життєздатності, зокрема плідності самок, прямо залежить від середньої маси лялечок (чи імаго) перед відходом у діапаузу. Вона визначається такими показниками фізіологічного стану як кількість і якість пластичних речовин жирового тіла, співвідношення амінокислот, цукрів,



формених елементів гемолімфи в їх організмі. Існує щодо цього кореляційна залежність.

Це можна проілюструвати на прикладі двох популяцій колорадського жука. Так, в одному господарстві при осінньому обстеженні картоплянища виявлено на 1 м$^2$ 25 жуків з середньою масою 130 мг, в другому господарстві – 5 жуків на 1 м$^2$ з середньою масою 160 мг. Під час зимівлі в першому випадку загинуло близько 60% жуків, а середня плідність самок становила 120 яєць, у другому – загинуло 5%, а середня плідність самок становила 928 яєць. В результаті чисельність відроджених личинок у другому господарстві виявилась в кілька разів більшою, хоча зимувало жуків менше.

Отже, прогноз чисельності шкідника слід починати з визначення показника рівня життєздатності популяції, також вести за ним систематичний контроль. Від цього показника залежить також зворотна реакція фітофага на дію ентомофага. Так, яйця капустяної совки, відкладені самками, що вийшли з лялечок масою 450-560 мг, заражались трихограмою пінтої на 5-7%, а яйця, відкладені самками, що відродились з лялечок масою 330-340 мг – на 72-75%. До того ж у першому випадку яйця трихограми інкапсулювались в плазмі яйця совок. Те ж саме спостерігається і при зараженні теленомусами яєць черепашок.

Важливе значення має ступінь спеціалізації ентомофага. Так, совкова форма трихограми, випущена на посіви у співвідношенні 1 самка на 10 яєць капустяної совки високої життєздатності, заражала 68-72% яєць, а ситотрожна форма – лише 5-7%. Життєздатність популяцій фітофагів залежить від якості корму. Та частина популяції колорадського жука, що живилась листям картоплі до утворення бульб – найбільш життєздатна.

## 2.5. Збір, виведення та облік ентомофагів

Збирають і виводять ентомофагів для вивчення їх видового складу, а також для визначення зараженості шкідників паразитами, зокрема, при обліку ефективності їх застосування. З цією метою частину зібраних комах кожного виду утримують в лабораторних умовах (або в природі в ізоляторах), щоб вивести з них паразитів, а другу частину аналізують на зараженість. Одержані дані після виведення паразитів можуть бути використані і як показник ступеня зараженості популяції паразитами. Проте сам процес виведення паразитів у деяких випадках триває довго і тому, якщо дані про зараженість популяції шкідника потрібні терміново (наприклад, для прогнозування його розмноження), провадять згаданий аналіз.

Збирати комах з рослин, зокрема з квіток, можна за допомогою ентомологічного сачка. Зручно також струшувати комах у сачок з гілочок чи стебел рослин. Сачком можна ловити під час живлення на квітках мух дзюрчалок, тахін. Їздців та інших дрібних комах вибирають із сачка за допомогою ексгаустера. Дуже рухливі види можуть втікти з сачка, тому щоб запобігти

цьому, комах у сачку трохи підморюють, опускаючи на кілька хвилин в широкогорлу морилку.

Проте збір комах сачком має лише допоміжне значення, оскільки при цьому відловлюється багато випадкового матеріалу, що не має безпосереднього відношення до ентомофагів.

Більш цілеспрямовано хижих комах виявляють і збирають на підставі спостережень за їх живленням. У цьому разі одержують дані щодо трофічних зв'язків зібраних ентомофагів, зокрема, про те, які види комах і в якій фазі знищує даний хижак.

Спостереження за живленням цих видів продовжують як у природних умовах, так і в лабораторії, для того, щоб одержати більш повну картину їх кормової спеціалізації.

Неважко спостерігати і збирати хижих комах, які живуть на рослинах або на поверхні грунту і активні вдень, як, наприклад, личинки мух дзюрчалок, кокцинелід, золотоочок, багатьох жужелиць. Важче спостерігати за тими видами, які ведуть прихований спосіб життя – у грунті (личинки мух-ктирів, деякі жужелиці), а також в ходах короїдів, вусачів та інших стовбурових і внутрішньостеблових шкідників. Для цього роблять розкопки грунту і розрізи ходів комах у тканинах рослин. У сумнівних випадках беруть проби грунту, заселеного шкідниками, стебла рослин, відрізки гілок та стовбурів дерев і в лабораторних умовах спостерігають за комахами, які там виявлені.

Для виведення імаго хижих комах (це потрібно для визначення їхніх видів) личинок треба щодня забезпечувати свіжим кормом. Щоб з'ясувати, яким видам комах-живителів личинка хижака віддає перевагу, їй пропонують щоразу на вибір кілька живителів близьких видів, включаючи й ті, на яких вона виявлена в природі.

Виведення паразитів з комах, зібраних у природі, потребує великої уваги. Збирають шкідливих комах окремо в усі фази їхнього розвитку. Краще збирати їх у два строки - в середині періоду масової появи та наприкінці її. Партії зібраних комах доцільно тримати в окремих садках (ізоляторах, банках), що дає можливість одержувати дані про час зараження кожної фази розвитку шкідника та виліт паразитів. Якщо немає можливості збирати шкідливих комах у кожній фазі в два строки, зокрема, при обстеженнях в умовах виробництва, їх збирають один раз наприкінці розвитку.

Садки для виведення паразитів бувають різної конструкції. У нас найбільш поширені дерев'яні садки з подвійною кришкою - дерев'яною зовнішньою та внутрішньою з борошняного сита або густої марлі, закріпленої на дерев'яній рамі. З метою провітрювання садка зовнішню кришку періодично знімають для відловлювання паразитів, які будуть вилітати нижче кришки. В отвори в стінках щільно вставляють пробірки запаяним кінцем назовні, які в міру наповнення можна виймати, замінюючи порожніми. Бічні стінки можуть бути з поліетиленової плівки або дерев'яні, але одну або дві з них обо-



в'язково виготовляють із скла для спостережень. На дно садка можна насипати шар прожареного піску (2 см). Через 10 днів пісок пересівають і вибирають з нього лялечок.

Важливо підтримувати в садках сприятливу для комах вологість повітря. З цією метою марлеві стінки садків та пісок на дні періодично зволожують стерильною водою. Проте слід уважно стежити й за тим, щоб від надмірного зволоження в садках не розвивалася пліснява. При заміні корму садки ретельно очищають і за допомогою пульверизатора обприскують слабким розчином марганцевокислого калію (перманганату).

Для виведення паразитів, шкідників збирають разом з частинами рослин або цілими рослинами, якщо вони невеликі. Ставлять їх у вигляді букетів в банки з водою або пересаджують в горшки з грунтом. Це необхідно для вигодування комах, які при в'яненні рослин гинуть (внутрішньостеблові або інші види, які живуть у галах, мінах, плодах тощо).

Замість збирання шкідливих комах і вигодування їх у лабораторіях, можна з цією метою виставляти ізолятори на рослинах у природних умовах (на гілках дерев, окремих стеблах або групах рослин). Якщо шкідники трапляються поодиноко, їх можна зібрати та підсадити на окремі рослини або гілочки дерев групами і потім поставити на них ізолятори. Виготовляти їх найкраще із щільної марлі. Важливо ізолятори щільно закріплювати на рослинах, щоб дрібні паразити не змогли з них вилізти.

Звичайно ізолятори використовують для відгодівлі гусениць і личинок пильщиків, листоїдів, оскільки це полегшує роботу по забезпеченню їх свіжим кормом. Під час заляльковування гусениць та появи коконів паразитів, їх вибирають з ізоляторів і утримують в умовах, які будуть охарактеризовані далі.

Виводити яйцеїдів порівняно неважко. Треба лише тримати зібрані яйцекладки при відповідній температурі та вологості повітря і стежити за тим, щоб матеріал не висихав та не уражувався пліснявою. Зокрема, яйця деяких комах (пильщиків, клопів), відкладені в тканині рослин, при їх засиханні здебільшого гинуть навіть за відносно високої вологості повітря.

Яйця комах, заражені яйцеїдами, через декілька днів темніють, тому їх неважко відрізнити від здорових. Слід також мати на увазі, що яйця деяких видів комах проходять зимову діапаузу (кільчастий шовкопряд, зелена дубова листовійка та ін.). Тому для виведення яйцеїдів такі яйця краще збирати рано навесні.

Зрізані пізно восени пагони з яйцекладками зберігають у поліетиленових мішечках на відкритому повітрі з тим, щоб піддати їх дії низьких температур. У січні їх вносять у приміщення і тримають у садках, як звичайно. Однак стінки садків для виведення яйцеїдів мають бути скляними, оскільки дрібні паразити можуть проникати крізь марлю.

Для виведення паразитів з лялечок, їх вміщують у банки або пробірки. Періодично зволожують марлеві кришки банок і ватні тампони (зсередини),

якими закупорені пробірки. Дуже вимогливі до вологи лялечки тахін. Пупарії, зібрані для виведення мух, розкладають на прожарений та зволожений пісок, насипаний шаром 2 см, на дно широких посудин – кристалізаторів, ростилень або ящичків. Над кожним пупарієм зверху ставлять пробірку (догори дном), позначену номером, під цим номером в щоденнику записують, з якого живителя і коли одержано пупарій паразита та інші дані. Можна також вкладати у пробірку невеличку етикетку.

Лялечки комах не мають зовнішніх ознак зараження. Тільки після вильоту паразитів у їхній шкірці лишається отвір. При цьому дрібні паразити звичайно вигризають отвори на боках, а великі – на передньому кінці лялечки. При вильоті метелика шкірка лялечки (оболонка, екзувій) відкривається великим навскісним отвором від голови приблизно до половини тіла. За цими ознаками легко відрізнити лялечок, з яких вилетіли метелики, від тих, звідки вилетів паразит.

Лялечки видів, які проходять зимову діапаузу, для виведення паразитів краще збирати навесні.

Найважче виводити паразитів з гусениць і гусеницеподібних личинок. Зібраних гусениць або личинок (пильщиків) вміщують у садки чи придатні для цього банки, дно яких устилають фільтрувальним папером, а верх зав'язують марлею. Личинок необхідно забезпечувати свіжим кормом (листям), замінюючи його звичайно через день, а в суху жарку погоду – щодня. При цьому треба уважно стежити, щоб у садки не потрапили інші комахи. Всіх виявлених сторонніх комах, павуків, кліщів видаляють. Також уважно переглядають рештки використаних рослин, аби не викинути з ними паразитів чи гусениць.

При заміні корму підраховують кількість паразитів, що вилетіли, а також комах-живителів. Паразитів відловлюють і використовують для спостережень в окремих садках або заморюють для визначення виду. Дані записують у щоденник. Паразитів позначають окремими номерами, під якими їх записують у щоденник і на етикетках, доки не буде визначена їх видова належність.

При необхідності паразитів утримують у садках для спостережень, підживлюючи 20%-ним розчином меду або цукру.

Заражені паразитами гусениці часто мають специфічні ознаки. Багато видів тахін, наприклад, відкладають на шкіру гусениць білуваті або блискучо-чорні овальні яйця, які помітні неозброєним оком. Яйця настільки міцно приклеєні до шкірки жертви, що їх шкаралупа залишається на ній і після виплодження личинки. Остання проникає в тіло гусениці через нижній бік яйця. Є також тахіни, які прикріплюють дрібні яйця до волосків гусениць.

На тілі заражених гусениць можна бачити також дрібні отвори, які служать для дихання личинок паразитів (дихальні воронки). Позаду голови на боках тіла відкладають яйця зовнішні паразити (ектопаразити). Їхні яйця загостреним кінцем закріплюються у поверхневому шарі шкірки гусениць, а потовщеною задньою частиною виступають над поверхнею тіла і добре помітні. Личинки, які виплоджуються з таких яєць, головою також занурені в тіло живителя.

Деякі паразити заляльковуються в тілі знищеного живителя, як, наприклад, їздець агеніаспіс. Інші виходять з тіла і заляльковуються на шкірі жертви або на листках рослини, іноді в грунті.

При виведенні паразитів з гусениць не слід утримувати їх дуже скупчено. Так, у півлітровій банці не можна тримати більше 10 дорослих гусениць. Деякі гусениці совок можуть поїдати одна одну, тому краще їх тримати окремо. На дно садків, в яких тримають гусениць, заражених тахінами, насипають шар зволоженого піску для їх заляльковування.

Заражених паразитами попелиць (мумії) збирають разом з листками та відрізками стебел, які у вигляді букетів тримають у банках або інших посудинах. Неуражених попелиць видаляють.

Для виведення паразитів з кокцид одну частину заселених ними пагонів вміщують у пробірки чи банки, а другу (меншу) кладуть у спиртовий розчин для визначення видів.

Виведення та вивчення паразитів ускладнюється наявністю надпаразитів. Якщо вони виходять з тіла комахи, важко встановити, чи є вони паразитами чи надпаразитами.

Якщо надпаразит виходить з лялечки паразита, то на її поверхні лишаються дрібні отвори, часто з боків, а іноді й з торця кокона.

Усіх зібраних комах та виведених з них паразитів забезпечують етикетками, у яких наводять дані про місце збору, вид комахи та рослини, на яких вони зібрані. Усі дані записують у журнал (щоденник), до нього ж згодом заносять дані про всі зміни в розвитку живителя (линяння, заляльковування) та паразита (дата виходу личинок паразита з тіла живителя, місце заляльковування, дата вильоту імаго та ін.).

Для термінового визначення зараженості популяції шкідника паразитами, наприклад, для прогнозування його розмноження, вдаються до спеціальних аналізів.

Аналіз яєць на зараження яйцеїдами провадять кількома способами – рентгенографічним, люмінесцентним, зрізуванням верхівок яєць, залитих розтопленим воском (після охолодження) та ін. Та найпростішим є кип'ятіння яєць протягом кількох хвилин у 5-10% KOH або NaOH. При цьому їхня шкаралупа розчиняється і можна підрахувати кількість зародків гусениць та личинок паразита. Гусениці мають на грудях і черевці ноги і досить велику голову, а личинки паразитів безногі із слабо вираженою головою або без неї.

Для аналізу відбирають середню пробу з 100 яєць. За кількістю виявлених живих зародків гусениць визначають процент незаражених яєць. Решту становлять яйця, уражені паразитами та хворобами чи незапліднені. У великих яйцях може паразитувати по декілька личинок яйцеїдів, що треба мати

на увазі під час визначення процента ураження. У живителів багатьох видів уражені яйця чорніють і за цією ознакою їх відраховують та роблять відповідні розрахунки. Проте цей спосіб менш точний, бо чорніти можуть також яйця, заражені хворобами.

Гусениць та личинок пильщиків для аналізу розтинають у невеликих ванночках або чашках Петрі з шаром розплавленого воску на дні. Після охолодження воску до нього приколюють двома булавками заморену гусеницю (личинку) і заливають ванночку розчином повареної солі або водою. Ножицями розрізують шкіряні покриви вздовж спини, трохи піднімаючи передній кінець ножиць, щоб не пошкодити кишечник. Краї розрізаної шкіри розводять і фіксують булавками. Потім уважно переглядають вміст порожнини. Личинки паразитів можуть бути біля трахейних стовбурів, бічних стінок шкіри, серед пластів жирового тіла. В одній особині живителя може налічуватися від однієї до кількох десятків личинок паразита. Аналізують гусениць старшого віку.

Аналіз лялечок провадять майже так само, як і гусениць, з тією лише особливістю, що крім повздовжнього, роблять ще й поперечний розтин у головній частині. Якщо лялечка в коконі, то спочатку зрізають верхівку його навскіс, щоб не пошкодити лялечку. Потім виймають її і розтинають, як описано вище. Слід мати на увазі, що в коконах пильщиків можуть бути ектопаразити лялечки.

Аналіз коконів можна провести навіть після вильоту з них пильщиків, враховуючи, що імаго пильщика під час вильоту з кокона відкриває його з торця по всій ширині кокона, тоді як паразит вигризає один або декілька круглих отворів переважно з боків. Іноді отвір від вильоту паразита буває і в торці, але діаметр його значно менший ширини кокона.

Гусениці, личинки пильщиків можуть уражуватись хворобами. Ті з них, що загинули від грибних хвороб, муміфікуються, затверділе їх тіло місцями вкривається дрібним пушком, що складається з міцелію, спор та конідієносців гриба.

Тіло гусениць, загиблих від бактеріальних хвороб, заповнюється бурою рідиною з неприємним, гнильним запахом. Під мікроскопом у рідині видно багато паличкоподібних бактеріальних клітин.

При загибелі від вірусних хвороб тіло гусениць заповнюється білуватою рідиною без різкого запаху. Шкіра легко розривається. Під мікроскопом (при великому збільшенні) в рідині помітні поліедри (кристалоподібні утворення збудників хвороби).

### *Фіксація та зберігання ентомофагів*

Виведених, але не використаних для досліджень ентомофагів, фіксують з метою подальшого зберігання, якщо вони становлять інтерес для наступної ідентифікації чи можуть прислужитися для створення спеціальних колекцій.



Дрібних комах краще зберігати в 70%-ному водному розчині спирту в невеликих пробірках, закупорених ватними пробками. В кожну пробірку вкладають етикетку, написану простим олівцем, після чого пробірки вміщують у банку з таким самим розчином. Великих комах заморюють і зберігають на ватних "матрациках" або наколюють на булавки, мух та дрібних їздців наколюють на мінуції або наклеюють на трикутнички з цупкого паперу, які наколюють на булавку.

Їздців, золотоочок, верблюдок, клопів проколюють через середину грудного щита, а жуків через надкрила так, щоб булавка пройшла між тазиками другої і третьої пари ніг. Сухих комах перед наколюванням близько доби витримують у вологому середовищі. Усі ці матеріали також забезпечують етикетками, мікроскопічні препарати фіксують у рідині Фора, а необхідні дані про них записують тушшю на предметному склі.

## Розділ 3. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ХВОРОБИ КОМАХ ТА ЇХ ЗБУДНИКІВ

Перші наукові відомості про хвороби комах були опубліковані у XVIII ст., коли італійський вчений А. Басі докладно описав грибну хворобу гусениць і лялечок тутового шовкопряда – білу мюскардину (Beauveria bassiana).

Однак пріоритет у вивченні і практичному застосуванні ентомопатогенних організмів належить професору Одеського університету І. І. Мечникову. У 1879 р., вивчаючи хвороби хлібного жука, він виділив декілька видів бактерій – збудників бактеріальних хвороб та гриб Metarrhizium anisopliae Sor. – збудник зеленої мюскардини. Пізніше його виявлено в личинках звичайного бурякового довгоносика та інших комах.

І. І. Мечников вперше обгрунтував можливість практичного використання патогенних мікроорганізмів і розробив рецептуру живильних середовищ для їх розмноження. За рекомендацією І.І.Мечникова в 1884 р. І.М. Красильщиком були продовжені дослідження зеленої москардини.

Після робіт Д.І. Івановського на початку XX ст. почали вивчати ентомопатогенних вірусів – збудників поліедрозів комах (непарного шовкопряда, капустяної металовидки та ін.). У 1930 р. В.П. Поспєлов у ВІЗРІ організував лабораторію із вивчення хвороб комах, а в 1936 р. були створені лабораторні зразки першого ентомопатогенного препарату на основі кристалоутворюючої бактерії Bacillus thurigiensis Berl. Пізніше подібна лабораторія була організована в Інституті ентомології і фітопатології АН України (м. Київ), директором якого з 1948 р. був В.П. Поспєлов.

У 1957-1959 рр. був створений біопрепарат ентобактерин, який у 1959-1960 рр. вивчали в різних зонах країни. В УкрНДІ захисту рослин під керівництвом М.А. Теленги (1959 р.) винайдено грибний препарат боверин.

Пізніше Є.В. Талалаєв із співробітниками розробив технологію масового виробництва дендробациліну, який широко застосовується проти шкідників лісових та сільськогосподарських культур.

У шістдесяті роки велику дослідницьку роботу в галузі мікробіометоду розпочато в Сибірському відділенні АН. В результаті обстеження кількох популяцій комах (Євлахова А.А., Швецова О.І., 1965; Орловська Є.В., 1969; Полтєв В.М., 1969 та інші) виділені віруси ядерного та цитоплазматичного поліедрозу у кількох десятків видів лускокрилих. У 1959 р. Є.В. Орловська провела перші польові досліди із використання ентомопатогенних вірусів у вогнищах непарного шовкопряда, а в 1960 р. була створена перша в країні лабораторія по вірусах комах при Біологічному інституті Сибірського відділення АН.

В останнє десятиріччя досягнуто позитивних результатів у культивуванні клітин комах invitro та їх взаємодії з патогенами різної природи (Тарасевич Л.М., 1985), що відкриває перспективу промислового виробництва біопрепаратів на основі облігатних патогенів, які розмножуються тільки в живих клітинах.



Тепер у біологічному методі розвивається епізоотологічний напрямок, який дає можливість прогнозувати масову загибель шкідників від патогенних організмів. Це дає можливість обмежити, а в деяких випадках повністю виключити застосування хімічних засобів на посівах сільськогосподарських і лісових культур.

Удосконалено методики і технології створення деяких біопрепаратів (боверин, вертицилін та ін.), завдяки чому їх можна виробляти в умовах біолабораторій, а в перспективі селекція високовірулентних і технологічних штамів, а також удосконалення технології виробництва біопрепаратів дасть можливість підвищувати їх якість та ефективність застосування.

### *Загальні відомості про хвороби комах*

Збудники хвороб комах – ентомопатогенні мікроорганізми, поділяються на облігатних паразитів, облігатних сапрофітів, факультативних паразитів і сапрофітів.

Облігатні паразити розвиваються за рахунок живого організму і втратили здатність до сапрофітного способу життя. Віруси, протозоа, рикетсії та мікоплазми пристосувалися до внутрішньоклітинного паразитизму (вищий ступінь облігатного паразитизму). Вони не синтезують ферментів, тому не можуть розвиватися поза клітиною живителя.

Облігатні сапрофіти не можуть розвиватися на живих тканинах.

Факультативні паразити живуть як сапрофіти, але за певних умов можуть виступати як паразити (при ослабленні організму живителя).

Факультативні сапрофіти звичайно розвиваються як паразити, але вони не втратили здатність до сапрофітизму.

Крім патогенів, у тілі комах виявлені симбіонти – бактерії та інші мікроорганізми, вони постійно живуть в організмах комах чи на їх поверхні і передаються наступним поколінням. Без симбіонтів багато комах існувати не може.

Усі хвороби комах розподіляють на інфекційні та неінфекційні.

Інфекційні спричинюються мікроорганізмами: вірусами, мікоплазмами, рикетсіями, бактеріями, грибами, найпростішими та нематодами. Інфекційне захворювання – це безпосереднє ураження організму живителя патогенними мікроорганізмами. Воно є особливою формою антагонізму між збудником захворювання (патогеном) і живителем.

Неінфекційні хвороби комах спричинюються несприятливими хімічними факторами – нестачею або невідповідністю елементів живлення, отруєнням пестицидами, впливом радіаційного опромінення тощо. Вони не передаються від хворої комахи до здорової.

Симптоми захворювань проявляються у зміні рухливості комах, кольору, розмірів і форми тіла, кількості з'їденого корму тощо.

Зміни рухливості посилюються з розвитком хвороби. Звичайно рух поступово послаблюється, потім хворі комахи зовсім перестають рухатися (за кілька годин або днів до загибелі). Деякі захворювання спричинюють специфічні переміщення хворих особин. Так, гусениці кільчастого шовкопряда, уражені поліедрозом, залазять на верхівки пагонів і, прикріпившись до них черевними ногами, гинуть.

Така "верхівкова" хвороба спостерігається також у саранових, уражених грибом Entomophaga grylli Fres. Личинки хрущів, заражені рикетсіями, вилазять на поверхню грунту.

Зміна забарвлення тіла комахи, ураженої хворобою, добре помітна у гусениць, тіло яких не вкрите волосками, особливо у видів, які мають світлі шкіряні покриви. Часто при їх захворюваннях спостерігається поява темних плям у місцях проникнення патогену. При ураженні грибами тіло може набувати забарвлення, властивого спорам збудника.

Зміни розмірів тіла характерні для захворювань з повільним перебігом. Гусениці, уражені грибами, відстають у рості, порожнина тіла їх заповнюється міцелієм. По краях тіла між сегментами з'являється опушення, що являє собою скупчення конідієносців гриба.

Через деякий час тіло їх муміфікується. У більшості заражених комах різко зменшується вживання їжі.

При вивченні хвороб комах необхідно мати поняття про такі терміни, як інфекційність, патогенність, вірулентність.

Інфекція – це сукупність патологічних змін, що відбуваються в організмі внаслідок проникнення та розмноження в ньому збудника хвороби. Взаємовідносини комахи і хвороботворних мікроорганізмів, що супроводжуються явними або прихованими порушеннями нормальної життєдіяльності організму, дістали назву інфекційного процесу.

У комах інфекційний процес може бути локалізований або генералізований. За генералізованого перебігу інфекції збудники переносяться гемолімфою або розмножуються в ній (септицемія). Звичайно, обидва вище названі процеси відбуваються одночасно.

Іноді збудник залишається у місці проникнення (локалізується), а вироблюваний ним токсин отруює весь організм.

Розрізнюють прості інфекції, що зумовлюються одним видом мікроорганізму, та змішані, які спричинюються двома або кількома збудниками.

У процесі еволюції збудники хвороб комах пристосувалися до умов існування живителів і набули специфічної функції хвороботворності або патогенності.

Патогенність – це потенціальна здатність мікроба заражати організм комахи і спричинювати інфекційний процес, інфекцію.

Ступінь патогенності мікроорганізмів або вірусів називають вірулентністю.



Час, що минає від проникнення збудника в організм до появи перших ознак хвороби, називається інкубаційним періодом. Проникнувши в тіло живителя, патоген впливає на нього хімічно або механічно.

Хімічний вплив проявляється в утворенні токсинів, серед яких розрізняють ендо- та екзотоксини. Перші утворюються і знаходяться всередені клітини збудника у вигляді так званих параспоральних кристалів. Екзотоксини виділяються з клітини патогену в субстрат у фазі активного їх росту. Екзотоксин ентомопатогенної бацили Bacillus thuringiensis є некристалічною (аморфною) речовиною. Для її штамів характерні п'ять різних токсинів: лецитиназа С, термостабільний екзотоксин, неідентифікований фермент, який може бути нетоксичним, ендотоксин.

Токсини ентомопатогенних мікроорганізмів є білковою отрутою, що неоднаково токсична для комах різних груп. Зокрема, ендотоксин Bacillus thuringiensis Bert. згубно діє на біланів, молей, листокруток, п'ядунів, хвилівок, але малоотруйний для совок, пильщиків. Екзотоксин має більш широкий спектр дії, що поширюється на двокрилих, прямокрилих, жуків та ін.

В більшості токсини як біологічно активні речовини пригнічують організм живителя, а в інших дозах спричинюють смерть комах, особливо ослаблених особин.

Факторами патогенності мікроорганізмів є наявні в них ферменти, які розчинюють полімерні захисні структури комах, а також долають антифагоцитарні властивості оболонок і капсул бактеріальних клітин.

Механічний вплив патогенів поєднується з хімічним в тому разі, коли відбувається лізис тканин зараженого органа. Пізніше проявляється дія маси паразита на інші тканини живителя, внаслідок чого порушується їхня будова та функції, відбувається деформація.

Ступінь руйнівного впливу ентомопатогенного організму залежить від його вірулентності, а також стійкості живителя, в ослабленому живителі навіть слабовірулентні патогени спричинюють гострий перебіг хвороби і навпаки.

Кількісно вірулентність характеризується дозою інфекційного початку (інфекційного навантаження), необхідного для зараження живителя. Виражається вона кількістю клітин збудника з розрахунку на одного живителя у певному віці (фазі). Розрізняють МЛД – мінімальну летальну дозу, при якій живитель гине, ЛД50 та ЛД95 – дози, від яких гине відповідно 50 і 95% заражених особин.

Величинами ЛТ50 і ЛТ95 позначають час від зараження піддослідних комах до загибелі їх 50 і 95% при одній і тій же дозі інфекційного навантаження.

### *Способи передачі інфекції*

Розрізняють горизонтальний та вертикальний способи передачі інфекції у комах.

Горизонтальний спосіб – це передача інфекції між особинами одного покоління через прямий контакт з хворою комахою або при споживанні збудників разом із кормом. При живленні комахи зараженим кормом патоген потрапляє в кишечник, а звідти в гемолімфу жертви. У горизонтальному поширенні інфекції також беруть участь переносники або вектори. Зокрема вірусні хвороби (вірози) поширюються ентомофагами, вітром, дощем, птахами тощо.

Вертикальний спосіб – це передача збудника від батьків до потомства через яйце. Так, зараження вірусами може відбуватися внаслідок інфікування ними поверхні яйця, а також проникнення в його середину ще в тілі ураженої самки.

Збудники хвороб еволюційно пристосувалися до таких шляхів проникнення в організм живителя, які забезпечують найбільш сприятливі умови для розмноження та поширення патогенів.

Гриби можуть заражати комах пасивно – через дихальця, статевий отвір, пошкоджені місця тіла і активно, коли їхні гіфи за допомогою ферментів розм'якшують хітиновий покрив комахи і проникають у тіло живителя.

Ентомофаги можуть передавати збудників хвороб яйцекладом в тому разі, коли вони відкладають яйця спочатку в тіло хворої, а потім здорової комахи (віруси, рикетсії, бактерії). Наприклад, ентомопатогенні віруси переносяться хижими клопами з родини Reduviidae, коли вони нападають на хворих і здорових гусениць, а також з екскрементами.

Місце, через яке проникає патоген у тіло живителя, називають воротами інфекції.

Розвиток хвороби та її наслідки залежать не тільки від вірулентності й кількості спор, які проникли в організм. Велике значення мають видові, вікові особливості та фізіологічний стан комахи. Це визначає ступінь природної стійкості до дії патогенного мікроорганізму.

Членистоногим (як і іншим тваринам) властиві захисні реакції і пристосування проти патогенів, що запобігають проникненню збудника та його поширенню в організмі. До них, зокрема, належить хітинова кутикула; захисну функцію відіграє також запальна реакція в місцях проникнення патогену. Мікроби локалізуються у місці запалення і можуть знищуватися мігруючими сюди гемоцитами. Несприйнятливість ряду комах до патогену зумовлюється відсутністю в їх тілі ростових речовин, необхідних для його розвитку, а також дією захисних речовин у тканинах (в гемолімфі) живителя.

Несприйнятливість комах до патогенних мікробів може забезпечуватися імунною системою.

Розрізняють клітинні та гуморальні фактори природної стійкості комах.

Клітинний захист відтворюється деякими типами клітин гемолімфи (еноцитоїди, еозинофіли та ін.). Важливе значення має фагоцитоз, при якому фагоцитні клітини ізолюють патоген та знищують його. Якщо вогнище інфекції велике, то фагоцити утворюють великі клітини і капсули або впливають на патоген антитілами.



Гуморальний імунітет полягає в утворенні речовин, які мають протимікробну дію та розчиняються в гемолімфі комах. Цей вид імунітету достатньо вивчений на бактеріях. У комах спостерігаються аглютинація, преципітація, реакції токсинів та антитоксинів, лізогенність. У гемолімфі здорових комах є речовина, що має бактерицидні властивості щодо деяких мікробів і може їх лізирувати (розчиняти).

На стійкість живителя до патогену впливає його вік (молоді личинки менш стійкі, ніж старших віків), вологість, температура навколишнього середовища та інші умови. Вірулентність патогенів, а також стійкість до них живителів змінюються залежно від умов середовища та фізіологічного стану живителя.

### *Форми перебігу хвороби*

У комах є дві форми перебігу хвороби – гостра та хронічна (латентна, або прихована). При гострій формі виразно проявляються симптоми захворювання, закінчується вона, звичайно, смертю комахи.

За прихованої, хронічної інфекції хвороба розвивається повільно. В організмі живителя спостерігається часткове відновлення уражених тканин. Часто патоген перебуває в тілі комахи у латентній формі, при цьому її личинки можуть закінчувати розвиток і заляльковуватися. З лялечок вилітають імаго, відкладають яйця і розвивається нове покоління, якому також може передаватись інфекція.

Біологічне значення латентності полягає в можливості тривалого співіснування паразита і живителя. Однак латентний стан інфекції при певних умовах може переходити в гострий перебіг хвороби.

У популяціях, які мають латентні інфекції, застосування мікробіологічних засобів завжди дає високий ефект.

Зростання чисельності комах посилює контакти між особинами та послабляє їх фізіологічний стан, внаслідок чого збудники хвороб переходять з латентної форми у гостроінфекційну.

Інтенсивність епізоотичного процесу характеризується трьома поняттями: спорадія, ензоотія та епізоотія.

Спорадія (спорадична захворюваність) – найнижчий ступінь інфекційного процесу, що характеризується спорадичними або поодинокими захворюваннями, які виникають незалежно один від одного. Інфекція передається вертикально.

Ензоотія свідчить про те, що інфекційна хвороба поширена відносно слабо (наприклад, заражено 5% особин), але наявність її у даній популяції по-

стійна і ступінь розвитку також більш-менш постійний. Захворювання поширене в певній обмеженій місцевості, поширюється горизонтально.

Епізоотія – масове поширення інфекційної хвороби у популяції тварин на значній території. При цьому між окремими вогнищами захворювань існує прямий епізоотологічний зв'язок. Поширюється захворювання вертикально і горизонтально.

Історично в біоценозах склалися комплекси організмів, в тому числі збудників хвороб та сприйнятливих до них видів комах, кліщів, які заражаються, зберігають і передають збудників хвороб від хворої особини до здорової.

Кормові зв'язки в біоценозах за сприятливих умов зовнішнього середовища забезпечують тривалу циркуляцію збудників та стійкість епізоотологічних вогнищ.

Вчення про природні вогнища трансмісійних інфекційних і паразитарних хвороб належить Є.М. Павловському.

Пізніше було доведено, що природні вогнища інфекційних хвороб існують не тільки у первинних біоценозах, а і в агроценозах.

### *Коротка класифікація ентомопатогенних мікроорганізмів і типів спричинюваних ними захворювань*

### Віруси і вірусні хвороби комах (вірози)

Віруси (лат. virus – отрута) – паразитичні живі системи доклітинної будови, виділені в самостійне царство Vira. Відкриті російським вченим Д.І. Івановським у 1892 році, який довів фільтривність мозаїчної хвороби тютюну (ВТМ). Це найдрібніші збудники багатьох інфекційних хвороб рослин і тварин. Вони є облігатними внутрішньоклітинними паразитами і не здатні розмножуватися поза клітиною хазяїна.

Вірионом називається зріла позаклітинна форма існування вірусу. Вірион складається з нуклеїнової кислоти (РНК або ДНК), оточеної білковою оболонкою (капсидом). Деякі віріони мають ще зовнішню оболонку (мембрану), що утворюється навкруги капсиду. Віріони мають різноманітну форму: паличкоподібну, сферичну, овальносферичну та ін. Паличкоподібні віріони часто бувають зібрані в пучки, які мають загальну мембрану (рис. 29).

Віріони деяких вірусів знаходяться в кристалічних білкових утвореннях поліедричної або овальної форми. У інших вірусів вони вільні. У поліедрах віріони розташовуються по одному або (як уже згадувалось) пучками.

Форма вірусних часточок різноманітна. Вони бувають паличкоподібні, сферичні, ниткоподібні тощо. Поліедри, які утворюються при поліедрозах, у різних комах різняться за формою, розмірами і специфічні для кожного виду



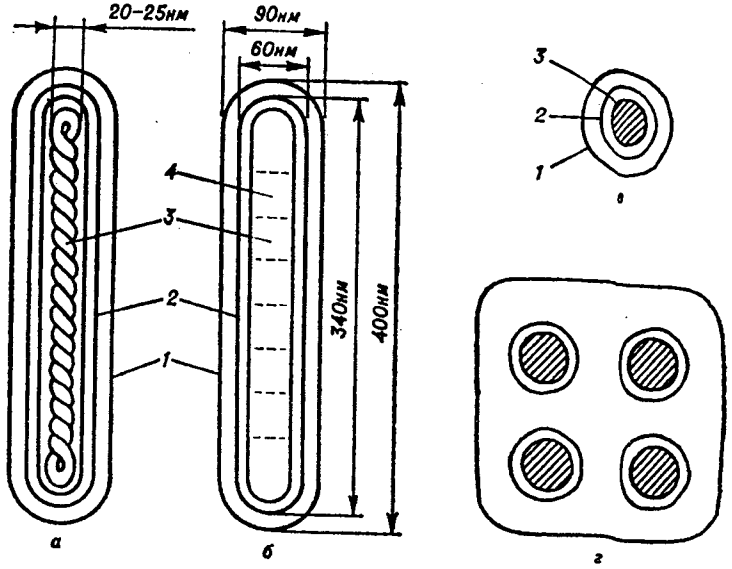



Рис. 29. **Структура вірионів бакуловірусів за Е.А. Козловим та І.П. Олексієнко** (а) **і Бергольд** (б, в, г):
а, б – поздовжній розріз віріона; в – поперечний розріз віріона; г – поперечний розріз пучка нуклеокапсидів; 1 – зовнішня мембрана; 2 – капсид; 3 – серцевина; 4 – субодиниця серцевини

віруса. Розміри їх бувають від 0,5 до15 мкм. Віріони досягають від 50-60 до 350-500 нм (рис. 30).

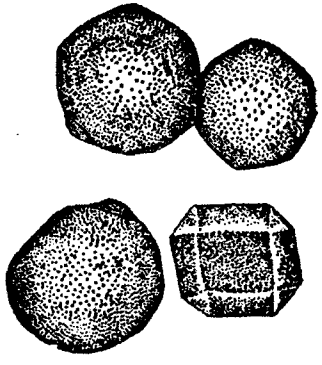


Рис. 30. **Вірусні включення Baculovirus brassica (15 000)** (за Гулієм)

Гранули, що утворюються при гранульозах комах, менше поліедрів, досягають 200-400 Х 50-70 нм і мають яйцеподібну або овальну форму.

Віруси за своєю природою є нуклеопротеїдами. Основна частина фосфору вірусів знаходиться в нуклеїнових кислотах – РНК або ДНК, які становлять до 30% їх маси. Крім того, вони містять білок, іони металів, ліпіди.

Віруси на відміну від інших мікроорганізмів не розмножуються діленням, а мають особливий складний тип розмноження – реплікацію, при якому на

матриці батьківської вірусної нуклеїнової кислоти "друкуються" копії нуклеїнової кислоти вірусного потомства. Розвиток вірусів полягає в утворенні зрілих вірусних часток – вріонів у зараженій комасі. У вірусів поліедрозу, гранульозу, цитоплазматичного поліедрозу розвиток закінчується перетворенням на білкові кристалічні утворення – поліедри, гранули, сфероїди. Віруси – облігатні паразити, тобто вони можуть репродукуватися тільки в живих клітинах.

Інфекційні властивості вірусів детермінує їх нуклеїнова кислота. Потрапляючи в організм, вірус спричинює повну перебудову обміну речовин.

Вивчення ядерного поліедрозу тутового шовкопряда показали наявність трьох фаз розвитку інфекції: перша – латентна, або прихована, що триває 12-15 годин після зараження. У цій фазі відбувається проникнення вірусних часток у клітину. Голі віріони прикріплюються до ядерної мембрани в зоні ядерної пори.

Друга фаза, експоненціальна (швидкий ріст), триває 16-18 годин після зараження, характеризується появою електроннощільних ділянок, що змінюються на електроннощільну мережу. Через 32 години мережа зв'язується численними голими вірусними паличками,

Третя фаза, стаціонарна, що настає через 35-40 годин, характеризується тим, що віріони покриваються мембраною і заключаються в поліедри. Віруси поліедрозу та гранульозу розвиваються у гіподермі, жировій тканині, трахеальному епітелії та гемолімфі. Дослідами доведено також можливість розвитку цих вірусів у кишечнику комах.

Віруси комах специфічні, тому розвиток їх на інших представниках тваринного світу не спостерігається. Найбільш специфічні – віруси гранульозів. У ядерних поліедрозів виявлена групова специфічність до близьких видів комах. Райдужні віруси віспи заражають комах, які належать до різних рядів. Ядерні поліедрози та гранульози уражують жирову тканину, гіподерму, клітини гемолімфи, цитоплазматичні поліедрози – клітини епітелію середньої кишки, райдужні віруси – жирове тіло комах.

Віруси краще розвиваються при температурі, близькій до оптимальної для комахи-живителя. Екстремальна температура активізує латентні інфекції. Низькі середньодобові температури (+10°С) подовжували інкубаційний період ядерного поліедрозу американського білого метелика.

Підвищення температури посилює захворювання та прискорює перебіг вірусної хвороби, а зниження – уповільнює ці процеси. Висока вологість активізує інфекційний процес.

Їжа комах також значно впливає на перебіг вірусної хвороби. Так, ураженість гусениць озимої совки гранульозом при живленні пожовклими листками старих рослин була на 30% вища, ніж при живленні молодими листками.



Більш сприйнятливі до вірусів личинки молодших віків. Поліедри та гранули тривалий час зберігаються у грунті, тілі мертвих комах. Вони не розчиняються у воді та органічних розчинниках. В лабораторних умовах їх зберігають у 50%-ному гліцерині, у вигляді сухого порошку або висушених загиблих комахах.

Через кілька годин перебування на прямому сонячному світлі поліедри і гранули втрачають вірулентність під впливом ультрафіолетових променів.

За сучасною класифікацією всі віруси виділені у самостійний тип (царство) Vira, яке залежно від типу нуклеїнової кислоти віріону розподіляється на два підтипи: Deoxyvira, до складу якого входять віруси з ДНК, та Ribovira, представники якого містять РНК. До першого підцарства належать родини Baculoviridae, Poxviridae, Iridoviridae, Parvoviridae, які розмножуються в клітинах тканини комах і містять ДНК. Родини Picornaviridae та Reoviridae характеризуються наявністю РНК. Тип Vira налічує понад 50 таксономічних одиниць, до яких належать віруси людини, безхребетних тварин і рослин. Вірусів комах у типі Vira поки що налічується 7 груп, нерівнозначних родинам. Елементарною основою класифікації є вірион.

Показники при діагностиці вірусів такі: тип нуклеїнової кислоти віріону, її структура, симетрія нуклеокапсиду, наявність оболонки; кількість ниток нуклеїнової кислоти; молекулярні розміри структурних білків вірусів, морфологія нуклеокапсиду, форма та розмір вріонів, нуклеотидний склад та ін.

Інформацію про вірус записують у вигляді криптограм, які розробили А. Гібе та В. Харионсон (1968). Кожна криптограма складається з чотирьох пар символів. Прикладом може бути криптограма вірусу ядерного поліедрозу тутового шовкопряда: [Д/2 : 80/ 10 -15:U/E:1/0], де Д – ДНК ; 2 – двонитчаста молекула; 80 – молекулярна маса у мільйонах дальтонів; 10-15 – вміст ДНК (% ); U – вірион видовжений з паралельними сторонами і заокругленими кінцями; Е – нуклеокапсид видовжений з паралельними сторонами і незаокругленими кінцями; 1 – живитель (безхребетні); 0 – переносник відсутній. Таку інформацію про вірус можна одержати тільки за допомогою електронного мікроскопа.

Віруси називають за латинізованою біноміальною системою, родові назви закінчуються словом "вірус" .

Коротка характеристика основних видів вірусів така.

**Родина Baculoviridae (бакуловіруси)** – паличкоподібні віруси (від латинського baculum – паличка). Розподіляється на дві підгрупи: А – поліедрози, Б – гранульози. До підгрупи А належать віруси ядерного поліедрозу (ВЯП). Вірусні часточки мають паличкоподібну форму. ДНК двонитчаста, часто згорнута у вигляді кільця. Молекулярна маса $58 \cdot 10^6 – 10 \cdot 10^6$ дальтонів. Віріони містяться у крупних білкових кристалічних включеннях, різних за формою і розмірами (1-20 мкм). Добре помітні в оптичний мікроскоп, нази-

ваються поліедрами. Типовий вірус цієї групи – вірус ядерного поліедрозу тутового шовкопряда.

Представники підгрупи Б утворюють тільця – включення менших розмірів (300-500 нм) у вигляді гранул. Іноді трапляються гранули кубічної форми. В оптичний мікроскоп ледве помітні (на межі видимості).

Останнім часом у жука носорога Oryctes rhinoceros L. виявлена третя підгрупа вірусів, яка не має тілець-включень.

Віруси родини репродукуються в ядрах уражених клітин жирового тіла, гіподерми, оболонок трахей та гемолімфи багатьох представників різних рядів і родин комах.

Уражені гусениці в перші 2-3 доби зовні майже не відрізняються від здорових. В цей час зміни кишечника уражених особин можна виявити тільки на гістологічних зрізах під мікроскопом. Характерною ознакою хвороби є утворення в ядрі хроматинових глибок та розбухання ядер, які збільшуються в розмірах у декілька разів порівняно з ядрами здорових клітин.

Потім у ядрі з'являються дуже дрібні поліедри, які збільшуються у розмірах і заповнюють все ядро. Оболонка ядер руйнується, і велика кількість поліедрів надходить у гемолімфу комахи. Інкубаційний період становить 5-12 днів залежно від віруса, віку гусениць, температури та інших факторів. Хворі гусениці розбухають, тіло їх заповнюється рідиною білуватого кольору, без запаху.

Ця родина не має аналогів серед вірусів рослин і тварин.

**Родина Poxviridae (поксвіруси або віруси віспи)**. Для біологічного захисту рослин мають значення представники роду Entomopoxvirus, серед яких типовим є вірус віспи травневого жука Entomopoxvirus melolonthae Weis. До родини також належать віруси людини і теплокровних тварин. Віруси віспи комах уражують лускокрилих (п'ядунів, совок, капустянок, листовійок), твердокрилих (пластинчастовусих, двокрилих комарів) .

Це найкрупніші віруси, що за формою нагадують цеглинки. Трапляються і яйцеподібні віруси. Крім капсиду мають складну зовнішню оболонку з округлими або трубчастими виростами. Молекулярна маса ДНК $85 \cdot 10^6$ – $24 \cdot 10^6$. Найбільш вивчений вірус віспи травневого жука. Симптомами захворювання є кволість личинок, їх побіління; затримка заляльковування. Тривалість захворювання 70-80 днів. У цитоплазмі клітини жирового тіла хворої комахи з'являються великі тільця – включення, в яких містяться віріони розміром до 20 мкм.

**Родина Iridoviridae** характерна райдужним світінням, від блакитного до синьо-зеленого і темно-фіолетового відтінків. Світіння зумовлюється дисперсією світла великою кількістю вірусних часточок, розташованих у вигляді правильних кристалічних упаковок, які заповнюють тканини хворих комах. Віруси комах належать до роду Iridovirus. Типовий представник – райдужний



вірус болотної довгоніжки Iridovirus tipula Xeros, який уражує клітини жирового тіла. Форма віріонів – ікосаедрична, розмір 20-120 нм в діаметрі. Розмножується у цитоплазмі уражених клітин жирової, м'язової тканини та гіподерми. Молекулярна маса ДНК $100 \cdot 10^6$ – $150 \cdot 10^6$ дальтонів. У більшості видів зовнішня мембрана відсутня.

В останні роки райдужні віруси виявлені у мошок, комарів Aedes, Culex та ін., серед лускокрилих (совки, вогнівки), твердокрилих (пластинчастовусі, чорниші), клопів та перетинчастокрилих.

Віруси цієї родини у біологічному захисті проти комах не застосовуються, тому що мають аналогів серед збудників вірусних хвороб хребетних тварин і людини.

**Родина Parvoviridae або парвовіруси (parvus – маленький)**. До родини належить рід Densovirus, представники якого спричинюють дензонуклеози комах, або хворобу "щільних ядер". Типовий представник роду Densovirus galliarve Meynadier, тобто вірус дензонуклеозу вощинної молі, має молекулярну масу 4-5 млн дальтонів гексагональної форми. В уражених комах викликає параліч, внаслідок чого вони гинуть через 4-5 годин після появи перших ознак захворювання. Зовні такі комахи відрізняються від здорових білуватим забарвленням. В них уражуються ядра клітини жирового тіла, гіподерми, гемоцитів, епітелію трахей, з'єднувальної і нервової тканин, гонад. Уражують лускокрилих, проте виявлені у двокрилих і прямокрилих.

**Родина Picornaviridae або пікорнавіруси**. Ентомопатогенні віруси належать до роду Enterovirus, який спричинює параліч комах. До цього роду належить вірус гострого паралічу медоносної бджоли. Його молекулярна маса 2,6 млн дальтонів. Капсиди ікосаедричної форми, діаметром 25-40 нм, без білкової оболонки. Локалізуються у цитоплазмі клітин епітелію трахей, перикарда та м'язів. Вивчені недостатньо, уражують цвіркунів, дрозофілу, блакитного краба.

**Родина Reoviridae або реовіруси**. До цієї родини належать віруси, які розвиваються у тваринах і рослинах, зокрема віруси цитоплазматичного поліедрозу комах, які розвиваються у цитоплазмі епітелію середньої кишки. Добре вивчений вірус цитоплазматичного поліедрозу тутового шовкопряда. До його складу входить двонитчаста РНК, вміст якої у віріонах становить 16-30%. Вірусні часточки 60-70 нм складної будови, утворюють білкові кристалічні тільця різної форми (куба, октаедра та ін.). Захворювання, спричинювані реовірусами, мають хронічний характер. Уражені вірусом комахи відстають у рості, стають кволими, погано живляться, з черевного боку з'являється білувате забарвлення внаслідок утворення великої кількості поліедрів у кишечнику. Уражують понад 150 видів комах – лускокрилих, двокрилих, перетинчастокрилих та ін. Поліедри виходять із тіла комахи крізь зруйновані покриви тіла або з екскрементами.

Основні ознаки вірусних захворювань комах такі.

**Ядерний поліедроз непарного шовкопряда** – збудник Baculovirus reprimens. Уражує гусениць непарного шовкопряда, золотогуза. Хворі гусениці стають в'ялими, малорухливими, погано живляться, часто залазять на верхівки дерев і там гинуть, звисаючи головою вниз.

Тіло їх заповнене білуватою каламутною рідиною без різкого запаху. У поліедрі міститься 20-40 пучків вірионів. Інкубаційний період хвороби 3-8 діб, хвороба триває два тижні, після чого гине 90-100% уражених особин.

**Ядерний поліедроз яблуневої молі** – збудник Baculovirus malinella Lescova. Уражує гусениць яблуневої молі та інших представників цієї родини. Патоген концентрується в ядрах клітин гемолімфи і гіподерми. Інкубаційний період 3-8 діб, хвороба триває два тижні, звичайно гине 90-100% уражених особин популяції.

**Ядерний поліедроз кільчастого шовкопряда** – збудник Baculovirus neustriae. Уражує гусениць кільчастого, соснового шовкопрядів, кропивницю. Віруси концентруються у клітинах жирового тіла, гіподерми, епітелію трахей. Інкубаційний період 3-5 діб, хвороба триває 15 діб і спричинює епізоотії, внаслідок яких гине 80-90% популяції шкідника.

**Ядерний поліедроз капустяної совки** – збудник Baculovirus brassicae Sirco. Уражує гусениць капустяної совки, допоміжний живитель – городня совка. Віруси розвиваються в ядрах клітин жирового тіла. Відомі також поліедрози озимої совки, американського білого метелика та інших лускокрилих.

**Гранульози комах**. Під час свого розвитку утворюють вірусні часточки в формі гранул. Віруси розвиваються в ядрі або цитоплазмі жирових, трахейних та епідермальних клітин.

**Гранульоз яблуневої плодожерки** – збудник Baculovirus (Granulovirus) carpocapsae Tanadla, допоміжний живитель – грушева, сливова та східна плодожерки. Віруси концентруються у клітинах жирового тіла, гіподерми, епітелію трахей, гемолімфи. Віріони розміром 313·51 нм, гранули 394·208 нм.

Інкубаційний період 5-12 діб, хворі гусениці мають більш світле забарвлення, ніж здорові.

**Гранульоз капустяного білана** – збудник Baculovirus (Granulovirus brassicae). Уражує гусениць капустяного та ріпного біланів. Збудник розмножується в клітинах жирового тіла, гіподерми, епітелію трахей, гемолімфи. Гранули овальної форми 0,12x0,30 мкм, вірусні часточки паличкоподібні, 200·80 нм. У хворих комах збільшуються ядра клітин, руйнується хроматин, оболонка розкладається. Уражені гусениці набувають білуватого забарвлення, малорухливі, гемолімфа має молочно-біле забарвлення. Залежно від температури комахи гинуть через 2-4 тижні після зараження. Вірус заражає гусениць молодших віків. При заляльковуванні хворих гусениць шкіряний покрив лялечки утворюється неповністю. Іноді з хворих лялечок вилітають



імаго, але вони мають слаборозвинуті статеві органи, а потомство від них майже все гине.

Крім вищезгаданих, відомі також гранульози озимої совки (збудник B. euxoae), сірої та зернової совок (збудник B.anceps Baranov), білого американського метелика (збудник B. cunea).

На непарному шовкопряді розвивається вірус цитоплазматичного поліедрозу, який уражує також гусениць золотогуза та американського білого метелика.

## Рикетсії

Рикетсії належать до групи Procaryotae порядку Rickettsiales. Розвиваються вони тільки в середині живих клітин, є паразитами комах і кліщів або їхніми симбіонтами (в цьому разі вони живуть у кишечнику). Комахи можуть бути переносниками рикетсій, які спричинюють небезпечні захворювання хребетних тварин і людини.

Рикетсії, які спричинюють захворювання у комах, належать до родів Rickettsiella та Enterella. Представники роду Rickettsiella розвиваються у цитоплазмі клітин жирового тіла, а роду Enterella в клітинах епітелію середньої кишки. Розрізняють чотири морфологічних типи рикетсій: а – коккоподібні, 0,5 мкм; б – паличкоподібні, 1-1,5 мкм; в – бацилярні, вигнуті палички розміром 3-4 мкм; г – ниткоподібні, 10- 40 мкм і більше.

Рикетсії мають власний обмін речовин, що регулюється ферментами, типову бактеріальну клітинну стінку, РНК та ДНК у співвідношенні 3:1.

Ентомопатогенні рикетсії виявлені у представників твердокрилих, двокрилих, напівтвердокрилих, прямокрилих. В природних популяціях передаються від особини до особини (горизонтально) та через яйце потомству (вертикально).

З рикетсій шкідливих комах відомі ураження клопа-черепашки – збудник Rickettsiella eurygasteris Luk., Push., що призводить до зниження плодючості самок на 50%, а також синюха личинок травневого жука, збудником якої є Rickettsiella melolontha Krieg. На уражених личинках утворюються синюваті плями, личинки стають кволими і гинуть.

## Бактерії і бактеріальні хвороби комах та мишовидних гризунів

Бактерії – це переважно одноклітинні організми, які не мають хлорофілу та пластид. За формою вони бувають: кулясті; коки; паличкоподібні; розгалужені. За розмірами бактерії дуже дрібні. Наприклад, коки мають діаметр 0,5-1 мкм, а довжина паличкоподібних бактерій становить 0,7-1,5 мкм.

Бактерії мають клітинну стінку (оболонку), цитоплазматичну мембрану та цитоплазму. Клітинна стінка надає бактерії форму, захищає від несприятли-

вих умов зовнішнього середовища, регулює її ріст та поділ. У різних видів бактерій клітинна стінка має неоднаковий хімічний склад і тому по-різному забарвлюється за Грамом, що використовується при діагностиці. Багато бактерій зверху клітинної стінки мають капсулу або слизовий шар.

До клітинної стінки бактеріальної клітини щільно прилягає зовнішній шар цитоплазми – цитоплазматична мембрана. Вона є осмотичним бар'єром та контролює обмін речовин клітини. В цитоплазмі вміщується нуклеоїд, що являє собою еквівалент ядра. Нуклеоїд може бути представлений окремими структурами видовженої форми або має вигляд відокремленого ядра, в якому сконцентрована ДНК. Нуклеоїд визначає властивості бактеріальної клітини та здійснює передачу їх за спадковістю.

У рідинному середовищі бактерії пересуваються за допомогою джгутиків, розташування та кількість яких характерні для виду.

Ентомопатогенні бактерії можуть утворювати спори, які відзначаються великою стійкістю до впливу факторів зовнішнього середовища. Спороутворення спостерігається при 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, в якій вона утворилася або трохи більший від неї. Коли спора розташовується в центрі, то бактерія набуває веретеноподібної форми. У деяких бактерій спора знаходиться 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 у 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 комахи бактерії проникають з кормом, через механічні пошкодження кутикули, заносяться яйцекладом паразита, нематодами тощо.

На розвиток ентомопатогенних бактерій впливають умови зовнішнього середовища, особливо температура. Найбільш сприятливими для них є температури в межах +18±30°С. Температури нижче +18°С уповільнюють розвиток бактеріозів, а при +30°С і вище спостерігається термічна дезинфекція комахи і вона часто видужує.



Для визначення систематичного положення бактерій використовують такі ознаки: морфологічні – форма та розміри клітин, спороутворення, відношення до різних барвників, зокрема забарвлення за Грамом; культуральні – характер росту на різних живильних середовищах; фізіологічні – відношення до різних джерел живлення, азоту, цукру та інших поживних речовин. За Я. Вейзером (1972), бактерії, пов'язані з комахами, поділяються на чотири групи: облігатні збудники, які не розмножуються на штучних живильних середовищах; кристалоутворюючі спорові; факультативні збудники; потенціальні патогени.

Ентомопатогенні бактерії належать до еубактерій (Eubacteria), до яких входять види, що мають щільну клітинну стінку і не утворюють плодових тіл. Ентомопатогенні збудники та збудники черевного тифу гризунів належать до родин Pseudomonadaceae, Enterobacteriaceae та Bacillaceae.

**Родина псевдомонади (Pseudomonadaceae).** Мають вигляд прямих або викривлених паличок, грамнегативні, пересуваються за допомогою джгутиків, розташованих полярно, ендоспор не утворюють. Хемоорганотрофи, облігатні аероби. Температурні межі розвитку + 4±43°С.

До роду Pseudomonas належать види P. aeruginosa Migula T.S., P.carnea 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 кишечні бактерії (Enterobacteriaceae).** До них належать дрібні грамнегативні палички, джгутики розташовані перитрихіально, спор не утворюють. Кислотонестійкі, аероби та факультативні анаероби. У біологічному захисті рослин має значення р. Salmonella, до якого належать облігатні патогени, що спричинюють черевний тиф у мишоподібних гризунів – Salmonella enteritidis Yaerth і S. typhimurium Loeffler.

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

Рід Bacillus об'єднує рухливі грампозитивні аеробні бактерії, які мають паличкоподібну або трохи зігнуту форму. Клітини часто розташовуються ланцюжками, джгутики латеральні. В центрі клітин формується по одній ендоспорі. Спорулююча клітина не змінює форми та розміру. У деяких представників роду, крім ендоспор, у клітині формується білковий параспоральний кристал, який містить токсин, що спричинює параліч кишечника у гусениць лускокрилих.

При ураженні токсин вбиває сприйнятливих до нього комах або ослаблює їх, і тоді бактерії легко проникають з кишечника у порожнину тіла.

**Рід Clostridium** об'єднує анаеробних спороутворюючих бактерій. Вони рухливі, джгутики в них розташовані перитрихіально. Спори овальні або сферичні, формуються у центрі клітини або ближче до її кінця, бактерії Clostridium brevifaciens Bucher та C.malacosomae Bucher розмножуються у кишечнику комах і не проникають у порожнину тіла. Вони дуже вірулентні, але не утворюють токсинів.

**Черевний тиф мишовидних гризунів**. Збудник його – бактерія Salmonella enteritidis Yaertner, що має вигляд коротких і широких паличок із заокругленими кінцями, часто кокоподібної форми, джгутики перитрихіальні. Колонії на МПА прозорі, круглі з рівними краями та гладенькою поверхнею, 1-3 мм в діаметрі. Бактерія патогенна для щурів, мишей, ховрахів.

**Хвороби, спричинювані бактеріями групи Bacillus thuringiensis Berliner**. До них належать бактерії, які під час споруляції здатні утворювати ендоспори та білкові кристали (параспоральні тільця). 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 вигляді восьмигранника.

У кишечнику живителя спори проростають і утворюють вегетативні бактеріальні клітини, які проникають у порожнину тіла, розмножуються та руйнують тканини. Ця стадія зараження зветься септицемією, або гнилокрів'ям. Уражені особини заповнюються бурою рідиною з різким запахом. Спори термостійкі, витримують температуру до +100°С протягом кількох годин, але 5% -ний розчин формальдегіду інактивує спори і токсини за 5 хв. Тому його можна використовувати для дезинфекції устаткування.

Вірулентність бактерій групи B. thuringiensis Berliner визначається токсинами, які містяться у бактеріальній клітині або культуральному середовищі. Вони виробляють 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, нагромаджується у культуральній рідині. Він термостабільний, витримує автоклавування при 120°С протягом 15 хв. Продукується бета-екзотоксин штамами деяких серотипів, які різняться рядом властивостей, зокрема чутливістю до антибіотиків, вмістом токсину та ін. В 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 вивчений недостатньо. Вважають, 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 при розпаді вегетативної клітини.

Протеїн ендотоксину не розчиняється у воді та органічних розчинниках, термолабільний. Біологічну активність білок втрачає при обробці кислотами, спиртами та лугами. Розчиняється при pH більше 9. Заражені комахи перестають живитися внаслідок паралічу кишечника, що настає за декілька хвилин після надходження в організм ендотоксину (Гулій В.В. та ін., 1981).

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

I. Швидкий параліч та руйнування епітелію середньої кишки, проникнення кишкового соку в гемолімфу, внаслідок чого підвищується pH гемолімфи та настає загибель комахи.

II. Зразу ж після проникнення ендотоксину настає параліч кишечника, але не порушується його цілісність, тому pH гемолімфи не змінюється і загальний параліч не проявляється. Гусениці після отруєння перестають живитися і гинуть від септицемії. Такий тип реакції характерний для більшості лускокрилих.

III. Комахи реагують на спори та ендотоксин, приклад – малинова вогнівка та непарний шовкопряд.

IV. Комахи майже несприйнятливі до ендотоксину, як наприклад, гусениці багатьох совок.

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

У різних країнах були виділені різні штами B. thuringiensis, що ускладнило її таксономію. Тому кристаломорфні бактерії почали класифікувати як її різновидності. Тепер у різних країнах описано 28 варіантів бацили та 14 серотипів.

**Бактеріоз личинок японського жука** – збудник Bacillus popilliae Dutcy. Бактерія є облігатним паразитом, що утворює ендотоксин. Описана як збудник молочної хвороби личинок японського жука. При підсушуванні оболонки клітини не розпадаються, спора і ендотоксин залишаються в її середині. Форма вегетативної клітини (спорангію) нагадує слід від взуття. Перебіг хвороби повільний. Личинки стають в'ялими, набувають молочно-білого кольору внаслідок просвічування крізь покриви тіла каламутно-білої гемолімфи, яка містить багато спорангіїв.

**Бактеріоз кільчастого шовкопряда** – збудник Clostridium malacosomae Bucher. Це спороутворююча паличкоподібна бактерія 1х4-7мкм, яка розвива-

ється лише в анаеробних умовах, утворює токсин. Розмножується тільки в кишечнику, викликаючи його параліч. Після загибелі гусениці тіло її висихає, муміфікується.

### Грибні хвороби комах (мікози)

Описано понад 400 видів ентомопатогенних грибів, серед яких є вузькоспеціалізовані облігатні паразити, що уражують живих комах, а також факультативні паразити, які хоч і розвиваються на відмираючих та мертвих комахах, але за сприятливих умов здатні заражати і живих. Є також факультативні і облігатні сапрофіти.

Вегетативне тіло гриба називається грибницею, або міцелієм, і являє собою розгалужені та переплетені між собою гіфи. Вони можуть бути без перетинок (асептовані) або з перетинками (септовані). Перетинки мають пори, через які можуть проникати цитоплазма та ядра.

Клітина гриба складається із стінки, ядра, цитоплазми з плазмолемою та інших частин. Залежно від умов розвитку і функцій, які виконуються, у грибів спостерігаються різні видозміни міцелію: тяжі, ризоморфи, склероції, апресорії, гаусторії, хламідоспори, оідії, кільця.

Склероції утворюються в результаті ущільнення та переплетіння гіф. Це – щільні, тверді тіла різної форми і розміру, мають тверду оболонку, стійкі проти несприятливих умов.

Міцеліальні тяжі, або ризоморфи, утворюються при паралельному рості гіф, які з'єднані між собою слизовою речовиною, що виділяється оболонками клітин. У тяжах гіфи диференціюються і утворюють провідну систему.

Ризоморфи – це складні шнуроподібні сплетіння гіф, які за формою нагадують корені вищих рослин, зверху вкриті темною оболонкою. Вони виконують функції вегетативного розмноження, розповсюдження та збереження гриба у несприятливих умовах.

Апресорії – розширені або лопатеві вирости гіф, за допомогою яких ентомопатогенні гриби прикріплюються до поверхні субстрату (тіло комахи).

Гаусторії – бічні відгалуження гіф булавоподібної або лопатевої форми. Вони проникають у клітини комах-живителів та передають поживні речовини з уражених клітин до міцелію.

Оідії – овальні або еліпсоподібної форми клітини, на які розпадаються гіфи. Мають тонку оболонку. Утворення оідій пов'язане із зміною умов існування гриба.

Хламідоспори, на відміну від оідіїв, мають щільні оболонки і можуть довго зберігатися.

Ентомопатогенним грибам властиве вегетативне, безстатеве та статеве розмноження. Вегетативне розмноження здійснюється шматочками гіф міцелію, оідіями, хламідоспорами, бластоспорами. Всі вони, потрапляючи в сприятливі умови, дають початок новому міцелію. Безстатеве розмноження здійснюється за допомогою особливих спор – зооспор, спорангієспор та конідій.

Статеве розмноження супроводжується злиттям чоловічих і жіночих статевих гамет, внаслідок чого утворюється зигота.

Зараження комах грибними хворобами відбувається в основному в результаті проникнення гіф гриба через шкіряні покриви комах.

Спори грибів прилипають до шкіряного покриву, проростають, а ростковa трубка в місці їх дотику проникає через хітинову кутикулу в тіло завдяки ферментам (хітиназа, липаза та інші), які виділяються грибами. Зараження може відбуватись також через дихальця, ротовий і статевий отвори.

Потім, коли порожнина тіла заповнюється міцелієм гриба, комаха гине. В середині її утворюються бластоспори гриба. Часто міцелій проростає через шкіряні покриви і на поверхні тіла утворюються конідієспори.

Комахи, уражені мікозом, твердіють, стають крихкими, на поверхні їх тіла часто з'являється пушок – міцелій і конідієносці із спорами.

Переважна більшість грибів (паразитів комах) належать до порядку ентомофторових – Entomophthorales. У тілі комах їх міцелій розпадається на гіфальні тіла різноманітної форми і розміру, що поширюються у різні частини тіла живителя (рис. 31).

Загибель останнього відбувається внаслідок порушення кровообігу, від токсинів і ферментів, які виділяються паразитом. Цікавою особливістю грибів цього порядку є здатність "вистрілювати" конідіями на відстань, у багато разів більшу за розміри самих конідій. Конідії зберігають життєздатність до 72 год. При відсутності придатного для розвитку субстрату вони можуть проростати у вторинну і третинну конідії доти, поки не потраплять на сприйнятливого живителя. Мають спори, які утворюються нестатевим (азигоспори) та статевим шляхами (зигоспори) і перебувають у стані спокою.

До порядку Entomophthorales належить родина Entomophthoraceae, представники якої уражують комах з 15 рядів, викликаючи у природних умовах епізоотії. Є серед них також паразити кліщів, пауків, багатоніжок.

Представники роду Entomophthora, яких у країні налічується багато видів, паразитують на комахах і спричинюють їх захворювання, що дістало назву ентомофтороз: у мух збудником його є Entomophthora muscae Fres, попелиць, павутинних кліщів – Entomophthora thaxteriana Petch., E.aphidis Hoffm. та лялечок кільчастого та непарного шовкопрядів, золотогуза – E. aulicae Wint., яблуневої медяниці, коваликів, попелиць, капустяного білана, молі, двокрилих, щитівок – E. sphaerosperma Fres.

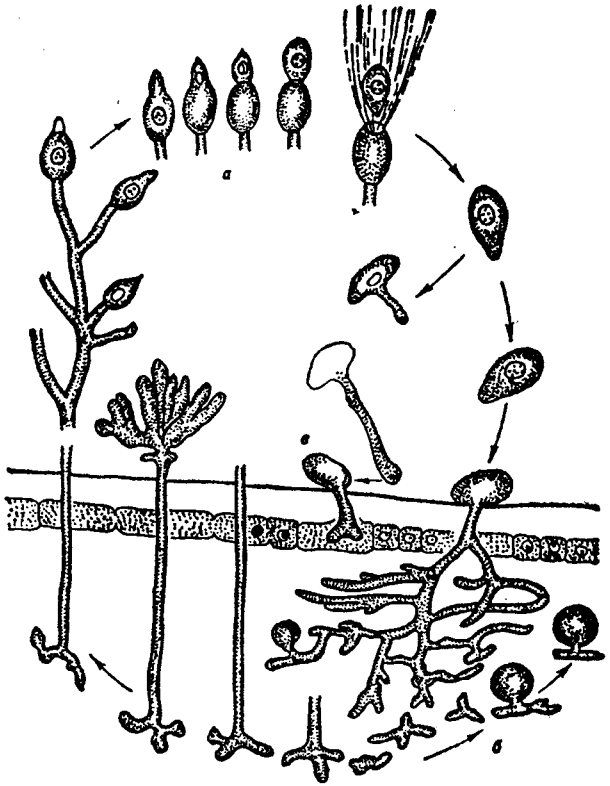


Рис. 31. **Цикл розвитку ентомофторового гриба**
(за Штейнгаусом, 1952):
а – утворення конідій; б – спора стану спокою;
в – проростання конідії через покриви комахи

Попелиці та павутинні кліщі, уражені ентомофторозом, гинуть внаслідок розпаду жирового тіла, нервової системи, кишечника тощо. Тіло їх заповнюється міцелієм гриба. У кліщів спостерігається розлад статевої системи. Наліт на тілі уражених комах майже непомітний. Вони темніші від здорових, з блискучим покривом.

Розроблений на основі цього гриба препарат ентомофторин проходить випробування в боротьбі з попелицями та павутинними кліщами.

Гриб E. aphidis Hoffm. уражує попелиць. У природних умовах поширений в Україні, Сибіру. Спричинює епізоотії у популяціях бурякової, горохової, капустяної попелиць. Може культивуватись на живильних середовищах.



Е.Г. Вороніною (1975; 1986) розроблений прогноз чисельності попелиць на основі оцінки ймовірності епізоотії ентомофторозу.

Ентомофтороз гусениць лускокрилих (збудник E. aulicae Wint.) уражує гусениць молодшого віку непарного, кільчастого шовкопрядів, золотогуза, деяких совок та інших. Уражені особини вкриваються парафіново-маслянистим сірим нальотом конідієносців. Гриб викликає епізоотії. Збудник може культивуватись на середовищах з коагульованим жовтком.

Ентомофтороз, збудником якого є гриб E. sphaerosperma Fres, розвивається на багатьох комахах – яблуневій листоблішці, коваликах, попелицях, капустяному білані, капустяній молі, двокрилих, щитівках. Епізоотії в популяціях комах спостерігалися у Білорусії, Литві, Ленінградській, Московській областях тощо. Патоген може культивуватись на різних живильних середовищах.

Ентомофтороз бурякового довгоносика спричинюють гриби Massospora cleoni Wize і M. bothynoderi Romane Witsch з роду Massospora. Міцелій їх розвивається в тілі комах і згодом розпадається на товстостінні червоні або рожеві хламідоспори, які утворюють порошисту масу.

Гриби роду тарихіум мають мішкоподібний або ниткоподібний розгалужений міцелій, який у тілі комах розпадається на зигоспори і хламідоспори, що заповнюють усю порожнину тіла. На попелицях розвивається представник цього роду Tarichium atrospermum Petch, а на совці – T. gammae Waiser.

До порядку зоопагових грибів (Zoopagales) належать облігатні паразити, які часто виявляються на нематодах. Міцелій їх складається з тонких багатоядерних гіф з клейкою поверхнею. Нестатеве розмноження здійснюється округлими або веретеноподібними конідіями. Типові представники – Stylopage hadra Dr., Cystopage lateralis Dr. Порядок вивчений слабо.

Гриби порядку лабульбеньові (Laboulbeniales) мають редукований міцелій. Це високоспеціалізовані облігатні паразити, які оселяються на зовнішніх покривах комах та кліщів. На уражених комахах утворюються щетинки або пучки волосків. Можуть проростати без контакту з хазяїном і зберігати життєздатність у грунті протягом декількох тижнів без втрати вірулентності. У порядку налічується близько 1500 видів, але вивчені вони слабо.

До порядку гіпокрейні (Hypocreales) належать гриби, які утворюють м'які, світлі чи яскраво забарвлені перитеції на поверхні або всередині субстрату. Сумки їх циліндричні або булавоподібні. До цього порядку, зокрема, належить рід Hypocrella, нестатевою формою якого є види роду Aschersonia.

Представники порядку Clavicipitales мають яскраво забарвлені строми, які утворюються на склероціях у субстраті. Перитеції занурені в строму, на поверхню виступають лише носики їх у вигляді конічних горбочків. До цього порядку належить і рід Cordyceps, представники якого утворюють склероції всередині уражених комах. Потім утворюється строма з перитеціями та ви-

довженими сумками. Деякі мають конідіальну стадію і включені в роди недосконалих грибів: Hyrsutella, Cephallosporium, Paecilomyces, Sporotrichium. Спричинюють мікоз гусениць лускокрилих, двокрилих Cordyceps militaris Link, а також щитівок (Cordyceps clavulata El. et.Ev.).

**Незавершені гриби, або дейтероміцети (Deuteromycetes)**, мають септований міцелій. Статеві стадії відсутні. Розмножуються лише конідіями. Трапляються види у вигляді стерильного міцелію або склероцію. Конідіальне спороношення різноманітне за типом і будовою. Конідії екзогенні або псевдоекзогенні, утворюються на конідієносцях, у ложі, спородохіях, кореміях, пікнідах.

На основі будови конідіального апарата клас розподіляється на три порядки: Hyphomycetales, Melanconiales, Sphaeropsidales.

До порядку гіфоміцети (Hyphomycetales) належать гриби, які мають одинокі конідієносці, зібрані у коремії та спородохії. До них належать чотири родини: Moniliaceae, Dematiaceae, Stilbellaceae, Tuberculariaceae. До родини монілієві гриби (Moniliaceae) належить 200 родів та понад 1500 видів грибів. Багато з них ентомопатогенні. До родини, зокрема, входять "хижі гриби", які живляться нематодами. Конідії утворюються на коротких або диференційованих, простих чи розгалужених конідієносцях. Багато ентомопатогенних грибів можуть розвиватись на субстратах рослинного та тваринного походження.

Рід Cephalosporium представляють гриби, гіфи яких стелються колоніями, пухнасті або злегка павутинчасті, білі, сірі, іноді з рожевим, червонуватим або оливково-чорним відтінком. Конідієносці прості, циліндричні, у вигляді коротких відгалужень гіф, конідії одноклітинні. Утворюються на верхівках конідієносців послідовно по одній, не відпадають та утворюють кулеподібну, діаметром близько 20 мкм, головку. Поширені в субтропіках на несправжніх щитівках, рідше – на білокрилках.

Збудник мюскардинозу щитівок – Verticillium (Cephalosporium) lecanii Zimm, уражує несправжніх щитівок, білокрилок, попелиць, твердокрилих, трипсів. Комахи заражаються через тонкі шкіряні покриви і ротовий отвір. Спори, проростаючи в кишечнику, утворюють міцелій, який пронизує його стінки. У порожнині тіла утворюються конідії, які розносяться по всьому тілу гемолімфою. По краях тіла у вигляді обідка формуються конідієносці та конідієспори. Легко культивується на рослинних середовищах, агаризованому пивному суслі. Застосовується у боротьбі з білокрилкою в теплицях (рис. 32).

До роду Paecilomyses належать гриби, які утворюють пухнасті, щільні або пухкі, білі або темно-коричневі, іноді із зеленуватим відтінком колонії. Конідієносці зібрані у коремії. Конідіальні головки прості або складні. Конідії одноклітинні, в ланцюжках, еліптичні, циліндричні, або видовжені.



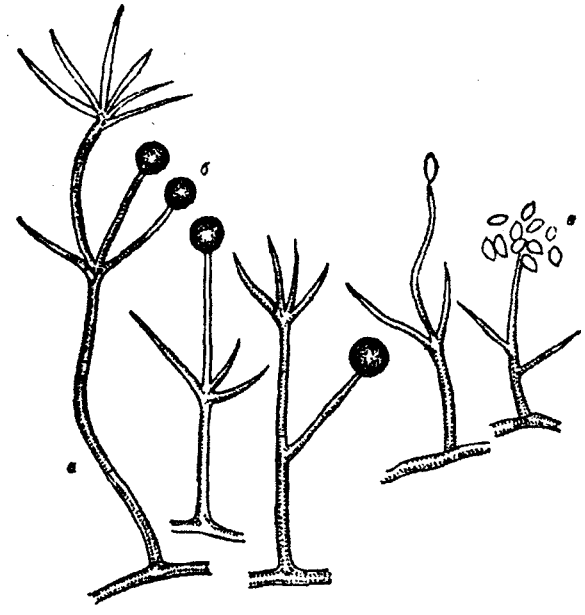


Рис. 32. **Гриб вертициліум:**
а – конідієносець; б – головки; в – конідії (за Коваль Е.З.)

Спричинюють жовтий мюскардиноз (збудник Paecilomyces farinosus Brow.), що розвивається на багатьох комахах – клопах, рівнокрилих хоботних, перетинчастокрилих, двокрилих. Поширений повсюдно. На його основі в Українському інституті захисту рослин створений препарат пециломін, який використовують проти зимуючих гусениць яблуневої плодожерки.

Представники роду Beauveria мають білий, пухнастий або порошистий міцелій. Конідієносці прості, розширені біля основи. Конідії безбарвні, одноклітинні.

Гриб цього роду – Beauveria bassiana (Bals) Vuil., спричинює білий москардиноз, який уражує понад 150 видів комах з рядів лускокрилих, напівтвердокрилих, прямокрилих, а також кліщів. Проникає в тіло жертви і спочатку уражує м'язову тканину, потім еноцитоїди та жирове тіло. У гемолімфі утворюються численні бластоспори. Уражені комахи на 4-5-й день стають нерухомими, а на 6-7-й – гинуть від паралічу. Тіло їх заповнюється міцелієм, який може виходити на поверхню, утворюючи пушок. Міцелій білосніжний, пухнастий, з'являється з-під крил, між сегментами, іноді покриває все тіло. Патоген уражує личинок і жуків колорадського жука, гусениць яблуневої плодожерки, шкідливу черепашку та ін. Спричинює епізоотії, добре культиву-

ється на штучних живильних середовищах. На його основі розроблений препарат боверин (рис. 33).

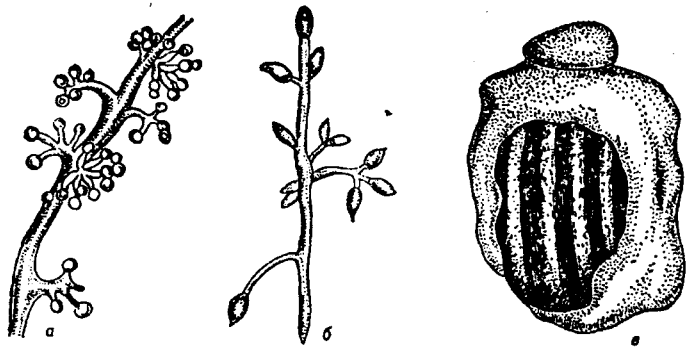



Рис. 33. **Гриб боверія:**
а – конідієносці з конідієспорами; б – ентоконідії; в – колорадський жук, уражений москардиною (за Бегляровим та Вайзером)

Кремова москардина Beauveria tenella Siem уражує імаго та личинок хрущів у грунті, кокцинелід, довгоносиків, лускокрилих, перетинчастокрилих. Вид близький до білої москардини.

До роду Metarrhizim належать гриби, конідієносці яких зібрані невеликими пучками, прямі, розгалужені, парні або зібрані в мутовки. Конідії одноклітинні, яйцеподібні, у масі темно-оливкові (рис. 34).

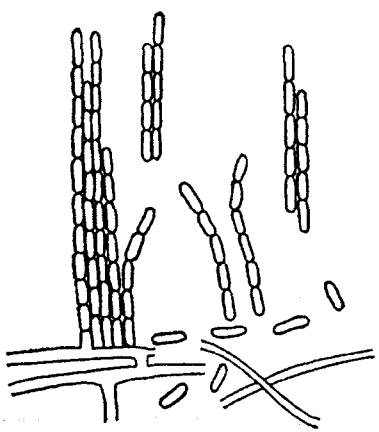


Рис. 34. **Мікроскопічна картина гриба Metarrhizium anisopliae** (за Велицькою І.С.)

Представник цього роду гриб Metarrhisium anisopliae Sor. викликає зелений москардиноз, що уражує до 200 видів комах – личинок жуків, гусениць, американського білого метелика, тутового шовкопряда. Хворі дорослі комахи малорухомі, личинки і лялечки вкриваються білим нальотом, який з часом стає зеленуватим. На основі цього гриба створений препарат метаризин, який використовують проти коваликів.

Родина Tuberculariaceae представлена грибами, що мають добре розвинутий поверхневий або заглиблений у субстрат міцелій. Конідієносці прості чи розгалужені, конідії безбарвні або забарвлені, різної форми. До цієї родини належить рід Fusarium, представники якого мають білий, рожевий, червоний, кремовий або буруватий міцелій. Макроконідії веретено- і серпоподібні, зігнуті, з однією або декількома перегородками, мікроконідії – одноклітинні або з однією-двома перегородками. Гриб Fusarium oxysporum Schlechth. використовується у боротьбі з вовчком, F. nivale Les. уражує жовту грушеву, устрицеподібну, комоподібну і каліфорнійську щитівки, крім бродяжок.

Тіло ураженої комахи біліє, на його поверхні утворюються спори у вигляді червоно-рожевої подушечки, яка утворює щиток.

Рід Trichoderma – міцелій стелиться, септований, світлозабарвлений. Конідієносці розгалужені, часто супротивні. Конідії одноклітинні, часто зібрані в головки, кулясті, яйцеподібні, світлі. Гриб Trihoderma lignorum Harz. є антагоністом по відношенню до збудників фузаріозного в'янення льону, конюшини, ризоктоніозу картоплі, коренеїду буряків, білої гнилі огірків та інших кореневих гнилів (рис. 35).

Хижі гіфоміцети (Mucedinaceae) утворюють пристосування для вловлювання мікроскопічних нематод, коловраток, найпростіших, яких використовують в їжу. Слабо вивчені.

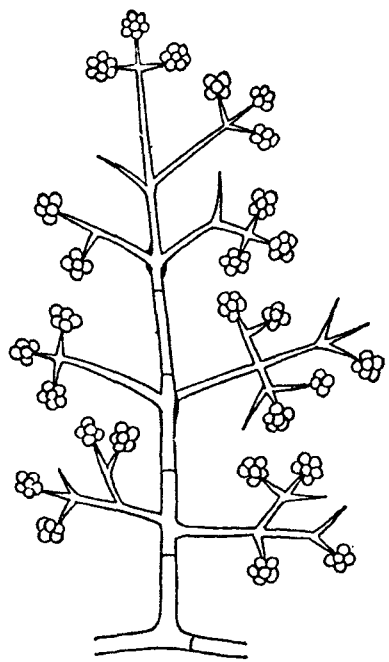


Рис. 35. **Гриб триходерма**

Гриби роду Arthrobotrys поширені повсюдно. Розмножуються у грунті, органічних рештках, фекаліях тварин. Більшість їх є сапрофітами. Хижацтво – додатковий спосіб живлення.

Мають клейкі пастки, за допомогою яких вловлюють нематод. Гриб проростає всередину тіла жертви, утворюючи потовщення (бульбус), виділяє екзотоксини та атрактанти.

Зокрема, хижий гриб Arthobotrys oligospora Frest "полює" на багатьох видів нематод. Міцелій гриба повстистий, сланкий, спочатку сірувато-білий, потім кремовий, добре культивується на штучних живильних середовищах. Розроблена методика масового виробництва біопрепарату, який застосовують проти галових нематод у теплицях.

Порядок Sphaeropsidales включає гриби, конідії яких утворюються в пікнідах, стромах або на них. Пікніди темно-, світло- або яскравозабарвлені. Отвір округлий або щілястий. Конідії

одноклітинні чи з перегородками, різноманітної форми. До порядку належить 4 родини, дві з яких мають ентомопатогенні види.

**Родина сферичні (Sphaerioidaceae).** Пікніди кулясті, замкнені або мають продихи, темні, жорсткі, шкірясті чи вуглисті.

Рід Coniothyrium – пікніди спочатку занурені, пізніше майже поверхневі, розсіяні або групами, сферичні, чорні. Конідії одноклітинні, слабозабарвлені, еліптичні, видовжено-овальні, майже кулясті.

Коніотиріум (Coniothyrium piricolum Potebnia) уражує каліфорнійську щитівку, може спричинювати епізоотії. Поширений у районах масового розмноження каліфорнійської щитівки. Добре культивується на штучних живильних середовищах, утворюючи сажистий наліт з великою кількістю пікнід (рис. 36).

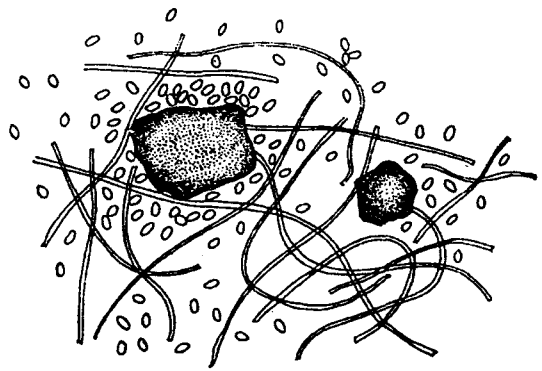


Рис. 36. **Мікроскопічна картина гриба Coniothyrium piricolum** (за Велицькою І.С.)

Coniothyrium minitans Camp. – гіперпаразит склероціїв білої гнилі рослин, зокрема склеротініозу соняшника. Розроблена методика масового виробництва коніотирію на піщаному субстраті. Осіннє внесення коніотирію зменшувало ураженість соняшника прикореневою формою склеротініозу майже в 4 рази.

До родини нектріеподібні (Nectrioidaceae) належать гриби, пікніди яких кулясті, рідко конічні або сочевицеподібні, світлозабарвлені, яскраві, м'які чи воскоподібні, прості або в стромах, одноклітинні чи з перетинками. Конідієносці прості або розгалужені, конідії безбарвні, одноклітинні чи з перетинками.

У належних до цієї родини грибів роду ашерсонія (Aschersonia) конідієносці прямі, на вершині розгалужені. Конідії безбарвні, одноклітинні, іноді з невиразною перетинкою. Строми темно-коричневі, рожево-буро-жовті, червоні, охристі.

Гриб Achersonia aleyrodis Webber уражує личинок та німф білокрилок. Тіло комах заповнюється міцелієм, внаслідок чого вони здуваються і гинуть. Міцелій проростає назовні, вкриваючи тіло жертви білим нальотом. На 15-16-й день утворюються пустули, спочатку жовтого, а потім рожевого кольору. Гіфи проникають через кутикулу тіла і утворюють навколо нього щільну бахрому. Потім формується спороношення гриба (рис. 37).



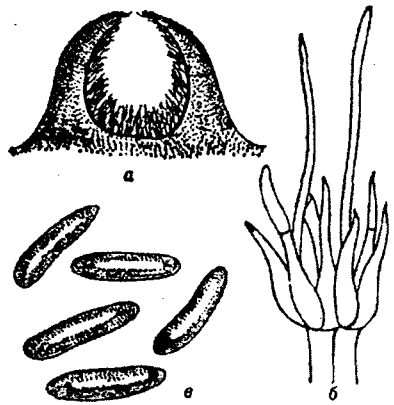



Рис. 37. **Гриб ашерсонія:** а – розріз через строму; б – конідієносці; в – конідії (за Коваль Е.З.)

Конідіальна стадія сумчастого гриба Hypocrella libera Syd. ввезена для боротьби з цитрусовою білокрилкою на Чорноморське узбережжя Кавказу у її вогнища. Крім того, її використовують проти тепличної білокрилки в теплицях.

### *Протозойні хвороби комах*

**Найпростіші протозої (Protozoa)** – це одноклітинні, переважно мікроскопічні організми розміром від 2-5 до 50-200 мкм. Тіло їх складається з протоплазми, яка включає одне чи декілька ядер та органел. Поверхня протоплазми утворює кутикулу. Рухаються за допомогою джгутиків і війок. Розмножуються поділом і статевим шляхом (копуляція). За несприятливих умов можуть утворювати цисти.

За літературними даними, існує понад 20-25 тис. видів протозоїв, з яких понад 1200 видів пов'язано з комахами. Таксономію протозоїв весь час уточнюють. Більшість найпростіших, які спричинюють хвороби комах, належать до класів споровиків (Sporozoa) та кнідоспоридій (Cnidosporidia). Хвороби, спричинювані протозоями, мають затяжний, хронічний характер, при цьому найбільше уражується жирове тіло.

**Клас споровики (Sporozoa)** представлений виключно паразитами, що живуть у клітинах комах. Розмножуються, як правило, утворенням спор з одним або декількома зародками, деякі розмножуються тільки статевим шляхом. Види, які паразитують на комахах, належать до двох рядів – грегарини та кокцидії. Уражують комірного хрущака, хрущів та інших комах.

**До класу кнідоспоридії (Cnidosporidia)** належать три ряди, з яких найбільше значення мають мікроспоридії (Microsporidia). Представники ряду паразитують на хребетних (риби) та безхребетних тваринах. Це внутрішньоклі-

тинні паразити. Вони мають дуже малі спори, які містять двоядерний амебовидний зародок та спеціальну нитку (трубочку), за допомогою якої відбувається зараження клітин епітелію в кишечнику. Потім паразит проникає в порожнину тіла, де паразитує в клітинах різних тканин (рис. 38). Комахи заражаються спорами під час живлення та ентомофагами при відкладанні ними яєць. Джерелом спор паразита можуть бути виділення та екскременти хворих комах і їхні трупи. Мікроспоридії можуть передаватися трансоваріально.

Деякі мікроспоридії за сприятливих умов можуть викликати епізоотії.

Протозої збудників хвороб комах вивчені недостатньо. Встановлено, що вони мають синергетичний вплив на розвиток інших хвороб комах. Так, мікроспоридії провокують активізацію вірусних захворювань, які перебувають у латентному стані, прискорюють перебіг хвороби; уражені мікроспоридіями комахи більш сприйнятливі до дії бактеріальних препаратів (ентобактерин, БТБ, ін.).

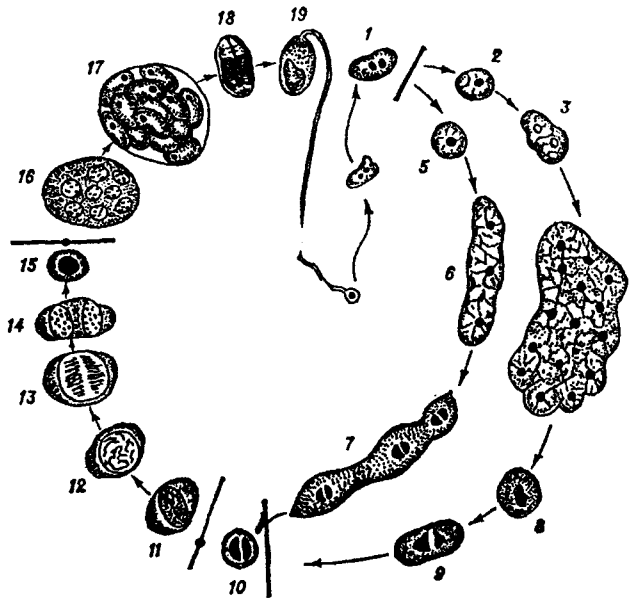



Рис. 38. **Цикл розвитку мікроспоридій роду Thelohania:**
1 – двоядерний планонт; 2-4 – перша серія ділення схизогонії; 5 – меронт; 6 – наростаюча стрічкоподібна стадія; 7 – утворення диплокаріонтів; 8, 9 – перетворення диплокаріонта в меронт; 10 – диплокаріонт; 11-14 – стадія бурхливих мітозів; 15 – споронт; 16 – восьмиядерний плазмодій; 17 – відокремлення споробластів в оболонці панспоробласта; 18 – споробласт, звільнений з панспоробласта; 19 – дозріла спора; 20 – спора із стрекальною ниткою та зародком на її кінці (за Вайзером)



На даному етапі можливі такі шляхи використання мікроспоридій: прогнозування чисельності шкідників, заражених паразитами з метою відміни або зменшення обсягів застосування хімічних засобів у захисті рослин; створення біологічних препаратів на базі мікроспоридій.

Мікроспоридії перспективні для біологічного захисту від шкідників, але вони розмножуються лише в живих комахах, тому для одержання препаратів необхідно заражати штучно розведених живителів. Зустрічаються на комахах більшості таксономічних груп. Наприклад, нозематоз капустяного білана (Nozema meshnili Pail.). Крім названого виду, зараження капустяного білана можуть спричинювати N.brassicae Pail, Thelohania meshnili Pail та Plistophora schubergi Zw. Найбільш поширений перший вид. Уражує всі органи гусениці: жирове тіло, м'язи та ін. У поширенні ноземи беруть участь їздці Apanteles glomeratus L.та Pteromalus puparum L., які також вона уражує. Молоді гусениці при зараженні швидко гинуть, у гусениць старших віків хвороба проявляється хронічно. Епізоотії мікроспоридіозу в популяціях білана мають регулярний характер і спостерігаються в середньому один раз у чотири роки, як і масові розмноження живителя, тому їх можна передбачити.

На гусеницях непарного шовкопряда виявлено декілька збудників мікроспоридіозів, з яких Plistophora schubergi Zw. уражує жирове тіло та яєчники самок. Частина уражених особин заляльковується і дає метеликів, але вони відкладають заражені ноземою яйця. Так хвороба передається потомству. Уражує також кільчастого шовкопряда і золотогуза.

Інші види мікроспоридій спричинюють захворювання гусениць яблуневої плодожерки, стеблового метелика, личинок пластинчастовусих, хрестоцвітних блішок, гусениць картопляної молі, американського білого метелика та ін.

### *Нематодні хвороби комах*

Нематоди належать до типу круглих червів Nemathelmintes. Тіло їх видовжене, нитко- або веретеноподібне, в поперечному розрізі кругле, вкрите щільною кутикулою. Розміри тіла різні. Відкладають яйця або живородні. У своєму розвитку проходять три фази – яйця, личинки і дорослої особини. Яйця нематод мікроскопічні.

Личинки можуть тривалий час залишатися у оболонці яйця, доки не потраплять у тіло живителя.

Є нематоди, які розвиваються на прямокрилих, твердокрилих, клопах, лускокрилих та інших комахах. Найбільше значення в зниженні чисельності шкідливих комах мають такі нематоди.

**Родина штейнернематиди (Steinernematidae) (ряд рабдитиди – Rabditidae).** Представники цієї родини паразитують на тілі комах і викликають у них захворювання, які закінчуються загибеллю живителя. Легко розводяться на штучних середовищах. Розміри їх дуже дрібні, дорослі самки мають коротке,

здуте тіло, самці менші самок. Паразитують на комахах у всіх формах їх розвитку. Проникаючи в тіло комах, заражують їх бактеріями Achromobacter nematophilus. Останні виділяють антибіотики, які затримують розкладання тканин тіла живителя. Нематоди використовують бактерії як джерело живлення.

У збудників нематодних хвороб комах найбільший інтерес становлять неоаплектана довгоносикова (Neoaplectana bothynoderi Kir. et Puc), яка паразитує на звичайному буряковому довгоносику, та N. glaseri St., що паразитує в личинках японського жука. Личинки гинуть через 3-5 днів після зараження.

**Neoaplectana carpocapsae Weis.** Уражує гусениць яблуневої плодожерки, дротяників та ін. Відомо три популяції: чехословацька, виділена Вайзером (1954) з гусениць яблуневої плодожерки; американська ДД-136, виділена Даткі (1955), та місцева, агріотос, виділена Веремчуком (1969) із коваликів.

Для їх лабораторного розмноження розроблені живильні середовища. Чехословацьку популяцію і ДД-136 застосовують для біологічного захисту від яблуневої плодожерки в садах способом обприскування дерев водною суспензією нематод за допомогою звичайних обприскувачів або обробкою ловчих поясів на стовбурах дерев. Можна застосувати її проти східної плодожерки та колорадського жука, але достатня ефективність обробки буває тільки в умовах високої вологості середовища.

Проти яблуневої плодожерки перспективна обробка ловчих поясів на стовбурах.

Для розведення нематод Е.Р. Устименко-Бакумовська (1978) використала гусениць останнього віку вощинної молі, яких розмножували в лабораторії на живильному середовищі за методикою ВІЗР, а також на личинках великого борошняного хрущака. Перед зараженням гусениць обробляли 20%-ним формаліном і відмивали стерильною водою. Заражали їх у стерильних чашках Петрі, наносячи краплину розведеної суспензії на фільтрувальний папір з таким розрахунком, щоб доза інвазійних личинок нематод становила 20 екз. на одну гусеницю (не більше 80). Личинки нематоди зберігаються в 0,1-0,5%-ному розчині формаліну в холодильнику при температурі +7°С. Перед застосуванням їх добре промивають стерильною водою.

Личинки нематод, проникаючи в тіло гусениці, заносять бактерію Achromobacter nematophilus, яка розмножується у гемолімфі, і гусениця гине на третій день від септицемії. Личинки нематод живляться бактеріями. У загиблій гусениці розмножуються декілька поколінь нематод. Трупи гусениць з нематодами збирають у воду, яку через три дні зливають, а нематод зберігають у формаліні, як описано вище.

Вихід личинок нематод із 100 гусениць вощинної молі досягає 7-10 млн екз. Використовують їх для захисту від вищеназваних шкідників.

Слід відмітити також нематоду Howardula oscinellae Good, родина Allantonematidae, яка паразитує у шведській мусі, викликає повну стерилізацію комах. H. phyllotretae Fil. живе у порожнині тіла хвилястої блішки, заселяє в окремих випадках 20-50% особин в популяції комах.



# ЧАСТИНА ІІ. ВИКОРИСТАННЯ ЗООФАГІВ, ПАТОГЕНІВ, ГЕРБІФАГІВ ТА ІНШИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ РОСЛИН

## Розділ 1. НАПРЯМКИ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН. СПОСОБИ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН

До двох раніше відомих напрямків захисту рослин (використання природних ресурсів зоофагів та поповнення агробіоценозів видами корисних організмів), які були обгрунтовані професором М.А. Теленгою та іншими вченими ще в 30-ті роки, тепер необхідно додати ще декілька нових, що виникли внаслідок досягнень у розвитку біологічної науки і уже застосовуються на практиці, а саме: використання гормональних препаратів, зокрема, ювеноїдів, а також використання феромонів та антифідантів.

Отже, враховуючи сказане, напрямки у біологічному захисті рослин можна звести у таку схему:

1. Використання природних ресурсів зоофагів.

2. Поповнення агробіоценозів корисними видами зоофагів, які там відсутні або чисельність їх недостатня.

3. Застосування гормональних препаратів, зокрема ювеноїдів, та інших біологічно активних речовин, що порушують метаморфоз шкідливих видів.

4. Використання феромонів для порушення зв'язків між статями шкідників.

5. Застосування антифідантів, що порушують зв'язки шкідливих видів з кормовими рослинами.

6. Доцільно також виділити окремим пунктом застосування мікробіологічних препаратів, як проти шкідників, так і проти збудників хвороб. Хоча деякі автори вважають цей спосіб звичайним поповненням агроценозу корисними видами, проте така позиція є необгрунтованою. Застосування мікроорганізмів пов'язано з використанням своїх методів. Крім того, при цьому не відбувається збагачення агробіоценозу активними формами мікроорганізмів. Як правило, це не викликає епізоотій, а біопрепарати діють як біологічні інсектициди, деякі так і називаються, як наприклад, БІП.

Є ще окремий напрямок у захисті рослин – генетичний метод, який для скорочення чисельності шкідників застосовує стерилізацію комах чи інші порушення в генетичній системі. Але було б неправильно вважати його окремим розділом біометоду. Він є самостійним окремим методом, який має свої методики і широке поле застосування. Проте він може застосовуватись і для захисту рослин як самостійно, так і в комплексі з різними біологічними засобами. Більше того, він уже на практиці застосовувався в багатьох країнах світу. Тому його можна приєднати до системи біологічного захисту рослин.

Потрібно ще додати про впровадження стійких сортів, що є також важливим елементом системи біологічного захисту рослин. Практично абсолютно стійких сортів майже нема, але відносно стійкі сорти відомі у кожного виду рослин. Впровадження їх має важливе господарське значення, бо вони значно менше пошкоджуються шкідниками та уражуються хворобами, тому виникає менша потреба в застосуванні спеціальних захисних заходів, менше забруднюється середовище залишками прѐпаратів і т.п. Слід, правда, мати на увазі, що стійкість сорту до шкідників чи хвороб не є величиною незмінною. З часом стійкість сорту змінюється, точніше сказати, зменшується. Тому робота із виведення стійких сортів проводиться безперервно.

Як видно з наведеної схеми напрямків у біологічному захисті, їх існує ціла низка. Тому біологічний захист, маючи в своєму арсеналі такі дійові засоби, впритул підходить до здійснення давнішньої мрії захисників рослин – навчитися керувати динамікою чисельності популяції, щоправда, поки що фрагментарно і для найпростіших випадків. Проте, в перспективі така можливість є вірогідною. За своєю сутністю управління популяціями в біоценозах полягає в тому, що зменшуючи чисельність шкідливих видів за допомогою якихось заходів до певного рівня (РЕЕ), господарство створює сприятливі умови для подальшого регулювання її ентомофагами, які триматимуть її на рівні, що не перевищуватиме економічного порогу шкідливості (ЕПШ).

Деякі напрямки у захисті рослин, як наприклад: збереження природних ресурсів зоофагів, сприяння їх діяльності і, особливо, методи збагачення агроценозів видами корисних організмів, яких не вистачає, включають низку способів реалізації цих напрямків. Зокрема, у другому з вказаних напрямків задіяні такі способи:

1) сезонна колонізація зоофагів; велика увага приділена, зокрема, сезонній колонізації трихограми;

2) сезонна колонізація зоофагів та акарифагів в захищеному грунті (фітосейулюс, енкарзія, галиця афідиміза та ін.);

3)інтродукція та акліматизація зоофагів для боротьби з карантинними видами шкідників;

4) внутрішньоареальне переселення ентомофагів (шовкопрядного теленомуса, агеніаспіса та ін.).



## Розділ 2. СПОСОБИ ЗБЕРЕЖЕННЯ І ВИКОРИСТАННЯ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ ЗООФАГІВ, СПРИЯННЯ ЇХ ДІЯЛЬНОСТІ

Процес інтенсифікації у рослинництві передбачає, насамперед, прискорене виведення і впровадження у виробництво високопродуктивних сортів і гібридів сільськогосподарських культур, відносно стійких проти збудників хвороб і шкідників; дотримання науково обгрунтованих сівозмін; удосконалення технологій вирощування культур з використанням захисних систем і прийомів обробітку грунту; раціональне застосування добрив, пестицидів і біологічних засобів захисту рослин при максимальному збереженні природних регулюючих факторів агроценозу.

Вплив інтенсивних технологій землеробства на чисельність і фізіологічний стан як шкідливих, так і корисних компонентів агроценозу, неоднозначний. За даними В.Н. Писаренка (1985), на поливних землях Степу спостерігається підвищення чисельності злакових мух, попелиць, п'явиць, комариків, хлібної жужелиці, лучного і кукурудзяного метеликів.

При застосуванні мілкого безвідвального обробітку грунту після збирання кукурудзи та інших зернових відчутно зростає чисельність хижих жужелиць, значно збільшується заселеність яйцекладок шкідливої черепашки теленомінами.

Безвідвальна оранка після збирання урожаю гороху зменшує кількість шкідників, які живуть у грунті, в три-чотири рази і в стільки ж разів збільшує кількість корисних членистоногих.

Застосування широкорядного посіву люцерни на насіння і міжрядного обробітку грунту після укосу дає можливість звести до мінімуму кількість шкідників, які заселяють посіви, і активізувати діяльність хижих комах.

При застосуванні гербіцидів на посівах кукурудзи збільшується пошкодження рослин стебловим метеликом і попелицею. Внесення під передпосівну культивацію безводного аміаку в дозі 60 кг/га знижує чисельність хлібної жужелиці, а внесення азотного добрива в дозі 90 кг/га під культивацію перед сівбою озимої пшениці і 45 кг/га у фазі її колосіння стимулює розмноження злакових попелиць. Разом з тим, при обробці посівів туром чисельність попелиць різко зменшується.

Високоякісне проведення безвідвального обробітку грунту з наступною зяблевою оранкою забезпечує нагромадження вологи, знищення бур'янів і спричинює значну загибель злакових мух, стеблових пильщиків, трипсів.

Сівба озимої пшениці в оптимально ранні строки зменшує шкідливість хлібної жужелиці, злакових мух, стеблових пильщиків.

Встановлено, що на схилах у спеціальних грунтозахисних сівозмінах найбільш раціональним з фітосанітарної точки зору є розміщення культур смугами.

У кукурудзяних сівозмінах подрібнення післяжнивних решток знаряддями фрезерного типу або дисковими лущильниками знищує понад 90% гусениць стеблового метелика і в п'ять разів збільшує кількість хижих жужелиць.

За даними В.М. Писаренка (1985), надмірне застосування пестицидів підвищує чисельність і деяких шкідливих видів фітофагів, збудників хвороб, зменшує роль природних регулювальних факторів агроценозу.

У використанні регулювальних механізмів агроценозу основна роль належить агротехнічному методу. Зокрема, дослідження, проведені І.Ф. Павловим (1938), показали, що при дотриманні науково обгрунтованих сівозмін чисельність зоофагів на полях значно більша, ніж у первинних біоценозах.

При високій агротехніці зернових культур на 1 га поля налічується близько 60 тис. особин хижих жужелиць, що значно більше, ніж у агроценозах першого порядку.

Порівнюючи корисну діяльність природного комплексу хижих жужелиць з ефектом застосування трихограми методом сезонної колонізації, І.Ф. Павлов дійшов висновку, що жужелиці виконують приблизно в 500 разів більшу роботу, ніж трихограма, яку випускають на поля. Цим же дослідником встановлено, що необгрунтована хімічна обробка посівів без врахування економічних порогів чисельності шкідників і рівнів ефективності природних ресурсів зоофагів призводить до зниження врожайності культур. Так, 24-річний великомасштабний експеримент, проведений у Воронезькій області, показав, що в середньому за 9 років у господарствах, де інсектициди не використовували, врожай зернових був на 4-4,6 ц/га вищий, ніж там, де їх застосовували щорічно. Успіх був досягнений завдяки дотриманню науково обгрунтованих сівозмін і високій якості агротехнічних заходів.

Агроценотичний підхід до захисту рослин передбачає, насамперед, розміщення посівів пшениці після нестерньових попередників у зернових сівозмінах.

Агротехнічний метод найбільш раціонально поєднує вимоги захисту рослин і охорони навколишнього середовища. Зокрема, стосовно зернових культур, створення оптимального фітосанітарного стану полів і підвищення врожаю, в основному, повинно досягатись використанням екологічних факторів. Як бачимо, оптимальну фітосанітарну обстановку можуть створювати, зокрема, раціональні способи обробітку грунту.

Проте на сучасному етапі розвитку землеробства агротехнічний метод не може обійтись без використання хімічних речовин для захисту врожаю. Завдання полягає в тому, щоб застосувати їх не тільки і не стільки для знищення шкідників, а як засіб управління процесами саморегуляції організмів у екосистемі.

Важливого значення набуває використання пестицидів селективної дії і локальне їх застосування, широке впровадження внутрішньорослинної інтоксикації як способом передпосівної обробки насіння, так і внесенням гранульованих препаратів.



Досвід свідчить, що інтегрована система захисту рослин немислима без використання сучасних методів прогнозу чисельності і рівня життєздатності як шкідливих, так і корисних організмів.

Для зниження чисельності бавовникової совки, павутинного кліща, попелиць у Таджикистані понад 20 років застосовують вибіркові обробки пестицидами на основі встановлення критеріїв шкідливості фітофагів. Так, критерієм шкідливості бавовникової совки вважають наявність 8-12 гусениць молодших віків на 100 рослин середньоволокнистих сортів бавовнику і 3-4 гусениці – на тонковолокнистих. При цьому обов'язково враховують чисельність ентомофагів. Якщо, наприклад, колонії попелиць на 50% заселені афідіусами або уражені ентомофторовими грибами, хімічні обробки не проводять. Обприскування акарицидами проти павутинного кліща застосовують лише в тих випадках, коли шкідник заселив 25% листової поверхні, а кількість заселених рослин перевищує 12-15%.

Особливо велику увагу при розробці інтегрованих прийомів захисту бавовнику приділяють агротехніці, зокрема, впровадженню 10-пільної бавовниково-люцернової сівозміни. Адже відомо, що люцерна не тільки підвищує родючість грунту, але й сприяє зростанню чисельності корисної ентомофауни. З цією ж метою широко використовують висівання нектароносів на узбіччях доріг і межах полів. Завдяки цьому, на окремих полях чисельність ентомофагів досягла 720 особин на 100 рослин (Нарзікулов, 1977).

Інтегрований захист не ставить своїм завданням повне знищення шкідників (що взагалі неможливо), а підтримання їх кількості на рівні, який не перевищує економічних порогів шкідливості.

Слід також мати на увазі, що економічні пороги не є константою, вони неодмінно пов'язуються з рівнем ефективності ентомофагів, фазами розвитку і сортовою стійкістю рослин.

Застосовуючи інтегровану систему захисту бавовнику, в багатьох господарствах в Узбекистані і Таджикистані кількість хімічних обробок посівів зменшили до мінімуму, а на окремих полях взагалі обходяться без них. Аналогічні приклади є й на Україні стосовно зернових, зернобобових та технічних культур.

***Прийоми використання регулюючих механізмів при захисті зернових культур.***

Зернові культури пошкоджуються як спеціалізованими, так і багатоїдними шкідники. З них особливо небезпечні: шкідлива черепашка, попелиці, трипси, злакові мухи, хлібні жуки, зернові та інші види совок, стеблові блохи, пильщики, п'явиці; у південних областях України великої шкоди завдає хлібна жужелиця. Крім того, посіви пошкоджуються багатоїдними комахами – озима та інші підгризаючі совки, лучний метелик тощо.

Основою інтегрованого захисту зернових культур від цих шкідників є, насамперед, висока агротехніка. Спеціальні захисні заходи треба провадити проти тих шкідників, чисельність яких перевищує економічний поріг.

*1. Злакові попелиці.* Зернові культури в нашій країні пошкоджує 12 видів попелиць. Часто трапляються велика злакова (Sitobion avenae F.), звичайна злакова (Schizaphis gramina Rond.), ячмінна (Brachycolus noxius Mord.) і черемхово-злакова (Rhopalosiphum padi L.) попелиці, які дають 10-15 поколінь в рік. У роки масового розмноження вони можуть знизити врожай озимої пшениці та інших злакових культур на 10-15% і більше.

Перші три з названих попелиць восени відкладають запліднені яйця по краях озимих посівів. Яйця черемхово-злакової попелиці зимують на пагонах черемхи, де навесні розвивається кілька поколінь шкідника. Крилаті особини, що з'явились, мігрують на посіви злаків у період колосіння озимої пшениці. Тут вони розмножуються у 4-6-ти поколіннях.

Звичайно, крилаті самки великої злакової попелиці з'являються у третьому поколінні. Вони розселяються на посівах ярих злаків і підгоні озимих. Восени вилітають самки і самці амфігонного покоління.

У розмноженні попелиць спостерігаються періоди підняття і спаду чисельності. Масове їх розмноження відмічено в роки, коли висока плодючість амфігонного покоління збігається із сприятливими умовами погоди в період цвітіння озимої пшениці і наливання зерна. Оптимальною середньодобовою температурою повітря в цей період є 18–22°С, кількість опадів 50–80 мм.

Для визначення плодючості амфігонного покоління восени на початку відкладання яєць, по краях посівів збирають не менше 200 самок. Потім під мікроскопом або бінокуляром підраховують кількість яєць у черевній порожнині кожної з них (яйця добре помітні через покриви тіла). Відтак, підраховують середню кількість яєць, що припадає на одну самку.

Якщо на одну самку амфігонного покоління великої злакової попелиці в середньому припадає 2-4 яйця, таку популяцію відносять до категорії з низькою плодючістю. При цьому налічується 9-15 яєць на 100 рослин, взятих восени на периферії поля. Якщо навесні погодні умови будуть несприятливі для розвитку попелиці, то чисельність її буде низькою; при сприятливих же умовах шкідник з'явиться в кількості, яка не перевищує поріг шкідливості. Лише в третьому – четвертому поколіннях можливе значне збільшення кількості цього шкідника.

Коли ж на одну самку амфігонного покоління великої злакової попелиці припадає в середньому 12-18 яєць, таку популяцію відносять до категорії з високим рівнем життєздатності. В цьому разі навесні навіть у першому поколінні за сприятливих умов відбувається масове розмноження шкідника. При такій плодючості самок амфігонного покоління на 100 облікових рослинах восени звичайно налічується 90-100 і навіть більше яєць.



Експериментально доведено, що економічний поріг шкідливості попелиць становить 10-15 особин на рослині. При цьому втрати врожаю не перевищують 3%. Проте, перш ніж прийняти рішення про доцільність застосування захисних засобів, необхідно врахувати чисельність ентомофагів і кількість попелиць, уражених ентомофторовими грибами.

На посівах злакових культур трапляється близько 70 видів спеціалізованих і понад 60 видів багатоїдних афідофагів. В умовах України ми виявили такі спеціалізовані афідофаги:

Род. кокцинеліди (Coccinellidae): 15 видів, в тому числі найбільш поширені Propylaea14-punctata L., Coccinella7-punctata L, C. 5-punctata L., Adonia variegata G.z., Hippodamia 13-punctata L.

Род. дзюрчалки (Syrphidae): 7 видів, в тому числі Syrphus ribesii L., Metasyrphus corollae F., Episyrphus balteatus Deg.

Род. сріблянки (Chamaemyiidae): Leucopis glyphinivora Tanas, L. caucasica Tanas.

Род. галиці (Cecidomyiidae): Aphidolestes aphidimyza Pond.

Род. золотоочки (Chrysopidae): кілька видів, в тому числі найбільш поширені: Chrysopa carnea Steph, Ch. perla L., Ch. formosa Br.

Род. малашки (Melyridae): Malachius viridis L., M. aeneus L.

Род. афідіїди (Aphidiidae): 8 видів, в тому числі Aphidius ervi Hal. A. picipes., Praon volucre Hal.

Род. афеліниди (Aphelinidae): Aphelinus humilis Mer., A. flavipes Forst.

Крім цього, до спеціалізованих афідофагів слід віднести близько 16 видів павуків з родин Araneidae, Salticidae, Linyphiidae та 7 видів ентомофторних грибів: Entomophthora aphidis, E. thaxteriana (Petch.) Hall et Bell.

Встановлено, що коли на одного хижака доводиться 20 попелиць, або колонії попелиць заселені понад 50% паразитами чи ентомофторовими грибами, то посіви інсектицидами обробляти недоцільно.

Чисельність попелиць і афідофагів обліковують по краях посівів на самому початку виявлення перших колоній. Для цього в 10 місцях зрізують по 20 рослин, вміщують їх у мішечки з бязі й зав'язують шпагатом. Через добу вміст мішечків струшують на великий білий аркуш паперу і підраховують загальну кількість попелиць на 200 колосках. Одночасно в тих же місцях візуально підраховують кількість афідофагів на 200 стеблах, а потім, скільки попелиць припадає на одного хижака. Наприклад: на 200 колосках виявлено личинок кокцинелід – 3, галиць – 2, сирфід – 1, мух-сріблянок – 2, а попелиць – 1700, з яких 300 муміфіковані афідіусами. Отже, на 8 хижаків припадає 1700-3000 попелиць, тобто на одного хижака – 175 попелиць. За такого співвідношення краї необхідно обробити інсектицидами. Якщо на одного хижака при сприятливих для шкідника умовах припадає 15 попелиць, а при несприятливих – до 20, то обробки недоцільні. Таке оптимальне співвідно-

шення хижаків і шкідника називається рівнем ефективності ентомофагів (РЕЕ). При оптимальному співвідношенні хижаки самі зменшать чисельність попелиць до мінімуму.

Краї полів звичайно обробляють в роки масового розмноження попелиць, коли з'являються перші їх колонії і співвідношення між хижаками і попелицями перевищує РЕЕ. Для обробок використовують 50%-ний к.е. актелику з витратою 0,5 л/га. Незважаючи на те, що за такої дози витрати препарату гине близько 25% афідофагів, на четвертий – п'ятий день за обробленою смугою створюється оптимальне співвідношення між хижаками і попелицями.

Якщо все поле заселено попелицею, то авіаобприскування посівів слід проводити по смугах через 45-50 м. Витрати на проведення крайових обробок становлять 1/6-1/4 суми, необхідної для суцільної обробки.

У роки масового розмноження попелиць велике значення має розміщення посівів біля ріпака, вики або обсівання ними зернових культур. За таких умов кількість попелиць, уражених паразитами, збільшується в 3-5 разів.

В роки збільшення чисельності попелиць доцільно звести до мінімуму внесення азотних добрив і позакореневі підживлення ними, щоб уникнути підвищення плодючості цього шкідника.

Видовий склад афідофагів в Україні майже однаковий, у зв'язку з чим вищезгадані закономірності поширюються як на технічні, так і кормові культури.

*2. Трипси.* На посівах злакових культур в Україні зареєстровано 56 видів рослиноїдних і 11 видів хижих трипсів. Особливо велике значення як шкідники і переносники збудників вірусних хвороб колосових культур мають спеціалізовані види. Про ступінь їх спеціалізації свідчить наявність личинок того чи іншого виду на даній культурі.

Так, оранжеві личинки пшеничного трипса (Haplothrips tritici Kurd.) трапляються лише на озимій та ярій пшеницях, личинки вівсяного трипса – на посівах вівса і вівсюгах. Посіви ячменю і жита та інших злакових заселяють личинки пустоцвітного Haplothrips aculeatus Fabric, житнього Limothrips denticornis Hal. і тонковусого Frankliniella tenuicorni Lir трипсів.

Відомо, що на трипсів полює близько 50 видів хижаків. З них тільки види родів Aeolothrips, Melanthrips, Rhipidothrips є спеціалізованими хижаками, які живляться яйцями і личинками рослиноїдних трипсів. Один хижий елотрипс або його личинка старшого віку протягом доби висисає 70-30 яєць чи 32-44 личинки пшеничного трипса.

Хижі трипси розвиваються у двох поколіннях, зимують личинки в грунті. Навесні вони оточують себе щільним прозорим коконом і перетворюються на пронімфу, а через 5-6 днів – німфу. Дорослі трипси вилітають через 5-7 днів після окрилення і деякий час живляться нектаром і пилком на суцвіттях айстрових, капустяних та ін. Від рослиноїдних трипсів вони легко відрізняються більшою рухливістю і наявністю на крилах темних широких поперечних смужок.



При співвідношенні 1:6, тобто коли на одного хижака припадає близько 6 рослиноїдних трипсів, недобір зерна пшениці, жита, ячменю, вівса не перевищує 1,8%, а це значно нижче економічного порогу шкідливості. За такої умови проведення винищувальних заходів недоцільне, що, звичайно, буває в роки депресії рослиноїдних трипсів. У роки їх масового розмноження це співвідношення становить 1:20–30, а недобір зерна досягає 6-8%, що спонукає до застосування інсектицидів.

Для визначення співвідношення між хижими і рослиноїдними трипсами у фазі цвітіння зрізають по 10 рослин у 20 місцях по периферії поля і вміщують в мішечки з щільної тканини. Через одну або дві доби вміст мішечків витрушують на аркуш білого паперу і підраховують трипсів.

Економічним порогом шкідливості пшеничного, вівсяного, житнього, пустоцвітного, тонковусого трипсів є наявність на колосі двох імаго або восьми личинок. При цьому втрата зерна не перевищує 3% урожаю за умови 30% заселеності рослин. Якщо на одного хижого трипса припадає понад 6 особин рослиноїдних видів, краї полів обробляють інсектицидами. При локальному застосуванні фозалону при нормі витрати 0,5 л/га (за препаратом) оптимальне співвідношення між хижими і рослиноїдними видами створюється на посівах через 48 годин, при застосуванні амбушу (0,5 л/га) – через 72-96 год.

Обробку крайових смуг посівів провадять за допомогою обприскувача типу ОВТ-ІА. Як правило, це обприскування збігається з обробкою проти злакових попелиць і може бути проведене одночасно проти обох шкідників.

Обсів ріпаком країв поля сприяє створенню оптимального співвідношення між хижими і рослиноїдними видами трипсів (табл. 1, 2).

У нашому прикладі (табл. 1) рівень максимальної щільності рослиноїдних видів на одну рослину у фазі цвітіння становив (344 +35) : 25 = 15 екз. на колос.

На одного хижака припадало рослиноїдних трипсів у фазі цвітіння і молочної стиглості – 7,1-6,5 екз.

Урожай на контролі (з обробкою інсектицидом) становив 46,1, на дослідній ділянці (без застосування інсектициду) – 45,89 ц/га.

Приклад динаміки чисельності трипсів на посівах озимої пшениці сорту Киянка, обсіяних ріпаком (агростанція НАУ), в тому числі личинок (у дужках), наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – **Динаміка чисельності трипсів на посівах озимої пшениці, обсіяних ріпаком**

| Видовий склад | Кількість трипсів на 25-ти рослинах у фазах | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | кущіння | вихід у трубку | виколошування | цвітіння | молочна стиглість | воскова стиглість |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Haplothrips tritici Kurd. | - | - | 76 | 344 (30) | 117 (117) | 27(17) |

*Продовження табл. 1*

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Frankliniella tenuicornis Uzel. | - | - | 102 | 35(35) | 0(0) | - |
| Chirothrips manicatus Hal. | 12 | 12 | 5 | - | - | - |
| Ch. hamatus Trybom | - | 16 | - | - | - | - |
| Limothrips cerealium Hal. | 7 | - | - | - | - | - |
| L. schmutzi Pr. | 4 | 21 | - | - | - | - |
| Apithrips intermedius Pr. | - | 13 | 12 | - | - | - |
| Aptinothrips rufus Gmel. | 11 | - | - | - | - | - |
| Haplothrips aculeatus Farb. | 9 | - | - | - | - | - |
| Aeolothrips versicolor Uz. | 1 | 2 | 24 | 53(36) | 18(18) | 13(13) |
| A. albicinctus Halid | 1 | - | - | - | - | - |
| На одного хижого припадає рослиноїдних | | | | 7,1 | 6,5 | 2,0 |

Недобір зерна – 0,21 ц/га. Аналіз ситуації (за другим прикладом):

рівень максимальної щільності рослиноїдних видів на одну рослину у фазі цвітіння становив 15,9.

На одного хижого трипса припадало 56 рослиноїдних у фазах цвітіння і 46 – молочної стиглості зерна.

Урожай на контролі (з обробкою інсектицидом) – 44,4, на дослідній ділянці (без обробки) – 40,8 ц/га.

Недобір урожаю – 3,6 ц/га.

Приклад динаміки чисельності трипсів на посівах озимої пшениці сорту Киянка на ділянці, не обсіяній рапсом (агростанція НАУ), в тому числі личинок (у дужках), наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – **Динаміка чисельності трипсів на посівах озимої пшениці, не обсіяних ріпаком**

| Видовий склад | Кількість трипсів на 25-ти рослинах у фазах | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | кущіння | вихід у трубку | виколошування | цвітіння | молочна стиглість | воскова стиглість |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Haplothrips tritici Kurd. | - | - | 285 | 397 (90) | 414 (405) | 334 (334) |
| Frankliniella tenuicornis Uzel. | - | - | 141 | - | - | - |
| Anaphothrips obscurus Mul. | - | 33 | 27 | - | - | - |
| Chirothrips manicatus Hal. | 11 | 17 | - | - | - | - |
| Ch. hamatus Trybom | 9 | - | - | - | - | - |
| Limothrips cerealium Hal. | - | 5 | - | - | - | - |



*Продовження табл. 2*

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| L. schmutzi Pr. | 16 | - | - | - | - | - |
| Apithrips intermedius Pr. | - | 21 | - | - | - | - |
| Aptinothrips rufus Gmel. | - | 3 | - | - | - | - |
| Haplothrips aculeatus Farb. | 12 | - | - | - | - | - |
| Aeolothrips versicolor Uz. | 0 | 0 | 9 | 7(7) | 9(9) | 20(20) |
| A. intermedius Bagn. | 2 | 2 | - | - | - | - |
| На одного хижого припадає рослиноїдних | | | | 56 | 46 | 16 |

Порівнюючи дані обох таблиць, бачимо, що на другій ділянці у фазах (без обробки) цвітіння на одного хижака припадало 56 рослиноїдних трипсів, що в 7,5 рази більше, ніж на першій ділянці. І як наслідок – недобір зерна виявився приблизно в 16 разів більший, ніж у першому прикладі (див. табл.1).

Основними регуляторами чисельності рослиноїдних трипсів після збирання пшениці й вівса є хижі жужелиці, стафіліниди, павуки, малашки, личинки ктирів. При ранньому лущінні стерні цих культур значно збільшуються пошукові можливості хижаків, а їхня кількість у 7-8 разів більша, ніж при лущінні, проведеному через 10-12 днів після збирання врожаю. При лущінні стерні в день збирання чисельність личинок пшеничного трипса зменшується майже в 200, вівсяного – в 35 разів. Розглянемо приклади щодо рішення про доцільність застосувань винищувальних заходів проти рослиноїдних трипсів.

1. У пробі з 25 колосків, зібраних в період цвітіння озимої пшениці, виявилось 402 рослиноїдних і 67 хижих трипсів.

Рішення: на одного хижого трипса припадає 402 : 67=6 рослиноїдних, отже, проводити хімічні заходи з управління чисельністю трипсів недоцільно.

2. У пробі з 25-ти колосків в період цвітіння озимої пшениці виявилось 51 рослиноїдних і 3 хижих трипси.

Рішення: 51 : 3 = 17, отже необхідно провести крайові обробки посівів інсектицидами, бажано фозалоном, з розрахунку 1 л/га (за препаратом).

*3. Шкідлива черепашка*. Профілактичні заходи в зменшенні чисельності шкідливої черепашки Eurygaster integriceps Put. у місцях зимівлі спрямовані на створення несприятливих для шкідника умов.

Для цього, зокрема, проріджують лісосмуги та розгрібають у них листяну підстилку.

У 30-ті роки для боротьби з черепашкою застосовували сезонну колонізацію яйцеїдів з род. сцеліонід: Trissolcus grandis Thoms, T. vassilievi Mayr, Telenomus socolovi, T. chloropus Thoms. Проте ця робота виявилась трудомісткою і малоефективною.

Важливе значення в обмеженні чисельності цього шкідника має дотримання агротехнічних заходів, які забезпечують дружну появу сходів і опти-

мальний розвиток рослин, зокрема, дотримання оптимальних строків сівби і норм висіву насіння, глибини його загортання з урахуванням біологічних особливостей сортів.

Встановлено, що при середній масі самок черепашки, які зимують, менше 110 г, популяція її фізіологічно послаблена і хімічні обробки провадити недоцільно. При такому рівні життєздатності популяцій їх яйцекладки на 95% уражуються сцеліонідами.

В тому разі, коли яйцекладки клопів уражені яйцеїдами не менше, як на 50%, а загальна чисельність яйцекладок не перевищує 1 екз. на 1 м$^2$ посіву, що прилягає до полезахисних смуг та інших деревних насаджень, у смузі шириною близько 50 м інсектициди не застосовують, що сприяє створенню тут резервацій корисних ентомофагів.

Інсектицидами обробляють посіви озимої пшениці, коли чисельність клопів, які перезимували, становить 2 екз./м$^2$ за умов, сприятливих для розвитку рослин і 1,5 екз. за несприятливих (посуха тощо).

На посівах, де заплановано одержати кондиційне зерно твердих, сильних і цінних пшениць, обприскують при наявності двох особин на 1 м$^2$. Цю обробку доцільно поєднувати з позакореневим підживленням азотними добривами, яке також провадять у фазу колосіння – наливання зерна. Всі інші озимі посіви обробляють при чисельності 5-6 і більше личинок на 1 м$^2$.

У роки депресії черепашки хімічні обробки посівів не провадяться, що сприяє підвищенню ролі природних яйцеїдів.

Важливим агротехнічним засобом у боротьбі з черепашкою є раннє збирання пшениці. Роздільне збирання необхідно починати у фазі початку воскової стиглості, а підбирання валків – не пізніше двох-трьох днів після скошування. При цьому личинки не закінчують розвиток і гинуть на 50-80%, а молоді клопи, які окрилились, не встигають догодуватись і не перезимовують.

У районах з підвищеною вологістю повітря для скорочення періоду живлення клопів рекомендується урожай збирати прямим комбайнуванням з негайним видаленням соломи з полів і лущінням стерні з наступною оранкою.

*4. Регулювання чисельності хлібної жужелиці за допомогою токсикації сходів.* Хлібна жужелиця (Zabrus tenebrioides Goeze) дуже пошкоджує озиму пшеницю в Степу і місцями Лісостепу, особливо на тих полях, де сіяли після стерньових попередників.

У післяжнивний період жуки скупчуються на полях, де є сходи падалиці, й відкладають у грунт яйця. Виплодження личинок звичайно збігається з появою сходів озимої пшениці, що пошкоджується ними восени і навесні. При чисельності личинок 2 екз. на 1 м$^2$ і більше на посівах утворюються плішини.

В обмеженні чисельності шкідника основне значення має дотримання багатопільних сівозмін, недопущення сівби озимої пшениці після стерньових попередників, збирання зернових у ранні стислі строки, запобігання втратам



зерна, видалення соломи з полів, раннє лущіння стерні. Ефективним заходом боротьби з личинками хлібної жужелиці є передпосівна обробка насіння чи внесення в рядки під час сівби гранульованих препаратів. При цьому значна кількість ослаблених личинок гине також від хвороб і паразитичних нематод-мермитид.

*5. Озима муха і опомиза.* На Поліссі і в Лісостепу періодично в ранньовесняний період сходи озимих пошкоджують озима муха (Hylemyia coarctata Flln) і опомиза (Opomyza florum Flln). Внаслідок цього центральні листки спочатку жовтіють, а потім засихають. Кількість загиблих рослин досягає 30%, а недобір зерна – 2,3-2,8 ц/га.

Озима муха в два рази більша за опомизу, довжина її тіла 6-8 мм. У опомизи крила з жовто-бурими плямами на поперечних жилках і димчастою облямівкою на вершині. Пупарії озимої мухи мають чотири зубці, а у опомизи є ще й два тупих виступи.

Генерація обох видів одноріча. Посіви вони заселяють з країв і майже не трапляються в центральній частині поля. З початку появи сходів озимих до перших заморозків мухи відкладають білі довгасті ребристі яйця в поверхневий шар грунту біля основи рослин. Рано навесні личинки, які виплодились з яєць, вибуравлюються в молоді стебла. Одна личинка пошкоджує 5-6 рослин.

Резервацією цих мух є запирінені ділянки та інші місця, де ростуть злакові бур'яни.

Рівень життєздатності популяцій озимої мухи визначається за середньою масою пупаріїв. Щоб її визначити, треба зважити близько 200 пупаріїв. При середній масі пупарія 7,8–8 мг самки відкладають у чотири рази менше яєць, ніж ті, що виплодились з пупаріїв масою 9,5 –10 мг.

Якщо на полях озимої пшениці рано навесні кількість загиблих рослин досягає 3%, а під час обліків, проведених на початку червня, на 1м$^2$ рядка налічується 4-5 пупаріїв і при їх середній масі понад 8 мг, то в таких господарствах восени необхідно проводити передпосівну обробку насіння, яким обсівають краї полів, або внести в рядки під час сівби гранульовані препарати.

Підраховано, що на 1 м$^2$ посівів озимі мухи відкладають 1260-1710 яєць, проте близько 95% їх знищують восени жужелиці-бігунчики Bembidion lampros L., B. ustulatum L. Це дрібні (завдовжки 2,5–4,5 мм), блискучо-чорні, або бронзові, дуже рухливі жучки з родини жужелиць. Розвиваються вони, звичайно, в одному поколінні, зимують під рослинними рештками. Із місць зимівлі виходять в другій половині квітня. Яйця відкладають у грунт. Плодючість однієї самки в середньому становить 120-130 яєць. Бігунчики дуже ненажерливі і кожен з них протягом доби з'їдає 80 яєць комах–шкідників, пробігаючи за цей час близько 12 км. Личинки бігунчиків з'являються наприкінці травня. Вони також живляться яйцями комах, але не минають і їхніх личинок. Закінчивши живлення, що триває протягом 50-60 діб, вони заляль-

ковуються приблизно в середині червня. Масове виплодження молодих жуків відбувається на початку серпня.

Нерідко у господарствах в період льоту озимої мухи або опомизи сходи озимої пшениці по краях полів обробляють інсектицидами. Однак такі обробки не дають позитивних результатів, оскільки при цьому знищуються жужелиці-бігунчики. Внаслідок чого кількість стебел, пошкоджених личинками мух, зростає в 2,7-3,1 рази порівняно з пошкодженістю на полях, де ці обробки не проводили.

До 30% лялечок озимої мухи в літній період знищує алеохара з родини коротконадкрилих. Самки алеохари відкладають яйця під грудочки грунту. Личинки, що виплодились, вбуравлюються у пупарії мух і паразитують на лялечках, а згодом там же заляльковуються.

На полях, де застосовують крайову токсикацію сходів (передпосівна обробка насіння), бембідіони і алеохари зберігаються і знищують відкладені яйця та личинок злакових мух.

Крайова токсикація сходів озимої пшениці зменшує чисельність шведських мух, меромизи, зеленоочки, захищає також сходи від пошкодження гусеницями озимої совки. При цьому зберігаються ентомофаги і підвищується їх ефективність, бо на краще змінюється числове співвідношення їх і жертв.

Особливо велике значення має своєчасне лущіння стерні в обмеженні чисельності личинок пшеничного трипса, кількість яких звичайно становить 3,5-4 тис. особин на 1 м$^2$.

Личинки пшеничного трипса перед збиранням падають з колосків на землю і ховаються в післяжнивні рештки, де перебувають під час зимової діапаузи.

Якщо злущити стерню в день збирання пшениці, личинки потрапляють в дуже несприятливі умови – їх знищують хижаки, а також уражують хвороби, внаслідок чого вони виявляються непідготовленими до зимівлі. При запізненні з цим агрозаходом на один – два тижні личинки шкідника увійдуть в зиму в доброму стані і можуть становити загрозу наступному урожаю.

*6. П'явиці й інтегровані заходи управління їх чисельністю*. П'явиці поширені по всій Україні, особливо їх багато в Лісостепу і Степу. Злаковим культурам завдають шкоди червоногруда (Lema melanopus Voet) і синя (Lema lichenis Voet) п'явиці. Перша з них віддає перевагу посівам вівса і ячменю, друга – посівам озимої пшениці. Живляться вони також пирієм повзучим, що підвищує рівень їх життєздатності. Останній визначається за середньою масою жуків, що відійшли у зимову діапаузу.

Плодючість самок синьої п'явиці, які перезимували, при масі тіла 9,2-9,5 мг становить 324 яйця, червоногрудої при масі 16,2 мг – 182, а при 18 мг – 390 яєць.

Втрати врожаю зерна районованих сортів зернових культур при наявності в період виходу в трубку на 1м$^2$ 10-12 жуків червоногрудої або 13-15 синьої



п'явиці становлять близько 3%. Такі ж втрати спостерігаються при наявності в період після виколошування чотирьох личинок червоногрудої або п'яти личинок синьої п'явиці на 1 м$^2$.

З природних ентомофагів основне значення в зниженні чисельності яєць п'явиць має Anaphes lemae Bakk., личинок знищує лемофагус Lemophagus curtus Townes. Обсів зернових культур вико-вівсяною сумішкою або ріпаком створює оптимальне співвідношення між ентомофагами і шкідниками. При наявності на одному суцвітті двох-трьох анафесів і 5-8 п'явиць на 1 м$^2$ посівів паразит може уразити всі яйця, відкладені шкідником. Додаткові витрати на проведення обсіву вико-вівсяною сумішкою або ріпаком гарантує збереження 2-3 ц/га зерна.

Резервації анафеса можна створювати підкошуванням злакових трав у полезахисних смугах у другій половині серпня – на початку вересня. Після цього на стеблах і молодих листках, що відростають, налічується близько 36-42 яєць п'явиць з розрахунку на 1 м$^2$, які уражуються анафесом на 84-93%. Розмноживши у цих резерваціях, анафес згодом перелітає на посіви озимих культур.

*7. Захист посівів кукурудзи від стеблового метелика (Ostrinia nubilatis Hb)*. Досягається поєднанням агротехнічних заходів з випуском трихограми. Зокрема, в обмеженні чисельності цього шкідника велике значення має дворазове (по діагоналях) дискування поля з-під кукурудзи на глибину 10-12 см з наступною зяблевою оранкою. Це забезпечує знищення гусениць метелика на 99% (Саблук, 1975) і активізує пошукові здатності хижих жужелиць. Серед агротехнічних прийомів має значення також використання стійких гібридів. Своєчасне збирання рослин на силос і зерно при низькому скошуванні також сприяє зменшенню чисельності гусениць, оскільки 68,7-75,8% їх в цей період знаходяться на висоті 12 см від поверхні грунту.

Агротехнічні заходи доповнюються випуском трихограми (див. розділ 5).

*8. Захист посівів кукурудзи від дротяників*. Посіви кукурудзи найбільше пошкоджуються личинками жуків-коваликів (дротяниками) в тому разі, коли попередником кукурудзи були багаторічні трави або озима пшениця. При цьому щільність дротяників досягає 25 екз./м$^2$. Важливу роль у зменшенні чисельності яєць і личинок ковалика відіграють жужелиці бембідіони (Bembidion), а також види жужелиць родів Calathus, Clivina, Broscus, Pterostichus та ін.

Розпушення грунту посилює активність хижаків і значно зменшує чисельність дротяників.

Але при великій заселеності грунту дротяниками одних лише агротехнічних заходів буває недостатньо. В цьому разі рекомендується обробка насіння фентіурамом та іншими препаратами.

***Агроценотичні основи захисту зернобобових культур від шкідливих організмів***. Найбільш поширеними зернобобовими культурами в Україні є

горох, квасоля, вика і соя, посіви яких заселяються багатоїдними і спеціалізованими шкідниками.

Серед спеціалізованих видів найбільш небезпечні смугастий і щетинистий бульбочкові довгоносики та горохова плодожерка. Небезпечний шкідник сої (акацієва вогнівка) поширений переважно в південно-східних районах республіки.

Чималих втрат завдають переносники збудників хвороб сої: рослиноїдні трипси, клопи, цикади і попелиці.

Слід зазначити, що життєві цикли багатьох шкідників (бульбочкові довгоносики, горохова попелиця) тісно пов'язані з тими полями або природними стаціями, на яких вирощують багаторічні бобові трави.

Розглянемо деякі типові приклади управління чисельністю шкідливих і корисних організмів у зернобобових агроценозах.

**Ефект обсівання полів нектароносами.** На агростанції агроуніверситету, а також у прилеглих до неї господарствах Васильківського району посіви гороху обсівають вико-вівсяною сумішкою, ріпаком, іноді фацелією, що сприяє зниженню чисельності горохового зерноїда (Bruchus pisorum L.). На посівах гороху його жуки з`являються у період бутонізації – на початку цвітіння. Спочатку вони скупчуються по краях полів, живлячись пилком квіток, а потім приступають до відкладення яєць, розміщуючи їх на стулки бобів у краплину рідини, яка швидко твердіє. На один біб самка відкладає від 3-5 до 30 яєць.

Яйця брухуса уражуються спеціалізованими паразитами з род. Trychogrammatidae, зокрема, усканою (Uscana senex Grese).

Крім горохового зерноїда, вона уражує яйця бобового, викового, конюшинового, лядвенцевого, сочевицевого, еспарцетового, чинового зерноїдів.

За вегетацію ентомофаг має 3-4 покоління. Одна самка уражує 60-80 яєць живителя і понад 100 наколює, тобто вона здатна знищувати всі яйця, відкладені одним зерноїдом.

Паразитовані яйця зерноїдів через 4-5 днів темніють, а через тиждень стають чорно-блискучими. За нашими спостереженнями, на полях, які були обсіяні вико-вівсяною сумішкою або ріпаком, ураженість яєць брухуса усканою становила від 63 до 81%, тоді як на контролі (без обсівання) – від 3 до 16%. У господарствах, де поля були обсіяні, кількість пошкоджених личинками зерен не перевищувала 1,4% (при 27,5% на контролі). А на ділянках, де під час бутонізації посіви гороху були оброблені 25% к.е. амбушу з розрахунку 0,8 л/га, пошкодженість зерен становила 7,2 – 8,1%.

На кожному суцвітті вики в окремі роки у період відкладання яєць брухусом виявлено від 17 до 47 яйцеїдів.

При обсіванні полів ріпаком яйцеїдів було дещо менше, а на фацелії – більше, ніж на виці.



Обліковувати ускану способом косіння сачком не вдається. Для її відловлювання слід використовувати саморобний гідроекслектор. З цією метою одне або два суцвіття вміщують у невеликий бязевий мішечок, акуратно обв'язують його навколо склянки або широкогорлої пробірки, в яку на дно укладають зволожену вату. Їздці в міру підсихання суцвіття переміщуються в склянку.

У збереженні яйцеїда велике значення має підсів у полезахисних смугах еспарцету та інших бобових. В яйцях брухуса на еспарцеті зимують личинки ускани. Наявність у полезахисних смугах білої акації також має позитивне значення в нагромадженні паразита. Ускана тут зимує в яйцях акацієвого, а розвиток її першого покоління відбувається в яйцях еспарцетового зерноїда.

У суцвіттях обсіву трапляються також паразити личинок горохового зерноїда – динармус (Dinarmus laticeps Ver.) род. Pteromalidae і еупельмус (Eupelmus microzonus) род. Euepelmidae. Але, якщо ускана знищує шкідника на стадії яйця, то динармус і еупельмус після того, як личинка вже встигла пошкодити зерно.

На обсівах полів викою для додаткового живлення зосереджується понад 86 видів паразитів совок, горохової плодожерки, попелиць. На полях, обсіяних медоносами, горохова попелиця буває уражена афідіусами в 14-16, а гусениці капустяного білана уражуються апантелсом та іншими їздцями в 6-8 разів більше, ніж на полях без обсіву.

Добрі результати дає також обсівання полів кропом, у суцвіттях якого в значній кількості підживлюється тахіна ернестія (Ernestia consobrina Mg). Відомо, що вона відкладає на листки рослини не яйця, а рухливих личинок, які нападають на гусениць і проникають у їхнє тіло.

**Управління чисельністю попелиць і бульбочкових довгоносиків.** Серед шкідників зернобобових культур особливо небезпечна горохова попелиця (Acyrthosiphon pisum Harris). Яйця її зимують на посівах багаторічних бобових трав. Крилаті самки-розселювачки навесні мігрують з багаторічних трав на однорічні бобові культури, переважно на посіви гороху. Тут шкідник дає 5-6 поколінь. При масовому розмноженні попелиць втрати врожаю можуть досягати 20-30%, крім того, погіршуються посівні якості насіння. Економічний поріг шкідливості цієї попелиці становить 15 особин на одну рослину на початку цвітіння гороху при 30%-ному їх заселенні.

На посівах люцерни і конюшини звичайно співвідношення між чисельністю афідофагів і попелиць не перевищує рівня ефективності, тобто на одного хижака припадає менше 30 попелиць, у зв'язку з чим на цих культурах не провадять спеціальних заходів із зниження їх чисельності.

Горохову попелицю знищують ті самі афідофаги, що й на інших польових культурах, а також гриби роду Enthomophthora.

У сприятливі для розмноження попелиці роки (при підвищенні середньодобової температури повітря до 20-21°С і сумі опадів за декаду 15-20 мм),

якщо рівень плодючості самок амфігонного покоління перевищує 10 яєць, необхідно краї полів до початку цвітіння обробляти актеліком або золоном з розрахунку 0,5 л/га. Дуже небезпечними шкідниками сходів гороху є бульбочкові довгоносики (Sitona lineatus L., S. crinitus Hr.bst). Зимують жуки під рослинними рештками на багаторічних бобових травах. Навесні при температурі 7-8°С вони починають пошкоджувати на конюшині й люцерні стебла і листки, які відростають. Коли з'являються сходи зернобобових культур, довгоносики перебираються на них, заселяючи спочатку краї посівів; а потім через тиждень – два і все поле. При наявності 5-6 жуків на 1 м$^2$ вони повністю знищують сходи.

Протягом року шкідник дає одне покоління. Самка довгоносика відкладає на поверхню грунту близько 3 тис. яєць. Личинки, які вилуплюються з них, проникають у грунт і пошкоджують бульбочки у коренях бобових рослин. Розвиток личинки триває 24-40 діб, після чого вони заляльковуються в місцях живлення.

Основну роль в обмеженні чисельності яєць бульбочкових довгоносиків відіграють жужелиці бембідіони. При співвідношенні жужелиць і довгоносиків 1:1 – 2 відкладені довгоносиками яйця повністю знищуються. Однак на посівах це співвідношення становить 1:8 – 12. Щоб його оптимізувати, вдаються до крайової токсикації сходів. З цією метою насіння обробляють інсектицидами і висівають у крайовій смузі поля шириною 30-50 м.

Знищенню кількості довгоносиків і збереженню хижаків сприяє внесення під час сівби гранульованих препаратів. Досвід показав, що загибель бульбочкових довгоносиків протягом перших двох тижнів після внесення інсектицидів становить 81-96%, тоді як хижі жужелиці при цьому зберігаються.

З допомогою токсикації насіння можна досягти майже повної загибелі гороховой попелиці.

Крайову токсикацію посівів гороху доцільно планувати в тому разі, коли весною на багаторічних травах налічується 5 і більше особин смугастого і щетинистого довгоносиків на 1 м$^2$.

Бульбочкові довгоносики, звичайно, мігрують з посівів гороху на посіви сої та інших зернобобових культур, які пізно достигають. За нашими даними, у фазі 5-6 справжніх листків на сходах сої на 1 м$^2$ грунту було 16-18 яєць бульбочкових довгоносиків (дані одержані методом флотації поверхневого шару грунту, взятого в міжряддях).

У відкритих лізиметрах, куди бембідіони не проникали, кількість яєць досягла 76 на 1 м$^2$. В цей же період чисельність бембідіонів на посівах сої становила 23-27 екз./м$^2$. Переважали Bembidion quadrimacatulatus L., B. properans Steph., B. lampros L.

Підрахували, що B. quadrimacatulatus протягом доби з'їдає близько 60 яєць довгоносиків. Також було встановлено, що він знищує яйця багатьох



інших шкідників, відкладені на поверхню або середину грунту (озимої мухи, опомизи, жуків-коваликів, чорнишів, весняної капустяної мухи та ін.).

Розпушування грунту в міжряддях сої збільшує кількість бембідіонів, бо полегшує їм пошук жертви. Завдяки цьому спостерігається також зростання чисельності хижих жужелиць: Pterostichus cupreus L., Clivina fossor L., Calathus halensis Schall., Anisodactylus signatus Panz, Carabus scabriusculus Ol., C. coriaceus L., Calosoma denticolle Gebl.

Вони відомі як активні знищувачі дротяників і несправжніх дротяників.

Крім жужелиць, велике значення в зниженні чисельності дротяників і несправжніх дротяників мають личинки ктирів роду Asilus, кількість яких в окремі роки досягає 4-5 екз./м$^2$ ріллі.

**Регулювання чисельності переносників вірусних хвороб сої.** Найбільш поширеними вірусними хворобами сої є жовта і звичайна мозаїка. Уражені ними рослини відстають у рості, іноді вилягають. На листках з'являються жовті плями, переважно уздовж центральної жилки, через деякий час жовтіють усі рослини, листки їх скручуються і висихають. Ступінь ураження рослин визначається різними факторами, в тому числі кількістю сисних комах: трипсів, клопів-сліпняків, попелиць, цикад. Особливо у великій кількості зустрічаються трипси (Thysanoptera) і клопи-сліпняки (Miridae). В суцвіттях сої, зокрема, виявлено 32 види рослиноїдних і 2 види хижих трипсів.

Встановлено, що з цієї кількості рослиноїдних трипсів переносниками хвороб є Kakothrips robustus Uzel, K. dentatus Knechtel, Odonthothrips phaleratus Hal., O. intermedius Uzel, O. confusus Pr., Frankliniella intonsa Tryb., Thrips tabaci Lind, Haplothrips niger Ogb., H. reuteri Karny.

Чисельність рослиноїдних трипсів обмежується багатьма видами хижаків, які належать до родів Aeolothrips, Rhipidothrips, Melanthrips.

Серед сліпняків як переносники вірусних хвороб відомі Lygus rugulipennis, L. gemellatus H.– S., L. pratensis, Adelphocoris lineolatus Goeze, Polymerus cognatus Fieb.

Чисельність рослиноїдних клопів обмежують хижі клопи з роду Nabis.

Збільшення ураженості сої жовтою мозаїкою збігається з ростом чисельності трипсів і клопів. Встановлено, що в тих випадках, коли на одного хижого трипса припадає 7 рослиноїдних клопів, або на одного набіса припадає 12 рослиноїдних трипсів, соя мінімально уражується вірусними хворобами (не більше 1%). Такий рівень ефективності зоофагів можна створити крайовими обробками поля інсектицидами вибіркової дії.

Добрі результати у боротьбі з переносниками вірусних хвороб можна одержати, якщо обробити насіння перед сівбою прометом або гаучо, або внести під час сівби гранульовані інсектициди. За всіх обставин слід впроваджувати відносно стійки сорти сої.

**Регуляція чисельності корисних і шкідливих комах у насінних посівах люцерни.** Люцерну пошкоджують комахи багатьох видів, внаслідок чого втрати врожаю насіння досягають 50%. У Степу на посівах люцерни одних лише лускокрилих налічується 53 види. З них найбільш поширеними і шкідливими є буркунова і люцернова совки Chloridea maritima Hafn., Ch. viriplaca Hatn. Дуже шкодять також фітономуси, великий люцерновий довгоносик, галиці, тихіуси, насіннєїди.

Серед сисних шкідників налічується 58 видів комах, з яких найбільш поширені клопи, трипси, цикади, попелиці. Великої шкоди, особливо насінникам люцерни, завдають клопи-сліпняки: люцерновий, буряковий, польовий. Серед трипсів найбільш численними є види родів Odontothrips і Kakothrips. Основні їх ентомофаги – хижі трипси.

Дуже шкідливими можуть бути горохова, люцернова, бобова, бородавчаста та інші попелиці. У природних умовах їх чисельність регулюється багатьма видами афідофагів.

Низькі врожаї насіння люцерни спричинюються пошкодженням насінників комахами і поганим запиленням суцвіть внаслідок недостатньої кількості диких бджолиних.

Поряд з цим посіви люцерни підвищують біоценотичну функцію сівозміни в цілому, оскільки тут за правильного догляду можна створити оптимальні умови в системі рослини – фітофаги – ентомофаги. Наявність посівів люцерни значно збільшує ураженість гусениць стеблового метелика ентомофагами на сусідніх посівах кукурудзи.

Розглянемо коротко досвід впровадження інтегрованого захисту люцерни в колгоспі ім. Щорса Долинського району Кировоградської області. Тут в структурі посівних площ люцерна займає 2800 га (3,8%), в тому числі 1300-1500 га насінників.

Дотримання науково обгрунтованої сівозміни і широке застосування проміжного укосу, що провадять на початку бутонізації, сприяють зниженню чисельності буркунової совки більше як у 10 разів, жовтого тихіуса – у 3, фітономуса – 16,7, клопів сліпняків – у 6,5 рази.

На цих полях чисельність хижаків, паразитів, запилювачів у декілька разів більша, а пошкодженість рослин у 4,5–6 разів менша, ніж там, де провадять лише перший і другий укоси.

У господарстві дотримуються періодичної зміни полів, при якій під насінники люцерни відводять нові ділянки, а старі насінники залишають для фуражу. Це забезпечує достатньо просторову ізоляцію від шкідливих організмів і сприяє переселенню на нові насінники диких бджолиних. Крім того, тут широко застосовують принаджувальні посіви, розміщуючи їх між фуражними і насінними ділянками, висівають трави в полезахисних смугах. На невеликих площах (10 га) залишають ділянки для першого і другого укосів, завдяки чому створюється безперервно діючий квітучий конвеєр.



Це дає можливість забезпечити кормом запилювачів, що мають розтягнутий період льоту. Полезахисні смуги і непридатні землі використовують як заповідники і заказники для диких бджіл.

Важливе значення в регуляції чисельності комах має міжрядне розпушування грунту. При своєчасному і доброякісному його проведенні чисельність лялечок буркунової совки зменшується на 67-73%, шкідників, які живуть у грунті (дротяників, несправжніх дротяників, личинок пластинчастовусих) – на 60%, а кількість хижих ктирів і жужелиць збільшується відповідно в 2 і 3-4 рази.

Після ранньовесняного боронування кількість лялечок буркунової совки зменшується на 20%. Цей захід з наступним спалюванням стерні знижує чисельність зимуючих яєць клопів у 4-6 разів.

У період цвітіння посіви обробляють біопрепаратами, випускають трихограму.

Обробка насінників наприкінці фази бутонізації туром (1 кг/га) уповільнює ріст підгону, запобігає опаданню зав'язі.

Все це дало можливість зменшити обробки хімічними інсектицидами у два рази, до того ж провадять їх у нічний час, коли активність корисних комах спадає.

***Інтегровані заходи захисту капусти.*** Весною на полях, відведених під капусту, необхідно провадити контрольні обстеження стану шкідників і можливості заселення ними ранньої капусти. Влітку обліковують чисельність шкідників і ентомофагів.

Щоб зменшити втрати врожаю від шкідників та інших несприятливих факторів, необхідно, насамперед, дотримуватись комплексу агротехнічних заходів, які є невід'ємними складовими високої культури землеробства у цілому.

При дотриманні сівозмін, наприклад, погіршуються умови живлення шкідників, особливо спеціалізованих, посилюється активність ентомопатогенних мікроорганізмів, знищуються бур'яни, які є резерваторами капустяної попелиці, біланів, капустяних блішок, капустяної молі та інших шкідників і збудників хвороб.

Кращими попередниками капусти є багаторічні й однорічні трави, буряки, морква. Після них на полях зменшується кількість бур'янів, капустяної попелиці, капустяної молі та інших шкідників.

При вирощуванні капусти два роки підряд на одному полі пошкодженість її попелицею зростає в три рази (Амбросов А.Л. та ін., 1981), за винятком тих випадків, коли цю культуру вирощують після багаторічних трав і сидератів.

Просторова ізоляція полів капусти від старих капустяниць зменшує заселеність її попелицями, хрестоцвітими клопами, блішками та іншими шкідниками.

Велике значення в підвищенні стійкості рослин має використання здорової, добре розвинутої розсади районованих сортів, сівба насіння в оптимальні

строки, підживлення фосфорно-калійними добривами, завдяки чому зменшується кількість попелиць, хрестоцвітих блішок, пригнічується розвиток капустяної совки, біланів, молі. Вапнування кислих грунтів зменшує кількість дротяників.

Оранка капустянищ знижує чисельність лялечок совки на 80%. Дворазове дискування восени з наступною глибокою оранкою зменшує кількість коконів капустяних мух в 5,5 рази, а лялечок капустяної молі на 55-63% (Амбросов А.Л. та ін., 1981). Розпушування міжрядь у період заляльковування капустяної совки забезпечує знищення до 40% лялечок.

Важливу роль у зменшенні пошкодженості капусти відіграє своєчасний полив рослин. Збільшення вмісту води в листках оптимізує концентрацію азотних сполук у соці рослин, а це, в свою чергу, зменшує щільність заселення капусти попелицею, її плодючість і шкідливість.

Шкідників овочевих культур знищують багато ентомофагів. Так, на капустяній попелиці зареєстровано 95 видів спеціалізованих афідофагів. Капустяного і ріпного біланів знищують близько 200 видів ентомофагів. В окремі роки виникають епізоотії грибних, бактеріальних і вірусних хвороб.

Щодо інтегрованого захисту капусти від груп шкідників, то він має свої особливості.

Проти хрестоцвітих блішок (Phyllotreta nemorum L. та інші) існуючі біологічні препарати не ефективні, тому доводиться вдаватись до локального застосування інсектицидів шляхом токсикації сходів передпосівною обробкою насіння прометом 3,0-2,5 кг/ц насіння. Це надійно захищає сходи і молоді рослини протягом 4 – 5 тижнів. За цей час рослини встигають зміцнути і підрости, тому небезпека від блішок практично виключається.

ЕПШ хрестоцвітих блішок для сходів становить 1-2 жуки на один сход або 3-5 жуків на рослину висадженої розсади.

Капустяна попелиця (Brevicoryne brassicae L.) в окремі роки починає заселяти капусту уже в фазі двох листочків. В цьому разі токсикація сходів захищає рослини і від попелиць протягом 4-х тижнів. Для подальшого захисту рослин необхідно використовувати ентомофагів попелиці, особливо мух сирфід та наїзників афідіусів, яких легко приваблювати на квітучі рослини нектароносами, зокрема, такими як кріп, гречка, вика, ріпак, гірчиця. Для цього вздовж лану капусти через кожні 200-300 м висівають смужку з 3-4 рядків нектароносів – 1-2 рядки кропу, ряд гречки, 1-2 рядки вики з ріпаком. Ця смужка приваблює велику кількість сирфід (Episyrphus balteatus Deg, Syrphus ribesii L., Sphaerophoria scripta L.), які є найбільш активними афідофагами.

Протягом свого розвитку одна личинка сирфід винищує близько 1,5 тис. особин капустяної попелиці, до 15-20% попелиць заражають також наїзники афідіуси, зокрема діеретієля (Diaeretiella rapae Mint).



Попелиць ще винищують жуки та личинки сонечок, личинки золотоочок та інші афідофаги, але їх важче приваблювати на потрібні ділянки посівів.

Здебільшого перелічених заходів буває достатньо для захисту капусти від попелиць. ЕПШ – 10% заселених рослин з щільністю 1-2 бали.

Токсикація сходів захищає їх та молоді рослини також від весняної капустяної мухи (Delia brassicae Bouche), яка звичайно пошкоджує на Київщині не більше 5% рослин в трьох-чотирьох крайніх рядках. ЕПШ становить у фазі розетки 5-6 личинок на 5% рослин. Важливими ентомофагами весняної капустяної мухи є жужелиці-бігунчики, які винищують відкладені нею яйця. Розпушування грунту в міжряддях сприяє діяльності жужелиць-бігунчиків. Винищують капустяну муху ще алеохара і трибліографа.

Найбільш поширеними листогризучими шкідниками капусти є капустяна міль (Plutella maculipennis Curt.), капустяний і ріпний білани (Pieris brassicae L., P. rapae L.) та капустяна совка (Mamestra brassicae L.), з них два останні види до того ж пошкоджують качани, від чого вони втрачають товарність.

Гусениці молі найбільшу небезпеку становлять у фазі мутовки, коли вони, зосереджуючись у розетках (ЕПШ – 3-5 гусениць на розетку на 10% рослин), пошкоджують точку росту, від чого качан не зав'язується, деяку небезпеку гусениці являють ще на самому ранньому періоді формування качану ("пухкий качан").

Гусениці капустяного білана живляться групами до 10-15 екз. на рослину, грубо об'їдають листя, залишаючи лише товсті жилки (ЕПШ 4-10 гусениць на рослину на 10% рослин).

Самки ріпного білана відкладають яйця поодинці, тому кількість гусениць на одній рослині буває невеликою – 1-3 екз., але кількість заселених рослин часто становить 15-20, а то й 50%. Гусениці вигризають дірки в листях, часто ховаючись між ними, а гусениці другого покоління вгризаються в качани, здебільшого знизу. ЕПШ – 1-3 гусениці на рослину на 15-20 % рослин до фази мутовки, а в фазу формування качана – на 10% рослин.

Молодші гусениці капустяної совки теж вигризають в листях дірки, а дорослі вгризаються в качани. ЕПШ – 1-3 гусениці на рослину на 5% рослин. Для захисту капусти від листогризучих шкідників застосовують обприскування суспензіями біологічних препаратів.

Важливим ентомофагом капустяної молі є Nitobia fenestralis Holmgr., а капустяної совки – наїзник (Exetastes atrator Forst), тахіна (Ernestia consobrina Mg) та трихограми. Поширеними ентомофагами біланів є птеромалюс лялечковий (Pteromalus puparum L.), апантелес (Apanteles glomeratus L) та гипосотер (Hyposoter vulgaris Tschek). Останній в 1992 р. масово заражав гусениць ріпного білана. Його білясті кокони з трьома темними поясками легко розпізнати на листках капусти. Згадувані смуги нектароносів (кріп, гречка, вика, ріпак) приваблюють різних наїзників і тахін, що підвищує їх регулюючу роль щодо чисельності шкідників.

Ще слід відзначити поширеного яйцеїда хрестоцвітих клопів трискількуса (Triscolcus victorovi Koz.) – розвивається у трьох поколіннях на рік, причому третє покоління заражає до 80-90% яєць цих клопів.

Проти капустяної совки випускають трихограму (T. evanescens), коли число відловлених метеликів на 1 феромонну пастку досягає за тиждень 5-7 метеликів для 1-го покоління і 10 екз. – для другого.

***Вплив токсикацій сходів цукрових буряків на динаміку чисельності ентомофагів і ентомопатогенів найголовніших шкідників.*** Розроблена науковцями Інституту цукрових буряків технологія токсикації сходів цукрових буряків забезпечує захист їх від шкідників, зокрема, довгоносиків, блішок та ін. протягом майже місяця, що підвищує продуктивність коренеплодів, сприяє встановленню оптимальних співвідношень між фітофагами і ентомофагами. Обробка насіння пестицидами проводиться на насіннєвих заводах. Може токсикація сходів проводитись і внесенням в рядки при сівбі насіння гранульованих (або рідких препаратів), що забезпечує захист рослин протягом 46-60 днів. Проте обробки насіння пестицидами є найбільш раціональним способом, бо при цьому в порівнянні з внесенням гранульованих препаратів зменшується витрата інсектицида майже в 20 разів, що не лише здешевлює захист, але й поліпшує екологічний і санітарно-гігієнічний стан плантацій.

Для обробки насіння використовують препарати фурадану. Спочатку готують суспензію захисно-стимулюючих речовин (ЖКУ, борна кислота, Na, K, МЦ, ТМТД), а потім додають інсектицид за нормою в залежності від маси насіння. Для фракції 4,5-5,5 мм витрата 2,5-3 л/ц. Гранульовані препарати фурадану 5% та 10% вносяться в рядки при сівбі насіння.

Останнім часом для обробки насіння почали використовувати нові препарати, менш токсичні для теплокровних – промет та гаучо.

Найбільш важливим ентомофагом бурякового довгоносика є яйцеїд ценокрепіс (Caenocrepis bothynoderi Grom.). Вперше він був знайдений в 1940 р. І.П. Громаковим на посівах цукрових буряків у Сумській обл., а потім виявлений майже скрізь на Україні і за її межами. В кінці 40-х та на початку 50-х він був дуже поширений на посівах буряків. Так, при відмиванні грунту в травні-червні налічували до 265 яєць довгоносиків на 1 м$^2$, які були на 57-86% заражені ценокрепісом.

Він розвивається у двох – трьох поколіннях за рік, заражає яйця не лише звичайного, але й інших довгоносиків, зокрема, сірого, східного, тощо. Зимує в грунті в шкаралупі паразитованого яйця. Навесні дорослі особини яйцеїда додатково живляться нектаром на різних квітках.

У ценокрепіса дуже розвинений інстинкт пошуку живителя, коли самка довгоносика приступає до підготовки в грунті заглибинки (теки) та відкладання туди яйця, ценокрепіс рухається довкола цього місця на відстані 2-5 см. Відклавши яйце та закидавши його дрібними частинками грунту, самка довгоносика відшукує нове місце, а ценокрепіс швидко заражає щойно відкладене нею яйце та знову загрібає його, а потім наздоганяє самку.

Самка ценокрепіса заражає до 50 яєць довгоносика і приблизно стільки ж наколює, від чого вони гинуть.

На чисельність ценокрепіса можуть дуже впливати агротехнічні та захисні заходи, що проводяться на полях. Оранка бурячищ до виходу з грунту ценокрепіса спричинює його загибель. При поверхневому обробітку грунту без обертання скиби зберігається до 90% яйцеїда. Кількаразове обприскування сходів інсектицидами також призводить до винищення ценокрепіса. Тому, починаючи з 50-х років, чисельність його на полях різко зменшилась.

Проте останні 4-5 років у зв'язку з широким застосуванням для захисту сходів цукрових буряків передпосівної обробки насіння чисельність ценокрепіса стала швидко відновлюватись. Наземні обприскування плантацій через місяць після появи сходів на збереженість яйцеїда не впливають. Встановлено також, що токсикація стимулює розвиток москардинних та бактеріальних захворювань довгоносиків, а також дозволяє знизити заселеність грунту дротяниками та несправжніми дротяниками і личинками пластинчастовусих.

Обстеження плантацій показують, що чисельність яєць, відкладених коваликами в грунті міжрядь у вогнищах, досягала 200 шт./м$^2$. Проте при останніх розкопках чисельність дротяників І-го віку становила близько 20 особин на 1 м$^2$, а ІІ-го віку – 10-12. Встановлено, що таке різке скорочення чисельності коваликів пояснюється діяльністю їх основних ентомофагів – дрібних жужелиць-бігунчиків (рід Bembidion). Цей рід налічує в Україні більш як 100 видів. Бігунчики добре пристосовані до життя на полях. Розпушування грунту їм не завдає шкоди, а навпаки, створює сприятливіші умови для відшукування корму. Жуки живляться яйцями коваликів, чорнишів, бульбочкових довгоносиків, капустяних та злакових мух тощо. В пошуках корму жуки пробігають за добу до 12 км.

Личинки коваликів (дротяники) винищуються крупнішими видами жужелиць, а також личинками мух ктирів роду Machimus – M. annulipes Br., M. rusticus Mg, M. setosulus Zell.

Розвиток цих видів триває 2 роки. Личинки живуть у грунті. В травні заляльковуються, дорослі мухи вилітають у червні. Личинки ктирів рухливі, здатні в пошуках дротяників досить швидко пересуватись в пухкій ріллі. В умовах Київської обл. на посівах цукрових буряків в першій половині червня знаходили в 1991 р. 2,7 лич./м$^2$ грунту; в 1992 р. – 5,4; 1993 р.– 6,1; в 1994 р. – 8,2 лич./м$^2$. Дорослі ктирі скупчуються для додаткового живлення на суцвіттях кропу, гірчиці, ріпака, вики. З інших ентомофагів дротяників винищує паразит паракодрус (Paracodrus apteroginus H.) з родини проктотрупідових. В умовах середнього Придніпров'я паразит розвивається у двох поколіннях. Після трьох линьок личинки заляльковуються в шкірці знищеного дротяника, дорослі наїз-

ники відроджуються в липні – серпні. Самки безкрилі, самці крилаті. Самка відкладає до 50 яєць в кишкову порожнину дротяника. Крилатий самець підгодовує самку нектаром, зокрема, зразу після виходу її з грунту, після чого відбувається спарювання. Зараження дротяників паракодрусом досягає 53%.

Коренева бурякова попелиця (Pemphigus fuscicornis Koch) є небезпечним шкідником цукрових буряків в лісостеповій і степовій зонах.

Основними ентомофагами кореневої попелиці є хижі мухи тауматомиї (Taumatomyia glabra Mg. та T. rufa Mag.), що розвиваються в трьох поколіннях на рік. Зимують дорослі личинки в пупаріях у грунті на глибині від 5 до 25 см. Виліт мух першого покоління відбувається в травні. Дослідження показали, що при зимівлі пупаріїв на глибині 5 см з них вилітало 89% мух, а з глибини 25 см – лише 43%. Під час зимівлі пупарії витримували зниження температури до –12°С.

Дорослі мухи потребують додаткового живлення нектаром на квітках вики та інших рослин. Тривалість життя мух становила близько 1,5 місяця, плідність самок – до 75 яєць.

Личинки тауматомий живляться кореневою буряковою попелицею, на коренях цукрових буряків та бур'янів з родини маревих, а також попелицями, що живуть на корінні пшениці, ячменю і інших рослин. Одна личинка винищує за період розвитку до 100 попелиць. Максимальна чисельність личинок на бурячищах в жовтні.

Виліт мух з грунту відбувається при високій вологості повітря. Максимальна чисельність мухи на посівах цукрових буряків в середині серпня досягала близько 1000 особин на 100 помахів сачком.

При токсикації сходів цукрових буряків затримується заселення коренеплодів кореневою попелицею на 30-45 діб. Це створює сприятливі умови для встановлення оптимального співвідношення чисельності шкідника і ентомофага (1:10).

Важливе значення в обмеженні чисельності кореневої бурякової попелиці мають ентомофорові гриби – Entomophthora thaxtorian Petch., E. aphidis Hoftae, E. coronata Gost.

Про існуючі симбіотичні зв'язки мурашок з попелицями давно відомо. Проте за останніми даними мурашки відіграють при цьому важливу роль у накопиченні і розповсюдженні серед колоній ентомофторозу, використовуючи на корм личинкам переважно виділення попелиць в початковій стадії ураження цими грибами, зокрема, червонощока руда лісова мурашка утримує попелиць, уражених окремими видами ентомофторових грибів, в певних галереях. Виносячи інфіковані екземпляри в колонії кореневої бурякової попелиці, мурашки виступають в ролі поширювача ентомофторозу.

Важливим шкідником цукрових буряків в Україні є також мінуючі бурякові мухи (Pegomyia betae Curtis та P.hioscyami Panz.). Поширеними ентомофагами їх є яйцеїд трихограма семблідіс (Trichogramma semblidis Auriv.), жужелиці-бігунчики, що поїдають яйця мух, відкладені на листках, також хижі трипси та клопи родини Anthocoridae і личинки золотоочок.



Поширеним паразитом личинок цих мух є наїзник опіус (Opius nitidulator Nees), який в умовах Київщини заражає від 17 до 53% личинок цих мух. Цікавим ентомофагом є алеохара (Aleochara bilineata Gyll.) родина Staphylinidae. Жук є хижаком – поїдає яйця бурякової і капустяної мух, а личинка його паразитує в пупаріях цих мух.

Оцінюючи застосування токсикації сходів шляхом передпосівної обробки насіння, слід відзначити, що це найбільш доцільний і практично екологічно безпечний і економічний спосіб застосування пестицидів при інтегрованому захисті рослин. Кількість хімічного препарату, що при цьому вноситься, є мінімальною, до того ж при інкрустації насіння він міцно приліплюється до оболонки насіння і утримується на ній. Згодом відбувається руйнування оболонок насіння і хімічний розклад препарату.

***Біологічні способи захисту посівів картоплі від шкідників, що переносять збудників вірусних захворювань.***

До цієї групи сисних комах відноситься ряд видів попелиць, цикадок, трипсів, клопів.

В умовах України на рослинах картоплі відмічено шість видів попелиць, що можуть переносити збудників вірусних захворювань: персикова (Myzodes persicae Sulz), крушинова (Aphis nasturtii Kalt.), крушинникова (A. frangulae Kalt), бобова (A. fabae Scop.), звичайна картопляна (Aulacorthum solani Kalt) та велика картопляна (Macrosiphum euphorbiae Thom). На присадибних ділянках ці види більше поширені, ніж на полях, тому їх можна вважати резерваторами попелиць.

В умовах Лісостепу України простежується два періоди масового льоту цих видів попелиць: перший – в третій декаді червня – на початку липня, другий – в третій декаді серпня.

Велике значення в обмеженні чисельності попелиць належить афідофагам, яких відмічено більше сотні видів з числа спеціалізованих хижаків і паразитів, зокрема кокцинелід – 17 видів, сирфід – 8, афідіїд – 8, золотоочок – 6, мух-сріблянок – 4, галиць – 2, товкунчиків – 1 та інші.

Природні комплекси афідофагів спроможні істотно знизити чисельність попелиць в роки, несприятливі для розмноження шкідників.

Встановлено, що коли на одного хижака припадає близько 10 особин попелиць (рівень ефективності ентомофагів – РЕЕ), то проведення винищувальних заходів недоцільне. Заселення полів попелицями, а вслід за ними і афідофагами, відбувається з країв. Для крайової обробки полів в цей час бажано застосовувати препарати вибіркової дії. При цьому афідофаги переселяються на необроблені ділянки з меншою чисельністю попелиць, що створює оптимальне співвідношення чисельності в системі "шкідник – ентомофаг".

Відловлювання та облік крилатих попелиць проводять за допомогою жовтих чашок Меріке через 5 днів протягом вегетації картоплі. Безкрилих попелиць підраховують на 100 листках раз на декаду.

Визначення ураженості картоплі вірусними хворобами проводять за допомогою серологічної діагностики, а також оцінюють візуально, коли рослини досягнуть висоти 15-20 см, на початку бутонізації та в період масового цвітіння. Облік хижаків ведуть, відловлюючи їх на 100 листках струшуванням в сачок. Облік попелиць, заражених афідіусами, ведуть за кількістю муміфікованих особин.

Збудників вірусних захворювань переносять також цикадові, зокрема, жовта цикадка (Empoasca pteridis Dhlb.) та жовтувата (E. flavescens F.) і клопи сліпняки, зокрема, польовий (Lygus pratensis L.) та шкідливий (L. rugulipennis Popp), і цілий ряд трипсів, зокрема, тютюновий (Thrips tabaci Lind), пасльоновий (Th. fuscipennis Halid.), товстий (Th. validus Uzel.), різноїдний (Frankliniella intonsa Trub.), чорновусий (Taeniothrips atratus Halid).

Найголовнішими ентомофагами рослиноїдних трипсів є хижі трипси, що відносяться до родів Rhipidothrips, Melanthrips та Aeolothrips. Якщо на одного хижого трипса припадає до 6 особин рослиноїдних, то застосовувати інсектициди недоцільно.

***Деякі заходи управління чисельністю організмів у садово-ягідних біоценозах.*** Розробка сучасної стратегії захисту плодових і ягідних насаджень, особливо в умовах промислового виробництва плодів і ягід, виявилась найбільш складною. Досягнуто певних успіхів у створенні оптимального фітосанітарного стану на присадибних ділянках, у колективних садах. Особливо велике значення тут мають широке застосування вірусних, бактеріальних і грибних біопрепаратів, охорона і використання місцевих ентомофагів, раціональне застосування хімічних заходів (з урахуванням економічних порогів шкідливості фітофагів і критеріїв чисельності паразитів, хижаків і патогенів).

Тепер уже визначені економічні пороги шкідливості основних шкідників саду. Так, проведення боротьби з комплексом листогризучих шкідників доцільне лише в тому разі, коли пошкодження бруньок або листків досягає 8-10, а суцвіть – 5-10%.

Проти першого покоління яблуневої плодожерки дерево обприскують через 10 днів після відловлювання феромонними пастками 5 метеликів за 7 днів, а проти другого покоління – через 3 дні після відловлювання 3-х метеликів за 7 днів. При відловлюванні меншої кількості метеликів сади не обробляють (Ткачов В.М., 1986).

Відомо, що застосування мікробіологічних препаратів має особливо важливе значення в створенні оптимального фітосанітарного стану в плодово-ягідних насадженнях. Більшість з них знижує рівень життєздатності наступних поколінь лускокрилих, іноді викликає спалах тих хвороб, збудники яких знаходяться в організмі комахи в латентному стані.



На ділянках, де біологічні препарати застосовують при умові збереження хижих кліщів з родини фітосеїд, аністид, стигмеїд, чисельність червоного яблуневого і звичайного павутинного кліщів буває нижче порогу шкідливості. При застосуванні хімічних засобів кількість рослиноїдних кліщів буває в 3 рази більшою (Ткачов В.М., 1986).

За даними Л.Г. Онищенко (1971), в садах Чернівецької області застосовують трихограму дендролімі. В результаті пошкодженість плодів значно зменшилась.

За даними В.М Ткачова (1986), в одному з господарств Заставнівського району Чернівецької області після п'ятиразового випуску трихограми (T. dendrolimi) з розрахунку 200 тис. особин на 1 га, заселеність яєць яблуневої плодожерки та сітчастої листовійки досягала 60-74,3% .

Але досягти оптимального співвідношення між шкідливими і корисними організмами в саду можна лише з допомогою агротехнічних заходів, які створюють сприятливі умови для росту й розвитку рослин і несприятливі – для розмноження шкідливих організмів.

Впровадження у виробництво відносно стійких сортів дає можливість зменшити кількість обприскувань пестицидами.

Для підвищення стійкості плодових і ягідних культур проти хвороб і шкідників мають значення також раціональна організація території саду, система обробітку грунту, знищення бур'янів, застосування пестицидів на основі біоценотичного підходу.

За даними Ю.А. Карабаша, використання хімічних інсектицидів перед цвітінням яблуні сприяє заселенню личинок яблуневого пильщика іхневмоном латролестес (Lathrolestes marginatus Forst.) на 87-97%, тоді як обприскування в період цвітіння знищує цей ентомофаг майже повністю.

Наведемо кілька прикладів збереження і використання ентомофагів і корисних патогенів у садах.

У плодових і ягідних насадженнях, особливо на присадибних ділянках та в колективних садах, у великій кількості щорічно розмножується багато видів попелиць, особливо таких, як сливова обпилена, вишнева, зелена яблунево-подорожникова, бура грушова, зонтична, смородинова, пагонова та листкова.

В Україні чисельність попелиць у плодово-ягідних насадженнях обмежують 30 видів сонечок, 16 – сирфід, 7 – золотоочок, 7 видів афідіусів, 2 – галиць, 4 – мух-сріблянок, 16 видів павуків, 2 види ентомофторових грибів.

У роки масового розмноження попелиць, коли на одного ентомофага їх припадає більше 20 особин, сади обробляють інсектицидами смуговим (через ряд кущів чи дерев) або пунктирним (частину крони або через кущ чи дерево) способами. Застосовують інсектициди з мінімальною нормою витрати препаратів і робочої рідини, при цьому бажано використовувати препарати вибіркової дії або ті, що не спричинюють значної загибелі ентомофагів.

Провадяться також широкі дослідження із використання в плодових насадженнях хижих кліщів з родини фітосеїд проти глодового звичайного павутинного, червоного яблуневого і бурого плодового кліщів.

За даними В.П. Лошицького (1981), фітосеїди стримують розмноження рослиноїдних кліщів до порогового рівня, при якому на одного хижака припадає 50 особин шкідника в усіх фазах розвитку (яйце, личинка, пронімфа, дейтонімфа, імаго).

У місцях зимівлі кліщів регулюючим є співвідношення хижих і рослиноїдних кліщів 1:30.

В природних умовах фітосеїди (тифлодромус тиліарум, метасейулюс лонгіпілюс, амблісейус фінляндікус) виходять із стану зимової діапаузи при середньодобовій температурі +7°С, а рослиноїдні – при +12-13°С, тому перші майже повністю знищують їх ще до їх пробудження.

Для приваблювання і продовження тривалості життя та підвищення плодючості більшості видів ентомофагів, має також значення створення для них кормової бази. Відомо, що мухи тахіни зосереджуються на суцвітті кропу, кмину, моркви та інших зонтичних рослинах. Браконіди, іхневмоніди та інші їздці заселяють суцвіття ріпака, гірчиці, фацелії, вики, люцерни, конюшини та інших рослин. Тому створення конвеєра квітучої рослинності протягом вегетаційного періоду в міжряддях або в садозахисних смугах дає можливість посилювати регулюючу роль ентомофагів.

Так, за даними В.М. Ткачова (1986), в результаті приваблювання квітучою рослинністю браконіда апантелеса (Apanteles glomeratus), тахін фріксе звичайного (Phrуxe vulgaris Fall) та компсилюри (Compsilura concinnata Mg., рис. 39), іхневмонідів: апехтиса капустового (Apechtis compunctor Forst), пімплі (Pimpla instigator L., рис. 40), заселення ними гусениць білана жилкуватого досягає 52,7-91,3 %.

Коли чисельність білана досягає двох зимових гнізд на 1 м$^3$ крони дерев у фазі відокремлення бутонів, яблуні обприскують бактеріальними препаратами.

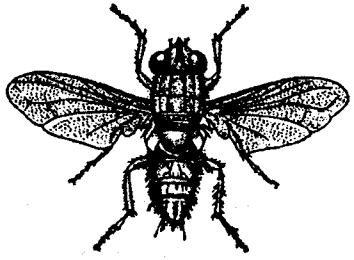


Рис. 39. **Компсилюра**

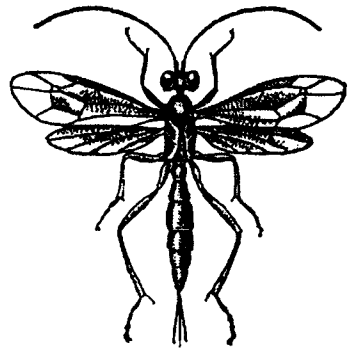


Рис. 40. **Пімпля-підбурювач**



Чисельність гусениць золотогуза обмежується тахінами: блонделією (Blondelia nigripes Fil.) і ктенофороцерою (Cternophorocera pavida). Гусениць молодших віків золотогуза уражують їздці браконіди: апантелеси поодинокий та шовкопрядний, метеорус строкатий. Лялечок шкідника заселяють їздці-іхневмоніди – пімпля-підбурювач і теронія (рис. 41).

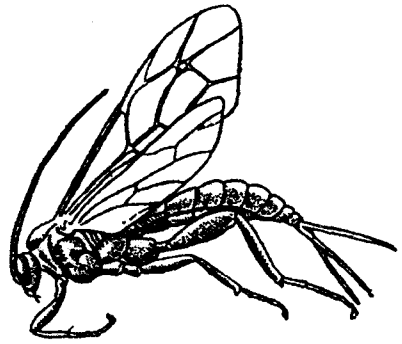


Рис. 41. **Теронія**

При чисельності золотогуза – одне зимове гніздо на 3 м$^3$ крони або 8-10% пошкоджених бруньок чи 5-10 пошкоджених суцвіть у фазі відокремлення бутонів яблуні чи груші, насадження обприскують біопрепаратами.

Спеціалізований яйцеїд анастатус (Anastatus japonicus Ashm) уражує яйця непарного шовкопряда в кінці червня – на початку липня. Яйцями шовкопряда живляться також шинковий шкіроїд (Dermestes lardarius L.) та шкіроїд еріхсонса (D. erichsoni L.). Разом вони знищують до 70% яйцекладок шкідника.

Апантелес хвилівковий (Apanteles liparidis Bche.), поодинокий (A. solitarius Ratz), шовкопрядний (A.porthetria Tob) обмежують чисельність гусениць шкідника.

Тахіна фороцера рухлива (Phorocera agilis) та екзориста (Exorista rossica) інколи уражують гусениць непарного шовкопряда на 80%.

В обмеженні чисельності шкідників суттєве значення мають ядерний поліедроз та гранульоз, до 62-73% гусениць іноді знищує мікроспоридія (Plistophora schubergi Zw). На основі віруса поліедрозу непарного шовкопряда виготовлено біопрепарат ВІРІН – ЕНШ, яким обробляють дерева у вогнищах розмноження шкідника.

На кільчастому шовкопряді відомо близько 100 видів ентомофагів і патогенів. Серед ентомофагів найбільш поширені яйцеїди теленомус гладенький (Telenomus laeviusculus Ratz., рис. 42) та енциртус (Ooencyrtus tardus Ratz). Гусениці кільчастого шовкопряда уражуються апантелесом (Apanteles pieridis Farst.) і тахіною екзорістою (Exorista larvarum Mg.). В окремі роки гусениці уражуються мікроспоридією, збудниками червоного бактеріозу і вірусом ядерного поліедрозу.

Чисельність яблуневої молі обмежують близько 80 видів паразитів з ряду перетинчастокрилих і ряду двокрилих комах. Суттєве значення в регулюванні чисельності шкідників мають агеніаспіс (Ageniaspis fuscicollis Dalm) з родини Encyrtidae, тахіни беса (Bessa selecta Rd.), бактромія (Bactromyia aurulenta) і їздець пімпля.

Рис. 42. **Теленомус гладенький**

У садах України виявлено близько 30 видів ентомофагів і патогенів яблуневої плодожерки та інших листовійок.

На присадибних ділянках Степу яйця листовійок нерідко уражує трихограма ембріофагум (T. embryophagum Htg.).

Серед паразитів яблуневої плодожерки найбільше значення мають: тахіна неоплектопс (Neoplectops pomonella Schub), браконіди: мікродус червононогий (Microdus rufipes Vees., рис. 43), аскогастер чотиризубчастий (Ascogaster quadridentatus Wesm, рис. 44), іхневмони: трихома (Trichomma enecator Rossi), пімпла, прістомерус ранячий (Pristomerus vulnerator Orav.), клоп-мисливець (Himacerus apterus F., рис.45).

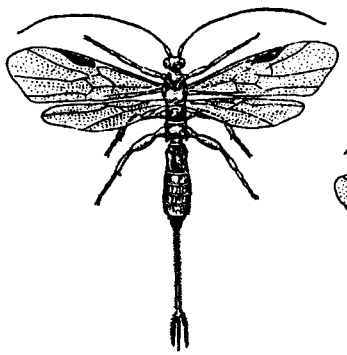


Рис. 43. **Мікродус червононогий**

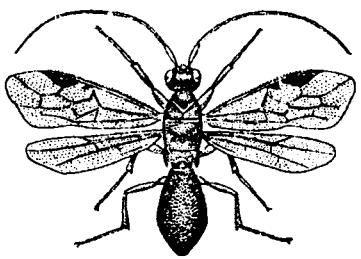


Рис. 44. **Аскогастер чотиризубчастий**

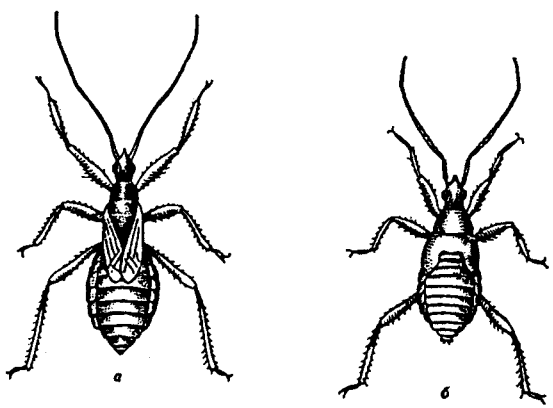


Рис. 45. **Клоп-мисливець буруватий:** а – доросла комаха; б – личинка



У зниженні чисельності зимуючих гусениць певне значення має гриб Paecilomyces farinosus S.et. Fr.

Застосування біопрепаратів дає можливість значно підвищити ефективність природних ентомофагів. Обробку біопрепаратами не проводять у тому разі, коли популяція шкідника заселена більше, як на 70% ентомофагами або на 50% уражена збудниками хвороб.

Підводячи підсумки проведених робіт із збереження ресурсів корисних організмів в агроценозах та раціонального їх використання, слід визначити, що від агрономів багато в чому залежить успішність виконання розглянутих рекомендацій.

## РОЗДІЛ 3. СЕЗОННА КОЛОНІЗАЦІЯ ЗООФАГІВ

Сезонну колонізацію зоофага у вогнища шкідника застосовують у тих випадках, коли сам він в потрібний час не може розмножитись в природних умовах в достатній чисельності через несинхронність у розвитку з шкідником або інші несприятливі обставини. Тому його розмножують в лабораторії (або біофабриці) за спеціальною технологією при штучно створених сприятливих умовах температури та вологості.

### 3.1. Сезонна колонізація трихограми та шляхи підвищення її ефективності

#### *Види трихограм та їх розпізнавальні ознаки*

На даному етапі розвитку біологічного методу для боротьби з шкідниками широко використовують яйцеїда трихограму проти лускокрилих на посівах цукрових буряків, кукурудзи, капусти, в плодово-ягідних насадженнях.

Незважаючи на те, що вивчення трихограми триває понад 150 років, систематика її до останнього часу була розроблена недостатньо. Лише в останні 20 років завдяки дослідженням С. Нагаркаті і Г.Нагарая, А.П. Сорокіної та інших, для визначення видів трихограми було запропоновано використати будову геніталіїв та вусиків самців. В результаті в нашій країні виявлено ряд нових видів, а також встановлено суттєві біологічні відмінності між окремими видами, зокрема їх харчову спеціалізацію. Таким чином, з'явилась можливість цілеспрямованого використання трихограми і вдосконалення технології масового розведення її окремих видів і форм.

Трихограма належить до родини трихограмових (Trichogramматidae) ряду перетинчастокрилих. У світовій фауні описано близько 50 видів цього роду, з них 26 видів виявлено в Україні. На стор. 32 наводиться таблиця для визначення трихограми. Практичне застосування мають чотири види: T.evanescens West., T. pintoi Vog et. Pint., T. dendrolimi Nats та T.embryophagum Hart. Довжина тіла 0,4-0,9 мм, очі великі, червонувато-оранжеві. Вусики колінчасті, у самок 6-членикові, закінчуються булавою, у самців останні членики злиті, тому вусики здаються 4-членниковими, закінчуються булавою з довгими волосинками. На вусиках самок виявлено 9 типів сенсил (рис. 46), кожна з них виконує певні функції, у тому числі й пошук жертви.

Крила виступають за вершину черевця, прозорі, довжина передніх крил вдвоє більше 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. Є безкрилі або короткокрилі форми. Лапки тричленикові.

Визначення трихограми провадять під мікроскопом. Але перш, ніж приступити до визначення, необхідно приготувати препарати. З цією метою краще всього використовувати рідину Фора, яку готують за таким рецептом:



24 г гуміарабіку (якщо його немає, то камеді) розчиняють у 40 г дистильованої води. В розчин додають 160 г хлоральгідрату і 16 г гліцерину.

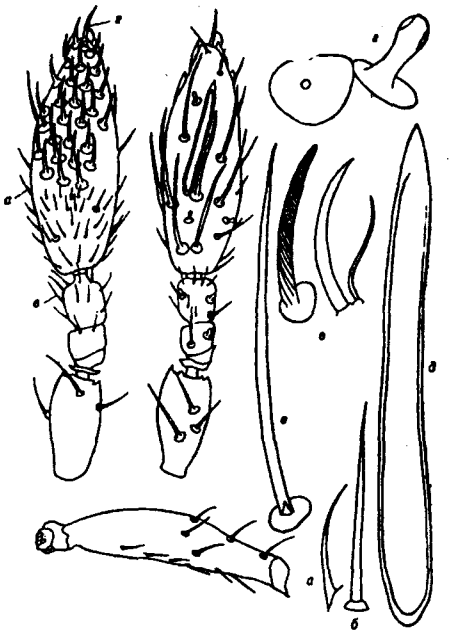


Рис. 46. **Сенсили на вусиках самок трихограми:**
а – трихоїдні; б – стилоконічні; в – хетоїдні; г – цілоконічні; д – плакоїдні; е – тактильні

Для приготування препарату на предметне скло наносять краплю рідини Фора і вміщують у неї 20-30 особин досліджуваної трихограми. Під бінокуляром їх рівномірно розподіляють на склі препарувальною голкою, розправляють вусики, крильця і накривають покривним склом. При цьому одним краєм його ставлять біля краплі на предметне скло, верхню його частину нахиляють в бік краплі й пересувають по склу, доки нижній його край не насунеться на 1-2 мм на краплю рідини. Потім, нахиляючи далі верх покривного скла, покривають ним краплю. Така послідовність дій запобігає проникненню в препарат бульбочок повітря, препарати тримають у горизонтальному положенні близько двох місяців. Після того, як рідина достатньо загусне, краї покривного скла змазують лаком. У такому стані препарат зберігається роками.

Для визначення видів трихограми наведено рисунки геніталіїв за Е.С. Сугоняєвим і А.П. Сорокіною (рис. 14-17).

Як видно з таблиці та рисунків, види трихограми, що застосовуються для боротьби з шкідниками, різняться за такими основними ознаками:

1. У т. пінтої дорсальний виступ фалобази вузький, без бічних лопатей, вершина його значно не досягає верхівок дигітальних склеритів. У трихограм еванесценс і дендролімі є бічні лопаті на дорсальному виступі фалобази і вершина останнього закінчується на рівні вершин дигітальних склеритів. Парамери трохи нижче основ дигітальних склеритів звужуються, утворюючи перехват. Крім того, у нього вершини дорсальних склеритів не досягають вершин парамер на довжину їх шипа. Довжина волосинок на вусиках самця лише у два рази більша за товщину бича вусика. Забарвлення темне.

2. У т. еванесценс бічні лопаті дорсального виступу не торкаються бічних стінок фалобази. Вершини дигітальних склеритів віддалені від вершин парамер на чотириразову довжину шипа склерита. Волосинки на вусиках самця в 3-4 рази довші за товщину бича вусиків. Тіло бурувате. Паразит яєць совок, вогнівок, рідше біланів.

3. У т. дендролімі тіло самок жовте, самців – сіре. Вершини дигітальних склеритів не досягають вершин парамер на 1,5-2 довжини шипа склерита, а волосинки на вусиках в 2 рази довші за товщину їх бича. Паразит яєць, головним чином, листовійок у плодово-ягідних та інших багаторічних насадженнях.

4. У самців т. ембріофагум (рис. 16) волосинки на вусиках тупі, в 1,5 рази перевищують товщину бича. Дорсальний виступ фалобази трохи не досягає вершин дигітальних склеритів (у т. дендролімі досягає). Паразит яєць, головним чином, листовійок у плодово-ягідних та інших багаторічних насадженнях у Степу.

### *Біологічні особливості видів трихограми*

Трихограма розвивається всередині уражених нею яєць живителя. Паразитичний спосіб життя властивий тільки личинкам. Імаго живляться нектаром на квітучій рослинності. Спарювання відбувається відразу після вильоту. Заражені трихограмою яйця живителя через декілька днів набувають характерного темного забарвлення з синюватим металевим відтінком. Іноді трихограма тільки проколює яйця, які згодом набувають солом'яно-жовтого забарвлення, зморщуються і гинуть.

Тривалість життя імаго залежить від наявності яєць живителя, додаткового живлення на квітучій рослинності, а також температури і вологості середовища. В умовах лабораторії при підгодівлі вона живе близько 8-10, а без підгодівлі – 3-4 діб. Особини з природних популяцій живуть близько 12 діб. При відкладенні в яйця метеликів великої кількості яєць трихограми, тобто в умовах перезараження, потомство паразита менш життєздатне або навіть гине. В природних умовах цикл розвитку трихограми триває 10-12 діб. Плодючість самок і співвідношення статей залежить від температури, вологості середовища і виду живителя.

У зниженні чисельності зимуючих гусениць певне значення має гриб Paecilomyces farinosus S.et. Fr.

Застосування біопрепаратів дає можливість значно підвищити ефективність природних ентомофагів. Обробку біопрепаратами не провадять у тому разі, коли популяція шкідника заселена більше, як на 70% ентомофагами або на 50% уражена збудниками хвороб.

Трихограма зимує в стадії передлялечки. Особливо часто трапляється в яйцях совок, вогнівок, іноді щитоносок, відкладених восени на багаторічних бобових травах і бур'янах.



Кожен вид трихограми має свою вибірковість щодо жертви, тобто спостерігається певна його спеціалізація. Так, у трихограми пінтої та еванесценс розрізняють такі форми: совкову, вогнівкову, біланову ситотрожну та ін.

Використання спеціалізованих місцевих форм трихограми – головний захід підвищення їх ефективності. Встановлено, зокрема, що спеціалізовані форми мають більш розвинену пошукову здатність.

За ефективністю застосування трихограми поділяються на три зони.

До першої належать райони постійної ефективності трихограми і масового розмноження озимої та інших совок, стеблового кукурудзяного метелика.

В Лісостепу, що характеризується гідротермічним коефіцієнтом (ГТК) 0,9-1,2. Кожні 8-9 років з 10 тут сприятливі для сезонної колонізації трихограми.

До другої зони (нестійкої ефективності) належать райони з підвищеною вологістю або недостатньою кількістю тепла, а також з сухим кліматом. Це, зокрема, Чернівецька, Івано-Франківська, Тернопільська, Рівненська, Львівська, Закарпатська, Житомирська області. Тут добра ефективність трихограми спостерігається кожні 6-7 років з 10. До районів з недостатнім зволоженням віднесені північні райони Запорізької і Дніпропетровської областей, ГТК в них 0,8-0,9.

Третя зона (обмеженого ефекту) включає степові райони України (Запорізьку, Херсонську, Миколаївську, Одеську області), де ГТК 0,5-0,8. Тут ефективність трихограми спостерігається лише в зволожених стаціях – на поливних землях, у заплавах рік, біля водойм тощо.

В кожній з цих зон є місцеві екотипи трихограми, пристосовані до місцевих екологічних умов. Саме їх слід використовувати для сезонної колонізації.

### *Загальні вимоги до технології розведення трихограми*

Технологія промислового розведення трихограми розроблена в 30-ті роки С. Фляндерсом (Каліфорнійський університет). Основними показниками, які характеризують цей технологічний процес, є продуктивність розведення і якість розплоджуваної трихограми.

Високий рівень розведення забезпечується дотриманням комплексу заходів, зокрема швидкість розведення трихограми і її живителя на біофабриках значною мірою залежить від регулювання температури і вологості повітря в робочих приміщеннях.

Важливе значення має також створення умов, що виключають травматизм, захворювання комах і зараження їх паразитами. З цією метою робочим процесом мають передбачатись профілактичні заходи щодо знезараження приміщень, обладнання і всіх матеріалів, які використовують у роботі.

Кінцева ефективність застосування розведеної трихограми залежить від її життєздатності, яка формується на різних етапах технологічного процесу. Так, при використанні зернової молі, як живителя трихограми, на біофабри-

ках обов'язкове проведення декількох пасажів її через яйця природних живителів, що підвищує продуктивність та життєздатність яйцепаразита.

Підвищення якості трихограми сприяє розведенню її при перемінних добових температурах, щорічне оздоровлення маточного матеріалу внесенням у лабораторну культуру трихограми, зібраної у природних умовах, підживлення імаго розчином цукру тощо.

Для одержання високоефективної трихограми технологічним процесом передбачено також обов'язкове проведення робіт із визначення якості різних її партій.

Механізація і автоматизація розведення забезпечується комплексом обладнання, призначеного для утримання комах і їх годівлі, пристосувань для підтримання технологічних параметрів розведення, а також систем управління технологічним процесом.

Розробкою та виготовленням технологічного обладнання для промислового розведення трихограми (рис. 47) займається Інженерно-технологічний інститут "Біотехніка" (м. Одеса). Схема розміщення обладнання і послідовність технологічного процесу розведення трихограми на механізованих лініях зображена на рис. 48, 49.

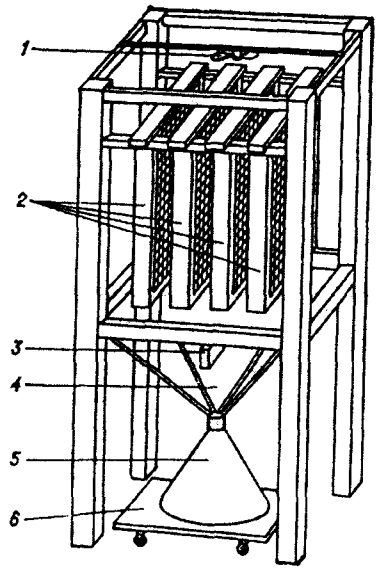



Рис. 47. **Бокс для розмноження зернової молі:**
1 – вентилятор; 2 – касети із зерном; 3 – вологовипарник; 4 – конус; 5 – контейнер; 6 – підйомник

**Розмноження живителя трихограми.** Для розведення трихограми використовують яйця комірного шкідника – зернової молі (ситотроги). Спосіб розмноження її складається з таких операцій :

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

Для хімічної обробки зерна використовують бромистий метил. З цією метою зерно завантажують (через верхній люк) в бункери баштового типу ємкістю 1-5 т. В нижній частині його встановлюють люк для вивантаження і вихідні отвори з вентилятором для продування зерна після закінчення його обробки.



Фумігант (бромистий метил) з розрахунку 20-25 г/м$^3$ вносять у ємкість, яку потім герметизують на 24 години, після закінчення знезаражування відкривають верхній люк і інтенсивно продувають зерно в бункері до повного видалення парів бромистого метилу.

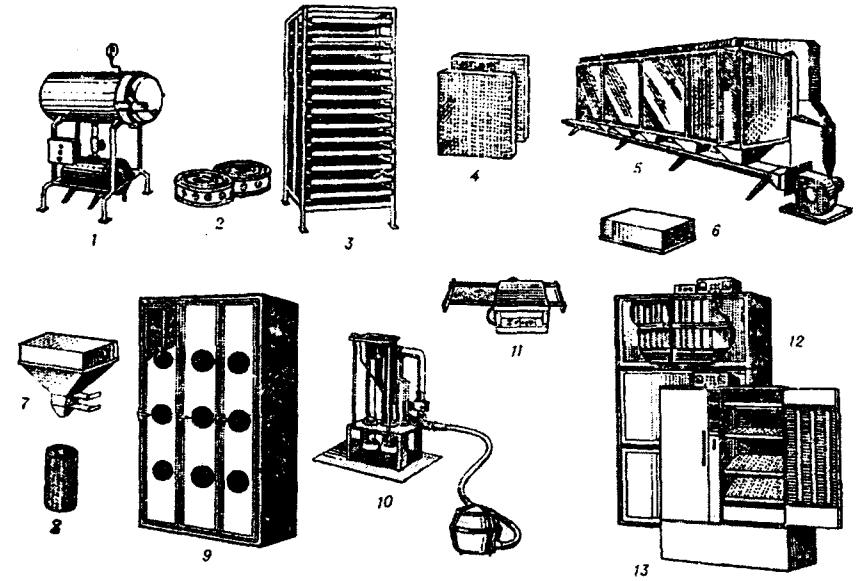



Рис. 48. **Обладнання біофабрик та механізованих ліній:**
1 – автоклав; 2 – ємкості для зерна; 3 – стелаж для зараження зерна; 4 – касети; 5 – лінія боксів для вильоту і збирання метеликів зернової молі; 6 – приймальна касета; 7, 8 – дозатори метеликів; 9 – термостат для утримання метеликів; 10 – класифікатор для очищення яєць; 11 – зволожувач скла; 12 – віварій для трихограми; 13 – установка для зберігання трихограми

Усі роботи із знезаражування виконують спеціалісти фумігаційних загонів, суворо додержуючись санітарних правил і вимог техніки безпеки.

Теплову обробку зерна провадять у автоклавах різних типів протягом 20-30 хв при температурі 120-127 °С і тиску 1-1,5 атм. Зерно в автоклав завантажують у мішках, медичних бюксах або у будь-якій іншій тарі, яка за таких умов не руйнується.

Суттєвий недолік обробки зерна в автоклавах полягає в тому, що під впливом високої температури воно стає скловидним, внаслідок чого погіршуються умови живлення гусениць.

До роботи на автоклавах допускають працівників, які пройшли спеціальну підготовку і ознайомлені з правилами техніки безпеки.

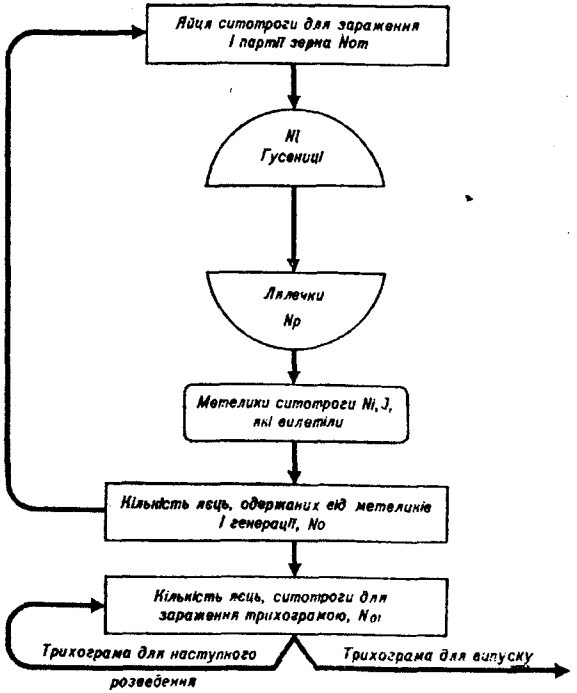



Рис. 49. **Послідовність технологічного процесу розведення трихограми на біофабриках**

Для вологої обробки зерна використовують установки конвеєрного типу, в котрих зерно механічно завантажується в ковші і на 40-60 хв подається у воду, нагріту до температури 90-95°С. Потім воно вивантажується в касети, де підсушується до необхідної вологості. Касети встановлюють на стелажі.

Пропускна здатність однієї установки досить висока, з її допомогою можна забезпечити зерном декілька механізованих ліній.

2. Зараження зерна зерновою міллю. Одержання великої кількості зернової молі із високими показниками життєздатності в найбільш стислі строки в значній мірі залежить від якості підготовки і зараження зерна. При дотриманні оптимальних умов для розвитку комах ступінь зараження зерна може досягати 90-96%.

Зерно, підготовлене для зараження, має бути достатньо м'яким з вологістю 15-16%. Для підтримання такої вологості під час живлення гусениць, зерно періодично зволожують за допомогою розпилювачів різних конструкцій, щоб на зерні не з'явилась пліснява, в воду додають марганцевокислий калій із розрахунку 1 г на 10 л води. Зерно, підготовлене для зараження міллю, перемішують також із колоїдною сіркою з розрахунку 2 г/кг, яка запобігає розвитку кліщів. Потім зерно розсипають у металеві кювети шаром не більше 4 см, які ставлять на стелажі в ізольованому приміщенні, де підтримують температуру 24±1° С і відносну вологість повітря 85±5%.

Для зараження зерна використовують свіжовідкладені яйця зернової молі. На другий – третій день їх вміщують у термостат, де підтримують температуру 24±1°С і відносну вологість повітря 85±5%. Після виплодження перших



гусениць (через 3-4 дні) яйця рівномірно розсипають на поверхні зерна з розрахунку 1 г на 1 кг.

В серійні касети при оптимальній товщині шару 4 см вміщують 3-5 кг зерна. Для спостереження за виплодженням гусениць на поверхні зерна розміщують одну-дві контрольні карточки із білого паперу з невеликою кількістю яєць.

Гусінь ситотроги виплоджується протягом однієї-двох діб і повністю проникає в зерно за 4 дні. Щоб не травмувати гусениць, зерно в цей період перемішувати і зволожувати не можна. Під час живлення гусениць температура зерна на 7-8-й день може значно підвищуватися. Для її зниження перемішують зерно та регулюють температуру в робочому приміщенні. Самозігрівання зерна триває, як правило, до закінчення годівлі і початку заляльковування гусениць. Загальна тривалість циклу від початку проникнення гусениць у зерно до вильоту перших метеликів при оптимальних умовах становить 25-30 днів.

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

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

В Інституті захисту рослин розроблена методика рентгенографічного аналізу заселеності зерна зерновою міллю. Суть її полягає в тому, що партії досліджуваного зерна розкладають на предметні рамки, потім на портативній рентгенівській установці типу РЕИС-N-45 "Електроніка-25" або інших рентгенограмах зразків. Рентгенографічний аналіз забезпечує високу точність, виключає роботу по розрізанню зерна і знищенню при цьому біоматеріалу, а також дає можливість стежити за розвитком ситотроги протягом її живлення в зерні.

Необхідну вологість зерна $W_n$ підтримують додатковим зволоженням, а потрібну кількість води (q) розраховують за формулою:

$$q = \frac{Q(W_n - W_f)}{100 - W_n},$$

де, $Q$ – кількість зерна, кг; $W_n$ та $W_f$ – відповідно необхідна і фактична вологість зерна, %.

Фактичну вологість зерна визначають за допомогою приладів типу ПВЗ-ІОД, установки "Колос -1" та ін.

Підтримання необхідних температури і вологості в приміщенні для зараження здійснюється за допомогою фільтра-зволожувача, що поставляється в комплекті обладнання біофабрики або кондиціонерів типу БК-1500, БК-2500 і зволожувачів типу "Комфорт". Для контролю за температурою і вологістю

використовують ртутні термометри, термографи типу М-16, психрометри і гігрографи типу М-21.

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

Бокси на біофабриках змонтовані в лінії і зв'язані загальною системою повітропроводів для видалення забрудненого повітря. В нижній частині боксів є конусні дека, до вихідних отворів яких кріплять змінні індивідуальні садки для збору метеликів зернової молі. У процесі роботи касети замінюють в міру їх заповнення.

Процес збирання метеликів ситотроги відбувається у такій послідовності: маючи негативний фототаксис, метелики після вильоту переміщуються із освітленої верхньої частини боксу в нижню затемнену і потім через отвір у нижній частині конуса в садок, який знімається. Схема розміщення комплекту обладнання показана на рис. 50.

В оптимальних умовах виліт метеликів із однієї партії заселеного зерна відбувається протягом 10-15 днів, під час вильоту і збору метеликів в боксах лінії автоматично підтримують температуру 24±1°С і відносну вологість повітря 80±5%.

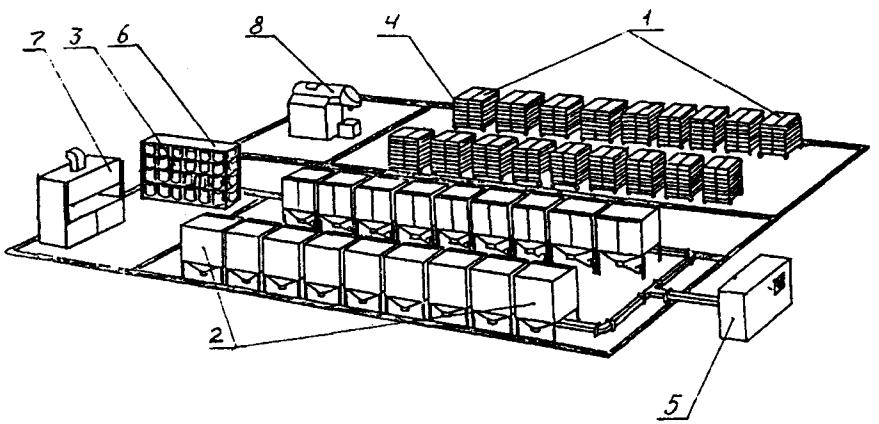



Рис. 50. **Комплект обладнання для розведення ситотроги на біофабриці:** 1 – стелажі зернові; 2 – бокси; 3 – садки; 4 – касети, 5 – установка для очищення повітря; 6 – стелажі для садків; 7 – витяжна шафа; 8 – пропарювач зерна

Гігротермічний режим підтримують за допомогою комплексу обладнання, в який входять датчики температури й вологості, зволожувачі, кондиціонери, вентилятори та інша апаратура.



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

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

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

Щоденно садки по декілька штук один над одним встановлюють в циклотрон і проводять збір яєць. За допомогою турбулентного повітряного потоку проводять очистку садків від пилу та відмерлих метеликів, а також відокремлення яєць ситотроги.

Метеликів утримують в садках 4 доби, а потім їх утилізують в зв'язку з тим, що далі вони практично не відкладають яєць.

В процесі утримання метеликів і збору яєць в приміщенні додержуються температури 24±1°С і вологості 80±5%.

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

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

Для відтворення використовують свіжовідкладені яйця зернової молі або ті, що зберігались при низьких температурах. Як правило, зберігають їх у побутових холодильниках в паперових пакетах при температурі +1+3°С не більше чотирьох днів. Дослідженнями встановлено, що зберігання яєць у пробірках, закритих ватними пробками, при вищевказаних температурах дає можливість збільшити строк зберігання до 10 днів. При цьому вихід гусениць досягає 80%.

Для зараження трихограмою можна використовувати яйця молі зразу після їх збирання або в більш пізні строки, залежно від особливостей роботи біофабрик.

Будівництво високопродуктивних біофабрик, які мають чотири і більше ліній, дає можливість одержувати значну кількість трихограми і випускати її на поля в широкому ареалі. Однак, це не завжди виправдано, оскільки трихограма, яку виробляють на цих біофабриках, має незмінні властивості і її біологічна ефективність варіює при застосуванні у різних районах навіть однієї області.

У зв'язку з цим, при одержанні великої кількості яєць ситотроги на спеціалізованих біофабриках доцільно передавати їх у районні біолабораторії, в яких провадять безпосереднє зараження яєць і випуск трихограми. При цьо-

му значно спрощується процес оновлення маточного матеріалу за рахунок природної місцевої трихограми, найбільш ефективної в цьому районі.

Розмноження трихограми в місцевих біолабораторіях на живителі, який централізовано постачається, не потребує значних затрат праці і складного обладнання. Виключення втрат біоматеріалу з цьому разі досягається правильним його зберіганням.

Метод довгострокового зберігання яєць зернової молі в умовах глибокого холоду (кріоконсервування), грунтується на використанні рідкого азоту, температура якого становить мінус 196°С і передбачає проведення таких операцій.

Яйця зернової молі (не пізніше як через 24 години після відкладання) очищають від сторонніх домішок і витримують у холодильнику протягом 30-40 хв при температурі 0-4°С.

Для заморожування і зберігання яєць підбирають посудини Дьюара типу СД-50М, СДС-50 або ХВ-0,5, залежно від кількості підготовлених для зберігання яєць. Посудини СД-50М і СДС-50 розраховані на максимальне завантаження 30 кг яєць, ХВ-0,5 – до 300 кг.

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

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

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

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

Для реконсервування яєць використовують пристрій, за допомогою якого яйця з дна посудини подаються в розпилювач і потім у ємність з водою, підігрітою до температури +44 – 45°С, де вони відтають. Такою ємністю, зокрема, може бути дещо модифікована пральна машина. Підігрів води і контролювання її температури здійснюють за допомогою електричних нагрівачів та контактного електротермометра.

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



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

Уже розроблена і рекомендована для виробничого застосування установка для зберігання яєць зернової молі та інших комах. Вона створена на базі серійного холодильника-термостата ХТ-3.

В цій установці за допомогою автономного кондиціонера забезпечується подача очищеного і зволоженого повітря до внутрішньої камери. Необхідну температуру підтримує холодильна установка термостата.

Як правило, яйця живителя близько двох місяців зберігають при температурі +1 – 3°С і відносній вологості повітря 85-90%.

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

Зберігання при температурі 1-3°С і відносній вологості повітря 85-90% недіапаузної трихограми (почорнілі яйця), в яких вона знаходиться у фазі передлялечки протягом 30-40 днів (лялечки до 20 днів та імаго перед вильотом до 10 днів), не знижує її репродуктивних показників.

Для тривалішого зберігання трихограму попередньо вводять у діапаузу. З цією метою свіжовідкладені яйця зернової молі заражають трихограмою. В цей період підтримують температуру повітря вдень 20-24°С, вночі 10°С, відносну вологість повітря 80% і 16-годинний світловий день. Через одну-дві доби температуру знижують до 10°С, при якій заражені яйця витримують до почорніння протягом 3-4-х тижнів, тобто до входження паразита у фазу передлялечки. Дальше утримання провадять при температурі повітря +2–4°С і відносній вологості 80±5%.

В стані діапаузи трихограма має знаходитись від двох до чотирьох місяців, при цьому її репродуктивні показники практично не змінюються. При зберіганні протягом 5-7 місяців вони погіршуються.

Для виведення трихограми з діапаузи її вміщують у природно освітлену кімнату, в якій підтримують температуру +2–24°С. Виліт трихограми з яєць в цих умовах починається через 7-8, а закінчується протягом 3-4-х днів.

**Розмноження трихограми**. В комплект обладнання біофабрик входять установки та окремі пристрої, призначені для технологічного зараження яєць зернової молі трихограмою. Остання розмножується так.

Попередньо партію пластин із звичайного або органічного скла старанно очищають від жиру та забруднення та покривають парою на установці для зволоження скла. Потім на пластини суцільним шаром наносять яйця зернової молі, які при контакті з вологою поверхнею приклеюються до пластин. Яйця, які не приклеїлись, видаляють з пластини легким струшуванням. Пластини з наклеєними яйцями кладуть вертикально на стелажі віварію, в якому

вони заражаються трихограмою. Віварій являє собою закриту шафу, у відсіках якої розміщені стелажі для скла. Під кожним стелажем установлюють кювети з льотною трихограмою з розрахунку, щоб на кожну самку трихограми припадало 20 яєць. Якщо припустити, що виплодження трихограми становитиме 90% при статевому співвідношенні 1:2, то необхідне співвідношення свіжих та заражених трихограмою яєць ситотроги має становити за масою 14,2:11 та за чисельністю 9,6:1. Тобто на кожні 14,2 г наклеєних свіжих яєць ситотроги має припадати 11 заражених яєць перед виплодженням з них трихограми.

Пластини у віварії під час зараження витримують дві доби, після чого їх на три доби вміщують в приміщення із змінними температурами, близькими до природних, до остаточного почорніння заражених яєць. Утримувати їх при змінних температурах можна в приміщеннях з відкритими вікнами або в самому віварії, де в цей період підтримують температуру +25 – 28°С вдень і +14 – 16°С вночі.

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

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

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

**Особливості технологічного обслуговування обладнання.** Правильна експлуатація обладнання біофабрики запобігає порушенню режимів технологічного процесу, зниженню продуктивності розведення, погіршенню показників якості розмножуваних комах й поліпшує умови праці. Здійснюється вона технічним персоналом біофабрики згідно з робочими інструкціями, що додаються до кожного найменування установок, приладів, пристроїв. З цією метою до штатного розкладу фабрики (лабораторії) введені посади інженерно-технічного персоналу, що має відповідну підготовку.

**Визначення якості трихограми.** Для визначення якості трихограми розроблена методика оцінки активності паразитування трихограмою яєць живителя, а також узагальнений критерій якості паразита, який об'єднує 4 основних показники: відродження, статевий індекс, плодючість, активність, пошукова здатність яєць живителя. На основі цього розроблений еталон на трихограму з поділом його на класи якості, який корелює з біологічною ефективністю ентомофага.

Для визначення якості трихограми використовують пристрій ЯТ-1, до складу якого входять 3 камери із світильниками, блок живлення і термостат (рис. 51).



Пристрій призначений для оцінки якості трихограми за кількістю паразитованих яєць природного живителя при заданому гідротермічному режимі. Цей узагальнений показник якості залежить від ступеня зараження, % відродження, статевого індексу, кількості деформованих особин, міграційної та пошукової здатностей, плодючості трихограми, партії, що аналізується.

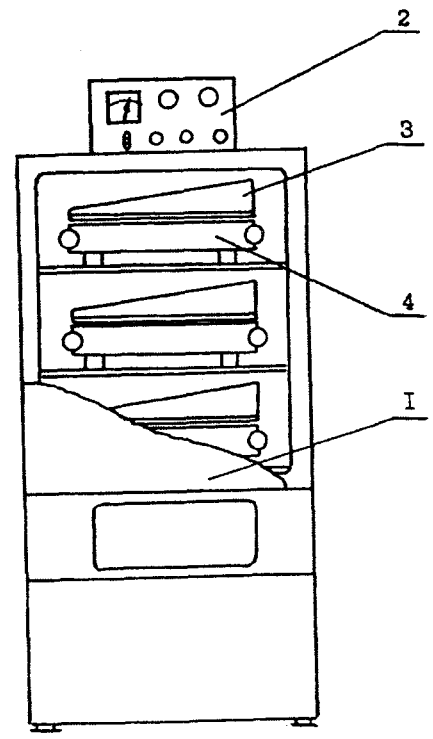



Рис. 51. **Загальний вигляд пристрою ЯТ-1:**
1 – термостат; 2 – блок живлення; 3 – світильник; 4 – камера

Кожна камера приладу має два відсіки: один для запуска трихограми, другий – для розташування яєць живителя. Відсіки з'єднуються між собою звивистим каналом, загальною довжиною 3 метри, яка відповідає радіусу ефективної дії ентомофага в полі (рис. 52).

Для визначення якості трихограми у відсік запуску вводять 0,5 г трихограми партії, яка оцінюється, а в другий відсік на картках розташовують 500 яєць живителя (капустяної, бавовняної совок або інших шкідників). Камери тримають в термостаті на протязі 8-ми годин при оптимальних значеннях температури, вологості і освітлення.

За 10 днів до випуску трихограми у поле проводять відбір проби паразитованих трихограмою яєць (3-5 г) з партії одного строку зараження. З відібраної проби роблять 3 навіски біоматеріала по 0,5 г, розташовують їх у пробірки довжиною 5-10 см і діаметром не менше 8-10 мм. Пробірки щільно закривають тканиною і тримають до початку льоту трихограми при температурі 25°С.

В перший день льоту трихограми в термостаті підтримують постійну температуру 25°С, світильники відключають.

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

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

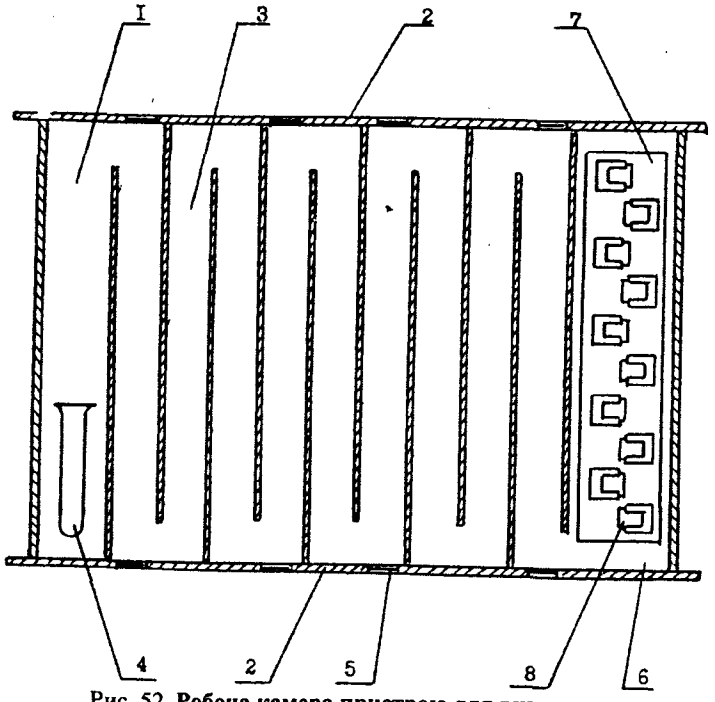



Рис. 52. **Робоча камера пристрою для визначення пошукової здатності трихограми:**
1 – відсік запуску трихограми; 6 – відсік зараження; 2 – кришка; 7 – картка з яйцями живителя; 3 – звивистий канал; 8 – підставка; 4 – пробірка з трихограмою; 5 – вентиляційне вікно

Через 5-6 днів визначають кількість яєць, що почорніли (заражених). З кожної камери середнє з трьох чисел можна прийняти як інтегральний показник якості партії трихограми (ІП).

При ІП до 30% дана партія трихограми оцінюється як біоматеріал низької якості, при 30-50% – середньої якості, при ІП 50% – вищої якості.

При попередній оцінці норму випуску трихограми низької якості слід збільшити у 2-2,5 рази, середньої – у 1,5 рази порівняно з нормою.

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

**Методи підвищення ефективності застосування трихограми.** При тривалому лабораторному розведенні трихограма з часом втрачає якість. Це



пояснюється тим, що лабораторні умови відрізняються від природних. Зокрема значення температури та відносної вологості повітря в процесі розведення трихограми, як правило, підтримуються постійними, що негативно впливає на життєздатність паразита і його активність після випуску в природу. Крім того, при штучному розведенні трихограми не треба шукати яйця для зараження, оскільки вони постачаються людиною, що також знижує рухливість і пошукову здатність самок.

Аби запобігти цьому, при масовому розведені трихограми необхідно виконувати такі заходи.

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

З цією метою при масовому розведенні трихограми у виробничих лабораторіях необхідно регулярно нагромаджувати зібрані в природі місцеві види совок і інших лускокрилих, паразитованих найбільш агресивними аборигенними видами і формами яйцеїда.

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

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

**Підвищення життєздатності трихограми проведенням пасажів через яйця природних живителів.** Тривале розведення трихограми на дрібних яйцях зернової молі призводить до різкого зниження її репродуктивних властивостей. Так, при розведенні 5-6 поколінь трихограми на яйцях зернової молі ступінь паразитування яєць капустяної совки знижується приблизно в 10 разів. Щоб цього уникнути, в обласних біолабораторіях, де виробляють маточну культуру яйцеїда для районних та колгоспних біолабораторій, провадять серію пасажів (перегонок) трихограми через яйця капустяної совки. Як правило, на яйцях основного живителя провадять два пасажі восени перед введенням трихограми в діапаузу, і один-два весною. Потім цю трихограму розводять у районних лабораторіях протягом однієї або двох генерацій до

випуску в поле. Вказані заходи суттєво сприяють збереженню життєздатності та активності трихограми і забезпечують її високу ефективність у боротьбі з шкідниками.

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

**Розведення трихограми при змінних режимах температури і вологості.** Одержання яйцепаразита з показниками якості, близькими до характеристик природних комах, можливе при створенні змінних режимів розведення. Досвід роботи багатьох біофабрик і біолабораторій показав, що розведення трихограми при постійних значеннях температури і вологості значно знижує її якість, звужує екологічну пластичність. При випуску в природу вона навіть при невеликих перепадах температур має знижені рухливість, пошукову здатність і тривалість життя. В цілому ефективність випуску такої трихограми недостатня. В посушливий літній період вона скупчується в луговинах, місцях загущеної рослинності і взагалі там, де більша вологість повітря. Для усунення вказаних недоліків розмножувати трихограму треба при змінних температурі та вологості.

У камерах віварію, де розводять трихограму, підтримують температуру вдень +25–29°С (протягом 16-18 годин) і 14-16°С вночі (8-6 годин). В літній період при середньодобовій температурі повітря понад 17-18°С трихограму можна розводити в природних умовах. В цьому разі віварій розміщують в інсектаріях або будь-яких інших відкритих приміщеннях. Перепади значень відносної вологості повітря вдень і вночі при розведенні не повинні виходити за межі відповідно 75 і 90%. Важливо також, щоб інтенсивність освітлення якомога більше відповідала природній.

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

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

Одним з прийомів, який підвищує життєздатність трихограми, є схрещування особин, відібраних з різних популяцій. На практиці з цією метою при нагромадженні маточної культури яйцепаразита провадять обмін діапаузного біоматеріалу між різними біолабораторіями, розміщеними на віддалі 100-150 км. При цьому 3-4 партії по 5-10 г діапаузної трихограми з різних районів одночасно виводять з діапаузи після тримісячного зберігання і провадять групове схрещування, після чого, визначивши вид трихограми, використовують її для масового розведення.

Дослідженнями показано, що подібне схрещування забезпечує ефект популяційного гетерозису, який проявляється в ряді наступних поколінь. Цей



прийом поряд з підвищенням плодючості самок трихограми збільшує їх частку в популяції до 80%.

З метою підвищення якості і ефективності трихограми необхідно також провадити селекцію партії зернової молі. Дослідження Н.В. Палія показали, що відібрані із загальної партії імаго зернової молі, яким властиві максимальні розміри, відкладають крупніші яйця. Трихограма, яка на них розводиться, має підвищену плодючість, тривалість життя і активність. Плодючість збільшується в 1,5 рази, а тривалість життя на 2-3 дні.

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

Дослідженнями УкрНДІЗР встановлена можливість і доцільність використання при підживленнях біостимуляторів трихограми з метою підвищення її продуктивності. Так, внесення в розчин сахарози 0,01% ізопрену суттєво підвищує плодючість трихограми і тривалість її життя.

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

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

В ролі масових живителів на деяких біофабриках розводять капустяну та озиму совки, а також кукурудзяного метелика. Для розведення вищеназваних совок можна використовувати універсальне середовище, рекомендоване в "Руководстве по массовому разведению и применению трихограммы" (1969). До його складу входить (г на 1 кг середовища): набубняві насіння квасолі – 200; зародки зерна пшениці – 30; сухі пивні дріжджі – 34 або гетефітін – 45; агар-агар – 18, аскорбінова кислота – 0,5; 40%-й формалін – 0,0015 (решта дистильована вода).

**Приготування середовища.** Квасолю попередньо замочують у однаковій з нею кількості води і витримують одну-дві доби. Перед початком приготування середовища її подрібнюють на м'ясорубці, а потім перемішують на подрібнювачі тканин типу РТ-1 або подібних. Агар-агар змішують з 350 мл води і утримують на киплячій водяній бані до утворення гомогенної маси. Всі сухі компоненти послідовно змішують з подрібненою квасолею і додають формалін. В одержану суміш вносять агаровий гель, старанно перемішують, добавляють аскорбінову кислоту і дистильовану воду. Розливають виготовлене живильне середовище в стерильний посуд у боксі, попередньо опроміненому бактерицидним випромінювачем.

Як вихідний матеріал використовують гусениць капустяної совки старшого віку, яких догодовують свіжими листками капусти, лободи чи тютюну.

Перед цим у пластмасові чи металеві кювети засипають простерилізовану при високій температурі і попередньо зволожену дистильованою водою дерев'яну тирсу, яку перед засипкою ретельно перемішують. Свіжі листки розкладають на скляні пластини, покладені на тирсу, з яких регулярно видаляють залишки корму і екскременти. Кювети закривають щільно тканиною, щоб запобігти розповзанню гусениць. Після закінчення живлення і заляльковування гусениць переносять в ексикатори, де підтримують температуру 18-21°С і відносну вологість 65-75%.

Для вирощування гусениць можна використовувати також свіжі листки ріпака, на яких розміщують зібрані в природі або одержані в лабораторії яйцекладки совок. Яйця завчасно обробляють протягом 10 хв 2%-ним розчином формаліну і промивають дистильованою водою. Для того, щоб листки не в'яли, їх разом із зрізаними стеблами ставлять у невеликі колби з водою. Колби ставлять у 10-літрові скляні ємності, всередині яких укладають фільтрувальний папір. Зверху ємності закривають паперовою кришкою з отворами для вентиляції. Стебла ріпака і воду замінюють двічі на тиждень при живленні гусениць молодших віків. Потім заміну провадять щоденно.

В одній ємності утримують залежно від віку 100-120 гусениць совки.

Для заляльковування гусениць, які закінчили живлення, на дно ємності насипають стерилізовані пісок або дерев'яну тирсу шаром близько 5 см.

Розвиток гусениць на листках ріпака триває 19-25 днів. Для розведення капустяної совки на живильних середовищах використовують півлітрові банки або кристалізаційні чашки ЧТК-180, на дно яких заливають по 50-100 г рідкого середовища. Яйця совки з розрахунку одне на 1 г середовища прикріплюють до стінок посуду, який установлюють на скляні пластини дном угору. На першому етапі гусениць вигодовують до четвертого віку, а потім по 30-50 особин розсаджують у інший посуд, в якому живильне середовище нанесене на стінки, і продовжують годівлю до шостого віку. Гусениць, які закінчили розвиток, переносять у кювети з тирсою, як описано вище. Під час вирощування гусениць необхідно підтримувати температуру повітря 25-28°С, відносну вологість 65-90% і 18-годинний світловий день.

Метеликів, які вилетіли, утримують попарно в садках, що являють собою циліндри з металевої сітки, дно яких обтягують марлею. Для підживлення метеликів у садках розвішують клаптики поролону, просоченого 7%-ним цукровим сиропом, циліндричні садки можна виготовляти з паперу. Метеликів утримують при температурі 18-23°С і відносній вологості повітря 75-80%.

Свіжі яйцекладки капустяної совки на тканині чи папері вирізають і використовують для дальшого відтворення або зараження трихограмою.

Як правило, при вказаних умовах виліт метеликів із числа гусениць, що виплодилися, становить 65-70%, середня плодючість самок 600-700 яєць. Тривалість однієї генерації 40-45 днів.



Щоб запобігти забрудненню живильного середовища і захворюванню комах, на всіх етапах їх вирощування необхідно дотримуватись чистоти.

Кукурудзяного метелика вирощують у півлітрових банках, на дно яких заливають живильне середовище товщиною 2 см, а на стінки прикріплюють по 60-80 яєць у стадії "чорної голівки". Після досягнення гусеницями п'ятого віку їх переносять у чисті садки з укладеними в них кружечками фільтрувального паперу або гофрованого картону, на які нанесено живильне середовище. Гусениць, які закінчили розвиток та заляльковувалися, переносять в ексикатори і утримують до вильоту метеликів.

В останні роки в нашій країні і за кордоном при розведенні трихограми використовують як живителя млинову вогнівку-ефестію.

**Розрахунок продуктивності масового розведення ситотроги і трихограми.** На багатьох сучасних біофабриках із промислового розведення трихограми діють механізовані лінії продуктивністю майже 500 млн і більше особин трихограми за повний цикл розвитку (генерацію) ситотроги. При необхідності одержання значних кількостей комах до визначеного строку особливого значення набуває дотримання послідовності розведення ситотроги і трихограми.

Згідно з діючими рекомендаціями прийнята така схема розведення трихограми.

Обласними біолабораторіями здійснюється виробництво маточної культури, що включає: літній збір заражених трихограмою яєць природного живителя; один або два осінні пасажі через яйця основного живителя; введення трихограми в діапаузу; перший весняний пасаж через яйця основного живителя; другий весняний пасаж через яйця основного живителя.

Одержану маточну культуру згідно з календарним планом передають районним біолабораторіям для масового виробництва трихограми.

При плануванні робіт виробничою біолабораторією мають бути враховані конкретні умови, що характеризуються такими показниками: площа посівів сільськогосподарських культур, на яких планується випуск трихограми; час і норма випуску; якість біоматеріалу, що розводиться; основні показники продуктивності біофабрики.

В умовах виробництва при плануванні технологічного процесу масового розведення трихограми, як правило, складають поетапний графік роботи одержання яєць ситотроги і розведення трихограми залежно від поставленого конкретного завдання.

Перш ніж розглянути приклади вирішення таких завдань, наведемо формули для визначення їх основних показників.

Кількість трихограми, одержаної в певній генерації, визначають за формулою:

$$Nt(n) = Nt(w) \cdot Kt^{n},$$

де: $Nt(n)$ – кількість особин трихограми, яку потрібно мати до початку першого етапу розведення у виробничих біолабораторіях (кількість особин маточної культури); $n$ – генерація комахи, яка розводиться; $w$ – позначення початкового етапу розведення; $Kt$ – коефіцієнт відтворення трихограми, що розраховують за формулою:

$$Kt = a_1 \cdot a_2 \cdot St,$$

де: $a_1$ – частка заражених яєць ситотроги, з яких виплодилась трихограма, %; $a_2$ – частка самок трихограми, %; $St$ – кількість яєць, які відкладає одна самка трихограми в яйця живителя (плодючість самок).

Якщо прийняти значення показників $a_1 = 0{,}9$; $a_2 = 0{,}55$ (співвідношення статей 1:1,8); $St = 20$ (при зараженні яєць ситотроги); $St = 40$ (при зараженні яєць совок), то коефіцієнт $K$ становитиме:

$Kt = 10$ – при розведенні трихограми на яйцях ситотроги;

$Kt = 20$ – те саме на яйцях основного живителя. Кількість самок (f) трихограми $\left(Ntf(n)\right)$, які вилетіли з партії паразитованих яєць живлення, визначають за формулою:

$$Ntf(n) = \frac{Nt(w) \cdot Kt^{n^+}}{St}.$$

Необхідна кількість яєць живителя $N_0(n)$, що закладається у кожної (певної) генерації для зараження трихограмою, становитиме:

$$N_0(n) = \frac{Nt(w) \cdot Kt^{n^+}}{\gamma}.$$

Приклад 1. Розрахувати необхідну кількість маточної культури трихограми з тим, щоб через три пасажі на яйцях ситотроги одержати необхідну кількість яйцепаразита. Площа обробок 10 тис. га, загальна норма випуску – 40 тис./га самок трихограми.

Спочатку визначають необхідну для випуску загальну кількість самок трихограми:

$$Ntf(3) = 40000 \cdot 10000 = 4 \cdot 10^8.$$

Загальна кількість яєць ситотроги, що має бути використана в третьому пасажі, для одержання $4 \cdot 10^8$ самок трихограми, становитиме:

$$N_0(3) = \frac{Ntf(3)}{\gamma \cdot a_1 \cdot a_2} = \frac{4 \cdot 10^8}{0{,}8 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}55} = 1000000000 \text{ шт.}$$

(20000,0 г, оскільки у одному грамі 50 тис. яєць),

де: $\gamma$ – це ступінь зараження трихограмою яєць живителя. В розрахунках прийняте $\gamma = 0{,}8$ (ступінь зараження 80%).



Кількість заражених яєць при умові, що $\gamma = 0, 8$, буде:

$$N_{t(3)} = N_{0(3)} \cdot 8 = 1000000000 \cdot 0{,}8 = 800000000 \text{ екз.}$$

Необхідну кількість маточної культури трихограми розраховують за формулою:

$$Nt(w) = \frac{Nt(3)}{K_t^3} = \frac{800000000}{10^3} = 800000 \text{ екз. } 10{,}0 \text{ г}$$

(оскільки з 1 г 80 тис. екз. трихограми)

Приклад 2. Строк першого випуску трихограми 26 червня. Треба скласти графік роботи біофабрики для виробництва для цього строку трихограми для обробки 10 тис. га при нормі випуску 40 тис./га самок.

Якщо розселяють трихограму в фазі імаго, одержання її після третього пасажу має бути закінчене за тиждень до випуску – 20 червня.

Методика розрахунку і необхідна для випуску кількість трихограми наведені в попередньому прикладі. Аналогічно визначають кількість трихограми, що має бути одержана після другого і першого пасажів на яйцях ситотроги (табл. 3).

Таблиця 3 – **Поетапний графік розведення трихограми при тривалості однієї генерації 12 днів**

| Пасаж | Дата виконання робіт | Загальна кількість одержання трихограми | |
|---|---|---|---|
| | | екз. | г |
| Перший | 16,05 | 800000 | 10,0 |
| Другий | 28,05 | 8000000 | 100,0 |
| Третій | 8,06 | 80000000 | 1000,0 |
| Четвертий | 20,06 | 800000000 | 10000,0 |

Нагромадження яєць ситотроги для кожного пасажу розраховувати за формулою:

$$N_{0(n)} = N_{0(w)} \cdot K_s^n,$$

де: $N_{0(n)}$ – кількість яєць ситотроги, одержаної в "$n$"-ній генерації; $N_{0(w)}$ – початкова кількість яєць для зараження першої партії зерна; $n$ – показник генерації; $K_s$ – коефіцієнт, що характеризує розведення ситотроги:

$$K_s = a \cdot l \cdot S_t \cdot p \cdot E,$$

де: $a$ – узагальнений коефіцієнт життєздатності яєць, гусені й лялечок ситотроги, $l$ – частка самок ситотроги від числа метеликів, які вилетіли; $S_t$ – плодючість метеликів ситотроги, в середньому на одну самку, шт.; $p, E$ – відносна частка втрати яєць та метеликів ситотроги в технологічному циклі її розведення.

Значення коефіцієнта $K_E$ для технологічного циклу розведення ситотроги з різною продуктивністю наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 – **Продуктивність розведення зернової молі залежно від її життєздатності**

| Вихід яєць ситотроги з 1 ц зерна | | Значення коефіцієнтів | | Вихід яєць ситотроги з 1 ц зерна | | Значення коефіцієнтів | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| г | екз. | a | Ke | г | екз. | a | Ke |
| 500 | $25 \cdot 10^6$ | 0,178 | 5 | 900 | $45 \cdot 10^6$ | 0,321 | 9 |
| 600 | $30 \cdot 10^6$ | 0,214 | 6 | 1000 | $50 \cdot 10^6$ | 0,357 | 10 |
| 700 | $35 \cdot 10^6$ | 0.250 | 7 | 1100 | $55 \cdot 10^6$ | 0,392 | 11 |
| 800 | $40 \cdot 10^6$ | 0,285 | 8 | | | | |

**Примітка.** В розрахунках даних прийняті значення: $l = 0{,}5$; $S_f = 60$; $p = E = 0{,}965$

Виходячи з того, що для зараження 1 кг зерна необхідно 1г яєць зернової молі ($5 \cdot 10^4$) = 50000 екз., початкову кількість яєць для зараження першої партії зерна можна визначити за формулою:

$$N_{0(w)} = \frac{Q_w \cdot 5 \cdot 10^4}{10^3} = 50 \cdot Q_w,$$

де: $Q_{(w)}$ – початкова маса зерна в грамах, використана для розведення зернової молі першої генерації.

На підставі наведених формул розраховують графік виробництва яєць зернової молі по етапах, згідно з поставленим конкретним завданням.

Приклад 3. Скласти поетапний план розведення зернової молі, якщо випуск трихограми намічено на 26 червня на площі 10 тис. га при загальній нормі випуску 40 тис./га самок.

Розрахунки кількості трихограми, яку необхідно мати для випусків, а також кількостей, які будуть одержані при розведенні після першої і другої генерацій, наведені в прикладах 1 і 2.

Виходячи з того, що при зараженні яєць живителя трихограмою в умовах лабораторного розведення кількісне співвідношення паразита і живителя прийнято 1:9,6, розраховують необхідну для зараження кількість яєць зернової молі ($N_{0(n)}$) на кожному етапі.

Кількість маточної культури трихограми $N_{t(w)}$ в нашому прикладі становить 800000 екз. (10,0 г).

Для розведення трихограми потрібно яєць зернової молі (в першому пасажі):

$$N^1_{0(1)} = \frac{N_{t(w)} \cdot K_t}{q} = \frac{800000 \cdot 10}{0{,}8} = 1 \cdot 10^7 \text{ екз. (2000 г), у другому:}$$



$$N^1_{0(2)} = \frac{N_{t(w)} \cdot K_t^2}{q} = \frac{800000 \cdot 10^2}{0{,}8} = 1 \cdot 10^8 \text{ екз. (2000 г), у третьому:}$$

$$N^1_{0(3)} = \frac{N_{t(w)} \cdot K_t^3}{q} = \frac{800000 \cdot 10^3}{0{,}8} = 1 \cdot 10^9 \text{ екз. (2000 г).}$$

Загальна кількість становитиме 1110000000 екз. (22200 г).

Для розведення такої кількості яєць для зараження зерна у попередній генерації потрібно використовувати яєць зернової молі:

$$N_0 = \frac{1110000000}{K_s} = \frac{1110000000}{9} = 123333333 \text{ (2466,7 г).}$$

В розрахунках прийнято, що $K_s = 9$ при продуктивності 900 г яєць зернової молі з 1 ц зерна. Дата зараження зерна зерновою міллю у попередній генерації буде на 45-46-й день раніше останнього третього пасажу (8,06), або 25,04-1,05.

**Розселення трихограми**. Трихограму розселяють у вигляді паразитованих яєць лабораторного живителя, де вона перебуває у передімагінальному стані за 12 год до вильоту або безпосередньо у фазі імаго.

Починати розселення необхідно при появі перших яйцекладок і закінчувати в період масового відкладення яєць шкідниками.

Норми випуску трихограми на 1 га, виражені в кількості самок, яких розселяють, й залежать від виду шкідника, культури, яку захищають і кількості яєць шкідників на 1 м$^2$. Загальноприйнятою на виробництві вважається норма, при якій на одну життєздатну самку припадає 10 або 20 яєць шкідника.

Кількість трихограми, необхідної на 1 га, з врахуванням норми випуску і показників її якості, розраховують за формулою:

$$H_p = \frac{H}{q \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot Z},$$

де $H$ – норма випуску самок на 1 екз./га.; $q$ – ступінь зараження трихограмою яєць живителя (доля паразитованих яєць у партії, яку розселяють); $a_1$ – процент виплодження трихограми (частка заражених яєць ситотроги, з яких виплодилась трихограма), $a_2$ – частка самок у загальній кількості трихограми, яка вилетіла; $Z$ – кількість яєць, які відкладає самка трихограми в одне яйце живителя.

Наприклад, якщо $H = 30000, q = 0{,}8(80\%)$, $a_1 = 0{,}9$, $a_2 = 0{,}66$, а $Z = 1$, то

$$H_p = \frac{30000}{0{,}8 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}66 \cdot 1} = 63000 \text{ екз./га.}$$

До останніх років трихограму розселяли вручну, що перешкоджало дотриманню всіх технологічних вимог і призводило до значної строкатості в ефективності біологічної боротьби з шкідниками.

Впровадження механізованих способів розселення значною мірою усуває вказані недоліки, підвищує продуктивність розселення і забезпечує ефективність даного заходу.

Тепер у виробничих умовах використовують декілька способів механізованого розселення трихограми.

Авіаційне розселення здійснюють за допомогою апаратури і пристроїв, які встановлюють на літаках типу Ан-2 (рис. 53).

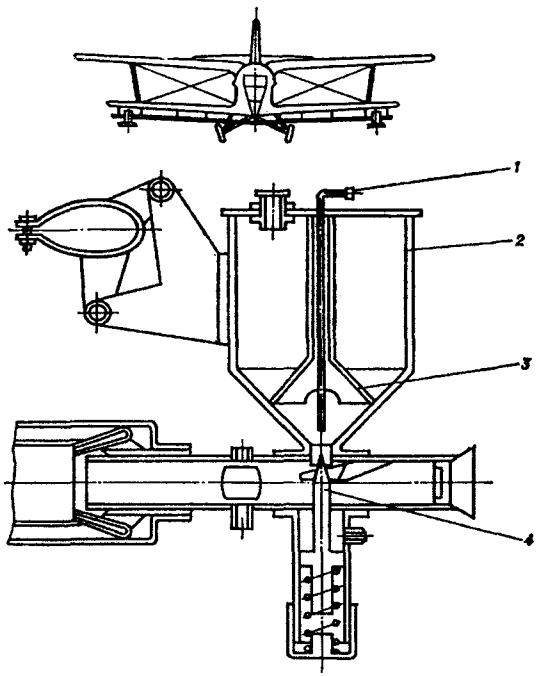



Рис. 53. **Схема пристрою для розселення трихограми з літака Ан-2:**
1 – повітряний розпушувач біоматеріалу; 2 – бункер для паразитованих яєць; 3 –вентилятор; 4 – дозатор

Під час роботи яйця через дозатор, відрегульований на задану норму витрати, просипаються по трубі в потік розпиленої води обприскувача, з якою розподіляються на поверхні поля. Управління пристроєм здійснюється електронно-механічною системою автоматики.

Трихограму розселяють при швидкості літака 160 км/год на висоті 5 м. При ширині смуги розселення 60-80 м продуктивність обробки становить 200-250 га/год. Норму витрати трихограми можна змінювати від 10 до 225 тис./га самок.

Авіаційний спосіб розселення доцільно застосовувати на великих площах з рівним рельєфом, а також для обробки високорослих культур, де застосування інших способів утруднене.

Наземне механізоване розселення трихограми здійснюють за допомогою установок та пристроїв спеціальних конструкцій.

Для суцільного розселення паразитованих трихограмою яєць можна використати установку, в котрій трихограмовані яйця розподіляються у водно-



повітряному потоці, який утворюється начіпним вентиляторним обприскувачем, що встановлюється на тракторі класу 0,9-1,4 т. Схема цієї установки зображена на рисунку 54.

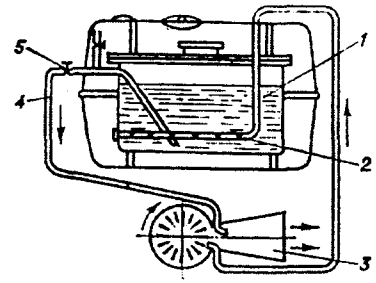



Рис. 54. **Схема установки для розселення трихограми з вентиляторного обприскувача:**
1 – резервуар; 2 – пневматичний змішувач; 3 – вентилятор; 4 – всмоктувальна трубка; 5 – дозатор витрати води

Перед розселенням за 5-10 год до початку вильоту трихограми, паразитовані і змочені яйця зернової молі засипають у резервуар з водою, в якому повітрям, що подається від вентилятора по трубах, вони рівномірно перемішуються. За рахунок розрідження, що створюється в трубі, розміщеній у повітряному потоці вентилятора, вода з яйцями всмоктується з резервуару в трубку і далі розпилюється на поверхні поля. Для регулювання витрати води з резервуара в подаючій трубці встановлений дозатор.

Місткість резервуара для води – 60 л, ширина оброблюваної смуги – 30 м. Продуктивність розселення залежить від робочої швидкості трактора.

До початку розселення трихограми установку необхідно відрегулювати на задану кількість витрати робочої рідини ( $d$ ), яку визначають за формулою:

$$d = \frac{B \cdot V \cdot F}{600} \text{ л/хв},$$

де $B$ – ширина захвата, м; $V$ – швидкість руху трактора, км/год; $F$ – норма витрати рідини, л/га.

Кількість яєць, які потрібно засипати з резервуар, визначають з врахуванням площі поля, яке можна обробити при одній заправці резервуара, і норми розселення трихограми на 1 га.

Так, при умові, якщо гектарна норма витрати робочої рідини становить 3 л, швидкість руху трактора $V$ – 10 км/год, а ширина захвата $B$ –30 м, норма витрати становить $d$ = 1,5 л/хв. Однією заправкою резервуара можна обробити 20 га. При нормі витрати трихограми $H$ = 20 тис. самок/га, в резервуар на одну заправку необхідно засипати 1 млн паразитованих яєць, враховуючи, що близько 20% їх при розселенні залишається в стінках резервуара.

Є і інші пристосування для розселення трихограми на посівах сільськогосподарських культур, зокрема пристрій, змонтований на задніх колесах трактора, який приводиться в дію під час руху трактора. На рисунках 55 та 56 показана його будова і схема використання. Застосування його просте і не

потребує особливих роз'яснень, продуктивність його при розселенні трихограми значно менше у порівнянні з обприскувачем.

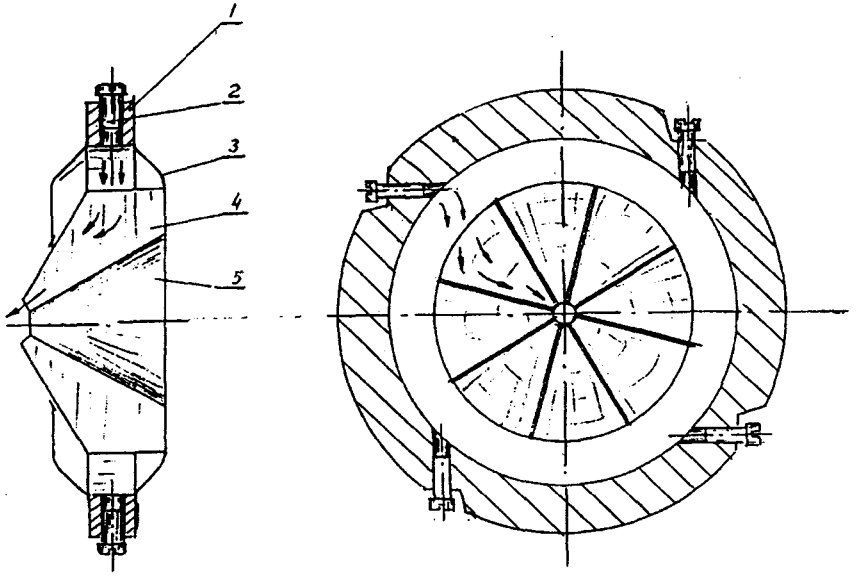



Рис. 55. **Пристрій для розселення трихограми:**
1 – корпус; 2 – дозатор; 3 – бокові стінки дозатора; 4 – направляючі лопатки; 5 – направляючий конус

В останні роки створено пристрій для механізованого розселення трихограми (рис. 55) на посівах низькорослих культур, схема установки якого показана на рисунку 56.

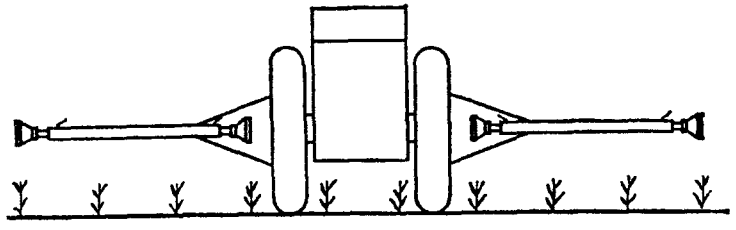


Рис. 56. **Схема установки пристрою на тракторі**

При підготовці до роботи штанги з дозаторами (по два на кожній) приєднують до коліс трактора, а дозатори закріплюють так, щоб зони розміщувались над рядками рослин. Перед установкою дозатор за допомогою регулюючих гвинтів встановлюють на необхідну норму внесення яєць з розрахунку на 1 га.



Трихограму розселяють так. Під час руху трактора дозатори обертаються разом з колесами, при цьому нижні циліндричні отвори заповнюють паразитованими яйцями. При дальшому обертанні отвори переміщуються вгору і яйця з них розсипаються на рослини і грунт.

Така конструкція пристрою дає змогу за один прохід трактора обробляти смуги шириною 10 м, і при швидкості руху трактора 10 км/год обробляється площа 10 га. Об'єм бункера дозатора становить 200 $см^3$, точність внесення встановленої норми заражених яєць ± 20%.

### *Використання трихограми в поєднанні з іншими заходами боротьби проти лучного метелика*

Спалахи масового розмноження лучного метелика відбуваються періодично і можуть мати спустошливий характер. Щоб досягти достатньої економічної ефективності трихограми та інших засобів боротьби з цим шкідником, необхідно бути обізнаним з його біологічними особливостями.

Відомо, що гусениці V віку зимують у коконах у верхньому шарі грунту. Протягом року шкідник дає 3-4 генерації, але господарське значення мають лише дві перші. Гусениці, що перезимували, заляльковуються в останній декаді квітня і до третьої декади травня. Літ метеликів першої генерації спостерігається у другій декаді травня і триває до третьої декади червня. Гусениці першої генерації розвиваються з першої декади червня до першої декади липня. Заляльковування відбувається в червні і навіть у першій декаді липня. Метелики другої генерації літають наприкінці червня і до другої декади липня. Оптимальними умовами для їхнього розвитку є температура 20-25°С і відносна вологість повітря не менше 60%. Гусениці першого віку розвиваються лише тоді, коли вологість повітря досягає 90-100%.

У 1975 р. в Лісостепу літ метеликів почався 6-7 травня, масовий спостерігався 12-25 травня, а закінчився він 12 червня. При цьому в світлову пастку в ніч потрапляло до 1,5 тис. метеликів.

Перші яйцекладки були виявлені 8-9 травня. Знання їх динаміки має важливе значення для організації випуску трихограми. Так, у 1975 р. на посівах буряків та інших просапних культур 8 травня на 1 м кв. налічувалось 0,25 кладки, 10 травня – 0,6; 15 – 1,5; 20 – 4,5; 25 – 14; 30 – 31,5; 5 червня – 17-25; 10 – 3,3; 15 – 1 і 20 червня – 0 кладок. Отже, тривалість відкладання яєць метеликами першого покоління становила понад 30 днів.

У зв'язку з цим, перший випуск ситотрожної форми трихограми пінтої перших двох репродукцій на дослідних полях було проведено 10 травня з розрахунку одна самка яйцеїда на 10 яєць шкідника.

З врахуванням наростання кількості відкладених яєць і тієї обставини, що під час першого випуску заселеність яєць не перевищувала 4%, через 7 днів

(18 травня) другий раз випустили трихограму в такому самому співвідношенні. За два випуски трихограми (роки масового з'явлення шкідника в усіх зонах України) заселеність кладок 23 травня становила 9-13%, випущеної в період масового відкладення яєць шкідником.

Ефективність дочірнього покоління трихограми вогнівкової форми досягала 69%. При цьому зараженість яєць у перші 3-7 днів становила 27-31%, а до періоду масового відкладання яєць досягла 77%.

Експериментально доведено, що в перших кладках яєць метеликів, які вийшли з лялечок масою понад 48 мг, яйця трихограми ситотрожної форми розчинялись у плазмі яйця живителя. Встановлено також, що трихограми ситотрожної форми 3-5 репродукцій розселяються в радіусі 3-30 м від місця випуску, тоді як вогнівкової може за вітром віддалятись на 150-200 м.

Оскільки в роки масового розмноження іноді спостерігається низька плодючість самок, спеціалісти біолабораторій разом з агрономом по захисту рослин повинні систематично обліковувати чисельність та життєздатність шкідника. Дуже важливо щорічно зважувати лялечок самок метеликів для визначення фізіологічного стану місцевої популяції шкідника. При цьому для одержання достовірних результатів треба зважувати не менше 100 лялечок.

Ефективність застосування трихограми в боротьбі з лучним метеликом та іншими лускокрилими визначають обстеженням контрольних ділянок і тих, на яких випускали яйцеїда. Відстань між контрольною та обробленою ділянками має бути не менше 200 м. Повторність досліду чотириразова.

На дослідних ділянках обліковують кількість яєць метеликів та їх зараженість трихограмою, кількість гусениць, зрідженість та пошкодженість рослин. При цьому ефективність застосування трихограми визначають окремо по кожній генерації шкідника.

Для визначення господарської ефективності порівнюють урожай на оброблених трихограмою та контрольних ділянках.

Випуск трихограми слід доповнювати агротехнічними заходами, своєчасним розпушуванням міжрядь на глибину до 12 см, що знижує чисельність кладок яєць на 45-50%, гусениць – на 45-57, лялечок – на 53-62%.

Застосування препарату ентобактерину (1,5 кг/га) проти гусениць I-II віків призводить до їх загибелі на п'ятий день у межах 74-80%, проти гусениць III-IV віків (3 кг/га) – 60-72%. Ще вищий ефект одержують при застосуванні дендробациліну, лепідоциду, бітоксибациліну. У природних умовах зареєстрована також загибель гусениць від гранульозу та поліедрозу, а ще частіше – від змішаних інфекцій.

Отже, своєчасне й правильне застосування трихограми та біопрепаратів у поєднанні з агротехнічними заходами забезпечує надійний захист рослин від лучного метелика.

Пестициди доцільно застосовувати проти гусениць лучного метелика у вогнищах шкідника, де на 1 м$^2$ налічується понад 10 гусениць 4-5 віків.



### *Використання трихограми в поєднанні з агротехнічними заходами проти кукурудзяного метелика*

В Україні найбільш сприятливі кліматичні умови для масового розмноження кукурудзяного стеблового метелика (Ostrinia nubilali SHb) створюються в Чернівецькій області. В окремі роки середня пошкодженість стебел кукурудзи досягає тут 36,7, а качанів – 12%.

При цьому на одну рослину припадає до 8 гусениць. Недобір урожаю становить 4-6, а в деяких господарствах навіть 9 ц/га. В інших областях чисельність шкідника значно менша.

В умовах України метелик розвивається в одній генерації. Гусениці його звичайно заляльковуються в другій половині травня, а метелики вилітають у першій половині червня, відкладання яєць триває майже два місяці і закінчується переважно в першій декаді серпня. Заляльковування починається при сумі ефективних температур 200° (поріг розвитку 9°). Масовий літ і відкладання яєць настають при сумі ефективних температур 350°С, що може бути орієнтиром для початку випуску трихограми.

Найбільшу кількість яєць відкладають самки, які вийшли із лялечок масою понад 120 мг, а найменшу – з лялечок масою 80 мг.

Для визначення плодючості шкідника необхідно зважити не менше 200 лялечок самок. З цією метою післязбиральні рештки кукурудзи викопують з корінням, вкладають вертикально в канавки і прикопують. Навесні, під час заляльковування гусениць, "пеньки" звільняють від землі, розрізають і вибирають з них лялечок. Плодючість метеликів, які вийшли з лялечок масою 85-90 мг, становить 260 яєць, 95-100 мг – 400, 125-128 мг – 460 яєць. В одній кладці звичайно налічується 15-35, іноді – 58 яєць.

Виживаність гусениць, рівень життєздатності і шкідливість стеблового метелика значною мірою залежить від стійкості гібридів і сортів кукурудзи, зокрема вмісту в них фізіологічно активної речовини – бензоксазоліну.

Експериментально доведено, що трихограма вогнівкової форми ефективна проти метелика при наявності на одну самку п'яти яєць шкідника.

Використання трихограми зменшує пошкодженість стебел кукурудзи в середньому на 50, а качанів – на 60%. За даними обласної біолабораторії приріст зерна від застосування трихограми в Чернівецькій області становить 4-6 ц/га.

З агротехнічних заходів у боротьбі з цим шкідником особливо велике значення має дискування полів після збирання кукурудзи. Дворазове дискування поля по діагоналі на глибину 8-12 см з наступною зяблевою оранкою зменшує кількість гусениць шкідника до 99,4%.

Таким чином, застосуванням трихограми і агротехнічних заходів можна забезпечити захист посівів без обробки їх пестицидами.

Для визначення ефективності трихограмування, пошкоджені гусеницями стебла та качани кукурудзи обліковують на дослідних і контрольних ділянках, кількість яйцекладок кукурудзяного метелика встановлюють оглядом 300 рослин до випуску трихограми та після випуску її через кожні 7-8 днів до кінця періоду відкладання яєць.

Виявлені яйця збирають із шматочками листків, вміщують у пробірки та аналізують у лабораторії на зараженість трихограмою.

Пошкодженість рослин (стебел і качанів) кукурудзи визначають перед збиранням урожаю оглядом 200 стебел, відібраних у різних місцях ділянки. Про пошкодженість рослин свідчать наявність екскрементів у пазухах листків або на качанах, а також отворів, зроблених гусеницями у стеблах.

Урожайність кукурудзи на дослідних ділянках визначають так: вибирають 400 рослин, пошкоджених гусеницями, і стільки ж непошкоджених, вимірюють висоту кожної рослини та масу качанів. За середньою масою качанів з пошкоджених і непошкоджених рослин можна робити висновок про ефективність випуску трихограми, крім того у кожному досліді окремо обліковують урожай 0,5-1 га при комбайновому збиранні.

### *Використання трихограми в поєднанні з іншими заходами проти озимої совки*

На Україні озима совка дає дві генерації, для розвитку кожної з яких потрібна сума ефективних температур близько 1000°С при нижньому порозі 10°С. Гусениці п'ятого віку зимують у грунті, заляльковуються навесні. Фаза лялечки триває 2-4 тижні. Для визначення чисельності, а також потенціальної плодючості шкідника, зважують не менше 200 лялечок, зібраних на заплавних або зрошуваних землях і суходолі.

Залежність плодючості шкідника від маси лялечок характеризують дані таблиці 5.

Таблиця 5 – **Залежність плодючості озимої совки від маси лялечок**

| Рік | На заплаві | | На суходолі | |
|---|---|---|---|---|
| | середня маса лялечок, мг | середня плодючість самок, шт. | середня маса лялечок, мг | середня плодючість самок, шт. |
| 1973 | 424 | 1160 | 271 | 677 |
| 1974 | 374 | 935 | 261 | 602 |
| 1975 | 372 | 902 | 264 | 654 |
| 1985 | 459 | 1302 | 277 | 688 |
| 1995 | 438 | 1288 | 275 | 640 |

Метелики першої генерації починають літати з другої половини травня. Гусениці першої генерації протягом червня пошкоджують, головним чином,



просапні культури. Метелики другої генерації літають в кінці липня – у серпні; гусениці розвиваються восени на посівах озимих, баштанних і овочевих культур. Друга генерація, яка розвивається влітку за низької вологості та високої температури, нечисленна і відчутної шкоди не завдає. Метелики ведуть нічний спосіб життя. Самки відкладають по одному або кілька яєць на сухі рослинні рештки, що знаходяться на поверхні грунту. Для відкладання яєць вони вибирають ділянки із зрідженою рослинністю, у місцях з густим травостоєм метелики яєць не відкладають.

Ембріональний розвиток триває до десяти днів. Гусениці спочатку розвиваються на бур'янах, а потім, починаючи з другого віку, переходять на культурні рослини. Вдень вони ховаються у верхній шар грунту. Розвиток гусениць триває 1-1,5 місяця. У деякі роки вони можуть гинути у великій кількості від вірусних і бактеріальних хвороб, паразитів та хижаків.

Щоб визначити чисельність зимуючих гусениць, у кінці вересня – на початку жовтня провадять обліки на посівах озимих і на полях після просапних культур. Для цього відбирають по 8-12 грунтових проб на облікових ділянках площею 0,25 м$^2$ з глибини 10 см. Весною на цих ділянках відбирають грунтові проби для визначення стану гусениць, які перезимували. Потім через кожні п'ять днів провадять розкопки для виявлення початку заляльковування гусениць. Динаміку льоту метеликів визначають виловлюванням їх у коритця з патокою. Потім розтинають метеликів і визначають кількість яєць в яйцевих трубках.

Під час живлення гусениць переглядають рослини на десяти ділянках і підраховують непошкоджені, слабо пошкоджені, дуже пошкоджені (коренева шийка погризена до половини) та загиблі рослини. На озимих посівах оглядають рослини на 16 півметрових відрізках, у різних місцях ділянки. Під час обліків до і після кущіння підраховують непошкоджені та загиблі рослини.

Проти озимої та інших підгризаючих совок на посівах цукрових буряків і парах випускають трихограму ситотрожної форми – першої або другої репродукції, з розрахунку одна самка на 20 яєць шкідника. Це роблять на початку відкладання яєць совками. Кількість випусків залежить від наростання відкладання яєць, у зв'язку з чим через кожні 3-5 діб визначають їх кількість на 1 м$^2$ площі. Для цього на ділянках розміром 50х50 см ретельно збирають сухі, тонкі корінці та інші рослинні рештки, уважно оглядають їх і підраховують кількість яєць. Після цього встановлюють норму випуску трихограми, виходячи із кількості яєць шкідника і даних паспорта одержаної партії трихограми (процент виплоджування, кількість самок).

На посівах цукрових буряків трихограма уражує до 70% яєць шкідника. На чистих і зайнятих парах, що відведені під посів озимої пшениці при випуску трихограми проти підгризаючих совок, співвідношення живителя і паразита має бути таким: при наявності на 1 м$^2$ поля одного яйця шкідника – 1:1 – 3:1; 10 – 5:1; до 15 – 7:1; при 15 і більше – 10:1.

Застосування проти озимої совки трихограми в поєднанні з 3-4-разовою культивацією міжрядь технічних культур і чистих парів дає можливість повністю захистити посіви від цього шкідника і звести його чисельність до мінімуму.

Так, у 1971 році в господарствах Путивльського району Сумської області в першій половині червня на 1 м$^2$ чистого пару налічувалось 13-20 яєць совок. На площі, де застосовували чотириразову культивацію і випуск трихограми, зараженість яєць досягла 90%, гусениць виявлено лише 0,1 на 1 м$^2$, а відчутна пошкодженість посівів не спостерігалась. На ділянках, де провадили тільки чотириразову культивацію, кількість гусениць становила 5,3 на 1м$^2$, а пошкодженість озимої пшениці досягала 17,6%.

### *Використання трихограми в поєднанні з іншими заходами проти капустяної совки, біланів і вогнівок в посівах капусти*

Капустяна совка Mamestra brassicae L. пошкоджує цукрові буряки, горох, багаторічні трави та інші культури, але особливо капусту.

На Україні цей шкідник поширений повсюдно. У Лісостепу і Степу він дає дві генерації. Належить до вологолюбних видів, тому гусениці, особливо перших віків, гинуть при зниженій вологості. Зимують лялечки. Літ метеликів починається у травні-червні. Самки відкладають яйця купками і переважно на нижній бік листків.

Плодючість самок залежить від маси лялечок, зокрема, при середній масі 650 мг вона досягає 2645 яєць, 440 мг – 1968, а при масі лялечки 250 мг метелики зовсім їх не відкладають. Гусениці виплоджуються через 10-15 днів. Спочатку вони тримаються вкупі, а потім розповзаються по рослинах і живляться листками, виїдаючи в них дірки. Крім того, вони вигризають внутрішні ходи в качанах, забруднюючи їх екскрементами. Гусениці розвиваються 45-60 днів. Закінчивши живлення, вони заглиблюються на 10-12 см у грунт, де й заляльковуються.

У капустяної совки налічується близько 200 видів паразитів і хижаків, серед яких велике практичне значення має трихограма. Випускають її у співвідношенні одна самка на 10 яєць шкідника в початковий період відкладання яєць. Кратність випуску визначають як і проти лучного метелика.

Щоб визначити господарську ефективність застосування трихограми, протягом одного дня збирають урожай з оброблених трихограмою контрольних ділянок. Для цього на кожній повторності беруть 5 проб з 20 м рядка по діагоналі поля.

Застосування проти гусениць лепідоциду, що змочується, з титром 100 млрд. спор в 1 г (при нормі витрати 1,5 кг/га) знижує чисельність гусениць до 70%. Застосування сухого порошку ВІРИН-ЕНШ з титром 1 млрд. поліедрів і нормою витрати 150 г/га виявилось високоефективним проти гусениць молодших і середніх віків, загибель яких досягала 90-100%.



У дослідах, проведених у Київській області, в результаті застосування трихограми та міжрядного обробітку грунту в період заляльковування гусениць, а також зяблевої оранки чисельність лялечок капустяної совки зменшилась у 26-33 рази.

При використанні трихограми проти капустяної, городньої та горохової совок визначають кількість шкідників і ураженість їх яєць трихограмою на 200 рослинах, розміщених у шаховому порядку.

Для оцінки ефективності випуску трихограми підраховують кількість гусениць на рослинах і визначають ступінь їх пошкодження за шкалою: 0 – листки не пошкоджені; 1 бал – пошкоджено до 5% листків; 2 бали – від 6 до 25%, 3 – від 26 до 50%; 4 – від 51 до 75 і 5 балів – пошкоджено понад 75% листків.

Одночасно підраховують кількість пошкоджених головок капусти. На підставі одержаних даних можна визначити середній процент пошкодження рослин у повтореннях і на ділянках в цілому та середній бал пошкодженості листків і головок.

Капустяний (Pieris brassicae L.) і ріпний (P. rapae L.) білани пошкоджують рослини з родини капустяних. Зимують лялечки на деревах, кущах, стінах будівель, у рослинних рештках. У Лісостепу капустяний білан дає дві-три генерації, в Степу – 3-4; ріпаковий – завжди дві. Метелики починають літати у квітні-травні.

Самки капустяного білана відкладають яйця, розміщуючи їх у кладках в середньому по 60-80 на нижньому боці листків. Самка, яка вийшла з лялечки масою 185 мг, відкладає до 250 яєць.

Самка ріпакового білана відкладає до 150 яєць, по 1-2 шт. в кладці. Ембріональний розвиток обох видів триває кілька днів. Гусениці перших віків виїдають невеликі отвори на листках, а починаючи з третього віку, гусениці капустяного білана поїдають листки повністю, залишаючи від них тільки товсті жилки. Для розвитку однієї генерації потрібна сума ефективних температур 700°С при нижньому порозі 7°С.

Трихограма пінтої біланової форми іноді заражає до 75% яєць метеликів ситотрожної форми на п'ятий день після випуску – 11-17%.

Висадки капусти часто пошкоджують гусениці капустяних вогнівок (Evergestis forficalis L.), на капусті трапляється також капустяна міль (Plutella maculipennis Gart.), яку на 40% знищує трихограма. Проти совки, молі та вогнівок треба випускати трихограму з розрахунку одна самка на десять яєць шкідника. Випускають її так само, як і проти стеблового кукурудзяного метелика.

Добрі результати в боротьбі з лускокрилими шкідниками капусти дає комплексна система заходів, до якої належать: дискування, зяблева оранка,

обробіток міжрядь, приваблювання ентомофагів, застосування трихограми совкової, біланової та вогнівкової форм, обробка лепідоцидом і вірусними препаратами разом із зменшеними нормами інсектицидів.

Вирощування нектароносів і селерових рослин приваблює таких ентомофагів як ернестія (Ernestia concobrina Mo, Exetastes cinctipes Ratz.), екзетастес, апантелес, птеромалюс, які паразитують на гусеницях і лялечках капустяної совки та біланів. На гусеницях капустяної молі розвивається паразит Nitobia fenestralis Holmor, який може знищити 70% шкідника. Квітуча рослинність приваблює і хижаків – золотоочок, дзюрчалок, кокцинелід та ін.

### *Використання трихограми пінтої або еванесценс на посівах багаторічних трав*

На посівах конюшини, люцерни, люпину, еспарцету налічується значна кількість видів лускокрилих. Серед них переважають багатоїдні совки, особливо совка-гама Plusia gamma L., люцернова, іпсилон (A ypsilon Rott), оклична (Agrotis exclamationis L.), озима та ін.

На посівах конюшини, як правило, в період перед другим укосом на 1м$^2$ налічується 12-14 яєць і 3-4 гусениці шкідників. При чисельності 12 гусениць на 1 м$^2$ урожай сіна конюшини знижується на 12-14%.

Найвища чисельність ентомофагів на посівах багаторічних трав спостерігається 18-24 червня – 34-76 екз. на 400 рослинах. Перед другим укосом, тобто 24-30 липня, на такій же кількості рослин знаходиться 88-92 ентомофаги, які іноді знищують від 55 до 92% гусениць совок.

У цих же стаціях майже завжди трапляється природна трихограма, у зв'язку з чим її сезонна колонізація тут недоцільна. Але на насінних посівах вона має суттєве значення. Звичайно, на насіння залишають так званий проміжний укіс – на початку вегетації, що дає можливість знизити чисельність основних шкідників у 9-12 разів і зберегти комплекс природних ентомофагів. Тому на початку масового цвітіння має провадитись сезонна колонізація яйцеїда, завдяки чому зараженість яєць лускокрилих досягає 72-86%.

### *Використання трихограми пінтої та інших заходів проти горохової плодожерки*

Горохова плодожерка (Laspeyresia nigricana F.) найбільше шкодить у Лісостепу і на Поліссі. У деякі роки пошкодження бобів гороху по краях полів досягає 60%. Зимують гусениці в поверхневому шарі грунту, де й заляльковуються навесні. Для розвитку лялечки необхідна сума ефективних температур 120-124°С, нижній поріг розвитку 12°С. У першій половині червня починають літати метелики. Найбільша чисельність їх спостерігається під час масового цвітіння і появи бобів (за ніч на коритце виловлюється 118-130 метеликів). Одна самка відкладає 240-360 яєць, розміщуючи їх переважно на



молодих листках і частково на бобах та стеблах. Відкладання яєць триває понад місяць. В роки масового розмноження шкідника на 100 рослинах по краю поля налічується 240-260 яєць і більше.

У період виявлення перших яєць плодожерки по краях поля випускають трихограму пінтої або еванесценс, з розрахунку одна самка на 10 яєць шкідника. В роки масового розмноження норму випуску її доцільно збільшувати в 2-3 рази. При звичайній нормі випуску трихограми зараженість яєць на третій – п'ятий день становить 8-11%. Лише через два тижні, коли починається масове відкладання яєць шкідником і виплоджування дочірнього покоління трихограми (уже не ситотрожної, а листовійкової), заселеність яєць різко зростає і досягає 65-72%.

Однак, якщо рівень життєздатності горохової плодожерки відносно високий (середня маса гусениць у діапаузі понад 30 мг), то навіть при співвідношенні одна самка трихограми на 5 яєць шкідника зараженість їх не перевищує 20-30%, оскільки в цьому разі значна частина відкладених трихограмою яєць розчиняється або інкапсулюється в плазмі яйця живителя.

На посівах гороху та інших зернобобових культур у значній кількості трапляються яйця багатоїдних совок і інших видів лускокрилих. При ураженні їх трихограмою пінтої спостерігаються ті самі особливості, що й при ураженні горохової плодожерки.

Динаміка наростання чисельності совок на посівах гороху звичайно збігається з періодом масового льоту плодожерки. Проте, деякі її види відкладають яйця значно раніше, ще коли на рослинах є 5-6 справжніх листків. Ранні яйцекладки часто заселяє природна трихограма. Так, у 1970 році на початку бутонізації гороху природною трихограмою еванесценс було заселено 32% яєць, а в 1984 році трихограмою пінтої – 14%. Частка полів, де були виявлені природні популяції, відповідно становила 44% і 51%.

Випуск трихограми у зернобобові агроценози доцільно поєднувати з крайовими обробками полів мікробіологічними препаратами. В період виплодження гусениць плодожерки і совок краї поля за допомогою вентиляторних обприскувачів з бічним дуттям обприскують лепідоцидом або бітоксибациліном з розрахунку 1,5 кг/га при витраті робочої рідини 200 л/га. Незважаючи на те, що в цей час виплоджені гусениці знаходяться на поверхні бобів лише декілька годин, загибель їх досягає 74-82%.

Якщо гусениці совок або плодожерки загинули від природних збудників захворювань на 40-50% або, коли кількість гусениць менша економічного порогу шкідливості 2-3 гусениці на 1 м$^2$, мікробіологічні препарати застосовувати недоцільно.

Поєднання випуску трихограми з обробкою мікробіологічними препаратами і виконанням агротехнічних заходів, передбачених прогресивними технологіями, знижує чисельність шкідника до господарсько-невідчутного розміру.

### *Використання трихограми проти бобової вогнівки*

Бобова або акацієва вогнівка (Etiella zinckenella Fr.) поширена в степових і південних районах Лісостепу, де пошкоджує сою і горох.

Зимують гусениці в грунті. Метелики з'являються наприкінці травня. Самки відкладають по одному яйцю на боби жовтої акації, гороху, вики. Ембріональний розвиток триває 1,5 тижня, а розвиток гусениць – 4-6 тижнів. Гусениці вгризаються в боби і виїдають зерна, іноді перелазять з одного боба на інший. Закінчивши живлення, вони залишають боби і заповзають у грунт, де заляльковуються на глибині 2-3 см. Близько 7-12% не заляльковуються і залишаються зимувати, друга генерація розвивається на бобових, які цвітуть пізніше (біла акація, соя).

Проти цього шкідника доцільно використовувати трихограму двох видів: дендролімі на жовтій та білій акації, і пінтої на сої, гороху і виці. Першу слід випускати з розрахунку одна самка на 5, другу – на 10 яєць шкідника.

Велике значення у зниженні чисельності діапаузних гусениць має своєчасна оранка після збирання врожаю. Загибель гусениць вогнівки при цьому становить 66-92%.

### *Використання трихограми дендролімі або ембріофагум проти східної плодожерки та інших листовійок у садах і виноградниках*

Східна плодожерка у значній мірі пошкоджує айву, персик, абрикос, мигдаль, черешню, сливу, грушу, шкідник дає 3-5 генерацій. Зимують гусениці у щільних шовковистих коконах під корою, що відстала, під рослинними рештками, у грунті, муміфікованих і пошкоджених плодах.

Навесні гусениці, що перезимували, з настанням середньодобових температур 10°С (перша декада квітня) заляльковуються, а в кінці квітня починають вилітати метелики. Літають вони у ранішні та вечірні години, найбільш активно перед заходом сонця.

За даними В.П. Омелюти, в Ізмаїльському районі Одеської області метелики, які перезимували, літали від 22 квітня по 1 червня, першої – від 15 червня до 19 липня, другої – від 17 липня до 18 серпня, третьої від – 16 серпня до 18 вересня. Спарювалися вони в день вильоту. Через 2-4 дні починали відкладати яйця на нижній бік неопушених листків вишні, черешні, абрикосу і на верхній – яблуні, айви.

Метелики літніх поколінь відкладають яйця на кору молодих пагонів, прилистники, чашолистики і плоди. Одна самка відкладає до 100 яєць, розвиток яких триває 4-12 діб. При температурі понад 28°С і відносній вологості нижче 36% метелики не відкладають яєць і гинуть.



Гусениці, що виплоджуються, можуть переходити з одного пагона на інший або в плід. Іноді кількість пошкоджених пагонів айви досягає 30-52%, персиків – 20-44%, абрикосів – 6-10%. У плодах кісточкових та зерняткових трапляються гусениці – до 30%.

Гусениці літніх генерацій заляльковуються на плодах біля плодоніжки, в засохлих суцвіттях, у середині пошкоджених пагонів і плодів та інших укриттях.

Природна ураженість яєць плодожерки місцевою формою трихограми дендролімі варіює від 37 до 85% і зумовлюється наявністю глоду, шипшини, терну, ожини та інших розоцвітих у захисних смугах, на яких оселюється значна кількість листовійок.

Яйця шкідника першої генерації майже не заражуються через відсутність трихограми у ранньовесняний період.

В останні роки великого значення набуває застосування інтегрованої системи захисту садів (особливо на присадибних ділянках та в колективних садах) від яблуневої плодожерки та інших листовійок. Розроблено комплекс заходів цієї системи для районів, де плодожерка дає одну генерацію. Його елементами є застосування трихограми, підсів нектароносів для приваблювання та підживлення ентомофагів при зведенні до мінімуму кількості хімічних обробок.

Застосовуючи трихограму, треба враховувати кліматичні умови районів випуску. В посушливих районах або в посушливу погоду рекомендується випускати ембріофагум, а в зволожених районах дендролімі з розрахунку одна самка трихограми на одне яйце плодожерки.

У зонах з однією генерацією яблуневої плодожерки трихограму випускають так, як і проти лугового метелика.

Ефективність трихограми проти плодожерок визначають порівнянням зараженості трихограмою яєць та пошкодженості падалиці у процентах, кількості та якості зібраного врожаю на оброблених трихограмою і контрольних ділянках. Для обліків ще до випуску трихограми на цих ділянках намічають по десять модельних дерев одного сорту, однакових за віком і врожайністю. Кількість яєць шкідника обліковують щодня протягом періоду їх відкладання. На кожному обліковому дереві оглядають по 400 листків і підраховують на них всі яйця: порожні (гусениці вийшли), уражені трихограмою (чорні); висмоктані хижими клопами, трипсами (посередині мають темний горбок). При цьому листки з яйцями плодожерки зривають з дерев і вміщують у банки для виведення трихограми.

Після вильоту трихограми та виходу гусениць плодожерки підраховують кількість заражених і незаражених яєць і визначають в процентах зараженість.

Пошкодженість падалиці плодожеркою під модельними деревами визначають раз на сім днів. Пошкодженість плодів зібраного врожаю визначають з

кожного дерева окремо під час збирання. Підраховують кількість пошкоджених плодів окремо за їх масою і визначають середню масу врожаю з дерева у кожному варіанті. Різниця в масі врожаю, зібраного з оброблених трихограмою і контрольних дерев, становитиме приріст урожаю від застосування трихограми.

Трихограму використовують також на винограді. В умовах України виноград пошкоджується трьома видами листокруток: гроновою (Lobesia botrana Den. et. Schiff), дволітною (Eupoecilia ambiguella Hb.), виноградовою (Sparganothis pilleriana Den et Schiff). Особливо велике значення має гронова листокрутка. Вона поширена в південних та західних районах України і за сезон розвивається в трьох поколіннях. Лялечка зимує в білих коконах в щілинах опор, в сухому шарі листя і інших укриттях.

Під час появи суцвіть на винограді метелики першого покоління відкладають яйця по одному або двоє-троє на бутони. Гусінь пошкоджує квітки, бутони, обплітає їх павутиною. Метелики другого покоління відкладають яйця на зелені ягоди. Третє покоління розвивається на спілих гронах, це покоління особливо шкідливе.

На півдні України застосовують трихограму ембріофагум, на заході – т. дендролімі на початку відкладання яєць листокруткою.

Дочірнє покоління від першої репродукції ситотрожної форми заражає яйця шкідника до 70% і вище, в залежності від рівня життєздатності популяції листокрутки. Друга репродукція трихограми заселяє яйця листокруток від 52 до 58% , третя – 40-45%, четверта – 31-33%, п'ята – 19 -21%.

В зв'язку з тим, що друге покоління шкідника накладається на перше, а третє на друге, випускати трихограму треба проти першого покоління з розрахунку одна самка яйцеїда на одне яйце шкідника. Однак в роки масового розмноження інших видів шкідників, коли застосовуються інсектициди, що викликають загибель трихограми, її треба застосовувати проти кожного покоління. Проти гусениць першого, особливо третього покоління, застосовують дендробацелін або лепидоцид, яким властива післядія (загибель лялечок досягає 98-99%).

Старанна міжрядкова культивація грунту і збирання лялечок з ловчих поясів також має значення в зниженні чисельності шкідника. Пастки з синтетичним статевим феромоном дозволяють визначити строки льоту перших метеликів у весняний період.

## 3.2. Застосування зоофагів проти шкідників овочевих культур в умовах захищеного грунту

На овочевих культурах у захищеному грунті виявлено понад 50 видів шкідників, найбільш небезпечні з них охарактеризовані у таблиці 6.



Таблиця 6 – **Характеристика найбільш небезпечних шкідників овочевих культур у захищеному грунті**

| Назва шкідника | Кількість поколінь | Тривалість розвитку на культурах, діб | | | Фаза та місце зимівлі |
|---|---|---|---|---|---|
| | | одного покоління | личинки | яйця | |
| Огірки | | | | | |
| Звичайний павутинний кліщ | 8-12 | 10-18 | 2-3 | 3-6 | Самка в рослинних рештках, грунті, щілинах теплиць та парків |
| Персикова попелиця | 12-20 | 12-14 | 6-10 | 6-7 | Імаго на вегетуючих рослинах у теплицях |
| Баштанна попелиця | 12-20 | 10-12 | 6-10 | - | Те саме |
| Оранжерейний трипс | 3-4 | 25-30 | - | 3-5 | Яйце в епідермісі листків |
| Тютюновий трипс | 6-8 | 15-20 | 8-10 | 3-5 | Імаго в рослинних рештках, грунті |
| Галові нематоди | 7 | 29-48 | - | - | Яйця, інвазійні личинки |
| Помідори, перець | | | | | |
| Теплична білокрилка | 10-12 | 23-29 | 10-14 | 3-4 | Німфи в рослинних рештках, щілинах теплиць |

Трипси, звичайний павутинний кліщ і попелиці пошкоджують також помідори, перець, цибулю, селеру, петрушку.

Теплична білокрилка може розвиватись протягом усього року, але в масовій кількості з'являється в другій половині літа і восени. Більшість вищезгаданих шкідників може зимувати на міжтепличних та припарникових ділянках, заноситися в теплиці з садовим матеріалом, інвентарем, тощо.

Звичайно, в теплицях спочатку виникають окремі вогнища шкідників і хвороб, які необхідно ліквідувати до поширення на решту площі.

Щоб запобігти розвитку шкідливих організмів, треба також дотримувати правильного режиму температури й вологості повітря, порушення якого призводить до ослаблення рослин.

Розрізняють дві групи хвороб овочевих культур захищеного грунту: неінфекційні, або непаризитарні, що виникають внаслідок впливу несприятливих умов, і інфекційні або паразитарні, збудниками яких є патогенні мікроорганізми (табл. 7).

Видовий склад збудників хвороб рослин в умовах захищеного грунту досить значний. На огірках спостерігаються прив'ялювання, коренева та інші види гнилей, борошниста роса, плямистість листків аскохітоз, антракноз, несправжня борошниста роса (пероноспороз).

Таблиця 7 – **Характеристика найбільш поширених інфекційних хвороб овочевих культур захищеного грунту**

| Назва хвороби | Джерело інфекції | Інкубаційний період | Час появи і тривалість розвитку хвороби |
|---|---|---|---|
| Капуста | | | |
| Несправжня борошниста роса (пероноспороз) | Насіння | 7-12 | Сім'ядолі, утворення 2-3-х листків |
| Чорна ніжка | Грунт, рослинні рештки, насіння | 3-12 | Утворення 1-6 листків |
| Помідори | | | |
| Бура плямистість | Рослинні рештки, грунт, стіни, конструкції теплиць | 10-15 | Цвітіння, початок утворення плодів і до кінця вегетації |
| Вянення (фузаріозне, вертицильозне) | Грунт, рослинні рештки, рідше насіння | 7-30 | Бутонізація, початок цвітіння і до кінця вегетації |
| Огірки | | | |
| Борошниста роса | Бур'яни, рідше рослинні рештки | 3-4 | Утворення 2-3-го листка і до кінця вегетації |
| Кореневі гнилі | Грунт, керамзит, насіння | 5-7 | Розсада, в період масового цвітіння і до кінця вегетації |
| Антракноз | Рослинні рештки, в поверхневому шарі грунту, на стінках конструкцій теплиць, гній, тара, насіння | 3-6 | Утворення сім'ядолей і до кінця вегетації |

На помідорах, перці розвивається кладоспоріоз, в'янення, фітофтороз, сіра гниль, макроспоріоз, бактеріальне в'янення, мозаїка та ін.; на рослинах з роду капустяних – несправжня борошниста роса (пероноспороз), чорна ніжка, кила та інші; на цибулі – сіра шийкова гниль, мозаїка. З непаразитарних хвороб овочевих культур у захищеному грунті поширені опіки і голодування рослин від нестачі мікроелементів.

Проти комплексу шкідників і хвороб овочевих культур у захищеному грунті розробляється і впроваджується система інтегрованого захисту рослин, якою передбачено: облік чисельності шкідливих організмів і прогноз їх розмноження, використання біологічних та інших нехімічних засобів, раціональне застосування пестицидів з дотриманням встановлених регламентів, визначення залишкових кількостей препаратів у продукції.



З біологічних засобів для захисту від павутинних кліщів найбільш широко застосовується кліщ фітосейулюс. В значних обсягах використовуються боверин, вертицилін.

Проти білокрилки високоефективною виявилася енкарзія, технологія самого розмноження і застосування якої висвітлено на с. 188.

Певні сподівання у захисті від білокрилки та інших сисних шкідників подає хижий клоп макролофус, самки якого відкладають яйця в жилки листків (в середньому 35, максимум – 100 яєць). Розвиток одного покоління клопа триває близько 22 днів. За цей час клоп знищує понад 3000 яєць або 2000 личинок білокрилки. Оптимальними для його розвитку є температура 22-27°С і відносна вологість повітря 80-90%.

Масове розмноження макролофуса можна здійснювати на білокрилці та яйцях зернової молі (Крижанівська Т.В., 1983). На білокрилці розведення його передбачає: 1) вирощування чистих рослин; 2) розмноження білокрилки; 3) розмноження макролофуса.

1. Рослини тютюну вирощують у приміщеннях, ізольованих від місця розведення комах. Для нормального їх розвитку в приміщенні необхідно дотримувати тривалість світлового дня 16-18 годин, що забезпечується лампами денного світла. Після пікірування розсади рослини висаджують поодинці у керамічні вазони діаметром 20 см. Через 45-50 днів рослини досягають фази 6-8 листків і придатні для заселення білокрилкою.

2. Заселення їх білокрилкою проводять у іншому приміщенні – "маточнику білокрилки". На рослини розкладають листя, сильно заселене личинками та імаго шкідника, з розрахунку не менше 200 особин на рослину.

3. Після заселення 75-100% листової поверхні шкідником половину рослин переносять у приміщення, призначене для розведення клопа – "маточник клопа", де підтримують температуру не нижче 23°С (оптимальна 25-27°С) і вологість повітря 70-85%. При знищенні білокрилки макролофусом у приміщення заносять нові рослини, заселені білокрилкою, а старі – у "відстійник", де вони витримуються понад місяць, протягом якого їх періодично оглядають та збирають личинок клопа, які відроджуються.

Масове розведення макролофуса на яйцях зернової молі відрізняється від щойно описаного тим, що вирощені рослини тютюну не заселяють білокрилкою, а на них наносять (за допомогою медичного порошковдувача) яйця молі, якими живляться клопи. На одну рослину розміщують по 400 особин макролофуса. Витрата яєць ситотроги на 100 рослин становить 1,4 г за 7 днів. Після відродження личинок клопа яйця молі витрачають з розрахунку 10 яєць на одну особину за добу.

Колонізацію у теплицях різного типу здійснюють двома способами:

1. Створюють у теплиці резервації клопа до появи білокрилки. Для цього у вільних внутрішньотепличних ізольованих смугах висаджують по одній

рослині тютюну на кожен ряд культури з кожного боку та заселяють їх клопами із розрахунку по 5 самок на одну. До появи білокрилки клопів підживлюють яйцями зернової молі (10 яєць на одну особину на добу), наносячи яйця на зволожену поверхню рослин, після з'явлення білокрилки підживлення клопа яйцями не проводять і повторні випуски клопа не здійснюють.

2. Встановлюють у теплиці вазони з рослинами тютюну по одному на вогнище (10 м$^2$). Попередньо рослини у вазонах заселяють в ізоляторі макролофусом по 5-10 статевозрілих самок на рослину та годують яйцями ситотроги до відродження личинок (14-20 днів). Після цього самок збирають, а вазони з личинками, як уже мовилось, розміщують у вогнищах білокрилки.

Колонізацію клопа у виробничих теплицях здійснюють у співвідношенні до імаго білокрилки 1:10 – 1:20 один або кілька разів залежно від чисельності шкідника.

Випуск макролофуса не можна поєднувати з обробками рослин рогором, фозалоном, актеліком допускається це через 20 днів після обприскування. Слаботоксичними для хижака є каратан, фундазол, цинеб, топсин-М (Цибульська Г.М., Чижик Р.І., Крижанівська Т.В. та інші, 1984, 1986 ).

Проти тепличної білокрилки застосовують також ентомопатогенні гриби: ашерсонію (Іжевський С.С., Прилипська Н.А., 1978) та вертициліум (Соловей Є.Ф., Согоян О.Н., 1982; Соловей Є.Ф., 1994).

Для відловлювання імаго білокрилки у теплицях серед рослин помідорів розставляють змащені клеєм фанерні щити жовтого кольору, які приваблюють шкідника, особливо ефективне поєднання цього заходу з використанням енкарзії, яка уражує личинок.

Застосування фітосейулюса проти павутинних кліщів, енкарзії і вертициліуму проти тепличної білокрилки дає можливість повністю відмовитись від обробки рослин пестицидами.

Нині проти попелиць на огірках застосовується хижа галиця афідимиза. Вона веде присмерковий та нічний способи життя, імаго живляться виділеннями попелиць, а личинки – попелицями. Плодючість самок становить в середньому 30 яєць (максимально 70), які відкладаються у колонії попелиць. Личинки афідимизи за період свого розвитку знищують 30-35 попелиць кожна і стільки ж паралізують. Тривалість однієї генерації афідимизи – 15-20 днів. Під час відкладання яєць галиці тримаються на листках огірків навіть під час зрошення (Бондаренко М.В., 1984).

Кращими живителями для масового розмноження цього афідофага є викова і бобова попелиці, яких вирощують на кормових бобах або буряках у виділеній для цього теплиці із вентиляційними вікнами, затягнутими капроновою сіткою або марлею у два шари,

Афідимизу розводять у багатосекційних садках. У кожну секцію двічі на тиждень вміщують 1-2 тис. коконів у паперових стаканах із зволоженим піском і щодоби ставлять два-три вазони з рослинами, заселеними попелицею. На цих рослинах вирощують личинок афідимизи першого віку. Личинки линяють через три дні, після чого їх разом із зрізаними рослинами переносять у садок, на дно якого насипають шар піску завтовшки 2 см.



Після того, як личинки галиці заляльковуються, пісок просіюють, відбираючи лялечок. Періодично (раз у 1-2 роки) лабораторну популяцію афідимизи поновлюють підселюванням особин, зібраних у природі.

Для розведення афідофага виділяють тепличне приміщення, що займає 0,25-0,5% площі захищуваних культур. За даними М.В. Бондаренко, при виділенні теплиці площею 250-300 м$^2$ для розведення попелиць три працівники можуть одержати не менше 16,5 млн коконів галиці на рік. Для захисту від попелиць на 1 м$^2$ достатньо розмістити 50 коконів за сезон (значну кількість галиць можна зібрати в теплиці після ліквідації вогнищ шкідника і використати повторно). Одержаного біоматеріалу досить для захисту від попелиць огірків на площі 60-80 га.

Використовують афідимизу кількома способами: розміщенням коконів у теплиці, заселенням території господарства імаго, які вилітають з розплідника, занесенням у теплиці ящиків з рослинами, заселеними бобовою попелицею і афідимизою. При виявленні перших вогнищ попелиць на рослинах поблизу розміщують кокони афідимизи, з розрахунку один-два на три самки попелиці. Крім коконів можна випускати личинок у співвідношенні хижак – жертва 1:2 або імаго, з розрахунку дві самки на 25-30 личинок попелиць.

Розробляється методика застосування сирфід для боротьби з попелицями в теплицях. Найбільш придатним видом для цього є сирфід вінцевий (Syrphus ribesii L.).

Переносять сирфід у вогнища попелиць у фазах яйця (дводенного віку), личинок першого віку та імаго. Рослини бобів з відкладеними яйцями сирфід зрізають і після струшування попелиць вміщують у півлітрові банки, з розрахунку по 100 яєць у кожну. Потім рослини розкладають у колонії попелиць так, щоб яйця були захищені від прямих сонячних променів, співвідношення яєць і шкідника від 1:5 до 1:25.

Більш ефективний випуск імаго. З цією метою мух підсаджують у садки (25·25·30 см) по 100 пар і витримують в них три дні, підживлюючи пилком квіток і цукровим сиропом. На четвертий день їх доставляють у теплиці і випускають із садків, з розрахунку одна муха на 100 попелиць.

Проти трипсів вивчали (Бондаренко М.В., 1984) можливість застосування кліща амблісейуса (Amblyseius mekenziei Sch. et. Pr.), чотириразовий випуск якого (23,9 екз./м$^2$) з квітня по вересень зменшив чисельність трипсів від 17,1 до 2,9 екз./м$^2$. Належить він до родини фітосеїд ряду паразитоформних кліщів. Знайдений також у теплицях Голландії, США та ін. Хижак нормально розмножується при живленні трипсами (тютюновим, драценовим тощо), зви-

чайним павутинним і борошняними кліщами, відмічено також живлення кліщами роду Bryobia. Розвиток відбувається за схемою, характерною для всіх фітосеїд: яйце – личинка – німфа – німфа – імаго. Перехід від однієї фази до іншої супроводжується нетривалим періодом спокою та линяння.

Яйця світлі, овальні (0,14-0,19 мм), прикріплюються самкою до волосків з нижнього боку листків рослини. При оптимальній температурі (25°С) через півтори доби з яєць виходить напівпрозора шестинога личинка (0,17-0,29 мм) і, не починаючи живлення, перетворюється на пронімфу (через 0,9 доби в середньому). Німфи, як і імаго, мають чотири пари ніг і ведуть хижий спосіб життя. Дейтонімфа за добу знищує до п'яти личинок. Загальна тривалість розвитку німфи 3,1 доби.

Самка розміром 0,39-0,4, самець – 0,27-0,29 мм. Основний колір – від світло-коричневого до вишнево-червоного. Самка знищує щодобово 5-8 личинок. Тривалість життя 25-30 діб. Загальна плодючість – до 30 яєць.

Зони оптимальних температур амблісейуса і тютюнового трипса приблизно однакові (25-30°С). Однак розвиток хижака відбувається швидше (від яйця до імаго 6 діб), ніж розвиток жертви (13 діб). Розводять його при температурі 25°С, живителем є борошнистий кліщ. Як субстрат і корм для жертви використовують висівки пшеничного борошна. Спочатку їх піддають термічній обробці в термостаті при температурі 50-70° протягом 8-12 (при товщі шару висівок до 5 см) або 20-24 години (при більшій товщі), а потім за допомогою пульверизатора рівномірно, при перемішуванні, зволожують водою з розрахунку 205 мл води на 1 кг висівок.

Підготовлений корм вміщують у меншу (внутрішню) з двох ємкостей (кристалізатор або іншу посудину), що разом із верхнім склом являють собою простий садок для розведення кліщів. Оптимальна товщина шару висівок у садку 3 см. Відстань між стінками ємкостей має становити 3-5 см, а висота зовнішньої ємкості на 2-5 см більше. При використанні ємкостей понад 50 см у діаметрі для поліпшення аерації зазор і різницю у висоті слід збільшити приблизно вдвоє. У більшу ємність (зовнішньо) заливають 1%-ний розчин КОН, що забезпечує підтримання вологості повітря близько 90%.

Для початкового заселення борошнистим кліщем висівки з його маточною культурою, що містить не менше 4 тис. кліщів на 1 $см^3$, додають до свіжих висівок у співвідношенні 1 : 40-100. Це відповідатиме вихідній щільності популяції від 40 до 100 кліщів на 1 $см^3$. Для поліпшення аерації висівки періодично (один раз у два-три дні) перемішують. Через два-три тижні чисельність борошнистого кліща зростає до 5 тис./$см^3$ і більше. В цей час у садки впускають амблісейуса з розрахунку 5 самок на 1 $см^3$ висівок. Кількість висівок з хижаком, які розміщують у садки, залежить від щільності його популяції у маточній культурі. Наприклад, при щільності популяції хижака 50-60 самок на 1 $см^3$, на кожні 10 об'ємів висівок з акарусом необхідно внести



один об'єм висівок з культурою амблісейуса. При дотриманні вищенаведеної технології через два-три тижні хижак практично повністю знищує популяцію жертви і його можна використовувати для колонізації у теплиці. Встановлено, що при вихідній щільності популяції жертви 5 тис. кліщів на 1 $см^3$ і більше, можна одержати в середньому 50-60 самок хижака на 1 $см^3$.

Амблісейуса можна помістити на короткочасне (близько трьох тижнів) зберігання при температурі 14-15°. В цьому разі в садок з популяцією хижака додають висівки (1/4-1/5 від попереднього об'єму) з культурою борошнистого кліща. Під час зберігання постійно (два-три рази на тиждень) контролюють забезпеченість хижака кормом та стан субстрату.

Взимку, коли поява в теплиці трипсів малоймовірна, з метою економії висівок, розмноження кліщів доцільно уповільнити, що досягається зниженням температури до 20°С.

Найбільш економічний одноразовий випуск хижака у початковий період розмноження трипсів. При цьому безпосередньо перед колонізацією хижака обліковують кількість заселених трипсом рослин і ступінь пошкодження листя. Пропонується така шкала оцінки пошкодженості листків тютюновим трипсом (у балах): 0 – листки не мають слідів пошкодження; 1 – пошкодження у вигляді сріблястих штрихів спостерігаються на площі менше 30% верхнього боку листка; 2 – пошкодження у вигляді штрихуватості спостерігається більше як на 30% поверхні листка; 3 – поряд з штрихуватістю помітні поодинокі, обмежені жилками, підсихаючі некрози – " віконця"; 4 – некрози охоплюють понад 30% площі, а штрихуватість займає весь верхній бік листка; 5 – вся поверхня листка уражена некрозами та штрихами, деякі листки відмирають.

При виявленні 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 провадять обстеження рослин з одночасним випуском хижака на нові вогнища шкідника за вище наведеною нормою.

У випадку пізнього виявлення вогнищ шкідника (трапляються листки з пошкодженістю 3-4 бали) норму випуску хижака збільшують. При чисельності трипсів до 5 імаго на листок, кліща випускають з розрахунку 4-5 самок на листок (150-200 кліщів на рослину). В цьому разі хижака випускають на рослини, заселені шкідником, і ті, що ростуть поблизу.

При значному розселенні трипсів по теплиці (50% і більше заселених рослин) і невисокій щільності його популяції (до 5 імаго на листок), треба випускати хижака на всі заселені (з розрахунку 4-5 самок на листок) і не заселені трипсами рослини (1-2 самки на листок).

Якщо щільність популяції тютюнового трипса перевищує 5 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 воно 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 випуску хижака розраховують із співвідношенням хижак : жертва – 1:5. В цих умовах хижаки швидко розмножуються і вже приблизно через тиждень після колонізації вищезгадане 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, внаслідок живлення імаго трипсів, кількість листків з пошкодженістю 1-2 бали може збільшуватись. Тому успіх застосування амблісейуса залежить від своєчасності його застосування у вогнищах розмноження шкідника.

В останні роки вдаються до застосування проти попелиць ентомопатогенних мікроорганізмів.

Зокрема, ефективними виявились обробки суспензією гриба вертициліум (титр із свіжої культури 2х8 х $10^5$ – 10х$10^5$ спор) при нормі витрати робочої рідини 400 л/1000 м$^2$.

Проти тютюнового трипса досить ефективним виявився боверин. У виробничих умовах дво-, триразове обприскування рослин за ротацію суспензією цього препарату (титр 1,5 млрд. спор/г) з інтервалом в 10-12 днів забезпечило високу смертність шкідника і не впливало на чисельність фітосейулюса.

Проти галових нематод випробувано препарат нематогин, створений на основі гриба Arhrobotrys oligospora Corda et. Mecht. При нормі внесення препарату 900-1200 г/м$^2$ грунту чисельність нематод зменшується на 74,3% (Мацуєвич В.М. та ін., 1978). Пошук ефективних штамів грибів для боротьби з галовими нематодами триває (Філіпов М.С., 1984; Теплякова Т.В.,1986).

### *Технологія розведення і застосування фітосейулюса*

Проти павутинних кліщів в захищеному грунті застосовується хижий кліщ фітосейулюс (Phytoseiulus persimilis Ath-H). На підставі результатів фундаментальних досліджень, проведених А.Г. Бегляровим та іншими вченими, розроблені теоретичні основи використання фітосейулюса та практичні рекомендації щодо його розведення і застосування у виробничих умовах.

Тіло кліща овальної форми 0,3-0,37 мм довжиною, від оранжево-червоного до темно-червоного кольору. Яйця овальні, білі, часто з жовтувато-оранжевим відтінком, розміром 0,21-0,18 мм. Личинка з трьома парами ніг, жовтувато-оранжева. Німфи мають чотири пари ніг. Фітосейулюс – облігатний хижак. Без живлення, але при наявності води, може жити 10-29 днів. Розвивається без діапаузи. Розвиток одного покоління при оптимальних умовах (температура 25-30° і відносна вологість повітря 70-90%) триває 5-8 діб, тобто він розвивається у 1,5-2 рази швидше павутинного кліща. Самка кліща відкладає за період життя до 50-80 яєць. Фітосейулюс живиться павутинним кліщем у різних стадіях його розвитку, щоденно одна самка фітосейулюса може знищити близько 50 яєць або 24 личинки чи дорослих особин павутинних кліщів (Бондаренко М.В., Бегляров Г.А., 1981).

Для розмноження фітосейулюса спочатку розводять павутинного кліща на посівах сої, квасолі, кормових бобів, кукурудзи або огірків.

Попередньо на стелажах вирощують рослини до появи 3-5 листків. Потім їх заселяють павутинними кліщами, з розрахунку 40-50 особин на одну рослину. Протягом цього періоду в теплиці необхідно підтримувати температуру повітря 25-30°С і відносну вологість 35-55%. Краще розводити павутинних кліщів у ізольованих приміщеннях. Це пов'язано з необхідністю періодичних змін вологості середовища при розведенні павутинних кліщів, а також захисту їх від передчасного знищення хижаком. Заселення рослин фітосейулюсом провадять через 10 днів, з розрахунку близько 10 самок та німф на одну рослину. Збирати фітосейулюса рекомендують при досягненні кількісного співвідношення хижака і жертви 1:1, що звичайно настає через 15-20 днів після заселення.

Весь цикл розведення, починаючи від сівби сої до збирання фітосейулюса, триває 45-50 днів, при цьому на 1 м$^2$ посівів нагромаджується до 36 тис. і більше імаго та німф хижака. Тому для розведення фітосейулюса достатньо використати 0,5% площі, зайнятої культурою, яка захищатиметься.

Розводять фітосейулюса за 40-50 днів до висадження розсади огірків у грунт, а розселяють при появі первинних вогнищ павутинного кліща. На кожну рослину огірків укладають 1-6 листків сої з фітосейулюсом з розрахунку: при слабкому заселенні рослин шкідником – 10-20 особин фітосейулюса на рослину, при середньому (заселено 25-50% листків) – 30 особин. При випуску фітосейулюса у великих вогнищах шкідників співвідношення хижака і жертви має становити не менше 1:600. За такого співвідношення через 6-12 днів фітосейулюс повністю знищує павутинного кліща. Якщо кількість акарифага достатня, доцільно провести одну-дві колонізації його на всі рослини, з розрахунку 20-30 особин на 1 м$^2$.

Запропоновано ще один спосіб розведення фітосейулюса на зрізаних рослинах з павутинним кліщем, які вміщують у садок спеціальної конструкції (рис. 57).

Розведення складається з таких послідовних етапів: 1 – розбивка площі на ділянки для створення зеленого конвеєра; 2 – вирощування рослин; 3– заселення рослин павутинним кліщем; 4 – природне накопичення павутинного кліща; 5 – розведення акарифага у садку; 6 – збір фітосейулюса.

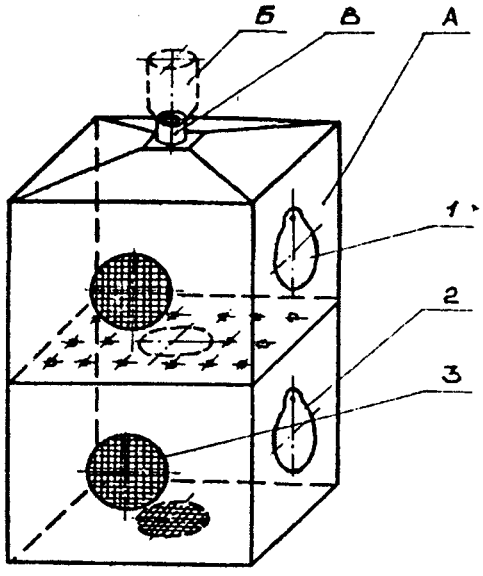



Рис. 57. **Пристрій для розведення фітосейулюса:**
1 – завантажувальний отвір; 2 – вивантажувальний отвір; 3 – отвір для аерації; А – бокс; Б – садок-приймач; В – перехідник (за Поповим та ін., 1989)

Етап 1. Площу для розведення павутинного кліща розбивають на ділянки. Строки висадки рослин визначають сезонною потребою тої чи іншої кількості фітосейулюса.

Етап 2. Вирощування кормової рослини для павутинного кліща сої. При даному способі розведення соя сприяє більшому накопиченню шкідника і створює кращі умови для аерації садка, зберігає кормову придатність протягом 7-10 діб. Необхідне освітлення у зимовий період лампами ДРЛФ – ТЛЕ 400. Висів сої проводять з розрахунку 300-400 рослин на 1 м$^2$.

Етап 3. Через 15-20 діб кормові рослини (фаза 3-4 справжніх листків) заселяють павутинним кліщем з розрахунку 40-50 особин на рослину.

Етап 4. Накопичення павутинного кліща на рослинах сої триває до з'явлення на листках чітко помітної мармуруватості (через 10-15 днів після заселення живителем). Для живлення фітосейулюса зрізують рослини, на яких пошкодженість листків становить 70-80% поверхні. Ділянки, виділені для розведення павутинного кліща, через 30-35 днів можуть знову використовуватися для вирощування сої.

Етап 5. Розведення фітосейулюса здійснюється у прямокутному садку (А), виготовленому з прозорого матеріалу (оргскло), з дном та конусоподібним дахом. Останній закінчується горловиною з перехідником (В). Перехідник відповідає розмірам горловини садка-приймача (Б), який являє собою скляні банки місткістю 0,5-3 л. У стінках садка є два отвори (1, 2), через які здійснюється завантаження та видалення рослин. Ці отвори щільно закриваються кришками. П'ять отворів (3) діаметром 20 см, затягнуті капроновою сіткою (№55), забезпечують аерацію садка. Площа для вентиляції повинна становити 15-20% від загальної площі стін садка. Всередині він поділений на дві однакові частини площею, яка має в центрі отвір діаметром 14 см і багато отворів діаметром 1 см по всій поверхні. Дно садка має чотири ніжки висотою 5 см. Розміри садка 30х30х60 см. Під час розведення



садок встановлюють у піддон з водою, отвори закривають кришками, горловину щільною тканиною. В приміщенні, де знаходиться садок, підтримують температуру 26-28°С і відносну вологість повітря 40-60%.

Зрізані під корінь рослини сої з павутинним кліщем переносять у приміщення для розведення хижака і через завантажувальний отвір заповнюють 1/3 об'єму верхньої частини садка. Рослини розкладають рівномірним пухким шаром, фітосейулюса розселяють з розрахунку 1000 дорослих кліщів на садок. Для живлення хижака кожні дві доби вносять нові рослини з такою ж кількістю павутинного кліща.

Через п'ять днів після початку розведення фітосейулюса рослинні рештки перерозподіляють. Для цього відкривають вивантажувальний люк і переносять в нижню частину садка вперше закладений шар рослин. Таким же чином діють перед кожною наступною "годівлею" акарифага. Рослинні рештки з нижньої камери садка видаляють кожні 2-3 доби, коли личинки фітосейулюса, що відродилися з яєць, перейдуть на рослини з їжею у верхню частину садка. Цикл розведення фітосейулюса в садку триває 14 днів. За цей період його чисельність збільшується у 30-40 разів.

Етап 6. Збір фітосейулюса за 2-3 доби до збору, корму хижаку не дають. Хижак, якщо співвідношення його і жертви наближається до 1:1, кидає рослини і мігрує вгору. Щільну тканину знімають і у отворі розташовують садок-приймач (банку горловиною униз).

Для запобігання розповзанню акарифага щілину між банкою і стінкою приймача заклеюють лейкопластирем. В горловині банки за її діаметром встановлюють воронку з щільного паперу, вузьким отвором донизу. При накопиченні фітосейулюса в садку-приймальнику (стінки банки суцільно вкриті кліщами) його замінюють іншим (4-5 раз), до повного збору кліща. В кожну банку потім засипають 50-100 см$^3$ сипучого субстрату (висівки). Круговими рухами перемішують субстрат і збирають кліща із стінок банки. Вміст всіх банок зсипають в одну ємність і доводять обсяг до 1 л. З отриманої суміші відбирають 3-4 проби по 1 см$^3$ і підраховують кількість фітосейулюса у кожній. Для цього висипають кожну пробу на білий папір і підраховують вибігаючих з субстрату кліщів. Загальну кількість хижака в 1 л наповнювача визначають за формулою:

$$N = 100Q \cdot n,$$

де $n$ – середня кількість фітосейулюса у пробі.

Зібраного фітосейулюса зразу ж доставляють у теплиці (разом з наповнювачем) і застосовують у виявленні вогнища шкідника потрібний обсяг висівок з хижаком. Короткочасне зберігання хижака (7 днів) можливо при +3 – 5°С і вологості повітря 80-90%.

За один цикл розведення фітосейулюса в садку витрачається павутинний кліщ, зібраний з рослин, які вирощуються на 1 м$^2$. Це забезпечує отримання 30-40 тисяч імаго хижака.

При потребі фітосейулюса можна зберігати протягом тижня у холодильнику в широкогорлих банках на тих самих листках, де кліщі живились. Температура в холодильнику має становити 3°, а відносна вологість повітря 90-98%. При збільшенні строків збереженість фітосейулюса значно зменшується.

Останнє десятиріччя інтродукована, стійка проти фосфорорганічних препаратів популяція фітосейулюса вже застосовується в Московській області та інших регіонах. Це дає можливість поєднувати використання його з хімічними обробками там, де є така необхідність (Бегляров Г.А. та ін., 1976).

### *Технологія розведення і застосування енкарзії*

Значної шкоди культурам закритого грунту завдає теплична білокрилка, яка в цих умовах може давати до 12 поколінь на рік. Висисання личинками соку з листків призводить до їх знебарвлення і висихання. Так звана медв'яна роса, що при цьому виділяється, забруднює листки і плоди, є субстратом для розвитку фітопатогенних грибів. При відсутності ефективних засобів захисту білокрилка може знищити понад 20% врожаю тепличних культур.

Як засіб біологічного захисту від цього шкідника успішно використовують паразита личинок – енкарзію (Encarsia formosae Yah., ряд Hymenoptera, род Aphelinidae).

Це комаха – 0,6 мм завдовжки, темна, черевце світло-жовте. Вусики 8-членикові. Самці відсутні. Самки уражують личинок білокрилки, відкладаючи в них по одному яйцю. При цьому плодючість залежно від їхнього стану і умов навколишнього середовища становить 36-115 яєць. Уражені личинки чорніють, муміфікуються. Розвиток одного покоління енкарзії триває від 13 до 30 днів. Оптимальними для її розвитку є такі умови: температура 30°С, відносна вологість повітря 70%, освітленість 7000 люкс при 16-годинному світловому дні. При зменшенні освітленості до 4200 люкс самки майже не відкладають яєць. Зимова діапауза у паразита відсутня. Самки живуть 18-22 дні.

У масовій кількості енкарзію розводять на зелених рослинах тютюну. Придатні також рослини огірка, томата, квасолі. Вирощування рослин і розмноження білокрилки проводять в ізольованому приміщенні лабораторії або виділеному для цієї мети куточку теплиці.

Розведення енкарзії включає три процеси:

1. Вирощування чистих рослин. Рослини вирощують у квіткових вазонах при температурі 21-24°С і довжині світлового дня 13-16 годин. У кожний вазон діаметром 15-20 см висаджують одну рослину. Через 40-50 днів розвивається 6-7 листків, і рослини придатні для зараження білокрилкою.

2. Розведення білокрилки на рослинах (маточник білокрилки) здійснюють у приміщенні, яке розділене на чотири ізольовані секції. Через кожні два тижні в одній із секцій розміщують вазони з рослинами тютюну. Одну секцію використовують два місяці, після чого рослини замінюють. В секції створюють умови – температура 20-25°С, відносна вологість повітря 70-80%.

3. Розведення енкарзії. Чисті рослини тютюну, які мають 6-7 листків (зі знищеною точкою росту) розташовують в садок, обтягнутий марлею або плівкою; на них кладуть верхівкові листя тютюну, на яких сконцентровані імаго білокрилки. Для одержання 15 тис. яєць на одну рослину, необхідно внести 2-4 тис імаго. Це дає можливість одержати яйця білокрилки одного віку. Можна розкладати листки тютюну з личинками білокрилки четвертого віку. Через 1-2 доби імаго білокрилки видаляють з рослин шляхом струшування, здувають пилесосом або змивають водою. Вільні від імаго білокрилки рослини переносять у друге приміщення і витримують при температурі 24°С протягом 14-16 днів, доки личинки білокрилки досягнуть другого віку. Потім рослини з личинками переносять у третє приміщення для зараження енкарзією. Для цього в період відродження паразита листя з муміфікованими (почорнілими) німфами білокрилки підвішують в ізоляторах з рослинами, заселеними білокрилкою, або розкладають відрізки рослин з муміями на кормові рослини, з розрахунку 400-500 особин енкарзії на одну рослину.

Інтенсивність освітлення в цей час необхідно підтримувати не нижче 7-8 тис. люкс. Незаражені енкарзією личинки закінчують свій розвиток швидше паразита. Їх збирають шляхом приваблювання на чисті рослини тютюну. Через 24-25 днів після почорніння німф листя зривають і використовують для випуску у теплиці або для відтворення ентомофага. З однієї рослини тютюну можна одержати близько 10 тис. особин енкарзії.

Муміфіковані німфи можна зберігати при температурі +12°С, не більше двох тижнів, для чого листя з німфами перекладають фільтрувальним папером, який періодично замінюють.

Випускають енкарзію при появі перших вогнищ білокрилки. На рослини томата і огірка розкладають листя тютюну з муміфікованими німфами білокрилки. Вихід імаго спостерігається на 3-5-й день.

При з'явленні імаго білокрилки на розсаді томата енкарзію випускають із розрахунку одна особина на 1 м$^2$. Сезонну колонізацію енкарзії на рослинах з плодами можна здійснювати двома способами: 1) випускати паразита багато разів через кожні два тижні, починаючи з дня виявлення білокрилки, з розрахунку 3-5 особин/м$^2$ або 2) два рази з інтервалом у два тижні, з розрахунку 10 особин/м$^2$.

На огірки енкарзію випускають два рази, з інтервалом два тижні по 10 особин /м$^2$.

Для уповільнення виходу імаго білокрилки листки з паразитованими німфами можна протягом чотирьох тижнів зберігати на фільтрувальному папері в кристалізаторах з періодичним (через 3-4 дні) провітрюванням протягом 30 хвилин (щоб запобігти загниванню листків).

## Розділ 4. ІНТРОДУКЦІЯ ТА АКЛІМАТИЗАЦІЯ ЕНТОМОФАГІВ

Перспективним напрямком дальшого розвитку і удосконалення біометоду є інтродукція – акліматизація ентомо-акарифагів. Складність досліджень з цієї проблеми полягає в тому, що пошуки інтродукованих організмів виходять за межі окремих держав. За кордоном такі роботи з успіхом проводять у Японії, США. У Північну Америку, наприклад, під час її колонізації європейцями, разом із культурними рослинами було завезено велику кількість їх шкідників, які не маючи там природних ворогів, швидко розмножувались і завдавали величезних збитків сільському господарству. Для боротьби з ними лише за останні 70 років у США завезено понад 150 видів ентомофагів, завдяки чому значна кількість шкідливих видів і збитки від них були зведені до мінімуму.

Добрі результати інтродукції ентомофагів одержані також у Канаді.

Метод інтродукції і акліматизації ентомофагів застосовують і в нашій країні, але лише проти карантинних об'єктів. Починаючи з 1924 року, в Україні і сусідніх регіонах акліматизовано 26 видів ентомофагів, які застосовують проти 20 видів карантинних шкідників. Багато в цьому напрямку працювали вчені М.А. Теленга та Н.Н. Шутова.

**Інтродукція афелінуса (Aphelinus mali Hald).** Використовують проти небезпечного шкідника кров'яної попелиці (Eriosoma lanigerum Hausm). Батьківщиною її є Північна Америка. Звідти вона потрапила в Європу із садивним матеріалом. В Україні вперше з'явилась у 1862 р. на Південному березі Криму. В 1926 р. її виявили в Одеській області та у Молдавії.

Інтродукція (від латинського introductio – введення) – цілеспрямоване завезення тварин і рослин з інших ареалів (країн) у місцеві природні комплекси.

Колонії попелиці ховаються під корою, що відстала, в її тріщинах, а восковий наліт на комахах захищає їх від багатьох інсектицидів.

На батьківщині кров'яна попелиця трапляється поодиноко, що пояснюється наявністю високоефективного місцевого ентомофага їздця афелінуса (род. Aphelinidae).

У 1926 р. афелінус був завезений у нашу країну і випущений в Криму, а пізніше – в інших районах розмноження шкідника. Самка відкладає яйця переважно в тіло личинок попелиці (рис. 58).

Заражена попелиця здувається, стає блискучою, чорною. Білий восковий пушок з її тіла поступово осипається і вона гине.

Личинка афелінуса розвивається близько 10-12 днів. За цей час вона повністю споживає весь вміст шкідника, залишаючи лише його шкірку. Після закінчення фази лялечки, що триває близько двох тижнів, афелінус прогризає з спиного боку покрив тіла попелиці й виходить назовні, здебільшого рано вранці.



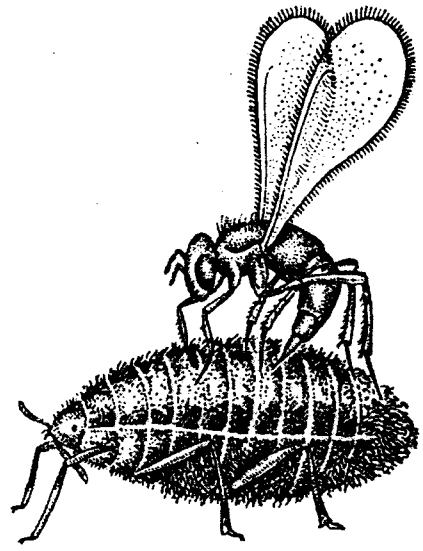


Рис. 58. **Афелінус, що уражує кров'яну попелицю**

Самка афелінуса відкладає близько 100 яєць. Протягом сезону їздець дає 6-9 генерацій, літає на невелику відстань, тому при його застосуванні мумії попелиць з афелінусом треба розміщувати на кожному дереві. М.А. Теленга встановив, що афелінус швидко розмножується в умовах сухого клімату, тоді як у зволожених районах активність його знижується.

В нашій країні афелінуса з успіхом використовували в садівництві понад 30 років, завдяки чому кров'яна попелиця була майже повністю знищена. Але починаючи з 1966 року, в садах Кримської та інших областей України знову відмічені випадки масового розмноження цього шкідника.

Для боротьби з ним необхідно виявляти місця скупчення афелінуса, збирати й переселювати його в місця розмноження шкідника. Для цього пізно восени треба нарізати пагони яблуні, вкриті ураженими попелицями (крім тих, де наїзники вже вийшли з мумій). Зрізані пагони зв'язують невеликими пучками і зберігають протягом зими під навісом. Рано навесні, коли настане тепла і суха погода, заготовлений матеріал розвішують на деревах з розрахунку 300 попелиць, уражених афелінусом, на 1 га саду. Слід мати на увазі, що інтенсивні дощі можуть змити з дерев уражених попелиць разом із зимуючими в них афелінусами, а це призводить до зниження їх ефективності.

**Інтродукція і акліматизація сонечка родолії проти червеця іцерії.** Небезпечний шкідник цитрусових та інших субтропічних культур іцерія (Iceria purchasi Mask., рис. 59), була виявлена в Сухумі у 1931 році. Незабаром з'ясувалось, що разом із садивним матеріалом вона поширилась і в багатьох інших місцях Абхазії.

Шкідник не тільки виснажує рослини, висмоктуючи з них соки, але й виділяє так звану медвяну росу, на якій розвиваються сажкові гриби, що знижує асиміляційну активність листків, внаслідок цього урожай цитрусових знижується в 3-4 рази, ослаблені дерева хоч і цвітуть, але не плодоносять.

Перші повідомлення про успішну боротьбу з червецем за допомогою природних ентомофагів надійшли з Каліфорнії, де для цього і використали сонечко родолію (Radolia cardinalis Muls., рис. 60).

Рис. 59. **Червець іцерія**

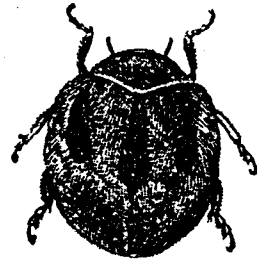


Рис. 60. **Сонечко родолія**

Батьківщиною родолії, як і іцерії, є Австралія. У 1988 р. 1100 особин ентомофага було завезено в Каліфорнію, де його колонізація пройшла досить успішно. Результати її були очевидними і її стали завозити в інші країни – Португалію, Італію, Туреччину та ін.

Розвивається цей ентомофаг у двох генераціях, живиться переважно яйцями іцерії та інших борошнистих червецiв, знищуючи їх у початкових фазах розвитку.

У 1931 р. родолія була завезена з Єгипту на Чорноморське узбережжя Кавказу, а випускати її у цитрусові насадження почали з 1932 р.

Спочатку хижака розмножували в лабораторії, а в 1932-1933 рр. він добре перезимував у природних умовах. Навесні траплявся у вогнищах розмноження шкідника. Жуки, що перезимували, з'являлися в період масової появи овісаків іцерії.

Сонечко родолія – жук до 3 мм завдовжки, буро-червоний з двома темними округлими плямами і смужками на боках шва надкрил. На передньоспинці є також поперечна темна пляма.

Жуки після виходу з лялечок паруються, і через тиждень самки починають відкладати яйця переважно під овісаки шкідника, рідше біля них. Період відкладання яєць триває близько трьох тижнів, при цьому плодючість самок досягає 800 яєць. Личинки, які виплоджуються з них, дуже рухливі, швидко проникають в овісаки, де відразу починають знищувати яйця іцерії.

Тіло личинки останнього віку завдовжки 4-6 мм, буро-червоне, голова, ноги і пляма на тілі чорні, личинка тричі линяє, тобто має чотири віки. Заляльковується на гілках, з нижнього боку листків, звичайно серед колоній шкідника. Лялечка міститься в личинковій шкірці, в якій є спеціальний отвір для виходу імаго.

В Абхазії родолія розвивається в трьох-чотирьох, а іцерія – у двох-трьох генераціях. Восени жуки залазять під опалі листки та інші рослинні рештки, де й зимують. Початок відкладення яєць відмічено в другій декаді червня. Ембріональний розвиток триває близько чотирьох днів. Личинки I-III віків розвиваються протягом двох днів кожна, IV – 3-5, лялечка – 4-6 днів. Одна личинка родолії закінчує цикл розвитку, живлячись яйцями з одного овісака. Менш охоче хижак полює на личинок іцерії.

Протягом 1933 р. вогнища іцерії в околицях Сухумі були повністю знищені хижаком і з того часу знайти її в Абхазії нелегко.

Але у зв'язку з можливістю поширення шкідника в інші райони вологих субтропіків, родолію щороку розмножують у спеціальних інсектаріях карантинної служби і використовують при виявленні нових вогнищ іцерії.

**Використання криптолемуса та інших ентомофагів проти червецiв і щитівок.** Небезпечними шкідниками наших субтропічних культур є цитрусовий борошнистий червець (Pseudococcus gahani Green), цитрусова пульвинарія (Pulvinaria aurantii Cock.) і довгаста подушечниця (Chloropulvinaria floccifera West).

Цитрусовий борошнистий червець потрапив до Абхазії у 1931 р. із саджанцями і швидко поширився на Сухумському і Гагринському узбережжях. Цитрусова подушечниця трапляється лише в Абхазії, де пошкоджує цитрусові й мушмулу. Заселені шкідником дерева вкриваються сажковими грибами, а плоди опадають.

Довгаста подушечниця дуже поширена в субтропічних районах нашої країни.

Хімічні заходи проти цих шкідників виявилися неефективними. Проблему було вирішено застосуванням сонечка криптолемуса (Cryptolaemus montrouzieri Muls; рис. 61), який був завезений в Крим з Єгипту в 1933 р.

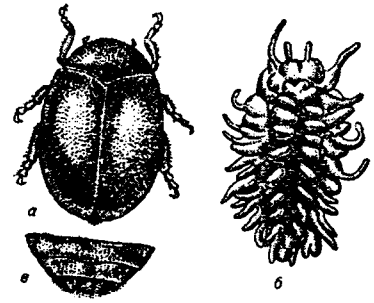



Рис. 61. **Сонечко криптолемус:** а – жук; б – стерніт самця; в – лялечка

Жук криптолемус дещо більший за родолію, темний. Голова, передньоспинка, черевце та вершина надкрил – світло-червоні. Довжина тіла 3-4 мм. Самці відрізняються від самок наявністю на вершинному членику черевця округлої ямки. Жуки виплоджуються статевонезрілими. Яйця самки відкладають через два тижні після запліднення, розміщуючи їх безпосередньо під овісаками борошнистих червецiв. Личинки, які виплоджуються, спочатку жовті, а через кілька годин вкриваються білими воло-

сками, перед заляльковуванням вони заповзають у тріщини кори і скручені листки. Лялечка утворюється під личинковою шкіркою.

Зимують жуки під рослинними рештками, під корою, що відстала, на гілках. В умовах Сухумі значна кількість жуків взимку гине. В Абхазії криптолемус розвивається в трьох генераціях. Відкладання яєць навесні починається з появою перших овісаків у червеців. Ембріональний розвиток триває до шести днів. Личинки I-II віку розвиваються протягом трьох днів, III – трьох-чотирьох, IV – восьми днів. Лялечка розвивається близько п'яти днів.

Життя жуків улітку триває близько двох місяців, взимку – до 116 днів. Одна самка протягом життя відкладає майже 300 яєць. Верхній поріг розвитку криптолемуса близько 35°С, нижній – 15°С. Оптимальна температура 20°С, відносна вологість повітря 80%. З підвищенням або зниженням вологості загибель хижака збільшується.

На розвиток криптолемуса негативно впливає підвищена інсоляція, тому личинки й жуки скупчуються в темних місцях.

У 1915 р. американський ентомолог Сміт розробив спосіб розмноження криптолемуса в лабораторних умовах на етіольованих паростках картоплі.

Проти борошнистих червеців цього хижака стали широко застосовувати в Абхазії, Аджарії і Сочинському районі Краснодарського краю (Гаприндашвілі, 1940; Сисоєв, 1955).

Позитивні результати були також одержані при застосуванні його проти цитрусової та пальмової подушечниць в Абхазії. Встановили, що випускати криптолемуса треба при появі перших овісаків весняної генерації червеців. За таких умов його потомство зберігається до появи овісаків у літньої генерації. При правильному застосуванні ентомофага мандаринові дерева повністю очищаються від шкідника.

В Аджарії у 1937 р. З. І. Самойлова застосувала криптолемуса проти довгастої подушечниці. При цьому 5 тис. жуків, випущених на 1 га, знищили до 91% шкідників.

Група наукових співробітників під керівництвом М.А.Теленги встановила, що випускати жуків криптолемуса слід під час появи перших овісаків у червеців. Робити це треба спочатку в місцях більшої чисельності шкідника і продовжувати до серпня. Техніка застосування жуків дуже проста. Норму випуска криптолемуса на одне дерево (5-10 жуків залежно від чисельності шкідника) вміщують у пробірку і, підійшовши до дерева, змахом руки витрушують на нього вміст пробірки. Жуки, зробивши короткий політ, сідають на листки та гілки.

Норма випуску ентомофага на чайних плантаціях – близько 5 тис. жуків на 1 га.

Для заляльковування личинки криптолемуса ховаються в тріщини кори. Враховуючи це, на деревах слід розвішувати ловильні пояси з мішковини або



рогожі. Добрий ефект дає випуск криптолемуса в оранжереях, теплицях, парниках. Але тут використовують не жуків, а личинок III-IV віку, які дуже ненажерливі і протягом кількох днів повністю очищають рослини від червеців. Щоб перенести личинок в оранжереї, їх пензликом збирають з етіольованих паростків картоплі і вміщують у спеціально виготовлені коробки. Потім ці коробки розставляють на заселені шкідником рослини. Слід мати на увазі, що одна личинка III віку за період свого розвитку з'їдає в середньому 4000 яєць з 7-8 овісаків.

Щоб забезпечити потребу в криптолемусі, його розмножують у багатьох оранжереях Сухумського і Лазаревського інсектаріїв.

У 1947 р. за проханням професора І.А. Рубцова з Австралії в Аджарію було завезено ліндоруса (Lindorus lophanthae (Bl), (рис.62), який знищує коричневу (Chrysomphalus dictyospermi Morg), руйнуючу (Aspidiotus destructor Sign.), плющеву (A. hederae (Vallot)) та померанцеву (Aonidiella citrina Coquil) щитівок. Масове розведення ліндоруса здійснювалося під керівництвом Н. К. Гаприндашвілі в Аджарській виробничій лабораторії біометоду. Для цього використовували плющеву щитівку, яку розмножували на паростках картоплі. Як і криптолемус, ліндорус в окремі роки, коли температура знижується до мінус 10°С, гине. Тому його періодично розмножують і при потребі випускають у вогнища щитівок. Для розмноження ліндоруса найбільш сприятливі температура 25°С і вологість 75%. Хижак дуже ненажерливий, дає 4-6 генерацій за сезон. Плодючість однієї самки досягає 700 яєць.

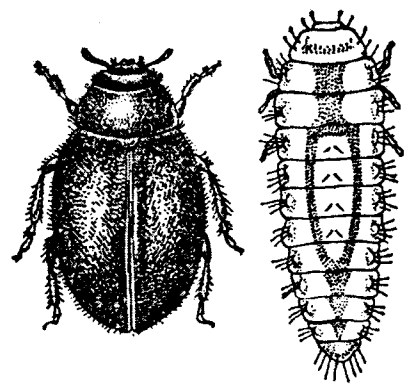


Рис. 62. **Сонечко ліндорус та його личинка**

В цей же час у Середню Азію був завезений з Японії їздець псевдафікус малінус (Pseudaphycus malinus Gah.) з родини енциртид (Encyrtidae) надродини хальцидових.

Застосовують його для боротьби з карантинним шкідником шовковиці – червецем Комстока (Pseudococcus comstocki Kuw.), який потрапив у республіки Середньої Азії також із Японії. Їздець відкладає за сезон до 100 яєць. Паразит дає дві генерації протягом однієї генерації живителя, тобто за рік дає до 10 поколінь, здатний перелітати на далеку відстань. Якщо в кроні шовковиці утримується температура в межах 24-25°С і вологість 60-70%, то червець їздцем уражується до 95-98%.

Псевдафікуса широко застосовують у господарствах Середньої Азії, Грузії, Вірменії, Азербайджану. Личинки і лялечки псевдафікуса містяться в му-

міях червеця. Ці мумії збирають восени і зберігають до весни при температурі 6-8°С. Навесні в період виплодження личинок червеця їх розміщують у кронах, з розрахунку 100-150 шт. на дерево.

В 1962 р. проти червеця Комстока завезені з Корейського півострова два види алотроп (род. Платигастриди) (Allotropa burelli Mues. і A. convexifrons Mues). Обидва види акліматизувались у Середній Азії та в Закавказзі і ефективно винищують червеця.

У довоєнні роки з Китаю та Японії в Абхазію проникла тутова щитівка (Pseudaulacaspis pentagona) (Targ). Для боротьби з нею з Японії була завезена проспальтелла берлеза (Prospaltella berlesei How., рис. 63), що належить до родини афелінід (Aphelinidae). Цей вузькоспеціалізований паразит за короткий строк значно зменшив чисельність тутової щитівки. Самка проспальтеллі відкладає близько 100 яєць. Протягом сезону паразит дає п'ять генерацій і дуже швидко поширюється. Для його переселення у вогнища щитівки навесні на тутові дерева розвішують гілочки із зараженими проспальтеллою мумією щитівок.

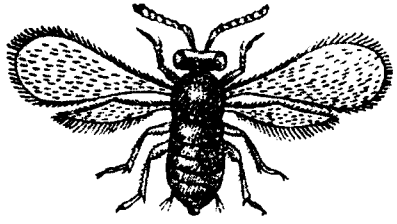


Рис. 63. **Проспальтелла**

У 1960 р. в Абхазію був завезений жовтий коккофагус (Coccophagus gurnei Comp.), для боротьби з цитрусовим борошнистим червецем (Pseudococcus gahani Green.), вузькоспеціалізованим паразитом австралійського походження. Розвивається коккофагус у 8-10 генераціях, при цьому розвиток однієї генерації закінчується за 30 днів. Тривалість життя самки близько одного місяця. За цей час вона продукує до 60 яєць, відкладаючи їх в тіло червеця.

За період, що минув після акліматизації, цей ентомофаг майже повністю знищив червеця на цитрусових деревах Абхазії на площі понад 20 тис. га.

**Акліматизація інших ентомофагів.** Для захисту огірків від павутинних кліщів в умовах закритого грунту з Канади в 1963 р. був завезений алжирський хижий кліщ фітосейулюс (Phytoseiulus perismilis) А.Н. Роботи із використання цього хижака велись під керівництвом Г.А.Беглярова.

Завозили ще ентомофагів для боротьби із східною плодожеркою (Grapholitha molesta) (Busck). Походить цей шкідник з Японії, звідки на початку XX століття був завезений у Канаду і США, а пізніше потрапив у країни Європи і Туреччину. Його виявили в 1964-1966 рр. на Чорноморському і Каспійському узбережжях Кавказу, на Північному Кавказі, в Одеській і Закарпатський областях.

З Японії у США для боротьби із східною плодожеркою було завезено близько 60 видів ентомофагів, з яких найбільш перспективним виявився їздець макроцентрус (Macrocentrus ancylivorus Rohw.) з родини браконід (Braconidae). Паразитує він, головним чином, на суничній і гороховій листовійках. У США макроцентрус заражував до 95% гусениць східної плодожерки на пагонах персика.



Макроцентрус, одержаний з Канади, вперше перезимував у природних умовах у 1967/68 рр. Літ наїзника відбувався від 26 травня по 15 червня, що збіглося з розвитком на пагонах персика гусениць плодожерки першої генерації.

Самка макроцентруса живе 20-30 днів, заражаючи за цей час близько 30 гусениць плодожерки. В умовах Сочі повний цикл розвитку паразита першої генерації проходить приблизно від 26 травня до 16 червня, другої – від 19 червня до 14 липня, третьої – від 15 липня до 2 вересня, четвертої – від 2 до 23 вересня. Приблизно 25 вересня личинки п'ятої генерації впадають у діапаузу. Зимує макроцентрус у фазі личинки в тілі гусениць плодожерки.

У 1968-1969 рр. зараженість гусениць східної плодожерки макроцентрусом в Ізмаїльському районі Одеської області становила близько 40%, що дає підстави сподіватись на успіх акліматизації цього спеціалізованого ентомофага не тільки в умовах Чорноморського узбережжя Кавказу, але і в Одеській області.

**Боротьба з білокрилкою (Trialeurodes vaporariorum Westw.).** Комаха з ряду рівнокрилих хоботних. У нас вона може розмножуватись лише в теплицях і оранжереях. З овочевих культур дуже пошкоджує помідори, менше – огірки, квасолю, салат, з декоративних квіткових шкодить бегонії, герані, фуксії та ін.

Білокрилка висмоктує соки з листків і забруднює їх своїми цукристими виділеннями, на яких оселяються сажкові та інші гриби. Наліт грибниці, що вкриває листки, призводить до їх передчасного опадання, знижує продуктивність рослин та їх стійкість проти хвороб.

Для боротьби з шкідником у 1960 р. з Канади був завезений паразит енкарзія (Encarsia formosa Gahan), перетинчастокрила комаха з підродини афелінід (Aphelinidae), зараз широко застосовується в теплицях України.

**Ентомофаги, які обмежують чисельність колорадського жука (Leptinotarsa decemlineata Say).** У Західній Європі колорадський жук з'явився в 1918 р. Через 30 років він уже досягає районів, що межують з Україною. Масове проникнення його на Україну та Білорусію спостерігалось у 1958-1959 рр. В 1969-1979 рр. жук поширився до Підмосков'я та Ростова-на-Дону і врешті-решт досяг Далекого Сходу.

Вивчати ворогів колорадського жука почали ще тоді, коли він вперше з'явився на посівах сільськогосподарських культур. Значну кількість його ентомофагів виявлено серед безхребетних тварин, особливо багато їх серед комах, павуків, нематод, а також збудників грибних, бактеріальних, протозойних і вірусних хвороб. Найчисленнішими ентомофагами колорадського

жука є комахи, проте значення їх окремих видів різне, що пояснюється ступенем спеціалізації або вибірковістю до живителя. Поліфаги, або багатоїдні види, відіграють відчутну роль у зниженні чисельності колорадського жука при відсутності іншого, більш придатного корму. Більше значення у регуляції чисельності шкідника мають монофаги, особливо ті, що живляться яйцями колорадського жука. Такі види, як жук лебія (Lebia grandis), клопи перилюси (Perillus bioculatus Fabr., P. clandre, P. circumcinctus), тахіни дорифорофаги (Doryphorophaga aberrans (Town), D. doryphorae (Riley)), у США, Канаді й Західній Європі істотно обмежили його чисельність. Слід відзначити, що при розселенні жука в Північній Америці, особливо при його переселенні з плоскогір'я на півдні Скелястих гір у східні райони, такі спеціалізовані ентомофаги, як клопи перилюси та тахіни дорифорофаги, йшли невідступно за своїм живителем і значно знижували чисельність популяції.

З метою акліматизації в Україну був завезений клоп перилюс (Perillus bioculatus, рис. 64). Опубліковані роботи Л.А. Страдимової, А.Й. Сікури, М.П. Дядечка, В.А. Саніна, Ю.В. Зайця, які проводили роботу в Львівській і Закарпатській областях з вихідним матеріалом, одержаним з Канади. Вищеназвані дослідники встановили, що ембріональний розвиток клопа триває від 3,5 до 14 діб. Найбільше його личинок виплоджується при температурі повітря 25-30°С, а виживає – при температурі 30°С. Плодючість самок також залежить від температури повітря: при 30°С одна самка відкладає в середньому 350 яєць, 25°С – 214, а при 32°С – 43 яйця.

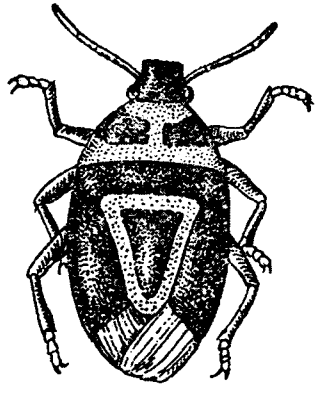


Рис. 64. **Хижий клоп перилюс**

Оптимальна температура для розвитку і розмноження хижого клопа +26 – 30°С. Тривалість розвитку личинок залежить від якості корму: при живленні яйцями колорадського жука становить 17-22, а личинками – 28-44 дні. Висока ефективність перилюса як хижака пояснюється його надзвичайно великою ненажерливістю. Одна личинка протягом свого розвитку з'їдає до 268 яєць. Особливо багато їжі потребують личинки IV-V віків. Від корму залежить і виживання личинок перилюса. При живленні яйцями виживає 71-72%, личинками – 36, імаго – 23-24% личинок хижака.

Відповідно змінюється його плодючість: при живленні яйцями самка відкладає близько 490 яєць, личинками – 208-209, імаго – 160-162 яйця. В природних умовах хижак віддає перевагу яйцям жука.

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

За даними Ю.В. Зайця, в першій генерації окрилюється в польових умовах близько 65% личинок перилюса, у другій – 76%, третій – 44%. Умови Закарпаття влітку дуже сприятливі для розвитку хижака. Тут плодючість однієї самки майже така сама, як і на його батьківщині, тобто в середньому до 200 яєць.

Клоп оселюється переважно в добре прогрітих місцях, а основну масу яєць відкладає на верхній бік листків картоплі. Кількість яєць і личинок зменшується в період злив, що змивають їх з листків. Критичним періодом у житті перилюса є зимівля. В умовах неопалюваної лабораторії перезимовує близько 40-50 і навіть 70% особин, у лісосмугах з добрим підліском і укриттям – 20-25, в садах і на городах – 5-7%. Дослідження Л.А. Страдимової показали, що в природних умовах перезимовують лише ті клопи, маса яких становить 85 мг і більше. Таку масу вони нагромаджують лише тоді, коли живляться яйцями жука. Вигодування клопа личинками і жуками призводить до зниження його життєздатності.

Вихід з місць зимівлі фізіологічно повноцінних особин перилюса збігається з масовим виходом колорадського жука. Досліди Ю.В. Зайця показали, що одна личинка III віку знищує 150 яєць шкідника, тобто 5-6 кладок, IV – до 200 яєць, або 7-8 кладок. Встановлено, також що більший ефект можна одержати при співвідношенні хижака та шкідника 1:5.

З 1974 р. досліджують акліматизацію хижого клопа подізуса плямистого (Podius maculiventris Say), завезеного із США. Проте цей вид є багатоїдним ентомофагом, а тому, на нашу думку, малоймовірно, що він увійде до складу агроценозу пасльонових культур.

Відомо, що тахіни дорифорофаги – спеціалізовані ентомофаги, які паразитують тільки на личинках колорадського жука. При цьому одна самка дорифорофаги протягом життя знищує до 30 його личинок.

У нашій країні вихідний матеріал дорифорофаги вперше одержали в Закарпатській карантинній лабораторії у 1958 р. Біологію дорифорофаги вивчали в інсектарії.

З одержаних лабораторією пупаріїв виплодилось 648 мух, які спарювались на другий-третій день після вильоту, живилися на селерових рослинах і медом. Дуже активними вони були у сонячні дні, особливо до 12-14 години. Повторне спарювання мух спостерігалось через 10-15 днів.

Дорифорофаги – живородящі комахи. На 10-11-й день після виплодження вони швидко відшукували жертву і відкладали свої личинки під шкіряні покриви личинок колорадського жука IV, рідше III-го віку. При цьому ураженість личинок шкідника становила 13-14%.

Однак з одержаних у Закарпатті кількох тисяч мух виплодилось тільки три личинки, які перейшли в стан діапаузи, тобто змогли дати весняну генерацію. Напевно це пояснюється тим, що місцеві умови значно відрізняються від тих, які характерні для штатів Огайо, Мічіган, Кентуккі, а також північно-східних районів Канади, де майже всі личинки діапаузують. Незважаючи на це, роботи із акліматизації дорифорофаги доцільно продовжувати, застосовуючи відбір діапаузних особин.

З типу членистоногих певне значення у зниженні чисельності окремих популяцій колорадського жука мають павуки та кліщі. З літератури відомі випадки масового розмноження кліща Uropoda americae на личинках та імаго колорадського жука у США. В Україні та в Західній Європі відомо близько 12 видів кліщів, які оселяються на жуках і личинках, а також висисають яйця. Але, як показали наші дослідження, значення їх у зменшенні чисельності шкідника невелике.

Певний інтерес становить використання павуків, які пристосувалися до живлення яйцями, личинками і навіть імаго колорадського жука. З них особливої уваги заслуговують два види: Lioanus dorsatum і Chonadroma passali, які живуть у США.

Увагу французьких ентомологів привернули три види павуків: Phalangium opilio, Theridium tepidariorum, T. lineatum.

У Вінницькій області активно винищували личинки колорадського жука павук (Paradosa agrestis Mest.) (род. Lycosidae) та жужелиця (Poecilus sericeus F. W.).

Велику роль в обмеженні чисельності колорадського жука відіграють нематоди, з яких у США, Канаді, Західній Європі заслуговують на увагу види: Howardia benigna і Mermis Sp. В Західній Європі, на Україні та в Білорусії відомо близько 11 видів нематод – фагів шкідника. З них найбільше значення має Hexamermis albicans Sia.

У 1960 р. в низинних районах Закарпаття та Прикарпаття спостерігалось зараження цією нематодою до 96% шкідника, переважно личинок IV віку. В 1963 р. у Волинській, а в 1966 р. в Київській областях кількість личинок, заражених нематодою, досягала 9-13%.

Процес зараження личинок шкідника гексамермісом такий. Після випадання значних дощів або рясної роси нематоди переповзають з грунту по стеблах на листки пасльонових і відкладають на них яйця, часто у великій кількості. Нам доводилось знаходити до 80 яєць на 1 $см^2$ поверхні листка. При поїданні листків шкідником яйця нематод потрапляють у його кишечник, а потім у порожнину тіла. З них вилуплюються личинки, які розвиваються протягом 9-11 днів. У кожній личинці жука знаходиться 7-12, а іноді до 23 білясто-жовтих нематод, що добре помітні крізь шкіряні покриви личинок. Нематоди виявлені також у лялечках та імаго шкідника. Чисельність цих нематод значна. Так, при осінньому обстеженні картоплянищ у Васильківському районі Київської області в 1969 р. знайдено від 11 до 113 личинок нематод на 1 $м^2$ грунту.



Вивчення мікроорганізмів, патогенних для колорадського жука, також становить інтерес для практики боротьби з ним.

У 1961 р. З.М. Корецька в Мукачівському районі Закарпатської області виявила близько 68% личинок колорадського жука, які загинули від бактеріальних хвороб. Вона виділила чотири бактеріальні культури, з яких від першої загинуло 82-90% личинок III-IV віків у лабораторних умовах і 43% – у польових дослідах. Заражені личинки були млявими, набували неприродного блиску і гинули на третю-четверту добу після зараження.

У США і Західній Європі відомо кілька видів бактерій, які спричинюють загибель личинок шкідника. До них належать: Clostridium leptinotarsa, Bacillus leptinotarsa, Achromobacter delicatulrum, Flavobacterium acidificum, Acrobacter aerogenus, Pseudomonas ovalis.

Відомо також близько 30 видів грибів – збудників хвороб колорадського жука, з яких заслуговують на увагу представники роду Beauveria.

**Ентомофаги американського білого метелика.** Американський білий метелик (Hyphantria cunea Drury) належить до родини ведмедиць (Arctidae). Батьківщиною шкідника є Північна Америка, а його улюбленими рослинами – шовковиця і різні плодові дерева.

На Європейському континенті його вперше виявлено в Угорщині в 1940 р. У 1946 р. він проникнув в Чехословаччину, в 1948 р. – Югославію, в 1949 р. – Румунію, в 1950 р. – Австрію, в 1952 р. – в Закарпатську область. Звідти метелик поширився у Молдавію та Україну.

Паразити американського білого метелика на його батьківщині вивчені досить добре. Встановлено, що хоч цей шкідник поширений переважно в районах, де він може розвиватись у двох генераціях, все ж завдяки великій кількості паразитів він досить рідко розмножується масово. Так, серед його паразитів відмічено 19 видів тахін та 29 видів їздців, причому деякі з них паразитують тільки на американському білому метелику.

В Європі першими почали вивчати паразитів шкідника угорські вчені, які встановили, що важливим паразитом лялечок є хальцид психофагус (Psychophagus omnivorus Walk) та іхневмоніди: Pimpla turionellae L., Theronia atalantae Holm.

В Закарпатській області А.Й. Сікурою (1960) виявлено близько 30 видів ентомофагів. Зокрема яйця цього метелика винищували хижі клопи, сонечко пропілея, золотоочки, заражали трихограми і теленомус (маурі), проте найбільшу кількість їх винищували щипавка та панорпа.

Серед паразитів гусениць важлива роль належить уже згадуваним психофагусу та пімплі, а також апантелесу (A. vanessae Reinh.) та метеорусу верзікольор і тахіні (Tachina larvarum L). Їх також винищували хижі клопи і жужелиці красотіли. Лялечок заражали тахіни Carcelia lucorum Mg., згадувана уже тахіна ларварум та ін.

У Західній Європі у 1953 році успішно застосували проти гусениць шкідника спорову бактерію Bacillus thuringiensis Berl, що забезпечило їх повну загибель. Г. Вайзер (1953) виділив з гусениць новий вид мікроспоридії, який описав під назвою Thelohania hyphantriae Weis. Були виявлені також ураження гусениць вірусами, збудниками поліедрозу та гранульозу. Останнім часом створений на їх основі вірусний препарат.

Які ж перспективи застосування біологічного методу боротьби з американським білим метеликом у нашій країні?

Перш ніж дати відповідь на це питання, необхідно проаналізувати біологічні особливості шкідника, а також умови, що сприяють його масовому розмноженню. Основний ареал гіфантрії – це район, де вирощується чи росте шовковиця і де шкідник може розвиватися у двох генераціях.

У перший рік зальоту в нашу країну білий метелик розмножився в надзвичайно великій кількості. В 1952 р. майже всі насадження шовковиці були оголені. Проте через деякий час місцеві ентомофаги настільки обмежили його чисельність, що другий порівняно невеликий спалах розмноження шкідника спостерігався лише через чотири роки. Неабияку роль в цьому відіграв комплекс багатоїдних ентомофагів, які живляться комахами з родин листовійок (Tortricidae), ведмедиць (Arctiidae) та совок (Noctuidae).

Серед його фагів привертає увагу скорпіонова муха (Panorpa communis L.) (рис. 65), яка поширена в умовах Закарпаття і виявилася найбільш важливим хижаком яєць гіфантрії.

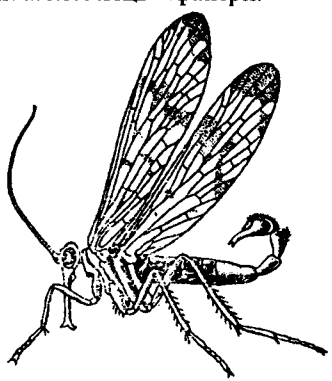


Рис. 65. **Скорпіонова муха або скорпіонниця звичайна**

Яйця метелика на 39-57% заражає також яйцеїд теленомус (Telenomus mayri Vikt.), який є поширеним паразитом вербової хвилівки.

Важливе значення в обмеженні чисельності шкідника мають щипавка звичайна (Forficula auricularia L.) і золотоочки (Chrysopa carnea Steph і Ch. perla L.).

Найбільше гусениць знищує клоп набіс (Nabis ferus L.), ненажерливий хижак. Протягом доби він може з`їсти усіх гусениць, які щойно виплодились з однієї кладки яєць (300-350 шт.), а гусениць II віку повністю знищує за дві-три доби.



Дослідженнями виявлена залежність ролі ентомофагів від типів деревних насаджень. Найменше яйцекладок було знищено на поодиноких деревах – 3,4%, значно більше на присадибних ділянках – 35,8%, а найбільше в лісі – 52,94%. При цьому було багато знищено гусениць I-II віків, а від гусениць V віку залишилося лише 0,08%.

На присадибних ділянках ентомофаги звичайно знищували до 94, а на поодиноких деревах – 79,5% гусениць.

Отже, в обмеженні масових спалахів розмноження гіфантрії в наших умовах, істотне значення мають багатоїдні ентомофаги, а також хвороби.

Важливе значення може мати завезення з батьківщини шкідника (Канади, США) і акліматизація монофагів тахіни Mericia ampelus (Wal.) та іхнеумона (Campoplex validus Cresson).

## Розділ 5. ВНУТРІШНЬОАРЕАЛЬНЕ ПЕРЕСЕЛЕННЯ ЕНТОМОФАГІВ

Цей метод здебільшого застосовують у багаторічних насадженнях, де формуються стійкі вогнища розмноження шкідливих комах – у садах, полезахисних смугах, лісах. В окремих випадках можливо використовувати його і на полях.

За даними А.І. Іллінського, спалахи масового розмноження листогризучих шкідників у багаторічних насадженнях тривають у середньому 6-7 років. На схемі (рис. 66) показана динаміка чисельності фітофага та його основних ентомофагів.

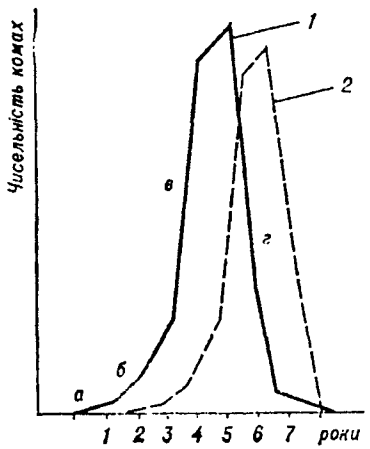



Рис. 66. **Фази спалаху розмноження листогризучого шкідника (1) та основних його ентомофагів (2):** а – початкова; б – наростання чисельності; в – еруптивна; г – згасальна

Як видно, чисельність ентомофагів зростає на 2-3 роки повільніше, ніж розмножується живитель, і досягає максимальної щільності на період згасання вогнища. В цей час нагромаджена в них кількість ентомофагів уже там непотрібна і приречена на вимирання. Ті види, що добре літають, переселяються у сусідні стації, але значна частина слабо літає.

У зв'язку з цим виникла ідея переселяти ентомофагів із згасаючих вогнищ, де їх кількість надмірна, у щойно виниклі, де в перші роки фаги трапляються дуже рідко. Переселення їх сприяє зниженню темпів зростання чисельності шкідника і здебільшого веде до згасання його вогнища в найближчі один-два роки.

Для переселення придатні види, які мають здатність концентруватись у певних місцях, де їх легко зібрати у великій кількості. Так, в одній гусениці яблуневої павутинної молі розвивається понад 100 личинок хальцида агеніаспіса, а в одній кладці кільчастого шовкопряда буває до 200-250 яєць, заражених теленомусом.

Слід мати на увазі, що ефект від переселення ентомофагів може бути зведений до нуля надпаразитами, тому треба подбати, щоб вони не були занесені разом з ентомофагами.

У минулому було проведено ряд успішних виробничих дослідів із внутрішньоареального переселення ентомофагів. Проте його суттєвим недоліком виявилась велика трудомісткість, оскільки ентомофагів збирають вручну.



Тому тепер цей метод вважається допоміжним, що застосовується в окремих випадках.

Нижче наведено відомості про найбільш вдалі досліди із переселення ентомофагів.

**Переселення теленомуса** (Telenomus laeviusculus Rat) – яйцеїда кільчастого шовкопряда (див. розділ 2). Теленомус має чорне тіло, близько 1 мм завдовжки. Генерація однорічна. Імаго живляться нектаром квіток, а в кінці червня – на початку липня заражають кладки кільчастого шовкопряда, відкладаючи по одному яйцю в кожне яйце шкідника. Личинка теленомуса до осені живиться всередині яйця шовкопряда і знищує його вміст. Восени вона перетворюється в передлялечку і зимує, а в травні наступного року заляльковується. Виліт імаго спостерігається приблизно через місяць після виходу з яєць гусениць, тобто наприкінці травня.

В.О. Лозинський та Ю.С. Романова радять переселяти яйцеїда при зараженості кладок шовкопряда на 30% і більше. Щоб виявити зараженість кладок у вогнищах шкідника (згасаючих і нових), зрізають з дерев пагони з кладками шовкопряда (по декілька кладок у кожному кварталі саду) і зберігають з етикетками в пакетах, підвішених у кронах дерев. У січні їх вносять у тепле приміщення і зберігають в скляній банці, зав'язаній зверху марлею, яку періодично зволожують. Через деякий час із здорових яєць виплодяться гусениці. Днів через 10-15 кладки очищають від павутини і розкладають у скляні банки з кожного вогнища окремо, зав'язують зверху марлею і періодично зволожують. Приблизно через місяць після виходу гусениць вилетять імаго теленомуса і можна буде визначити зараженість ним яєць. Попередні дані можна одержати після виходу гусениць, підрахувавши загальну кількість яєць у кладках, а також тих, з яких гусениці не вийшли (без отворів). Проте частина яєць може загинути від інших причин, тому більш точно визначають зараженість яєць після вильоту теленомуса. Для прискорення підрахунків кладки яєць протягом кількох хвилин можна кип'ятити в 5%-ному КОН: оболонки яєць розчиняються, після чого підраховують яйцеїдів. З цією ж метою можна зрізувати бритвою верхівки яєць, з яких не вийшли гусениці.

Якщо зараженість яєць у згасаючому вогнищі не менше 30%, а в новому яйцеїд відсутній або траплятиметься поодиноко, то навесні за 2-3 тижні до розвитку бруньок зрізають пагони з кладками шовкопряда, зараженими теленомусом, і зберігають у поліетиленових мішечках в неопалюваному приміщенні. Через два тижні після виходу гусениць кладки очищають від павутини, зволожують і розвішують на гілках дерев у тіні з розрахунку 10 тис. яєць на 1 га. При невеликій заселеності насаджень шовкопрядом розвішують по 2-3 кладки через кожні 50 м.

**Переселення агеніаспіса** (Ageniaspis fuscicollis Dalm). Агеніаспіс – важливий ентомофаг яблуневої павутинної молі (Hyponomeuta malinella Zell.). В

окремих згасаючих вогнищах він знищує до 72% гусениць молі. Їздець заражає яйця, в яких уже почався розвиток зародка, а личинки закінчують розвиток у гусеницях. Розвивається він поліембріонічно: з одного відкладеного яйця в гусениці розвивається понад 100 личинок паразита. Заражені гусениці здуваються і в V віці перетворюються на мумій, всередині яких заляльковуються личинки паразита. Розвиток лялечок агеніаспіса триває 11-13 днів. Імаго вилітають в період масового відкладання яєць самками молі.

М.П. Дядечком проведений виробничий дослід із переселення агеніаспіса з старих вогнищ розмноження яблуневої молі (Путивльський район Сумської області) у присадибні ділянки Васильківського району Київської області, де він практично був відсутній. Всього було переселено 2000 гнізд молі, в яких містилося по 1500-2200 екз. агеніаспіса. Облік, проведений у наступному після переселення році, показав, що на ділянках, куди переселяли агеніаспіс, зараженість гусениць досягала 89, а на контрольних – лише 0,5%.

**Переселення ентомофагів сливової несправжньої щитівки** (Sphaerolecanium prunastri Fonse). Серед ентомофагів цієї щитівки найбільш ефективні дискодес (Discodes coccophagus Ratz.) та енциртус (Microterys hortulanus Erdos), які заражають личинок III віку, а зрідка і дорослих самок. Личинки паразита зимують в тілі знищеної ними жертви, імаго вилітають наприкінці травня. Протягом року несправжня щитівка дає одне покоління, а паразит – три. Самка відкладає 20-22 яйця, заражаючи 6-9 несправжніх щитівок. Протягом року потомство одного дискодеса або енциртуса знищує близько 2 тис. кокцид.

У 1949-1951 рр. масове розмноження сливової несправжньої щитівки у Київській області було повністю ліквідоване цими паразитами.

В 1951 р. в радгоспі "Кам'янка" Запорізької області близько 98% щитівок, які оселилися на абрикосах, були уражені паразитами.

Одночасно в Донецькій області з'явилися вогнища цього шкідника, вільні від паразитів. Тому для боротьби з несправжньою щитівкою в Донецьку область були переселені дискодес та енциртус з радгоспу "Кам'янка", де завчасно заготовили для цього близько 3 тисяч гілочок, заселених вищезгаданим шкідником. До весни вони зберігались в ящиках, а навесні їх перевезли в Донецьку область і на початку травня розвісили на гілках дерев, заселених шкідником. Завдяки цьому в перший сезон чисельність шкідника знизилась на 82%, а в другий – на 99%.

**Переселення ентомофагів каліфорнійської щитівки** (Quadraspidiotus perniciosus Comst.), яка дуже шкодить у плодових садах Молдавії та в південних областях України. Проте збитки від неї могли б бути значно більшими, якби її не знищували ентомофаги – хілокорус ниркоподібний (Chilocorus renipustulatus L.), екзохомус (Exochomus qudripustulatus), проспальтелля (Prospaltella perniciosi Tow.), афітис короткобахромчастий (Aphytis proclia Wlk.) та ін. Найбільш ефективними ентомофагами є проспальтелла і афітіс.



Хілокорус (род. кокцинеліди) розвивається в одній-двох генераціях, зимують жуки в щілинах і тріщинах кори. Один жук за літо знищує 500-700 щитівок, личинка – 250-300. Подібна біологія і у екзохомуса.

Проспальтелла, яка належить до родини Aphelinidae, за рахунок кожного покоління щитівки дає дві-три генерації. Самки відкладають по одному яйцю в тіло личинок усіх віків, а також у дорослих особин. Встановлено, що коли в тілі щитівки розвивається одна личинка, з неї утворюється самка. Коли ж у щитівці живляться дві личинки проспальтеллі, то одна з них стає вторинним паразитом. Заражені личинки щитівки швидко гинуть. При цьому тіло їх муміфікується, здувається, стає блідо-бурим. Паразита добре помітно через шкіряні покриви щитівки. Одна самка проспальтеллі протягом літа відкладає близько 60 яєць. Зимують яйця паразита в личинках щитівки першого віку. При цьому кавказька проспальтелла витримує температуру до мінус 16-22°С, далекосхідна – до мінус 40°. Навесні паразит вилітає при температурі 15°С. Згубними для нього є низька вологість і температура вище 26°С. Тривалість життя імаго – близько двох тижнів.

За літературними даними, ефективність проспальтелли в різних умовах варіює від 12 до 95%.

Провадились роботи із переселення проспальтелли з Кавказу у вогнища каліфорнійської щитівки в Закарпатській та Чернівецькій областях. Гілочки із щитівками, заселеними проспальтеллею, зрізали в травні й перевозили у нові вогнища.

Дуже ефективно знищує каліфорнійську щитівку ектопаразит афітіс короткобахромчастий. Він жовтуватий, черевце оранжеве з темними поперечними смужками на боках. Посередині передніх крил є перев'язь, бахрома по краях крилець коротка.

За літературними даними, афітіс уражує щитівок кількох видів, а найчастіше каліфорнійську. Поширений на Кавказі, у Молдавії, південних областях України. При підсіванні фацелії та інших нектароносів чисельність і ефективність його значно зростає.

Афітіс є ектопаразитом щитівок, личинки якого паразитують, перебуваючи під щитком самок. Для зараження щитівки самка афітіса проколює яйцекладом щиток і відкладає яйця на її тіло. Повний розвиток афітіса триває близько місяця. Протягом однієї генерації щитівки розвивається два покоління паразита. Переселення личинок афітіса, які зимують під щитками заражених щитівок, проводиться так само, як і проспальтелли.

Крім вищесказаного, слід відмітити успішні виробничі досліди із переселення яйцеїда соснових пильщиків (Chrysonotomyia ruforum Krausse) і тахіни (Bassa selecta Mg.). В.В. Яхонтов запропонував також переселення кокцинелід на посіви бавовника. Можливе переселення комах, заражених вірусними та іншими хворобами.

**Внутрішньоареальне переселення нематоди Neoaplectana carpocapse.** Досліди поставлені М.П. Дядечком та М.І. Феделеш. Розмір самок 3-6 мм, інвазійних личинок – від 0,5-0,7 мм. В 1988 р. при обстеженні Русанівських садів (250 га) виявлено на площі 1,7 га в яблуневому саду зараження гусениць в поясах нематодою (176 гусениць були заражені личинками нематоди II-го віку). В одній гусениці було близько 160 тис. личинок.

За одне покоління плодожерки розвивалось 3 покоління нематоди. Міграція нематод з гусениці в довколишнє середовище відбувається на стадії інвазійної личинки II-го віку під час опадів. Вона досить тривалий час зберігається в тріщинах кори та серед рослинних решток на грунті (2-3 тижні).

У 2-й декаді квітня 1989 р. було знято 20 поясів з діапаузними гусеницями і перенесено в північну, західну, східну та центральну частини саду. В кожному новому місці площа становила 0,2 га. Протягом чотирьох років площа, де поширювалась нематода, збільшувалась до 4,5-6 га, а далі вогнища згасли. Всього на 4-й рік площа нових вогнищ нематоди становила 22 га.

Крім того, пояси з діапаузними гусеницями яблуневої плодожерки (по 5-8 гусениць) були перевезені на виноградники (Берегівський р-н, Закарпаття), які пошкоджувались гроновою листовійкою:

I поколін. грон. листокрутки - в одній гусениці 2-3 тис. лич. нематоди;
II -"- -"- - в одній гусениці 5-7 тис.лич.;
III -"- -"- - в одній гусениці 8-9 тис.лич.

В 1994 р. зараженість гусениць нематодою зросла до 80-120 тис. лич. Пошкодження винограду шкідником становило 2,5-2,7 – 15% грон. листокрутки; на контролі – 19,6-16,8 – 21,1%; при хімічному захисті – 4,3-2,3 – 2,1%.

Отже, внутрішньоареальне переселення нематоди є дуже ефективним. Розведення нематоди в лабораторії дорожче в 7-8 разів.



## Розділ 6. ЗАСТОСУВАННЯ ГОРМОНАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ПОРУШЕННЯ МЕТАМОРФОЗУ ШКІДЛИВИХ КОМАХ

Розвиток біологічної науки, досягнення в галузі фізіології комах створюють нові можливості захисту рослин, зокрема, на основі використання біологічно активних речовин – гормонів та їх аналогів, інгибіторів синтезу хітину, феромонів, антифідантів, репелентів. В даному розділі розглянуто застосування гормональних препаратів та інгибіторів синтезу хітину.

Рядом досліджень встановлено, що ведуча роль в регуляції процесів метаморфозу, линьки, репродуктивного розмноження і діапаузи комах належить гормонам. Так, нейрогормони беруть участь в регуляції розвитку, поведінки і обміну речовин; екдізони регулюють процеси линьки і метаморфозу комах; ювенільні гормони сприяють розвитку личиночних органів і перешкоджають перетворенню личинок в імаго. Таким чином, в життєдіяльності комах гормонам відводиться роль основних регуляторів, що визначають їх розвиток.

Ще на початку вивчення властивостей гормонів, особливо ювенільного та екдизону, вимальовувалась можливість їх використання для порушення метаморфозу комах, а відтак для боротьби з ними. Вперше використання ювенільного гормону для боротьби з шкідливими комахами запропонував С.М. Уільямс в 1956 р. Після того, як гормони були синтезовані, ця можливість набула реального змісту. При вивченні властивостей синтезованих гормонів та інших речовин із споріднених класів хімічних сполук, було виявлено цілу низку таких, що діяли на комах подібно гормонам, тому їх стали називати аналогами гормонів. Великий інтерес був виявлений вченими до ювенільного гормону та його аналогів – ювеноїдів.

Ювеноїди – функціональні аналоги ювенільного гормону комах, структурно відрізняються від природних гормонів, але імітують їх біологічну активність при дії на комах. Відкриття речовин з ювенільною активністю пов'язано з виявленням К. Сламою та С.М. Уільямсом ювабіона, який діяв як ювенільний гормон на клонів род. Pyrrhocoridae. В даний час нараховується біля 5 тисяч різних за структурою ювеноїдів, що імітують дію природних ювенільних гормонів.

Екдизоїди – речовини, що імітують дію линяльного гормону, справляють на комах таку ж фізіологічну дію, як і власне линяльні гормони (екдизон, екдистерон). Значна частина речовин цього типу виділена із вічнозелених рослин і папоротників, вони одержали назву фітоекдизони.

Крім того, було виявлено низку біологічно активних речовин, спектр дії яких не вкладався в характеристику гормонів. Так, деякі з них віднесли до інгибіторів синтезу хітину – сполуки, загальною властивістю котрих є здатність визивати порушення в процесі хітинотворення під час линьок. З момен-

ту відкриття на початку 70-х років біологічної активності хлорованих бензоїлсечовин виявлено біля 200 похідних бензоїлсечовин, інгибіторів синтезу хітину.

Виявлені також сполуки з антиювенільною активністю, які перешкоджають нормальній секреції ювенільного гормону, і речовини, що порушують біосинтез або метаболізм ювенільного гормону. Ці сполуки винайшов В. Бауерс в тканинах рослини Ageratum houstonianum, де вони визивали передчасний (прекоценовий) метаморфоз у двох видів личинок Hemiptera і були названі прекоценами.

Серед біологічно активних речовин виявлені і такі, що порушують функціональну здатність деяких органів, наприклад, ротового апарату, репродуктивної системи, виявляють стерилізуючу дію на комах. За здатність чинити регулюючу дію на процеси індивідуального розвитку комах, вищезгадані речовини названі регуляторами росту і розвитку.

Таким чином, до регуляторів росту і розвитку комах відносяться синтетичні або виділені із природних джерел біологічно активні речовини різної хімічної природи, що імітують гормональну активність комах, вибірково діють на деякі елементи їх нейроендокринної системи, змінюючи її функціональну активність, або виступають як антагоністи гормонів метаморфозу комах.

Найбільший практичний інтерес для захисту рослин мають сполуки, що відносяться до групи ювеноїдів та інгибіторів синтезу хітину. Принципова новизна препаратів, створених на базі цих речовин, базується на використанні різниці в біохімії комах і ссавців. Безпечність їх застосування обумовлюється дією на такі системи і функції комах, котрі не мають своїх аналогів у людини і теплокровних тварин – процеси линьки, метаморфозу, діапаузи.

На основі ювеноїдів створені препарати алтозид, кабат, майнекс, інстар (д. р. метопрен, кінопрен), інсегар (д. р. феноксикарб). Інстар призначений для боротьби з попелицями і білокрилкою на оранжерейних рослинах в теплицях; майнекс – проти тепличної білокрилки; альтозид – для боротьби з комарами, кровосисними і іншими мухами; кобат – для боротьби з шкідниками запасів тютюну; інсегар – для боротьби з плодовими та іншими листокрутками.

Спектр біологічної активності ювеноїдів досить широкий і обумовлює порушення метаморфозу, ембріогенезу, функціонування репродуктивної системи, плодючості. Найбільш типовою реакцією на обробку ювеноїдами у комах є утворення проміжних личиночно-ляльковых або ляльково-імагінальних форм, деформованих імаго.

Значну долю загальної ефективності обробки комах складають затримуючі ефекти, різке зниження життєздатності комах.

В садах ювеноїд епофенонен забезпечував захист урожаю від сітчастої листокрутки, червеців і попелиць, а алтозид – від американського білого метелика.



Серед ювеноїдів є перспективний препарат інсегар, 25% з.п. (д. р. феноксикарб) фірми "Сіба", Швейцарія. Вважають, що інсегар володіє біологічним ефектом, аналогічним природному ювенільному гормону комах. Інсегар блокує розвиток комах на стадії морфогенезу і розвитку яєць. Він діє на ті місця, де комахи повинні міняти свою форму, та інгибує трансформацію від яйця до личинки і від личинки до лялечки. Інсегар має сильну овіцидну дію, високу чутливість проявляють яйця на ранніх етапах розвитку. В польових умовах овіцидна активність інсегару зберігається на протязі 3-4-х тижнів після обробки.

Інсегар широко використовується в яблуневих садах Західної Європи в боротьбі з листовійками. Встановлена можливість його використання для боротьби з грушевою листоблішкою та гроновою листовійкою.

В Україні інсегар дозволений для застосування на яблуні проти яблуневої плодожерки і листовійок та на виноградниках проти гронової листовійки (норма витрати 0,6 кг/га).

За літературними даними, інсегар не виявляє шкідливої дії на ентомофагів (наїзників, хижих клопів) та бджіл. $ЛД_{50}$ для ссавців інсегару становить 10 тис. мг/кг, тобто токсичність його незначна.

Не менше значення для захисту рослин мають препарати другої групи біологічно активних речовин – інгибітори синтезу хітину. Найбільш важливими серед них є похідні бензоїлсечовини: дифлубензурон, хлорфлуазурон, трифлумурон, флуфеноксурон, тефлубензурон, гексафлумурон. На основі цих інгибіторів синтезу хітину створені препарати димилін, алсистин, андалін, апплауд, ЭЙМ, сонет, номолт, каскад.

Інгибітори синтезу хітину, як і ювеноїди, мають широкий спектр дії на комах, їх суттєва особливість – висока активність для личинок молодшого віку. Кожний із препаратів цієї групи має свою специфіку.

Димилін має ларвіцидну і овіцидну активність. Як ларвіцид він діє при потраплянні в кишечник личинок, а як овіцид – при контакті з яйцями комах. Найбільш чутливі до препарату личинки 1-2-го віку. Проте проти деяких видів (озима і бавовняна совки, карадрина) з віком личинок активність його дії зростає. Відмічена післядія препарату на фізіологічні процеси комах. В основному гусениці гинуть при линьці, а ті, що вижили, відмирають при заляльковуванні. Із лялечок, які вижили, вилітають метелики із зменшеною плодючістю. Відкладені такими самками яйця виявляються нежиттєздатними. Дія димиліну може бути також обумовлена порушенням нормального функціонування жирового тіла і ендокринних залоз комах. Контакт метеликів з обробленою димиліном поверхнею викликає їх стерильність.

Алсистин за спектром дії близький до димиліну, якому властива ларвіцидна, овіцидна та стерилізуюча дії. Ряд дослідників вважають, що алсистин не тільки інгибітор синтезу хітину, але проявляє себе і як ювеноїд. Андалін має ларвіцидну і овіцидну дію не тільки на комах, але й на кліщів. Апплауд селе-

ктивно діє тільки на комах ряду Homoptera, таких, як теплична білокрилка, бавовняна білокрилка, цитрусова щитівка. Сонет інгибує синтез хітину – на стадії яйця діє контактним способом, на стадії личинки при попаданні його в середину організму.

ЭЙМ має високу ларвіцидну активність на личинок колорадського жука двома різними способами: 1) порушує процеси линьки; 2) викликає порушення ротового апарату, що перешкоджає нормальному живленню.

Номолт згубно діє на комах в ті моменти, коли вони переходять із однієї фази розвитку в другу. Перш за все, номолт впливає на синтез хітину, блокуючи його утворення у личинках Lepidoptera, Coleoptera, Diptera. Крім того, по відношенню до деяких видів, препарат додатково проявляє овіцидну дію, а також запобігає відкладанню дорослими комахами життєздатних яєць.

Каскад відрізняється високим рівнем акарицидної активності, що є новою властивістю для цієї групи препаратів. Його дія пов'язана з порушенням утворення хітину під час розвитку кутикули у кліщів і комах на молодих стадіях. Неповний розвиток кутикули приводить їх до загибелі в процесі линьки між різними німфальними або личиночними стадіями.

В садах інгибітори синтезу хітину застосовують у боротьбі з лускокрилими шкідниками яблуні, груші, сливи. Особливо чутливі до препаратів плодожерки листовійки, мінуючі молі, американський білий метелик.

Яблунева плодожерка, як один з небезпечних шкідників, є найбільш придатним об'єктом, до того ж чутливим до димиліну, алсистину, номолту, сонету. Обприскування дерев проводять в період масового льоту метеликів і відкладання яєць. Це найбільш доцільний строк, бо препарати мають овіцидну і ларвіцидну дію, а димилін – і стерилізуючу. Димилін використовують в садах Західної Європи, в СНД він пройшов широкі польові випробування і дозволений для застосування (1,0-1,5 кг/га).

Успішно застосовують димилін в лісах проти шкідників, личинки яких поїдають листя і хвою: непарний і похідний шовкопряди, монашка, золотогуз, зелена дубова листовійка, пильщики, коконопряди.

На виноградниках каскад забезпечує хороший захисний ефект проти гронової листовійки і рослиноїдних кліщів.

На овочевих культурах інгибітори синтезу хітину застосовують у боротьбі з шкідниками картоплі (колорадський жук, картопляна міль); капусти – комплекс лускокрилих шкідників (капустяна совка, капустяний і ріпний білани, капустяна міль), капустяна муха. Димилін, алсистин (0,5 кг/га), номолт (0,15 л/га) подавляють розвиток колорадського жука при обробці картоплі, коли з'являються личинки 1-2-го віку. Особливо ефективний проти колорадського жука препарат ЭЙМ (0,1-0,3 л/га) при обприскуванні в період масової відкладки яєць і відродження личинок. Подавлення розвитку природних популяцій лускокрилих шкідників капусти досягається при застосуванні димиліну і алсистину (0,1-0,15 кг/га) в період масового льоту метеликів і відродження личинок. Проти капустяної весняної мухи димилін застосовують, додаючи препарат в поливну воду (0,02%) при висадці розсади.



Для боротьби з шкідниками плодових і овочевих культур проходить випробування новий інгибітор синтезу хітину ХРД-473. Відмічена висока біологічна активність препарату проти яблуневої плодожерки, листових мінерів на яблуні, листоблішок на груші, гронової листовійки на винограді, колорадського жука на картоплі, совок на овочевих культурах і бавовнику. Препарат має овіцидну та ларвіцидну дію і виняткову контактну активність.

Інгибітори синтезу хітину можливо застосовувати сумісно з мікробіологічними препаратами і, таким чином, зменшувати норми витрати препаратів, не зменшуючи їх біологічної та господарської ефективності. Позитивні результати отримані в умовах України при застосуванні сумішей половинних норм димиліну і бітоксибациліну та алсистину і бітоксибациліну проти колорадського жука на картоплі (А.М. Черній, В.М. Чайка, О.В. Бакланова, 1994), або повної норми бітоксибациліну і димиліну, зменшеної в 4 рази (М.М. Падій, 1993). Подібним чином застосовували димилін, БТБ і лепідоцид на капусті проти комплексу лускокрилих шкідників (А.М. Черній, А.О. Устименко, 1997) та димилін і лепідоцид проти листогризучих шкідників лісових насаджень (М.М. Падій, 1993).

Отже, ювеноїди та інгибітори синтезу хітину є дуже перспективними групами препаратів, які в найближчий час знайдуть широке застосування для захисту рослин. Ці препарати не представляють гігієнічної небезпеки, бо відносяться до класу малотоксичних для теплокровних ($ЛД_{50}$ від 4,5 тис. мг на 1 кг ваги і вище), характеризуються високою швидкістю деградації в грунті, мають досить високий рівень селективної дії. Заміна сучасних інсектицидів гормональними препаратами має позитивний вплив на корисні елементи агроценозів плодового саду. При цьому відмічається як відновлення видів ентомофагів, так і загальне збільшення їх чисельності.

## Розділ 7. ВИКОРИСТАННЯ ФЕРОМОНІВ ДЛЯ ПОРУШЕННЯ ХІМІЧНОЇ КОМУНІКАЦІЇ КОМАХ

В живих системах самим поширеним на всіх рівнях організації способом передачі інформації є хімічна комунікація. Хімічна взаємодія організмів в біоценозах здійснюється за допомогою біологічно активних речовин, які продукують мікроорганізми, рослини або тварини і служать засобом як внутрішньо-, так і міжвидових взаємовідносин. Для таких біологічно активних речовин Я.Д. Кіршенблат в 1957 р. запропонував загальну назву "телергони" і підрозділив їх на 10 груп з досить складною класифікацією.

Сприйняття комахами хімічних сигналів, або хеморецепція, дає можливість здійснювати головні життєзабезпечуючі функції – пошук статевого партнера, кормової рослини, місць відкладання яєць та інше. Речовини, які комахи виділяють в навколишнє середовище, викликають у особин того ж виду зміну поведінки або процесів розвитку, називаються феромонами. Цей термін в 1959 р. запропонували П. Карлсон і М. Люшер, і він став широко застосовуватись в науковій літературі.

За своїм призначенням феромони комах розділяють на такі групи: статеві, агрегаційні, сліду, тривоги, поліфункціональні.

Статеві феромони приваблюють особин протилежної статі для спарювання. Серед них виділяють: статеві атрактанти – речовини, що забезпечують зустріч статей; афродізіаки – речовини, що стимулюють спарювання партнерів після створення пари. У більшості випадків речовини, що виділяють самки, діють як атрактанти, а ті, що виділяють самці – як афродізіаки. Феромони самців виконують допоміжну функцію. Крім збудження самок, феромони самців викликають припинення виділення феромонів самками або "маскують" феромон, щоб запобігти підліту нових самців.

Агрегаційні (або згуртування) феромони містять речовини, які впливають одночасно на поведінку самців і самок та спонукають їх до скупчення для спарювання (короїди), живлення (саранові) або зимівлі (клопи черепашки в лісосмугах).

Слідові феромони входять до складу пахучих сумішей, котрими комахи мітять їжу, або дороги (до їжі чи житла) для спрямування по ній інших особин. Ці феромони, головним чином, виділяють мурашки, бджоли, терміти.

Феромони тривоги сигналізують про небезпеку, котра загрожує комахам і змушує їх мігрувати із зони дії даної речовини. Наявність таких феромонів характерна для мурашок, попелиць, бджіл.

Поліфункціональні феромони виконують роль соціального розпізнавання приналежності до сім'ї та регулювання розмноження. У бджіл за допомогою феромону матка регулює склад сім'ї, утримуючи переважну більшість особин у стані робочих бджіл.



Важливо підкреслити різницю між поняттями "феромони" і "атрактанти" в зв'язку з тим, що їх нерідко вважають синонімами. Атрактанти – це леткі речовини, запахи яких приваблюють комах. Це можуть бути запахи їжі, а також інші. Феромони – це запахи, що виділяють самі комахи (і інші тварини), які діють на особин даного виду. Так, статеві феромони можна назвати і статевими атрактантами, проте запахи їжі не є феромонами, а кормовими атрактантами.

Джерелом феромонів у комах є секреторні клітини, локалізовані по всьому тілу комах, або об'єднані в спеціальний орган – феромонну залозу. У представників лускокрилих, твердокрилих і скорпіонниць феромонні залози розташовані на міжсегментних мембранах між VIII і IX сегментами черевця у вигляді складок або утворень, які входять в порожнину тіла. Серед комах найбільш широко розповсюджено виділення феромонів в потік повітря. При цьому обов'язково висувається феромонна залоза, бо емісія феромону відбувається тільки з вип'яченої назовні залози.

Агрегаційні феромони виділяються самками і самцями комах за допомогою пахучих залоз. Так, у клопів черепашок вони знаходяться на грудних сегментах з нижнього боку тіла. Поліфункціональні феромони бджолина матка виділяє за допомогою особливих залоз на черевці, які вона може вивертати назовні. Робочі бджоли злизують феромон, що виступає на поверхні залози і передають його всім іншим членам сім'ї. Матка виділяє і статевий феромон, що діє на самців (трутнів), але залози, що його виробляють, знаходяться на її верхніх щелепах. Залози, що виділяють слідові феромони, переважно знаходяться на кінчиках черевця або ногах комах.

Сприйняття запаху відбувається за допомогою хеморецепторів, котрі у комах представлені різного роду нюховими сенсилами, розташованими на антенах (вусиках). Нюхові сенсили мають вигляд конусів, чутливих волосків, паличок або лунок з потоншеною кутикулою, які містять по декілька нейронів.

В хеморецепторах існує два типи рецепторних клітин: неспеціалізовані і спеціалізовані. Неспеціалізовані клітини відповідають на широкий набір сполук, спеціалізовані – настроєні на сприйняття пахучих речовин, що мають важливе біологічне значення (статеві феромони, кормові атрактанти, репеленти). Нейрони, розташовані в сенсилах антен, передають сигнал в нюховий відділ мозку (дейтоцеребрум), а із нього – до м'язів. Це забезпечує швидке реагування всього організму комахи на феромон. Найбільш важливі для захисту рослин статеві феромони, самці сприймають їх при наявності в повітрі в дуже малих кількостях, всього декілька сот молекул.

Основний механізм, котрий використовують комахи для слідування до джерела феромону – анемотаксіс, рух проти вітру. Політ відбувається під деяким кутом до вітру з черговою зміною напрямку. Цей зигзагоподібний

політ є одним з важливих запрограмованих елементів поведінки при орієнтації на запах. Самці сприймають статевий феромон на відстані кількох сотень або принаймні кількох десятків метрів.

Таким чином, феромонна комунікація комах здійснюється за допомогою спеціальної системи, котра функціонує подібно іншим системам комунікації. Передавачем служить феромонна залоза, а хімічні сполуки, що входять до складу феромону, виконують роль сигналу. Одержувачем повідомлення є самець, приймачем служать хеморецептори, котрі сприймають феромонний сигнал; каналом зв'язку є повітря (А.В. Скіркявічюс, 1986). Знаючи склад природних феромонів та основні закономірності феромонної комунікації комах, можливо створювати синтетичні аналоги, впливати на поведінку комах і регулювати їх чисельність.

Досягнення в галузі хімії феромонів стали можливі завдяки розробці високочутливих методів виділення, аналізу і ідентифікації феромонів комах. Першим в 1959 р. американські вчені ідентифікували статевий феромон шовковичного шовкопряда, на що витратили більше 20 років і 500 тисяч самок. Це був Е-10, Z-12-гексадекадієнол, названий "бомбіколом". Було синтезовано чотири стереоізомери бомбіколу, з яких лише один виявився за своєю дією на самців ідентичним природному феромону. Другим був ідентифікований і синтезований феромон непарного шовкопряда, якому дали назву диспарлюр. Він являє собою цис-7,8-епокси-2-метил-октадекан. До середини 70-х років була розшифрована хімічна структура 40 видів комах, на початку 80-х – 670 видів і на кінець 80-х – описані феромони 1155 видів комах.

Значна увага приділена вивченню статевих феромонів лускокрилих, оскільки феромони самок представлені відносно простими сполуками і лускокрилі є небезпечними шкідниками багатьох сільськогосподарських культур.

Статеві феромони самок в більшості випадків – багатокомпонентні суміші, що забезпечує їх видоспецифічність. До складу феромону входить 3-5, а іноді до 10 компонентів, переважно сполук з числа ненасичених аліфатичних кислот, спиртів, ефірів або їх похідних. Часто один-два компоненти в суміші є основними, крім них виявлені допоміжні (1-10%). Роль основних компонентів полягає в привабленні з відстані, а допоміжних зводиться до підсилення активності основного компоненту свого виду або до подавлення приваблення іншого виду. Виявлено також, що окремі групи компонентів феромону відповідають за різні етапи складного процесу приваблення самкою самця для парування. Одні і ті ж хімічні сполуки можуть бути одночасно компонентами феромонів декількох видів комах, таксономічно близьких груп. Так цис-7-доденілацетат є основним компонентом феромонів у 30 видів лускокрилих, цис-9-тетрадеценілацетат характерний більше, ніж для 40 видів комах. В такому випадку специфічність феромонів обумовлюється різним співвідношенням компонентів різних видів.



Приваблюючим ефектом володіють не тільки окремі компоненти феромону, а іноді і близькі їм за складом суміші, що спрощує створення синтетичних аналогів. Пошук синтетичних аналогів здійснюється, в основному, за двома напрямками: 1) синтез і випробування ідентифікованих компонентів феромону даного виду; 2) синтез і випробування атрактивних сумішей з різними комбінаціями, що входять до складу синтетичних компонентів.

На даний час синтезовані феромони близько 100 видів комах, шкідників овочевих і баштанних культур, багаторічних трав і зернобобових; шкідників плодового саду, виноградників, лісу; карантинних шкідників; шкідників запасів сільськогосподарських продуктів.

Синтетичні феромони випускаються у вигляді препаративних форм, як носії феромону (диспенсери) використовується гума або полімерні матеріали. За формою – це гума, капсули, кільця або полімерні ампули, волокна, капіляри, пластини, мікрокапсули. Виробництво феромонів налагоджено об'єднанням "Флора" (Естонія), "Інтербав" (Молдова), дослідним заводом ВНДІХЗЗР (Росія), ВНДІЕМЗР (Росія), а також фірмами: Геркон, Конрел, Зоєкон (США); Мітсубісі Такеда (Японія); Хегст (Німеччина); Монтедісон (Італія); Рон Пуленк (Франція); Просіда (Швейцарія), Борегард (Норвегія).

Синтетичні феромони використовують в комплекті з пастками, а також самостійно.

Здебільшого феромонна пастка складається з корпусу, диспенсера (носія феромону), клейового вкладиша і пристосування для розвішування. Пастки служать для відлову комах і захищають синтетичний феромон від сонячного світла і дощу.

В літературі описано близько сотні різних феромонних пасток і їх модифікацій. За формою конструкції феромонні пастки досить різноманітні: трикутні, циліндричні, конусні, дахоподібні, дискові, шатроподібні, лопасні та інші (рис. 67). Корпус їх виготовляється із легких матеріалів – ламінірованого паперу, вологостійкого картону, пластмаси. За способом фіксації і дії на комах феромонні пастки ділять на такі категорії: клейові, рідинні, інсектицидні, стерилізуючі, накопичувальні, комбіновані.

В клейових пастках нижню частину внутрішньої сторони покривають невисихаючим клеєм типу "Пестифікс", або вміщують клейовий вкладиш, до якого приліплюються приваблені комахи. В інсектицидних пастках розміщують пластинку контактного інсектициду, що має фумігаційні властивості. В таких пастках отвори завужені, приваблені комахи, перебуваючи 5-6 хвилин у корпусі пастки, гинуть.

В стерилізованих пастках розміщують вкладиші, оброблені хемостерилізатором (диматіф, теф, тіотеф, КОХ), для стерилізації комах природної популяції. В рідинних пастках принади підвішують над поверхнею рідини (вода з детер-

гентами, масла), налитої в різної форми посудини. Для захисту від дощу над посудиною установлюється дашок. Приваблені феромоном комахи тонуть в рідині. В накопичувальних пастках відловлені комахи не можуть вийти назовні (наприклад, жуки-ковалики через похилі стінки пастки). Різні фірми, що виготовляють і реалізують феромонні пастки, дають їм певні назви – атракон А, атракон АА, атракон К, естрон, ферокон. Висока біологічна активність, вибірковість і специфіка дії феромону дозволяє використовувати їх як засоби нагляду за популяціями шкідливих комах, а також і як засоби боротьби.

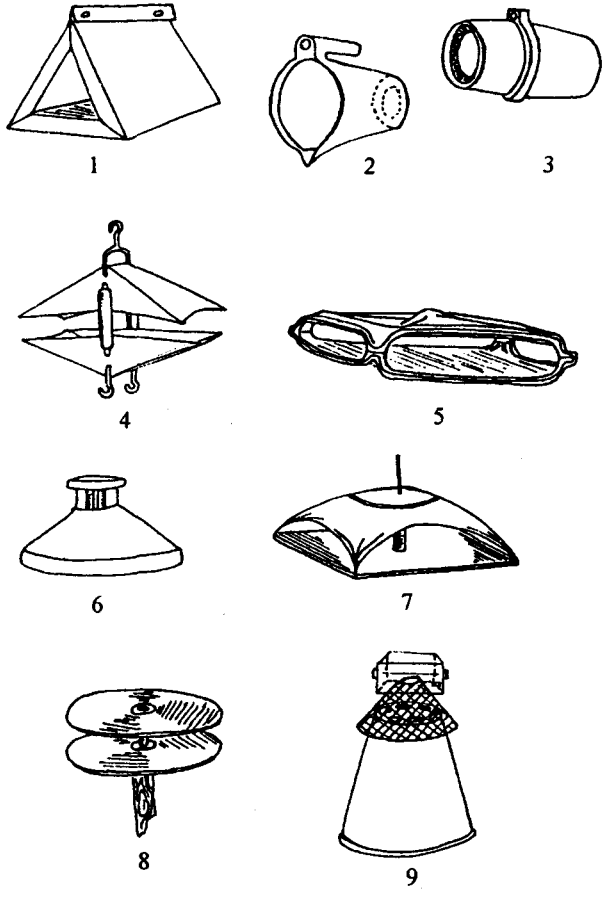



Рис. 67. **Феромонні пастки:**
1 – атракон А; 2 – монім С; 3 – феростак; 4 – ферокон І СР; 5 – атракон К; 6 – естрон; 7 – шатроподібна; 8 – дискова; 9 – пастка Легета



В захисті рослин синтетичні феромони комах використовуються в таких напрямках:

- регістрація початку льоту шкідників і спостереження за їх сезонною динамікою;
- визначення щільності популяції шкідників та необхідності проведення захисних заходів;
- сигналізація строків проведення винищувальних заходів;
- виявлення вогнищ обмежено розповсюджених карантинних шкідників;
- боротьба з шкідниками методом масового відлову і дезорієнтації самців;
- приваблення самців шкідливих комах до джерел хімічної стерилізації або інсектицидів.

Як видно з наведеного переліку, синтетичні феромони комах найчастіше застосовуються за допомогою пасток. Для об'єктивної оцінки інформації, одержуваної за допомогою феромонних пасток, необхідно враховувати фактори, що впливають на величину відлову комах. Ці фактори можна розділити на три основні групи: 1) фактори, пов'язані з пастками; 2) комплекс біотичних і абіотичних факторів; 3) фактори, пов'язані з технологією використання пасток.

До першої групи відносяться параметри феромонних пасток: конструкція пастки, атрактивність і стабільність препаративної форми феромону, стан та властивості клею. Друга група – це комплекс факторів, що характеризують стан популяції шкідника (щільність, фізіологічна активність, співвідношення статей) і погодні умови (температура і вологість повітря, швидкість вітру, опади). Слід зазначити, що погодні умови впливають, з одного боку, на розвиток, активність, фізіологічний стан комах і з другого боку – на швидкість емісії діючої речовини феромону з препаративної форми і стан клею. Третя група факторів включає технологічні прийоми застосування пасток: місце їх розміщення в біотопі, щільність на одиницю площі, висота над рівнем грунту, частота вибірки комах, частота заміни феромону і обновлення клейової поверхні.

Конструкція пастки повинна відповідати особливостям поведінки, які проявляються комахами при реагуванні на феромон. На орієнтацію підлітаючої до пастки комахи впливає форма струменя феромону (вузький, широкий), який виходить із пастки, концентрація феромону в середині пастки. На вловимість пастки можуть впливати особливості польоту комах, поведінка при посадці після підльоту. Деякі комахи намагаються підлетіти до самого феромонного диспенсера, інші сідають і наближаються до нього. Величина відлову залежить від розміру і стану клейової поверхні пастки. Заповнення більше 50% клейової поверхні комахами або забруднення її лусками комах, пилом чи листями веде до зниження відлову комах.

Привабливість і тривалість дії феромонного диспенсеру залежить від компонентного складу синтетичного феромону і його співвідношення в препарати-

вній формі, дози діючої речовини, швидкості її випаровування. Найбільш ефективні препарати з рівномірною швидкістю виділення феромону. В цьому випадку препарат зберігає привабливість на протязі двох-трьох місяців.

Слід враховувати, що можлива конкуренція між природним феромоном самок і синтетичним феромоном пасток. При низькій чисельності популяції внаслідок малої кількості самок в біотопі самці активно летять на синтетичний феромон в пастці. З підвищенням чисельності комах з'являється більше самок, які відволікають на себе самців, що приводить до зниження відловів пастками.

Серед природних умов температура повітря є основним фактором, що впливає на швидкість розвитку і активність льоту комах. Для багатьох нічних видів комах температурний оптимум знаходиться в межах 18-24°С. Температури, нижчі і вищі вказаного оптимуму, різко знижують активність льоту комах і їх відлов феромонними пастками. Зниження уловів спостерігається при похолоданні, а також в умовах жаркої погоди з середньодобовими температурами повітря вище 25°С. Підвищені температури подавляють також реакцію самців на феромон.

Вітер зі швидкістю до 1 м/сек практично не впливає на активність льоту комах, однак збільшення швидкості до 4-5 м/сек майже повністю припиняє приліт їх в пастки. Напрям вітру обумовлює розповсюдження феромонного струменя від пастки, тому самці в більшості приваблюються пастками, орієнтованими за вітром.

Улови комах залежать від місцезнаходження пастки на ділянці (в центрі чи на краю), що пояснюється різною щільністю популяції комах, а також неоднаковою дією метеорологічних факторів. Пастки розміщені на краю ділянок, як правило, відловлюють більше комах, ніж в центрі. Висота розміщення пасток і їх положення відносно рослин в значній мірі впливають на відлов комах. Це обумовлено особливостями поведінки комах і місця, де найбільш часто розміщуються самки і де літають самці в їх пошуках.

Найбільш стабільний улов яблуневої плодожерки і садових листокруток забезпечується на висоті біля 2-х метрів, а лускокрилих шкідників польових культур – приблизно 1 м. Жуки-ковалики добре відловлюються пастками, що знаходяться на поверхні грунту. Через це в плодових насадженнях для відлову лускокрилих комах феромонні пастки доцільно розміщувати на висоті 1,7-2,0 м, на польових культурах – 0,8-1,2 м від поверхні грунту. Для жуків-коваликів пастки краще встановлювати на поверхні грунту. Ефективна зона дії феромонних пасток становить 20-50 м, хоча комахи можуть прилітати із значно більшої відстані. Взаємодія феромонних пасток знижує приваблення комах, тому пастки слід розміщувати на відстані не менше 50 м одна від однієї.

Приведені матеріали свідчать, що для одержання достовірної інформації про щільність популяції комах і динаміки їх чисельності потрібно використовувати для кожного виду шкідника оптимальну конструкцію пастки, ефективну препаративну форму феромону, дотримуючись умов розміщення пасток в біотопі та враховуючи погодні умови вегетаційного періоду.

Найбільш прості і зручні в роботі трикутні пастки типу Атракон А. Вони широко застосовуються в садах, на виноградниках і польових культурах для відлову метеликів листокруток, плодожерок, молей. Дискові і дахоподібні пастки типу Атракон К найбільш ефективні для відлову совок; для жуків коваликів – закриті пастки типу Естрон; для східної плодожерки – двоконусні типу Феростак.

Кількість пасток, що виставляють на 1 га, залежить від призначення їх, а також виду шкідника. Для нагляду за динамікою чисельності шкідника, сигналізації строків проведення винищувальних заходів вивішують здебільшого 1 пастку на 1-2 га, а при великих площах, зайнятих даною культурою, – 1 пастка на 3-5 га. Розміщують їх рівномірно по площі рядами, в шаховому порядку, за периметром, діагоналлю або конвертом.

Як правило, феромонні пастки виставляють за 7-10 днів до початку льоту імаго і оглядають їх кожний день. День відлову пастками комах даного виду вважається початком льоту покоління, яке перезимувало. Після встановлення початку льоту огляд пасток і облік проводять через кожні 5-7 днів. Капсули феромону в пастках замінюють через 30-35 днів, оновлення клейової поверхні – у міру підсихання клею.

За даними пасток (на початку сезону) складають картки, наприклад, в садах і на виноградниках для виділення площ, що потребують в першу чергу винищувальних заходів. Оптимальні строки обприскувань встановлюють з урахуванням величини відлову імаго комах пастками, погодних умов і часу, необхідного для відкладання яєць і ембріонального розвитку. Наприклад, для сигналізації першої обробки в садах проти яблуневої плодожерки порогова величина відлову пастками складає 5 метеликів на пастку за тиждень з моменту встановлення температури повітря в період льоту +15°С, коли метелики починають відкладання яєць. Пороговий відлов в липні-серпні складає 3 метелики. Обробки проти першого покоління проводять через 8-10 днів після реєстрації порогового відлову, а проти другого покоління – через 5-6 днів. Якщо в боротьбі з яблуневою плодожеркою застосовують гормональні препарати типу димилін, то оптимальним строком обробки є період масового льоту метеликів (пік льоту), що на 5-8 днів раніше, ніж при обробці інсектицидами.

Використання феромонних пасток дозволяє контролювати рівень чисельності популяцій шкідників на великих територіях, своєчасно планувати захисні заходи, раціонально використовувати інсектициди. Все це дає можливість покращити фітосанітарний стан агроценозів та зберегти комплекс корисних організмів.

Застосування феромонів для боротьби з шкідниками включає масовий відлов самців, дезорієнтацію самців, приваблення комах в феромонно-стерилізуючі пастки. Масовий відлов, що зветься також самцевим вакуумом, заснований на принципі інтенсивного приваблення самців в феромонні пастки. В результаті видалення самців із популяції самки залишаються незапліднеными. Масовий відлов, як правило, проводиться за допомогою великої кількості пасток (від 10-30 до 100 і більше на 1 га). Використання цього прийому боротьби з шкідниками в багатьох країнах поки що не дає однозначних результатів. При високій чисельності шкідника застосовувати пастки для масового відлову неефективно. У видів з високим коефіцієнтом розмноження і з багаторазовим спарюванням дефіцит самців не приводить до суттєвого зниження репродуктивності популяції. Перспективним виявилось використання феромонних пасток в боротьбі з короїдом-типографом. В період масового льоту в одну пастку попадає до 20 тис. жуків. В Норвегії і Швеції для боротьби з цим шкідником використовують 950 тис. феромонних пасток.

Метод дезорієнтації самців заснований на принципі насичення відповідної площі високими концентраціями синтетичного феромону і порушення феромонної комунікації між самцями і самками. Основні механізми дії синтетичного феромону на самців при дезорієнтації такі: прямий нейрофізіологічний вплив відносно високого рівня концентрації феромону, що викликає адаптацію рецепторів і звикання центральної нервової системи; відволікання самців від самок великим числом фальшивих запахових джерел; нездатність самців розрізнювати індивідуальний запах самок; нестійке сприйняття феромону самцями.

Цей метод більш технологічний і ефективний, ніж самцевий вакуум. Як носії феромону застосовують желатинові або поліамідні мікрокапсули (0,5 мм), фіброволокна (діаметр 200 мк, довжина 1-2 см); полімерні пластини; кільця та інші, які можна розкидати на площі з літака. Витрати діючої речовини феромону становлять від 50 до 250-500/г на 1 га за сезон.

Найбільш широко метод дезорієнтації застосовується в боротьбі із бавовняною міллю та бавовняною совкою в США, Єгипті, Пакістані, Індії. Перспективним виявилось застосування методу дезорієнтації в боротьбі зі східною, сливовою та яблуневою плодожерками, жуками-коваликами. Апробація методу дезорієнтації ведеться стосовно листокруток, совок, непарного шовкопряда та інших.

Виявлено існування хімічних речовин, схожих за структурою із статевими атрактантами, які пригнічують дію феромону. Ці речовини були названі інгібіторами спарювання, або антиферомонами. Використання антиферомонів в боротьбі із шкідниками може бути доцільним, бо вони дешевші і більш стабільні, не приваблюють на оброблену площу шкідників.



Отже застосування феромонів дозволяє не тільки вести нагляд за популяціями шкідливих комах, але й регулювати їх чисельність. Самі феромони мають дуже низьку токсичність і не представляють небезпеки для людини та навколишнього середовища.

Наводимо список основних видів шкідливих комах, проти яких використовують синтетичні феромони.

*I. Шкідники польових культур*

Совка озима (Agrotis segetum)
Совка бавовняна (Heliothis armigera)
Совка гама (Autographa gamma)
Совка оклична (Agrotis exclamationis)
Совка іпсилон (Agrotis ypsilon)
Совка с-чорне (Xestia c-nigrum)
Совка городня (Mamestra oleraceae)
Совка конюшинна (Discestra trifolii)
Совка сіра зернова (Apamea anceps)
Совка капустяна (Mamestra brassicae)
Совка в'юнкова (Erastria trabealis)
Злакова листокрутка (Cnephasia pascuana)
Кукурудзяний метелик (Ostrinia nubilalis)
Горохова плодожерка (Laspeyresia nigricana)
Міль капустяна (Plutella maculipennis)
Міль бурякова мінуюча (Gnorimoschena ocellatella)
Ковалик посівний (Agriotes sputator)
Ковалик степовий (A. gurgistanus)
Ковалик кубанський (A. litigiosus)
Ковалик темний (A. obscurus)
Ковалик полосатий (A. lineatus)
Ковалик каспійський (A. caspicus)
Ковалик буроногий (Melanotus brunnipes)
Ковалик західний (Agriotes ustulatus)

*II. Шкідники плодового саду*

Яблунева плодожерка (Laspeyresia pomonella)
Сливова плодожерка (Grapholitha funebrana)
Східна плодожерка (Grapholitha molesta)
Сітчаста листокрутка (Adoxophyes orana)
Вербова кривовуса листокрутка (Pandemis heparana)
Розанова листокрутка (Archips rosana)
Всеїдна листокрутка (Archips podana)
Смородинна листокрутка (Pandemis ribeana)

Строкатозолотиста листокрутка (Archips xylosteana)
Плодова мінлива листокрутка (Hedya nubiferana)
Брунькова листокрутка (Spilonota ocellaria)
Підкорова листокрутка (Enarmonia formosana)
Білоплямиста листокрутка (Croesia holmiana)
Олов'янополоса листокрутка (Phycholonea lecheana)
Димчата листокрутка (Choristoneura diversana)
Садова оклична совка (Mamestra suasa)
Фруктова смугаста міль (Anarsia lineatella)
Яблунева склівка (Synanthedon myopaeformis)

*III. Шкідники виноградників*
Гронова листокрутка (Lobesia botrana)
Дволітна листокрутка (Eupoecilia ambiguella)

*IV. Шкідники лісу і лісополос*
Короїд-типограф (Ips typographus)
Короїд-двійник (Ips duplicatus)
Шовкопряд непарний (Porthetria dispar)
Шовкопряд монашка (Lynantria monacha)
Совка соснова (Panolis flammea)
Зелена дубова листокрутка (Tortrix viridana)

*V. Карантинні види шкідників*
Картопляна міль (Phthorimaea operculella)
Бавовняна міль (Pectinophora gossypiella)
Каліфорнійська щитівка (Quadraspidiotus perniciosus)
Червець Комстока (Pseudococcus Comstocki)
Капровий жук (Trogoderma granarium)
Персикова плодожерка (Carposina sasaki)
Єгипетська бавовняна совка (Spodoptera littorales)

**Характеристика основних феромонів, які рекомендовані для застосування в захисті рослин.** *Армігель,* 2 мг (цис-11-гексадеценаль + цис-9-гексадеценаль). Застосовується на всіх культурах, які пошкоджуються бавовниковою совкою, з розрахунку – 1 пастка на 2 га.

*Гроздемон,* 0,8-1 мг (7,9-додекадиєніл ацетат). Використовується на виноградниках проти гронової листокрутки. При визначенні доцільності і строків проведення захисних заходів – 3-5 пасток на ділянку до 50 га; при визначенні площ з підвищеною щільністю шкідника (картування) – 1 пастка на 5-10 га; при масовому відлові самців – 9-30 пасток на 1 га.



*Дезгурган,* 6% гранульований (геронилбурат). Рекомендований для дезорієнтації самців степового і посівного ковалика. Норми витрати препарата 0,5 кг/га.

*Двумон,* 1 мг (цис-9-додеценіл ацетат). Застосовується на виноградниках для виявлення двульотної листокрутки, визначення доцільності і строків проведення захисних заходів – по 3-5 пасток на ділянку 50 га.

*Кометол,* 0,2 мг (2,5-диметил-1,5-гептадієн-3-ол ацетат). Застосовується на плодових культурах для виявлення червеця Комстока – 1 пастка на 2 га.

*Обсанат,* 5 мг (героніл-Н-гексоноат + героніл-Н-октанат). Застосовується на посівах сільськогосподарських культур з метою визначення доцільності і строків проведення заходів проти темного ковалика – 1 пастка на 2 га.

*Оперкулат,* 0,1 мг (транс-4-цис-7-три-декадієніл ацетат + транс-4-цис-7-цис-10-трикатрієніл ацетат). Застосовується для виявлення меж вогнища поширення картопляної молі на посадках картоплі та інших пасльонових культур – 1 пастка на 5 га.

*Перницил,* 0,1 мг (3,7-диметил-2,7-октадієніл пропіонат). Використовується для виявлення каліфорнійської щитівки – 1-2 пастки на 3-5 га на плодових культурах та в розсадниках.

*ПАК-ІП,* 3,6 мг (аценол). Застосовується на плодових культурах з метою виявлення і встановлення меж первинних вогнищ східної плодожерки (1 пастка на 1-5 га) та масового відлову самців при ліквідації її первинних вогнищ (5-50 пасток на 1 га).

*ПАК-ІК,* 120-200 мг (аценол), гумові кільця. Використовуються для дезорієнтації самців східної плодожерки (1000 кілець/га) та на сливі, проти сливової плодожерки (500 кілець/га).

*ПАК-ЗП,* 12 мг (денацил). Застосовується на плодових культурах для сигналізації строків застосування препарата ПАК-ІК (1 пастка на 5 га) проти сливової плодожерки.

*ПАК-ЗК,* 60 мг (денацил). Застосовується для дезорієнтації самців сливової плодожерки на плодових культурах (200-400 мг/га) шляхом розвішувань кілець на деревах.

*ПАК-5,* 5 мг (геранилбутерат). Застосовується на польових культурах проти ковалика степового (1 пастка на 5 га) для визначення чисельності самців в популяції.

*ПАК-6,* 10 мг (геранилбутерат). Застосовується на польових культурах проти ковалика посівного (1 пастка на 10 га) для визначення чисельності самців в популяції.

*Рекорс,* 1 мг. Застосовується на всіх культурах проти окличної совки (1 пастка на 5 га) для визначення доцільності і строків проведення захисних заходів.

*Сегетон*, 40 мкг. Застосовується на всіх культурах проти озимої совки (1 пастка на 5 га) для визначення доцільності і строків проведення захисних заходів.

*Тауранат*, 5 мг (геранилізовалеріат + геранилдіізовалфріат). Застосовується на посівах сільськогосподарських культур проти ковалика кубанського (1 пастка на 5 га) для визначення доцільності і строків проведення захисних заходів.

*Устанат*, 10 мг (фарнезилацетат). Застосовується на посівах сільськогосподарських культур проти ковалика західного (1 пастка на 5 га) для визначення доцільності і строків проведення захисних заходів.

*Ферофлор СР*, 0,8 мг (дієнол). Використовується на яблуні (1 пастка на 5 га) для відлову метеликів яблуневої плодожерки, сигналізації строків проведення захисних заходів і визначення їх доцільності.

*Ферофлор НМ*, 3 мг (8,10-додекадієнацетат). Застосовується на горосі проти горохової плодожерки (2 пастки на 50 га) для визначення строків проведення захисних заходів.

Для визначення строків проведення захисних заходів проти садових листокруток застосовують синтетичні феромони: для сітчатої – АО-ІА; всеїдної – АО-81; АО-82; плодової ХН-61; розанової – АР-ІІ; строкатозолотистої – АХ-31; вербової кривовусої – РН-ІІ, РН-8І (1 пастка на 5 га).

Для відлову метеликів капустяної совки використовують феромон МВ-2 або К-1. Ці препарати недостатньо видоспецифічні і, крім капустяної, на них приваблюються самці ще кількох видів совок. Застосовують препарати в залежності від площі поля – по 1 пастці на 1 га на полях до 10 га, а при більшій – по 1 пастці на 3-5 га. Виявлення бурякової мінуючої молі здійснюється за допомогою препарату ПК-0,1 (додеценілацетат) з розрахунку 1 пастка на 5-10 га.



## Розділ 8. ЗАСТОСУВАННЯ АНТИФІДАНТІВ ДЛЯ ПОРУШЕННЯ ЗВ'ЯЗКІВ ФІТОФАГІВ З КОРМОВИМИ РОСЛИНАМИ

Комахи знаходять потрібні їм кормові рослини за їх запахом, який вони завдяки досконалим органам нюху сприймають на значній відстані. Знайшовши потрібну рослину, вони приступають до живлення і за допомогою хеморецепторів, що входять до складу так званих органів смаку (або органів хімічних чуттів), зразу ж визначають чи це та рослина, якою шкідник має живитись. Хеморецептори у комах дуже досконалі. Про це свідчить той факт, що різні сорти одного і того ж виду рослини, як правило, пошкоджуються неоднаково. Тож комахи легко розрізняють якісь досить незначні відмінності біохімічного складу тканин цих сортів.

Проте останнім часом серед біологічно активних речовин були виявлені такі, що здатні порушувати функціонування цих органів "смаку" комах. Йдеться про антифіданти (іноді їх іменують ще антифідінгами). Під впливом цих біологічно активних речовин комахи втрачають почуття смаку, тобто втрачають здатність живитись їх звичайною кормовою рослиною. Мабуть, їм здається, що це не їх кормова рослина, а щось таке, чим живитись не можна і вони перестають живитись, частина особин навіть гине з голоду. Іноді, правда, окремі особини хоча і живляться, але з інтенсивністю, що в кілька разів менша за норму.

Для прикладу такого антифіданта можна навести відомий фунгіцид хлорокис міді, який застосовується проти фітофтори та інших хвороб. Цей препарат є антифідантом для колорадського жука. Для личинок і дорослих комах він малотоксичний, але має антифідантні властивості, тому при обприскуванні суспензією цього препарату рослин картоплі, личинки колорадського жука перестають живитись або живляться дуже мляво, частина їх гине. Тому пошкодження картоплі колорадським жуком зменшується в кілька разів.

На кафедрі проводились дослідження з антифідантами. На перший антифідант ми натрапили випадково. Аспірант кафедри частково виконував дослідження на своїй батьківщині – Республіці Малі (Африка). Там він зауважив, що місцеві селяни для захисту зерна від капрового жука вкладали в мішки з зерном листки тропічної рослини, що, як виявилось, була Azadirachta indicana з род. Meliacea, вважаючи її отруйною для шкідників. Проте проведені на кафедрі спостереження показали, що рослина не отруйна для жуків цієї родини. Всі піддослідні жуки залишились живими, лише зосереджувались в ольфактометрі якомога далі від вміщених листків азадирахти. Отже, як з'ясувалось, ця рослина є репелентом або антифідантом, тобто вона відлякує чи перешкоджає живленню жуків зерном в тих мішках, де було вкладене листя. Для захисту зерна в мішках було вирішено завантажені зерном мішки

(зав'язані) зовні обтрусити порошком з подрібненого сухого листя азадирахти. Дійсно, це захищало зерно в мішках від заселення капровим жуком.

Пізніше, в 1993 р., на кафедрі були випробувані проти колорадського жука кілька щойно випущених імпортних препаратів, виготовлених на основі витяжки з насіння уже згадуваної рослини азадирахти, які називались:

1) азадирахтин, білий кристалічний порошок;

2) неем-азаль-с, препарат на основі азадирахтину, що містив у своєму складі 40% діючої речовини;

3) неем-ойль, препарат у вигляді розчину в маслах, в складі якого містилось 0,7% азадирахтину;

4) сибген, препарат, виготовлений на основі витяжки з хвої ялиці. Мав вигляд кристалічного порошку. Всі чотири препарати відносились до антифідантів.

Препарати були випробувані на овіцидну дію, а також проти личинок та імаго колорадського жука. Зразу зазначимо, що овіцидної дії на цього шкідника вони не мали, лише викликали загибель частини личинок при відродженні з яєць, згубно діючи на уже сформовані зародки личинок напередодні їх виходу з яєць (до 20%).

Випробування препаратів проти личинок, зокрема, неем-азаль-с, показало їх виражену дію. На рослинах, обприсканих суспензією 0,1% концентрації цього препарату, він викликав загибель всіх або майже всіх личинок 1-го віку протягом 7-10 днів. Дещо меншою була загибель личинок 2-3-го віків і незначною – личинок 4-го віку. Лише при збільшенні концентрації суспензії неем-азаля-с до 0,2%, загибель личинок 4-го віку на 13-й день становила 65%.

Проте під дією препаратів личинки, зокрема і старших віків, живились мляво та й то з перервами, під час яких вони сиділи нерухомо, начебто в заціпенінні. Частина особин згодом загинула. За даними обліку, на ділянках, де проводилось обприскування суспензією неем-азаль-с в 0,1%-ній концентрації, на 15-й день загинуло 82% личинок.

Про зменшення інтенсивності живлення може свідчити кількість з'їденого ними листя картоплі. Так, на 7-й день після обприскування 0,1%-ним неем-азаль-с, вона була у 8-10 разів меншою порівняно з контролем.

Дія решти препаратів була близькою до неем-азаль-с, лише сибген, який виявляв дещо меншу активність, але його суміш з неем-ойль (розчин в маслах) не поступалась іншим. Цікаво відзначити, що неем-ойль, маючи в багато разів меншу концентрацію за д.р. порівняно з неем-азаль-с, майже не поступався йому за активністю дії на шкідника. Це, мабуть, пояснюється більш досконалою препаративною його формою (розчин в маслах), що забезпечувала кращу приліплюваність та проникливість в гемолімфу.

Найбільш переконливо, мабуть, може характеризувати захисні здатності препаратів урожай з дослідних ділянок. Облік показав, що врожай на ділянці, де застосовували 0,1% неем-азаль-с, був одним із найвищих, а саме 178 ц/га, а на еталоні (децис) – 180 ц/га. Для порівняння можна вказати, що на ділянці, де застосовували новодор, він забезпечив 144 ц/га, БТБ – 145 ц/га, а на контролі – 113 ц/га, тобто на 65 ц нижчий.

Наведені дані свідчать, що препаратам на основі азадирахти, а також сибгену властива, крім антифідантної дії, ще і пряма токсичність для колорадського жука, тому для грунтовного з'ясування їх властивостей потрібно продовжити випробування їх проти найголовніших шкідників сільськогосподарських культур.

В публікаціях останніх 10-15 років є повідомлення, що витяжка та настої деяких рослин мають інсектицидну або антифідантну чи репелентну дію на деякі види комах. Це – трав'яниста бузина, деякі види полину, шовковиці, курячого проса, хвої та пагонів сосни тощо. Слід провести докладні дослідження з цього питання.

# Розділ 9. ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕНТОМОПАТОГЕННИХ МІКРООРГАНІЗМІВ. БІОПРЕПАРАТИ І РЕГЛАМЕНТИ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

На основі ентомопатогенних мікроорганізмів виготовляють біопрепарати, застосування яких має ряд переваг перед хімічними засобами захисту рослин (пестицидами) Це зокрема: висока біологічна активність по відношенню до сприйнятливих видів шкідників; післядія, що проявляється у загибелі шкідників у наступних фазах розвитку та в наступних поколіннях; вибірковість дії, безпечність для ентомофагів та комах-запилювачів; мала вірогідність виникнення стійкості у комах до мікроорганізмів; безпечність для теплокровних тварин і людини, відсутність фітотоксичності та впливу на смакові якості продукції; малий строк очікування, можливість застосування в різні фази вегетації рослин та відсутність загрози нагромадження токсичних речовин у навколишньому середовищі.

Ефективність мікробіопрепаратів значною мірою залежить від технології їх виготовлення і застосування.

Біологічні препарати виготовляють на основі існуючих у природі мікроорганізмів. Тому штучне внесення їх у агроекосистему супроводжується тільки збільшенням кількості патогена у середовищі, як це відбувається під час природних епізоотій фітофагів. Епізоотія серед фітофагів не спричинює безпосередньо кількісних і якісних негативних змін серед інших компонентів біоценозу. Навпаки, застосування мікробних препаратів супроводжується збільшенням об'єму біотичного середовища та стабілізацією біоценотичних зв'язків у агроценозах. В цьому є принципова екологічна відміна мікробіологічних препаратів від хімічних.

З екологічних позицій застосування мікробіопрепаратів є альтернативою хімічному методу захисту рослин.

Усі біопрепарати, які застосовуються тепер проти шкідників сільськогосподарських культур, за характером дії поділяються на три групи: перша – препарати типу ентобактерину (дендробацилін, БТБ, лепідоцид), до складу яких входить діючий початок – спори і токсини; друга – препарати типу боверину, створені на основі сапрофітних патогенів. До їх складу входять, в основному, спори збудника хвороби; третя – препарати, створені на основі облігатних паразитичних мікроорганізмів – вірусів, мікроспоридій (вірин ЕНШ, вірин КШ та ін.).

Препарати першої групи виробляються у промислових масштабах, другої – виробляють промисловість та виробничі біолабораторії (ашерсонія, вертицилій, боверин, триходермін, ампеломіцин, коніотиріум та ін.).

Промислове виробництво препаратів третьої групи не налагоджено.



## 9.1. Грибні біологічні препарати

З грибних біопрепаратів промисловість виробляє боверин. У біолабораторіях виготовляють метаризин, пециломін, коніотиріум, ашерсонію, вертицилін, ампеломіцін, триходермін, ентомофторин та ін.

Боверин – мікробіологічний препарат, створений на основі москардинного гриба боверії (Beaveria bassiana Vuill).

Гриб утворює конідії та глибинні спори (бластоспори). Технологія виробництва препарату розроблена в Українському НДІ захисту рослин під керівництвом М.А. Теленги.

Препаративна форма – сухий порошок білого або кремового кольору, складається із конідієспор, токсинів гриба і наповнювача – каоліну. Випускається титром 6 та 2 млрд спор в 1 г препарату.

У вищеназваному інституті розроблений глибинно-поверхневий метод культивування гриба, за якого маточну культуру вирощують на пшоні (20г) у однолітровій колбі. При цьому одержують 1,5-3 г сухого спорового матеріалу з титром від 150 до 300 млрд конідій в 1 г, якого достатньо для засіву спорами 4-6 ферментерів ємністю 50 л. При кількості 1-2 млн спор на 1мл середовища швидкість вирощування культури у ферментерах становить від 22 до 28 год. Склад середовища (%): кукурудзяного екстракту сухого І. $MgSO_4$ – 0,05, $KH_2PO_4$ – 0,2, меляси – 6.

Потім масу із ферментерів розливають у кювети шаром 0,7-1 см і виставляють у спеціальну камеру. На 4-5-й день, коли у кюветах спостерігається утворення конідій, плівки з ними знімають, складають у інші кювети по 5-6 шт., накривають кришками і залишають на 2-3 дні для дозрівання при температурі +27–28°С та вентиляції. Дозрілі плівки зберігають у поліетиленових мішечках при температурі +18–20°С. Для виготовлення препарату плівки розмелюють, просівають, визначають титр і змішують з каоліном.

Зберігати препарат потрібно в сухому прохолодному місці в запаяних поліетиленових мішечках при температурі +5°С. За таких умов він може зберігатись до року. При виготовленні робочої суспензії препарат спочатку змішують з невеликою кількістю води, а потім поступово доливають воду до норми. Рослини обробляють з допомогою обприскувачів ОВТ-І, ОНК-Б та інших. Боверин діє на комах контактно та перорально (через ротовий отвір).

Препаративна форма боверину – концентрат, титр 20 млрд конідій в 1 г, використовується проти личинок колорадського жука 1-2 віку 2,4-3 кг/га і повторно через 7-12 днів, а також проти гусениць яблуневої плодожерки 1-2-го віку (в зоні з одним поколінням) – 2-3 кг/га В захищеному грунті проти личинок тепличної білокрилки на огірках – 2-6 обприскувань через кожні 10-12 днів – 3,6-7,2 кг/га та проти трипсів – 2-3 обприскування 3-9 кг/га (обробляється також грунт).

Боверин, титр 2 та 6 млрд конідій в 1 г, застосовується і для захисту лікарських рослин, зокрема, перечної м'яти від личинок зеленої щитоніски 1-2 віку – 3 кг/га та ін.

У разі застосування каратану проти борошнистої роси, обробки боверином проводять через 2 дні.

Боверин не можна змішувати з цинебом, мідним купоросом, гербіцидами. Застосування емульгаторів (ОП-7, суспензія молока) пригнічує енергію проростання спор. Виготовлену робочу суспензію треба витрачати протягом 0,5-2 год.

Метаризин – мікробіологічний препарат, створений в Українському інституті захисту рослин на основі гриба зелена москардина (Metarrhizium anisopliae Sorokin). Препаративна форма – сухий порошок світло-сірого кольору з титром 6 млрд спор в 1 г. Наповнювач – каолін. Випробовується проти шкідників, які живуть у грунті (дротяники, несправжні дротяники ).

Ашерсонія. Представники роду Aschersonia placenta Berk. et Br., інтродуковані в СРСР з 1958 р. Ашерсонія 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.

Вирощують ашерсонію на агаризованому або рідкому пивному суслі, яке стерилізують при температурі 110° під тиском 1 атм протягом 30 хв. Стерилізоване сусло можна зберігати при кімнатній температурі тривалий час. Перед виготовленням живильного середовища сусло фільтрують, додаючи до нього харчову соду або КОН, доводять pH до 6, вносять агар з розрахунку 15-18 г/л середовища та кип'ятять. Потім живильне середовище фільтрують, розливають по 60-100 мл у 0,5-літрові молочні пляшки, закривають ватно-марлевими пробками і пергаментними ковпаками та стерилізують при температурі 120° під тиском 1 атм протягом 30 хв. Через добу мікробіологічною піпеткою або шприцом провадять посів гриба. На застигле середовище наносять 1 мл маточної суспензії, яку рівномірним похитуванням розподіляють на поверхні. Пляшки з культурою гриба вкладають горизонтально на стелажі для проростання спор. Вирощують ашерсонію у світлому приміщенні при температурі 25-26°С та відносній вологості повітря 70-90%. За таких умов активне спороношення настає через 25-35 днів.

Застосовують ашерсонію способом обприскування рослин суспензією спор. На 100 л суспензії беруть 4-8 пляшок культури гриба. Робоча суспензія повинна мати титр не нижче $2\text{-}5\cdot10^7$ спор в 1 мл. На 1000 м$^2$ теплиць, зайнятих огірками, витрачають від 200 до 600 л суспензії. Першу обробку провадять при появі її перших личинок, наступні з інтервалом 10-12 днів.



Проти цитрусової білокрилки кращий строк обприскування – період масового розвитку личинок першого покоління. Пустули ашерсонії збирають на листках цитрусових, де застосовували гриб, та розселюють на інші, заселені цитрусовою білокрилкою плантації. Ефективність ашерсонії в значній мірі залежить від погодних умов. При температурі 20-25°С та відносній вологості повітря 80-90% патоген спричинює загибель 80-90% личинок. Тепер ашерсонію акліматизували в цитрусових насадженнях Аджарії та Абхазії, де вона стримує розвиток цитрусової білокрилки.

В останні роки для боротьби з тепличною білокрилкою почали використовувати інший незавершений гриб – Verticillium (Cephalosporium) lecanii (Zimm) Viegas. Перші ознаки зараження цим грибом помітні на 5-6-ту добу. Центр личинки білокрилки стає світло-коричневим, а навколо з'являється білий обідок із міцелію гриба. На 10-ту добу білий міцелій гриба вкриває все тіло личинки. Гриб уражує також деякі види попелиць і трипсів. Культивують його на багатьох штучних живильних середовищах, але найбільше на пшоні. Зараз на його основі виробляється препарат вертицилін зерновий – БЛ, титром не менше 3 млрд конідій в 1 г. Використовують проти личинок тепличної білокрилки на огірку в захищеному грунті. Обприскують рослини 2-8 разів за ротацію з проміжками 10-12 днів, при високій щільності шкідника – кожного тижня. У тепличних господарствах використовують робочу суспензію гриба з титром $6\text{-}8\cdot10^7$ спор в 1 мл.

Обробку вертициліном не можна суміщати з випуском енкарзії, яку він уражує.

Коніотіріум (Coniothyrium piricolum Poteb.). Уражує каліфорнійську щитівку майже у всіх фазах її розвитку, за винятком бродяжок. Пікніди гриба утворюються по краях тіла мертвої щитівки. У краплині води пікніда лопається і з неї виходять овальні спори оливкового кольору. Гриб може викликати епізоотії.

Вирощують його на млинових відходах та пивній барді. Застосовують навесні або восени способом обпилення тонкорозмеленою культурою з витратою 50-100 г/дерево.

У Латвії в теплицях для боротьби з попелицями та павутинним кліщем випробовується препарат ентомофторин, створений на основі гриба Entomophtora thaxteriana Hall. Гриб вирощують на пивному суслі з агаром (Єгина та ін., 1977). Титр робочої рідини не менше $8\cdot10^7$ спор в 1 мл.

Проти шкідливих фітонематод використовують хижих грибів роду Arthrobotrys. Вирощують їх на живильних середовищах з солом'яно-гнойового компосту.

Маточний матеріал культивують в конічних колбах місткістю 750 мл на субстраті із зерна пшениці. Титр біопрепарату становить 1-2 млн макроконідій в 1 г повітряносухого субстрату. Після пропарювання грунту біопрепарат вносять з розрахунку 900 г/м$^2$, застосовують дворазово.

## 9.2. Бактеріальні біологічні препарати

Для створення біопрепаратів використовують штами серотипів бацили Bacillus thuringiensis Berl.

Для масового нагромадження спор культуру бацили в стерильних умовах вирощують у ферментерах глибинним способом на рідкому аерованому середовищі при постійному перемішуванні (дві доби). Потім сепарацією відділяють спори та кристали ендотоксину, висушують їх і змішують з наповнювачем (каоліном).

В СНД виробляють такі бактеріальні біопрепарати: ентобактерин, дендробацилін, БІП, бітоксибацилін, лепідоцид та ін. Застосовують їх проти гусениць І-ІІ віків.

Ентобактерин. Розроблений у ВІЗРІ на основі B. thuringiensis var. galleriae. Препаративні форми – сухий порошок з титром 30 млрд спор і такою ж кількістю білкових кристалів ендотоксину в 1 г та паста – титр 20 млрд. спор в 1 г. Біологічна активність 1000 ОА/г. Застосовують у вигляді суспензії при температурі 20-30°С. При 14-17°С життєдіяльність бактерії пригнічується і ефективність препарату знижується. Норма витрати на овочевих культурах проти гусениць лускокрилих – 3-5 кг/га, на цукрових буряках, люцерні у боротьбі з лучним метеликом – 2-3 кг/га. Строк очікування – один день. Рекомендують 1-2 обробки через 7-6 днів проти кожного покоління шкідника проти гусениць І-ІІІ віків. Робочу суспензію готують у холодній воді. Спочатку до препарату додають невелику кількість води, ретельно перемішують і поступово доливають решту води до норми. Строк зберігання препарату – близько року (при температурі +20–25°С і вологості повітря не вище 70%).

Дендробацилін. Виготовляють на основі B. th. var. dendrolimus, яку виділили з хворих гусениць сибірського шовкопряда. Спосіб виготовлення дендробациліну аналогічний ентобактерину. Препаративні форми – сухий порошок з титром 30 млрд спор і такою ж кількістю кристалів ендотоксину в 1 г, паста (20 млрд спор). Біологічна активність 1000 ОА/г. Застосовують на посівах люцерни, цукрових буряків і соняшнику проти лучного метелика, совок, п'ядунів (1-2 кг/га); на овочевих культурах проти капустяних біланів та молі, вогнівок (2-3 кг/га); на плодових культурах проти яблуневої, плодової молей, п'ядунів, білана жилкуватого, золотогуза, листовійок, американського білого метелика, кільчастого та непарного шовкопрядів (3-5 кг/га), яблуневої плодожерки в районах з одним поколінням (5 кг/га); на ягідниках – проти п'ядунів, смородинової і гронової листовійок, пильщиків, агрусової вогнівки по гусеницях І-ІІІ віків; обприскують у період вегетації проти гусениць І-ІІІ віків кожного покоління. Строк очікування – 1 день. Тривалість зберігання препарату аналогічно ентобактерину – 1 рік.



Промисловістю виробляється також дендробацилін з підвищеним вмістом діючої речовини – 60 і 100 млрд спор і такою ж кількістю кристалів ендотоксину в 1 г препарату. Біологічна активність 2000 ОА/г та 3000 ОА/г відповідно до титру препарату. Норми витрати цього препарату у 2-3 рази менші.

На лікарських культурах використовують дендробацилін з.п., біологічна активність 2000 ОА/г, титр спор 60 млрд/г на жовтушнику розкидистому проти капустяної молі по гусеницях 1-3 віку. Обприскують рослини в період вегетації один раз, норма витрати препарату 3,0 кг/га. Проти лучного метелика, совок, п'ядунів (гусениці 1-3 віку) на валеріані лікарській, ревені тангутському, пасльоні дольчастому, стальнику польовому, ромашці аптечній, шипшині проти листокруток, п'ядунів при нормі витрати 1,5-3 кг/га. Обприскування рослин здійснюється в період вегетації ревеня в фазу 2-3 справжніх листка, стальника польового в період бутонізації – початку цвітіння дві обробки через 7-10 днів.

Бітоксибацилін (БТБ). Розроблений на основі B.th. var. thuringiensis, виділеної з хворих гусениць у Криму. Крім ендотоксину, містить термостабільний екзотоксин. Виробляється способом глибинного культивування в рідкому живильному середовищі з наступним сушінням без попередньої сепарації. Завдяки тому, що в препараті містяться токсини двох типів, він більш ефективний проти листогризучих гусениць, ніж вищеописані препарати. Зокрема, бітоксибацилін ефективніший 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 призводить до загибелі личинок, що виплоджуються з яєць.

Препаративна форма – світло-коричневий порошок з титром не менше 45 млрд спор і такою ж кількістю кристалів ендотоксину, вміст термостабільного екзотоксину 0,6-0,8%. Біологічна активність 1500 ОА/г. Можна застосовувати в різні фази розвитку рослин – від цвітіння до збирання врожаю. Строк очікування – один день.

На овочевих культурах застосовують 2 кг/га проти гусениць капустяної совки І-ІІ віків, провадять 1-3 обробки з інтервалом 7-8 днів проти кожного покоління шкідника:

- на картоплі, томатах, баклажанах, перці у дозі 2-5 кг/га проти колорадського жука для знищення личинок І-ІІ віків (1-3 обробки) з інтервалом 6-8 днів;
- на цукрових, столових, кормових буряках, люцерні, соняшнику, моркві, капусті проти лучного метелика (гусениць І-ІІ віків) 1-2 обприскування через 7-8 днів, норма витрати 2 кг/га;
- на плодових культурах проти листогризучих шкідників (гусениць І-ІІІ віків) у період вегетації, проти молодих жуків яблуневого квіткоїда; амери-

канського білого метелика. Провадять 1-2 обприскування з інтервалом 7-8 днів проти кожного покоління шкідника, норма витрати 2-3 кг/га;

- на хмельниках провадять два обприскування через 7-8 днів проти хмельової попелиці, гусениць I-II віків листогризучих совок, стеблевого, лучного метелика, норма витрати 2-4 кг/га;

- на бавовнику – два обприскування через 7-8 днів проти кожного покоління бавовникової совки в період вегетації, норма витрати 3-4 кг/га; проти павутинного кліща в теплицях та червоного цитрусового кліща на цитрусових застосовується в 0,7-1%-ній концентрації з розрахунку 21-35 кг/га, 3 тис. л/га;

- на плодових – два обприскування через 7-8 днів, проти листовійок, шовкопрядів, п'ядунів, золотогуза проти гусениць 1-3 віку, норма витрати 3-5 кг/га;

- на цукрових буряках проти матового мертвоїда в період масового відродження личинок при чисельності не більше 2 екз./м$^2$. Норма витрати 2,0 кг/га.;

- на винограді (одно-два обприскування рослин в період вегетації через 8-10 днів після початку льоту метеликів гронової листокрутки, через 5-7 днів проти кожного покоління шкідника), норма витрати 6-8 кг/га;

- на смородині, агрусі проти листокруток агрусової вогнівки, п'ядуна (гусениці 1-3 віку), пильщиків, листової галиці, павутиного кліща – одне-два обприскування через 7-8 днів проти кожного покоління шкідника, проти павутиного кліща – багаторазові обробки через 15-17 днів, норма витрати 5,0 кг/га;

- на насіннєвій люцерні проти личинок 3-4 віку люцернового клопа обприскування рослин під час цвітіння, одна-дві обробки через 10 днів, норма витрати 2,5-3 кг/га;

- проти люцернової совки, п'ядунів, по гусеницях молодшого віку, дві обробки через 10 днів, норма витрати 3-5 кг/га;

- на шалфеї мускатному, кенафі, розі ефіромасличній проти шалфейної, озимої, бавовняної совок, п'ядунів, листовійок по гусеницях 1-2 віку, одна-три обробки через 7-8 днів під час розпускання листків, норма витрати 2-3 кг/га;

- на лікарських культурах в період вегетації одна-дві обробки проти гусениць 1-3 віку: лучного метелика на бесмертнику піщаному, ромашці аптечній, ногітках лікарських, фенхелі; капустяної молі, репійниці, совок (підгризаючих, стальникової та люцернової) на жовтушнику розкидистому, стальнику польовому, ревені тангутському, пасльоні дольчастому; шовного листоїда (личинки 1-2 віку) на мачку жовтому, листокруток на шипшині. Норма витрати 2-3 кг/га.

Бітоксибацилін – сухий порошок, до його складу входить спорокристалічний комплекс та екзотоксин B.th.var. thuringiensis, штами 202, 96, ІМП-II-40,23, титр спор 60 млрд/г, біологічна активність 2000 ОА/г, вміст екзотоксину 0,8-1%. Ефективний проти гусениць 1-2 віку капустяного та ріпного біланів, капустяної молі, вогнівок на капусті та інших овочевих, два обприскування через 6-7 днів проти кожного покоління шкідників, норма витрати 1,0 кг/га; проти капустяної совки (гусениці 1-2 віку) норма витрати – 1,5кг/га; на картоплі, баклажанах, томаті, перці проти личинок першого віку, колорадського жука в період їх масового відродження, дві-три обробки проти кожного покоління, через 6-8 днів, норма витрати 2-5 кг/га; на огірках у незахищеному грунті проти павутинного кліща обприскування рослин в концентрації 0,7-1% з інтервалом 15-17 днів, норма витрати 14-21 кг/га;

- на хмелі проти павутинного кліща, обробка рослин в період вегетації в концентрації 1%, норма витрати 10 кг/га;

- на лікарських культурах проти лучного метелика (гусениці 1-3-го віку): на амі зубній, ромашці аптечній, безсмертнику піщаному; листогризучих та підгризаючих совок (гусениці 1-3-го віку) на ногітках лікарських, ревені тангутському, валеріані лікарський, одне-два обприскування, норма витрати 2-3,0 кг/га; проти колорадського жука в період масового відродження личинок на білодоні та блекоті чорній, норма витрати 2,0-3,0 кг/га.

На капусті та інших овочевих культурах проти капустяного та ріпного біланів, капустяної молі, вогнівок – одне-два обприскування через 6-8 днів проти кожного покоління шкідника. Норма витрати 1,5-2,0 кг/га.

Препарат спричинює загибель личинок або комах при вживанні його з їжею. Комахи часто гинуть під час заляльковування. Характерною рисою дії бітоксибациліну є порушення метаморфозу, що проявляється в утворенні великої кількості химерних особин, зниженні життєздатності та плодючості комах.

Інсектин – створений на основі B.th. var insectus, штам НР-5, виділений із гусениць сибірського шовкопряда. Титр препарату 60 млрд спор і така ж кількість кристалів ендотоксину і екзотоксину. Біологічна активність 2000 ОА /г. Ефективний проти шкідників лісу. Провадять одне-два обприскування з інтервалом 7-8 днів проти гусениць.

Гомелін випускають у формі порошку, що змочується, титр 90 млрд спор у 1 г препарату. Біологічна активність 2700 ОА/г. Діючий початок B.th.var thuringensis, штами 5072, 4067. Рекомендований проти зеленої дубової листовійки, п'ядунів і золотогуза, капустяного та ріпного біланів, вогнівок (гусениці I-II віків) – 0,8-1 кг/га, капустяної совки (гусениці I-II віків) – 1,2-1,5 кг/га; на лікарських культурах в період вегетації проти лучного метелика, репійниці (совки С-чорне), підгризаючих совок, п'ядунів (гусениці 1-3-го віку), на безсмертнику, валеріані лікарській, пасльоні дольчастому, стальнику польовому, норма витрати 1,5-3,0 кг/га; проти листокруток та золотогуза (гусениці 1-3-го віку) – одне обприскування рослин в період відростання – бутонізації, норма витрати 1,2 кг/га.

Лепідоцид концентрований. Розроблений на основі B.th.var. kurstaki, штам Z-52, К-І02. В 1 г міститься не менше 100 млрд спор та кристалів ендотоксину. Біологічна активність 3000 ОА/г. З водою утворює суспензію.

Застосовують його (обприскування) проти гусениць I-II віків біланів і капустяної молі, вогнівок, капустяної совки, при нормі витрати 0,5-1 кг/га, лучного метелика – 1,5-2 кг/га:

- на плодових культурах та винограді, проти яблуневої і плодової молей та американського білого метелика – 0,5-1 кг/га, проти шовкопрядів, п'ядунів, листовійок, золотогуза, агрусової вогнівки, агрусового пильщика на смородині, чорноплідній горобині, малині, суниці. Температурний оптимум при застосуванні цього препарату 18-32°С, при температурі нижче 13°С лепідоцид неефективний. Обприскувати слід у вечірні або ранкові години. На яблуні та винограді, проти яблуневої плодожерки та гронової листокрутки в період масового відродження гусениць 2-3 обробки через 7-8 днів, на винограді – через 8-10 днів після початку льоту метеликів, проти кожного покоління, норма витрати 2-3 кг/га;

- на картоплі проти картопляної молі шляхом занурювання бульб перед закладанням на зберігання в 1%-ну суспензію препарату (100 л/1,5 т бульб), норма витрати 0,7 кг;

- на розі ефіромасличній проти гусениць 1-3-го віку п'ядунів, листокруток в період розпускання листя, норма витрати 1,5 кг/га;

- на шалфеї мускатному проти гусениць 1-2-го віку – совки-гами, озимої, шалфейної совок, 1-3 обробки через 7-8 днів проти кожного покоління шкідників, норма витрати 0,5 кг/га;

- на амі зубній, безсмертнику піщаному проти гусениць 1-3 віку лучного метелика та репійниці, норма витрати 1,0 кг/га.

Лепідоцид стабілізований (ЛЕСТ). Діючий початок той же, що і в концентрованому, титр 70 млрд спор в 1 г препарату, біологічна активність 3000 ОА/г.

Обробляють капусту та інші овочеві проти гусениць 1-2-го віку лучного метелика, біланів, капустяної молі, вогнівок 0,5-0,75 кг/г; капустяної совки 1,5 кг/га; яблуня та інші плодові та ягідні культури проти гусениць 1-3-го віку непарного шовкопряда, яблуневої молі, кільчастого шовкопряда, норма витрати 0,5-1,0 кг/га; золотогуза, п'ядунів, листокруток весняної групи, пильщиків, при нормі витрати 1-1,5 кг/га; листокруток літньої групи при нормі витрати 2,5 кг/га; 1-2 обприскування здійснюють в період вегетації через 7-6 днів проти кожного покоління шкідника.

Лікарські культури – жовтушник розкидистий, ногітки лікарські, фенхель, стальник польовий, ревень тангутський, пасльон дольчастий, ромашка, шипшина, валеріана лікарська обробляються в період вегетації 1-2 рази проти гусениць 1-3-го віку, капустяної молі, лучного метелика, лугової, стальникової, люцернової совок, листокруток, золотогуза, шовкопрядів, норма витрати препарата 1,2- 2,0 кг/га.

Новодор – створений на основі Bacillus thuringiensi var. tenebrionis, штам № В-125, текучий концентрат. Діючий початок – білкові кристали ендотоксину. Застосовується проти колорадського жука (личинки 1-2-го віку) на картоплі, томаті – 2-3 обробки у період вегетації рослин через 5-7 днів проти кожного покоління.



Турингін. Розроблений на основі B.th.var.thuringiensis, штами 5072 та 4067. Виготовляються дві препаративні форми: турингін-1, рідкий, вміщує 0,8% та турингін-2, водний розчин, який вміщує 10% термостабільного екзотоксину. Застосовують їх на картоплі, томатах проти личинок 1-2 віку колорадського жука. Провадять 2-3 обробки через 6-7 днів проти кожного покоління. Норма витрати 0,2-0,4 кг/га (турингін-1), витрата робочої рідини 400 л/га, на огірках захищеного грунту проти павутинного кліща (90-150 л/га); на троянді, гвоздиці проти павутинного кліща, попелиць. Обприскування в період вегетації 3-7% робочою рідиною з інтервалами 15-17 днів (турингін-1).

Бактокуліцид. Розроблений на основі B.th.var.israelensis (серотип $H_{14}$). До складу препарату входять спори й кристали ендотоксину. Препаративна форма – сухий порошок з титром 90 млрд і більше спор та кристалів ендотоксину в 1 г. Застосовують на водоймах нерибогосподарського значення для боротьби з кровосисними комарами. Норма витрати 0,6-3,0 кг/га, безпечний для нецільових гідробіонтів. При температурі –30 до +30°С зберігається не менше 1,5 року.

Карнецин. Діюча речовина, неспороутворюючі бактерії Pseudomonas carnea, препаративна форма – однорідний порошок рожевого або коричневого кольору. Титр 8-20 млрд. клітин у 1 г. Кількість допустимої сторонньої мікрофлори не більше 5%. Крім мікроорганізмів до складу препарату входять залишки живильного середовища і каолін. Застосовують проти бавовникової совки, норма витрати 6 кг/га. Стійкий проти факторів зовнішнього середовища, безпечний для теплокровних тварин і людини.

Діпел виготовляється в США. До складу входить спорокристалічний комплекс B.th.var.kurstaki. Штам НД-І. Препаративна форма – сухий порошок з активністю 16 000 ОА/мг. Застосовують:

- на овочевих культурах – 1-2 обприскування з інтервалом 7-8 днів проти кожного покоління гусениць I-III віків капустяного та ріпакового біланів, вогнівок у період вегетації рослин, норма витрати 1-1,5 кг/га;

- плодових – проти молей, американського білого метелика, п'ядунів по гусеницях I-II віків, 1-2 обприскування, норма витрати 0,5 кг/га;

- плодових культурах та деревних насадженнях – проти гусениць I-II віків листовійок, шовкопрядів, 1-2 обробки, норма витрати 1,5-2 кг/га;

- посівах цукрових буряків – проти гусениць I-II віків лучного метелика, 0,5 кг/га;

- овочевих культурах – проти капустяної та бавовникової совок по 1-2 обприскування з інтервалом 7-8 днів проти кожного покоління шкідника, норма витрати 2 кг/га. Строк очікування – 1 день.

Бактоспеїн виготовляють у Голландії на основі B.th.var.thuringiensis, штам 10, препаративна форма – порошок, що змочується, активність препарату 16000 ОА/мг. Застосовують для обробки культур проти гусениць I-II віків, провадять 1-2 обприскування з інтервалом 7-8 днів (проти кожного покоління капустяного і ріпакового біланів, капустяної молі, вогнівок), норма витрати 0,4 кг/га. Проти капустяної та бавовникової совок на вегетуючій капусті – 2 кг/га; проти листокруток на винограді, обприскування через 8-10 днів після початку льоту метеликів, норма витрати 0,5-0,8 кг/га; проти листокруток, шовкопрядів, п'ядунів, молей, золотогуза, американського білого метелика на плодових культурах, обприскування здійснюють в період вегетації (1-2 обробки) через 5-7 днів проти кожного покоління шкідників, норма витрати 0,6-1,0 кг/га.

Друга форма препарату бактоспеїн – концентрат суспензії, біологічна активність 8500 ОА/мг. Застосовують для обприскування капусти та інших овочевих культур, проти гусениць 1-2-го віку капустяного, ріпакового біланів, капустяної молі, вогнівок, норма витрати 0,8-2,0 кг/га:

- проти листокруток на винограді (строки і кількість обробок наведена вище), норма витрати 1,0-1,6 кг/га;
- проти листокруток, шовкопрядів, п`ядунів, молей, золотогуза, американського білого метелика, норма витрати 1,2-2,0 кг/га.

Випускається ще бактоспеїн дуст, біологічна активність його 800 ОА/мг. Пропонується використовувати проти картопляної молі при зберіганні картоплі. Обробляються бульби при закладці на зберігання. Норма витрати 1,5-3,0 кг/т.

## 9.3. Використання бактеріальних препаратів у боротьбі з гризунами

У боротьбі з гризунами в Україні застосовують препарат бактороденцид, що створений на основі бактерій Salmonella enteritidis var.issatchenco var. danysz, штам № 5170 Прохорова var.typhimurium rodentia, які спричинюють мишиний тиф у гризунів. Патогенною основою препарату є життєздатні спори вищеназваних бактерій. Випускають дві форми бактороденциду – зерновий і амінокістковий.

Бактороденцид зерновий вологий виготовляють із цілого зерна пшениці, ячменю, вівса, розбухлого від замочування і витримування в автоклаві. Вологість його становить 50-60%. В 1 г його міститься 2,5-5 млрд бактерій. Смертельна доза від 2-3 (для мишовидних гризунів) до 10-20 зерен (для щурів). У герметично закритих банках може зберігатися до 6 місяців.

Бактороденцид зерновий сухий також виготовляють з цілого зерна, але вологістю не менше 14%. В 1 г сухого препарату міститься 2-3 млрд бактерій. В герметичних банках зберігається до трьох років. Використовують проти мишей і полівок усіх видів.



Застосовується навесні, взимку або восени в місцях сезонного скупчення гризунів. Норма витрати 2 кг/га.

Допускається одноразове застосування наземним способом (авіаційне заборонене) у садах, на посівах трав, кукурудзи, соняшнику на силос проти гуртової та звичайної полівок. У безсніжний період препарат розкладають купками по 5-10 г на стежках гризунів, біля нори або під трав'яний покрив. При ручному розкладанні робітники йдуть цепом на відстані 5-15 м один від одного.

При суцільному заселенні території гризунами бактороденцид розсівають смугами з вантажних автомобілів або авторозкидачів з двох боків, з відстанню між прогонами 25-30 м.

Дозволяється дворазова обробка копиць та скирт проти різних видів полівок. При цьому у спеціальні ніші розкладають по 15-20 г препарату з розрахунку 5-30 г/м$^3$ копиці (скирти). Ніші роблять на відстані 1,5-2 м одна від одної у два ряди: перший – у приземній частині копиці чи скирти, другий – на висоті 1-2 м від поверхні грунту.

При застосуванні препарату в зимовий період по 1-2 столові ложки його (10-25 г) розфасовують у невеликі паперові пакети, які опускають у пророблені в снігу (до поверхні грунту) колодязі.

У ящики для принад препарат насипають без пакетів.

У складах з насіннєвою продукцією, парниках, теплицях дозволено застосування бактороденциду способом дворазового розкладання вручну по 5-100 г/м$^2$. Строк очікування – 8 днів.

Бактороденцид амінокістковий вологий виготовляють при глибинному вирощуванні бактерій на рідких живильних середовищах з послідовною сепарацією та змішуванням з кістковим борошном. Препаративна форма – крупнозерниста сипка маса сірого кольору, вологістю 6%, титр не менше 0,1 млрд/г. Розфасовується по 5 кг в паперові мішки. Перед застосуванням до препарату добавляють кип'ячену воду (1:1), після чого його змішують з кормом для гризунів і в той же день розкладають. Харчова основа принади залежно від виду гризунів така: для водяної полівки – овочі, сира картопля; сірих та чорних пацюків – зерно, варена каша; полівки звичайної та гуртової – намочене набубнявіле зерно.

Дозволений для одноразового застосування на полях, луках, посівах кукурудзи й соняшнику на силос, у садах, заселених мишовидними гризунами у формі принад з вмістом 20% препарату. Норма витрати принади 0,1-0,4 кг/га. У всіх випадках строк очікування – 8 днів.

Бактокумарин – це зерновий бактороденцид з додаванням антикоагулянту і вітаміну К, який сприяє зсіданню крові; кумарин додають у боротьбі з пацюками.

Бактерії, що входять до складу біопрепаратів, безпечні для домашніх тварин і людини. Але при потраплянні в організм у великій кількості, вони можуть спричинювати розлад травлення, іноді підвищення температури, болі в животі, блювання. Тому необхідно дотримуватись профілактичних заходів, передбачених у "Вказівках до застосування бактороденциду" та спеціальних інструкціях із застосування вищеописаних препаратів. Зокрема, заборонено застосування бактороденциду в жилих будинках, дитячих установах, на підприємствах громадського харчування, у місцях відкритого зберігання готових до вживання продуктів тощо.

## 9.4. Вірусні біологічні препарати

Застосування вірусів для захисту рослин дуже перспективне. Найбільш ефективні віруси ядерного поліедрозу, гранульозу та цитоплазматичного поліедрозу. Використання їх у практичних цілях можливе у двох напрямках: інтродукції та акліматизації; застосування вірусних препаратів. Інтродукція ефективна, якщо ентомопатогенний вірус не зустрічається в популяції шкідника. При цьому достатньо один раз внести невелику кількість вірусу в агроценоз.

Віруси розмножуються тільки в живих клітинах, тому вирощування їх на штучних живильних середовищах не вдається, що утруднює їх використання.

З метою нагромадження вірусного матеріалу (поліедрів, гранул) для виготовлення вірусних біопрепаратів необхідно спочатку розмножити у великій кількості того шкідника, від якого передбачається захищати культуру. Потім гусениць (личинок) заражають відповідним вірусом. Через 10-20 днів розпочинається масове ураження шкідника вірусною хворобою та відмирання. Після цього збирають уражених вірозом гусениць і одержують з них вірусні включення – поліедри або гранули. Замість розмноження шкідника можна збирати його у природних умовах, а потім заражати. Але цей спосіб також пов'язаний з великою затратою праці й коштів.

Розмноження шкідника можливе двома шляхами: на природній кормовій рослині в садках (контейнерах) і на живильних середовищах (синтетичних, напівсинтетичних та ін.). Звичайно шкідника розмножують на спеціальних плантаціях, де висівають кормові рослини.

В останні роки для ряду видів шкідників розроблені живильні середовища, до складу яких входять природні, синтетичні та напівсинтетичні речовини. Застосування живильних середовищ дає можливість провадити досліди на комахах протягом року.

Розмножених гусениць або личинок заражають нативним вірусом чи штамом інтродукованого вірусу. Потім загиблих від вірусної хвороби гусениць збирають та розміщують у щільно закриті широкогорлі банки і залишають при кімнатній температурі на 4-5 тижнів. За цей час тканини гусениць



розпадаються, звільняючи поліедри (гранули), які осідають на дно банок. Загиблих гусениць можна висушити і розтерти, потім змішати з водою, процідити через декілька шарів марлі. Одержаний осад центрифугують, висушують і змішують з наповнювачем – каоліном або бентонітом чи іншим.

Вірусні включення (поліедри та гранули) досить стійкі проти факторів зовнішнього середовища і в сухому стані можуть зберігатись декілька років. Для захисту вірусного препарату від інактивації прямими сонячними променями до нього додають 1% сухого збираного молока (порошку) та інші домішки. Краще всього вірусні препарати зберігаються у формі суспензії у воді, гліцерині, фізіологічному розчині (pH 6-7).

Можна розмножувати віруси на культурах статевих клітин і гемоцитів. Виведена також лінія перевивчастих клітин дубового шовкопряда (клітини статевої системи), які можна використовувати для розмноження вірусів.

Зупинимося коротко на технології масового одержання вірусних препаратів на прикладі вірину-КШ. Гусениць кільчастого шовкопряда розводять на штучному середовищі або кормових рослинах і заражають вірусом. При цьому одержують $1,5\text{-}5\cdot10^9$ поліедрів в одній гусениці на штучному середовищі і $10\text{-}12\cdot10^9$ при розведенні на листках яблуні. Загиблих особин розтирають у ступці (або гомогенізаторі), одержану масу розбавляють дистильованою водою, а потім фільтрують. Одержаний фільтрат двічі центрифугують при 6 тис. об/хв. Відцентрифуговану в гомогенізаторі масу змішують з наповнювачем і висушують на скляних підносах у термостаті при температурі 25-30°. Одержаний препарат стандартизують.

Застосування вірусів проти гусениць молодших віків ефективніше, ніж проти старших; у кронах дерев віруси зберігаються декілька місяців, а в грунті та підстилці кілька років. Оптимальна температура для зараження комах 25-30°.

Під час виробництва вірусних препаратів більш перспективне застосування інтродукованих та експериментальних штамів ядерного поліедрозу і гранульозу, ніж нативних. Для зменшення норми витрати вірусних препаратів рекомендується застосовувати їх на початку наростання чисельності шкідників, щоб запобігти виникненню спалахів масового розмноження.

Вірусні ентомопатогенні препарати специфічні, вони уражують лише комах сприйнятливих видів, а теплокровних тварин взагалі не заражають. На відміну від вірусів – збудників хвороб рослин і хребетних тварин, ентомопатогенні віруси не мають проміжних живителів, а передаються трансоваріально, хижаками, паразитами та іншим шляхом.

Вірусні препарати, які виробляють у нашій країні, називають віринами. З них найпоширеніші такі.

Вірин-НШ. Створений 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. Перед обприскуванням до робочої суспензії додають 0,4% поверхнево активної речовини – ОП-7. Рекомендований для 1-2-разового обприскування рослин проти гусениць I-III віків у період вегетації. Норма витрати препарату 200 мл/га, строк очікування – 1 день. З метою економії препарату можна застосовувати обробки яйцекладок у вогнищах розмноження шкідника 0,1-1%-ною суспензією з розрахунку 0,02 мл на кладку. Обробляють до 10% яйцекладок.

Вірин-КШ. Створений на основі вірусу ядерного поліедрозу кільчастого шовкопряда. Виготовляють у сухій та рідкій формах. Сухий препарат має титр 1 млрд поліедрів і являє собою суміш їх з наповнювачем (каолін, бентоніт) та консервантами. Норма витрати – 200 г/га або $2 \cdot 10^{11}$ поліедрів/га. Один раз обприскують плодові та лісосмуги у період вегетації проти гусениць I-III віків.

Рідкий препарат має титр 1 млрд поліедрів і містить наповнювач та консервант. Норма витрати 200 мл/га. Безпосередньо перед обприскуванням до робочої суспензії додають ОП-7 з розрахунку 40 г/100 л.

Термін зберігання препарату обох форм при температурі +30°С і не нижче -15°С до 5 років.

Вірин-ЕКС. Створений на основі вірусу ядерного поліедрозу капустяної совки. Препаративна форма – суспензія у 50%-ному гліцерині з титром 1 млрд поліедрів в 1 мл. Застосовується проти гусениць I-III віків способом дворазового обприскування капусти у період вегетації (з інтервалом 8-10 днів проти кожного покоління шкідника). Норма витрати – 0,1-0,15 л/га з додаванням ОП-7 з розрахунку 40 г/100 л.

Випускають також вірин-ЕКС, сухий порошок містить не менше 1 млрд поліедрів в 1 г. Норма витрати – 100-150 г/га (100 млрд поліедрів/га). Строк очікування – 1 день.

Вірин-ОС. Створений на основі вірусів гранульозу та ядерного поліедрозу озимої совки. Препаративна форма – сухий порошок на каоліні, титр 3 млрд гранул та 1 млрд поліедрів у 1г препарату. Застосовують проти гусениць II-III віків у період вегетації овочевих та баштанних культур. Проводять по дві обробки з інтервалом 8-10 днів проти кожного покоління шкідника. Норма витрати препарату 0,2-0,3 кг/га, робочої рідини – 200 л/га. Застосовується ОП-7, строк очікування – 1 день.

Вірин БС. Створений на основі ядерного поліедрозу бавовникової совки. Препаративна форма – сухий порошок, титр 7 млрд поліедрів в 1 г препарату. Застосовують проти гусениць I-II віків на томатах у період вегетації по 2-3 обприскування з інтервалом 5-7 днів проти кожного покоління шкідника. Норма витрати 0,15-0,3 кг/га, або $3,6 \cdot 10^9$ поліедрів/га. Норма витрати робочої суспензії – 250-300 л/га. Строк очікування – 1 день.



Елькар (САН-240). Створений на основі ядерного поліедрозу бавовникової совки. Препаративна форма – сухий порошок з титром 4 млрд в 1 г. Застосовують проти гусениць бавовникової совки I-II віків у період вегетації, провадять 2-3 обприскування з інтервалом 5-7 днів. Строк очікування – 1 день.

Вірин ГЯП. Створений на основі вірусу гранульозу яблуневої плодожерки. Випускають рідкий препарат з титром не менше 3 млрд гранул в 1 мл. Застосовують у садах проти яблуневої плодожерки (гусениць I-II віків) на початку та під час масового виплоджування гусениць у зонах з 1-го покоління шкідника при чисельності, яка не перевищує 13% пошкоджених плодів у валовому врожаї. Норма витрати препарату 0,3 кг/га, робочої рідини 1000 л/га. Строк очікування – 1 день.

Вірин АБМ. Створений 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. Норма витрати препарату 100-150 мл/га. Насадження обробляють 2-3 рази в період вегетації з інтервалом 6-10 днів проти гусениць II-III віків.

Крім того, створені й проходять випробування препарати вірин ЯМ на основі вірусу ядерного поліедрозу яблуневої молі та вірин-діпріон на основі ядерного поліедрозу рудого соснового пильщика.

## 9.5. Титри препаратів та їх розрахунок

В Україні якість мікробіологічних препаратів характеризують їх титром та біологічною активністю.

Титр – це кількість життєздатних спор, поліедрів, гранул в 1 мл або 1 г препарату,

Біологічна активність – показник, що відображає загибель комах при впливі на них певних доз препарату.

Якість препаратів перший раз визначають при виробництві кожної партії і повторно після закінчення гарантійного строку зберігання визначенням їх титрів. Якщо вони зменшились у 1,5-3 рази порівняно з початковими, то визначають біологічну активність препаратів.

Важливо дотримуватись таких одиниць обліку та порядку планування виробництва грибних препаратів у біолабораторіях і біофабриках: облік обсягу, виробництва грибних препаратів для захисту від шкідників та хвороб рослин. Планування їх виробництва та застосування провадять за діючим початком (спори) в умовних кілограмах; умовний кілограм препарату – це розрахункова одиниця, яка містить задану кількість спор без обліку фактичної, фізичної маси товарного препарату; кількість діючого початку спор в одному умовному кілограмі препарату; вертицилін – $2 \cdot 10^{12}$ ($2 \cdot 10^9$ спор/г); ашерсонія – $6 \cdot 10^{12}$ ($6 \cdot 10^9$ спор/г); триходермін – $2 \cdot 10^{13}$ спор/г; боверин – $2 \cdot 10^{12}$ ($2 \cdot 10^9$ спор/г);

ампеломіцин – $1 \cdot 10^{13}$ ($1 \cdot 10^{10}$ спор/г); формула для переведення фактично одержаних кілограмів препаратів в умовні:

$$YK = \frac{A \cdot T}{K},$$

де $YK$ – кількість умовних кілограмів; $A$ – фактично одержана кількість товарного препарату, кг або шт. пляшок; $T$ – вміст спор в 1 кг або в одній пляшці товарного препарату, спор/кг або спор/пляшку; $K$ – кількість спор в 1 кг (умовному), спор/кг.

Титр бактеріальних препаратів визначають переведенням сухого порошку в суспензію. Для цього середню пробу препарату (1 г) зважують з точністю 0,001 г, вміщують у колбу мікроздрібнювача РТ-2 і наливають 50 мл 0,5%-ного водного розчину жовчі. Суміш перемішують 2 хв при частоті обертання 3000 об/хв і доводять її об'єм до 100 мл. Концентрація препарату в ній становитиме 0,01 г/мл ($1 \cdot 10^{-2}$). Потім у штативі розміщують 8-10 пробірок з 9 мл стерильної води та піпетками. Стерильною піпеткою переносять 1 мл суспензії з колби мікроподрібнювача у першу пробірку, вміст перемішують другою стерильною піпеткою і з її допомогою переносять 1 мл суспензії у наступну пробірку. Послідовними розведеннями доводять концентрацію спор до $10^{-8}$ в 1 мл (паралельно готують дві такі серії розведення). Далі в кожній серії готують 3-5 стерильних чашок Петрі для кожного розведення і посіву на стерильне живильне середовище, наприклад, м'ясо-пептонний агар чи ін.

Для посіву беруть 1 мл суспензії такого розведення, щоб забезпечити ріст не більше 300 і не менше 50 колоній в одній чашці Петрі. При титрі препарату 30 млрд спор /1 г розведення має становити:

$$1 \cdot 10^{-8}\left(\frac{30 \cdot 10^{-9}}{10^{-8}}\right) = 300.$$

Під час посіву стерильною піпеткою переносять по 1 мл суспензії на середину 5-ти стерильних чашок Петрі з двох паралельних розведень. Наливають розплавлене живильне середовище і охолоджене, ретельно перемішують його з суспензією, роблячи чашками кругові рухи на поверхні стола. Після затвердіння середовища чашки ставлять у термостат в перевернутому стані на добу при температурі 28-30°С. Потім підраховують колонії бактерій, що проросли.

Титр визначають за формулою: $X = \frac{\overline{N}}{K}$,

де $\overline{N}$ – середньоарифметична кількість колоній з двох серій паралельних розведень; $K$ – розведення, у нашому прикладі $1 \cdot 10^{-8}$.

**Приклад розрахунку**. Виготовлено дві серії розведень ентобактерину до $1 \cdot 10^{-8}$. Середня кількість колоній у вказаних вище межах в п'яти чашках одного розведення становить $N_1 = 280$ та в п'яти чашках другого $N_2 = 266$, тоді:



$\overline{N} = \frac{N_1 + N_2}{2} = 273$. Титр препарату $X = \frac{\overline{N}}{K} = \frac{273}{1 \cdot 10^{-8}} = 27{,}3$ млрд спор в 1 г.

Титр вірусних препаратів визначають методом підрахунку під мікроскопом у камері Горяєва. Розведення готують так само, як і при визначенні титру бактеріальних препаратів, з тією лише різницею, що піпетки та воду не стерилізують.

Облікова камера Горяєва являє собою товсте предметне скло з прямокутним поглибленням у центрі. На дні поглиблення є сітка з 400 квадратів загальною площею 1 мм$^2$. Площа одного маленького квадрата становить 1/400 мм$^2$, великого – 1/25 мм$^2$. Краплю з мікроорганізмами розташовують у центрі камери, прикривають покривним склом і притирають його до появи кольорових смуг. Підрахунки можна провадити, наприклад, в 200 маленьких квадратиках. Об'єм рідини в такому квадратику дорівнює 1/4000 мм$^3$. Титр визначають за формулою:

$$x = \frac{4000000 \cdot N_1}{K},$$

де $K$ – розведення, а $N_1$ – кількість поліедрів, гранул чи бактерій в одному маленькому квадратику.

**Визначення титру грибних препаратів.** Перед застосуванням ашерсонії, вертициліну, боверину та інших визначають титр робочої рідини, тобто кількість конідій гриба в одиниці об'єму. Для цього біоматеріал з 2-3-х плящок шпателем або йоршиком виймають на два шари марлі та ретельно промивають, знімають спорово-міцеліальну масу і розтирають у фарфоровій ступці з невеликою кількістю води. Одержану кількість біоматеріалу переносять у плоскодонну колбу і доводять його об'єм до 1 л. З одержаної маточної суспензії готують у пробірках серію розведень 1:10 і 1:100.

Таким чином, отримують вихідну суспензію, яку ретельно перемішують. Потім піпеткою набирають 1 мл суспензії і додають її в 9 мл води, отримуючи перше розведення (1:10). Друге розведення готують, переносячи 1 мл суспензії з першого у наступну пробірку з 9 мл води (1:10) і т.д., доки при внесенні на сітку камери Горяєва у великому квадраті буде не більше 25 спор гриба. Потім краплю суспензії наносять на дві сітки камери Горяєва, притискають покривним склом, ретельно притирають. Через 5 хв підраховують конідії у 20-30 великих квадратах середнього ряду камери. Конідії краще підраховувати при окулярі 10-15$^x$ та об'єктиві 20-40$^x$ з опущеним конденсором. Підраховують середньоарифметичне та визначають титр робочої рідини за формулою:

$$T = \frac{H \cdot 0{,}25 \cdot 10^6}{M},$$

де $T$ – титр суспензії (початкової); $H$ – сума спор у всіх облікових квадратах; $M$ – кількість проаналізованих квадратів; $0{,}25 \cdot 10^6$ – постійна камери Горяєва.

Для отримання суспензії із заданим титром $(T_3)$ визначають коефіцієнт розведення початкової суспензії $(Y)$ з відомим титром $(T)$ і водою. Розрахунки здійснюють за формулою:

$$Y = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3 \cdot T_3},$$

де $Y$ – коефіцієнт розведення; $T_1, T_2, T_3$ – титри суспензій, визначених відповідно в першій, другій і третій пляшках досліджуваної партії гриба; $T_3$ – титр робочої суспензії.

Наприклад, початковий титр 1 л суспензії в кожній з аналізованих пляшок становив 170,190,150 млн спор, необхідний титр робочої суспензії повинен бути 10 млн спор, тоді $Y$ = (170+90+150) : 3 · 10 = 17. Результат показує, що в кожну пляшку партії, яка аналізується, необхідно змити 17 л води.

## 9.6. Визначення біологічної активності біопрепаратів

Інсектицидну активність визначають у тих партіях препарату, які зберігались більше року і мають знижений титр (допускається його зниження до 10 млн спор/г). З цією метою навесні відірвані листки рослин, якими живляться фітофаги певного виду, розміщують в один шар на площі 1 м$^2$ і на них наносять з пульверизатора 50 мл 0,5%-ної суспензії досліджуваного біопрепарату, що відповідає виробничій витраті робочої суспензії 500 л/га. Для порівняння досліджують партію препарату, виготовлену в поточному році. Паралельно інші листки обприскують звичайною водою (контроль). Оброблені листки з комахами, які ними живляться, після підсихання вміщують у садки. Листки замінюють в міру підсихання. Загибель комах обліковують через 5, 10 і 15 діб. Висновки роблять на підставі 10-денних результатів.

Загибель комах (%) характеризує біологічну активність препарату, яку визначають за формулою:

$$x = \frac{M_0 - M_k}{100 - M_k} \cdot 100,$$

де $M_0$ – загибель комах у досліді внаслідок дії на них біопрепарату, в середньому; $M_k$ – загибель комах на контролі.



## 9.7. Визначення біологічної (технічної) ефективності застосування біологічних препаратів

Для визначення біологічної ефективності біологічних препаратів обліковують чисельність шкідників та пошкодженість рослин до та після обробки. Біологічну активність визначають за формулою:

$$Eb = \frac{A - B}{A} \cdot 100,$$

де $A$ – кількість живих комах на полі до обробки; $B$ – те саме після обробки (через два тижні).

Якщо шкідник вільно живиться і мігрує (білани, листогризучі совки, лучний метелик), то біологічну ефективність визначають за формулою:

$$Eb = \left(1 - \frac{B \cdot A_k}{A - B_k}\right) \cdot 100,$$

де $A_k$ – кількість живих особин до обробки на контролі; $B_k$ – кількість живих особин після обробки на контролі.

Для плодопошкоджуючих шкідників біологічну ефективність визначають формулою:

$$Eb = \frac{K - O}{K} \cdot 100,$$

де $K$ – кількість плодів, пошкоджених на контролі; $O$ – кількість плодів, пошкоджених на дослідній ділянці.

Обліковують шкідників на площі 50х50 см або на певній кількості рослин (кущів), по 15-20 рослин у повторності, потім визначають середню щільність шкідника на 1 м$^2$ або 100 рослин чи на одне облікове дерево.

Ентопатогенні мікроорганізми, які є основою біопрепаратів, стають частиною біоценозу та вступають у взаємозв'язки з іншими біотичними і абіотичними факторами. Від цих взаємодій і залежить ефективність біопрепаратів. При визначенні їх ефективності треба мати на увазі, що загибель шкідників є не єдиним її показником. Є багато даних, що свідчать про наявність декількох біологічних ефектів від застосування мікробних препаратів: антифідантний, метатоксичний, репродуктивний, тератогенний, псевдогормональний, овіцидний та ін. Так, у бітоксибациліну при його застосуванні проти колорадського жука виявляється метатоксичний ефект, який зростає при збільшенні норми витрати препарату. Так, при нормі витрати БТБ 3 кг/га загибель інфікованих личинок у фазі лялечки становить 40%, а при 5-6 кг/га вона досягає 60%. На 70% знижується плодючість самок колорадського жука у наступному поколінні. Спостерігаються тератогенні зміни у різних фазах розвитку комах після застосування БТБ та вірусних препаратів.

При визначенні ефективності біопрепаратів найбільш показовою оцінкою є захисний ефект, що являє собою ступінь збереження вирощуваної культури та врожаю. Захисний ефект вважається достатнім, якщо втрати врожаю не перевищують допустимі (3-5%). Величина допустимих втрат обумовлюється поновлюючими можливостями рослин на популяційному та біоценотичному рівнях. Встановлено, що допустимим порогом пошкодження яблуні є втрата 25% листків, пошкодження до 25% листків капусти у фазі зав'язування головки не знижує врожаю при високій агротехніці. На картоплі при пошкодженні колорадським жуком 15% листкової поверхні кущів у фазі бутонізації спостерігається відчутне зниження врожаю. Тому для захисту врожаю картоплі від цього шкідника треба досягти збереження 85% її листкової поверхні. Ця величина і характеризує захисний ефект, який необхідно забезпечити біопрепаратами.

Антифідантний ефект, що спостерігається у непарного шовкопряда під впливом бактеріальних препаратів, зберігається у дочірніх поколінь заражених гусениць і перебуває у прямій залежності від норми витрати біопрепарату.

Таким чином, мікробіологічні препарати характеризуються різноманітним впливом на популяції шкідників, що є підставою для розгляду їх як регулюючого фактора в динаміці чисельності виду.

Післядія біопрепаратів характеризується загибеллю лялечок (%) та чисельністю неповноцінних особин у популяції шкідника.

Дія мікробіологічних препаратів на ентомофагів визначається у ті ж строки, що й на фітофагів, на оброблених біопрепаратами полях за відповідними методиками. Підраховують загальну кількість уражених ентомофагів, в тому числі загиблих та з патологічними змінами.

## 9.8. Шляхи підвищення ефективності мікробіологічних препаратів

На даному етапі ентомопатогенні мікроорганізми використовують проти шкідників способом збагачення агроценозів, оскільки вони є напівсапрофітами та не завжди спричинюють епізоотії серед комах. При культивуванні на живильних середовищах Bacillus thuringiensis Berl., Beauveria bassiana Bals. утворюють спори, які швидко втрачають життєздатність, тому вносити їх у біоценоз для створення природного вогнища інфекції недоцільно. Для утворення первинних вогнищ хвороби необхідно використовувати фази, стійкі проти несприятливих умов зовнішнього середовища. Так, у ентомофторових грибів такою фазою для утворення первинних вогнищ ентомофторозу є стійкі спори, які перебувають у стані спокою і служать для тривалого зберігання інфекційного початку. Вони не заражують шкідливих комах, але можуть проростати у конідії. Ці біологічні особливості дають можливість створювати штучні епізоотії ентомофторозу двома шляхами: внесенням у вогнища розмноження шкідника загиблих від ентомофторозу особин; внесенням спор, що перебувають у стані спокою, з розрахунку на спонтанне розповсюдження хвороби у більш ранні строки, ніж це спостерігається в природних агробіоценозах.

Одержання достатньої кількості заражених комах дуже трудомістке і нерентабельне, тоді як культивування на дешевих живильних середовищах дає можливість одержувати велику кількість спор, що перебувають у стані спокою, і створювати на їх основі штучні епізоотії, наприклад, ентомофторозу в популяціях горохової та інших попелиць (Вороніна Е.Т. та ін., 1986).

Більшою мірою для утворення штучних епізоотій придатні віруси і найпростіші, але методи їх масового культивування розроблені недостатньо. Тому важливо підвищувати ефективність мікробіологічних препаратів. Вирішуватись ця проблема має у двох напрямах: підвищення вірулентності мікроорганізмів, які застосовують у даний період, та винайдення їх нових форм; вдосконалення існуючих препаратів, тактики і технології їх застосування.

Підвищення вірулентності мікроорганізмів досягається пошуком у природних умовах вірулентних їх варіантів і штамів, а також пасажем їх на сприйнятливих живителях. Використовують генетичні методи для створення вірулентних експериментальних штамів патогенів та відбору найбільш агресивних клонів.

Одним із шляхів підвищення біологічної активності кристалоносних бактерій є застосування різних сполук з метою керування біосинтезом токсинів. Встановлено (Іванов Г.М., 1980), що додавання в живильне середовище, в якому вирощують Bacillus thuringiensis Berl, аміноутворювальних речовин стимулює синтез токсину в декількох поколіннях.

Підвищення ефективності біопрепаратів можна досягти оптимізацією їх використання, зокрема поліпшенням технології їх застосування.

На відміну від хімічних пестицидів, біопрепарати або їх активний діючий початок можна використовувати іншими способами. Так, нині розроблений метод дрібновогнищевого внесення вірину-НШ в популяції непарного шовкопряда способом обробки яйцекладок шкідника; використання трансбіотичних зв'язків у лісовому біоценозі з їстівним атрактантом для зараження непарного шовкопряда; передача бактеріальної інфекції листогризучим шкідникам саду через рудих лісових мурашок, яким згодовували інфікований корм.

Підвищення ефективності біопрепаратів можна також досягти удосконаленням технологічних прийомів їх застосування. Так, використання збудника мишачого тифу – бактороденциду для боротьби з гризунами в осінньо-зимовий період має профілактичну мету – запобігти спалахам масового розмноження шкідників. Доцільне також локальне застосування бактороденциду в лісосмугах, скиртах соломи. Підвищення ефективності біологічного захис-

ту досягається правильним підбором мікробіологічних препаратів, застосуванням змішаних інфекцій. Так, для захисту капусти від капустяного та ріпного біланів, молі можна використовувати будь-який бактеріальний препарат, а від капустяної совки – бітоксибацилін, дендробацилін, лепідоцид, вірин-КС, суміш дендробациліну з вірином-КС. Можна додавати до них екзотоксин або димилін.

Добрі результати дає сумісне застосування мікробіологічних і хімічних препаратів, причому йдеться не про послідовні обробки ними, а використання сумішей мікробіопрепаратів із сублетальними дозами хімічних інсектицидів. Однак ця проблема вивчена недостатньо.

На польову ефективність біопрепаратів впливають такі фактори: опади, вітер, температура, сонячне освітлення, антимікробна реакція рослин, низька якість їх обробки. При цьому останній з вищезгаданих факторів має найбільше практичне значення. Тому при застосуванні біопрепаратів необхідно насамперед домагатися високої якості обробки рослин.

Велике значення має дотримання строків застосування препаратів. Найбільш ефективна обробка рослин проти гусениць та личинок I-III віків, оскільки личинки старших віків відзначаються підвищеною стійкістю проти патогенів.

Від якості обприскування залежить і кількість обробок, які забезпечують захисний ефект. Крім того, необхідно дотримуватись норми витрати препарату, що забезпечує оптимальну кількість діючого початку в робочій рідині.

Вдосконалення способів застосування біопрепаратів, наприклад, впровадження стрічкового способу обприскування картоплі і баклажанів на ранніх фазах їх розвитку, забезпечує зниження норми витрати бітоксибациліну в 1,5-2 рази, ніж за суцільної обробки.

Перспективне застосування біопрепаратів з атрактантами, удосконалення складу та якості робочих сумішей додаванням речовин, які поліпшують здатність до прилипання. Зокрема, значно підвищує ефективність додавання до робочої рідини меласи, ОП-7, полівінілацетату (0,05%), дизельного палива (5%). Вони утримують біопрепарат на поверхні оброблених рослин і сприяють збереженню його патогенності. Звичайно патогенність біопрепаратів зберігається близько 10 днів після обробки, а з додаванням прилипачів – 20 днів. Найбільш ранній строк застосування біопрепаратів – за 1-2 дні до виходу гусениць з яєць.

Перспективне застосування домішок, які активують хвороботворний початок біопрепаратів або біохімічні процеси, що виникають при патологічних явищах, спричинюваних патогенами. Такі речовини поділяються на дві групи: до першої належать ті з них, які прискорюють руйнування ліпідів клітинних мембран при вірусних і бактеріальних інфекціях. До них, зокрема, належать солі двовалентного заліза, перекис бензоїлу та ін. Другу групу становлять сполуки, які підсилюють проникнення біологічних макромолекул в клітини комах. До них, наприклад, належить диметилсульфоксид. Усі вищезгадані та аналогічні їм добавки підвищують ефективність біопрепаратів.



Для захисту від інактивуючого впливу ультрафіолетових променів рекомендується мікрокапсулювання та включення до складу препаратів речовин, які поглинають сонячне світло з довжиною хвиль 290-400 нт. В дослідах з бактеріальними препаратами одержано добрі результати від додавання деревного вугілля та селікагелю. В інших країнах з цією метою використовують хлордимеформ, стабілізований вуглець та ін. Деякі з них мають також якості кормового стимулятора, захисної речовини, антивипаровувача.

Часто збудники хвороб комах, наприклад, бакуловіруси, зберігаються в особинах популяції шкідника в латентному стані. Активації їх можуть сприяти погіршення умов живлення комах, різкі перепади температури тощо. Так, позакореневе підживлення плодових 0,1%-ним розчином суперфосфату активізує латентний бакуловірус, що забезпечує повну загибель гусениць яблуневої молі.

Необхідно відзначити, що застосування мікробіологічних препаратів (особливо вірусних) у інтегрованих системах захисту рослин в перспективі буде зростати. Але для цього необхідно поліпшувати якість препаратів, удосконалювати технологію їх виготовлення і застосування, а також поліпшувати прогноз розмноження шкідників і впливу на них природних факторів, що обмежують чисельність шкідників і сприяють виникненню епізоотій.

## Розділ 10. БІОЛОГІЧНИЙ МЕТОД БОРОТЬБИ З БУР'ЯНАМИ

Одним з найбільш небезпечних бур'янів, проти яких досить широко застосовують біологічні засоби, є паразитична безхлорофільна рослина вовчок (Orobanchia ramosa L.), яка уражує понад 120 видів культурних рослин, а найбільше соняшник. Цей паразит відзначається величезною плодючістю, пристосованістю до зовнішніх умов і виживаністю. Так, в одному суцвітті вовчка налічується близько 25 тис. насінин, які можуть зберігати схожість до 15 років. Прикріплюючись спеціальними присосками до кореневої системи рослини-живителя, вовчок висмоктує з неї поживні речовини і воду. В тому разі, коли він уражує соняшник, товщина його стебла і розмір кошика зменшуються в декілька разів, дуже знижується продуктивність рослин і вміст олії в насінні.

Серед організмів, які зменшують чисельність вовчка, найбільш обнадійливою виявилася муха фітомиза (Phytomyza orobanchia Kalt). На півдні України розвивається три покоління. Зимує лялечка в пупаріях, які розташовані, в основному, в нижній підземний частині вовчка, але трапляється і в коробочках. Мухи вилітають навесні при середньодобовій температурі повітря 20°С. Тривалість життя самки не більше 10-12 діб. Яйця відкладає в суцвіття вовчка, всього близько 100 яєць, з яких виплоджуються в середньому 78 життєздатних личинок. Фаза личинки триває близько 20, лялечки – 10 днів. У фітомизи відмічена також затяжна форма діапаузи – до 5 років.

Чисельність фітомизи значно знижують її паразити – кратапіелла і тетрастіхус, які заселяють, відповідно, 57% і 23% лялечок. В зв'язку з цим виникає потреба очищати пупарії фітомизи від її паразитів. З цією метою сконструйовано спеціальний сепаратор, а А.Н.Скоклюк запропонував закопувати стебла з пупаріями фітомизи у спеціально підготовлені борозенки. Мухи виходять з грунту з глибини 20 см, а їх паразит залишається в борозенці й гине.

Фітомизу можна розводити в теплицях у жовтні й листопаді. Для цього вирощують картоплю, огірки, помідори, а коли з'являються їхні сходи, висівають насіння вовчка з розрахунку 25-30 насінин на одну рослину. На початку цвітіння вовчка в теплиці переносять діапаузні лялечки фітомизи і тримають їх у пробірках при температурі 23-25°С та вологості 60-65%. Виплоджених мух підживлюють цукровим сиропом. Однак цей метод неекономічний, тому фітомизу краще збирати на полі. Звичайно, перед початком збирання соняшника зрізають столони вовчка з пупаріями, зв'язують у пучки і зберігають під навісом до весни.

У нашій країні досліджують також можливість внутріареального переселення гірчакової нематоди (Paranquina picridis) для боротьби з гірчаком повзучим (Acroptilon repens), який є одним з найбільш шкідливих бур'янів.



За даними Інституту зоології АН Казахстану, на гірчаку виявлено близько 40 видів організмів, з яких найбільш ефективним гербіфагом є гірчакова нематода. Вперше її знайдено в Таджикистані в 1975 р., звідки вона поширилася в Казахстан. Для її використання у другій половині літа підсохлі стебла гірчака з галами нематоди збирають і пізно восени переносять у місця зосередження його, насамперед, у полезахисних смугах, пришляхових насадженнях, на посівах озимої пшениці та в інших місцях, де не планується обробіток грунту навесні. Проте, як виявилось, ця нематода заселяє також деякі культурні рослини, в тому числі артишок (Ковальов, 1977).

Співробітники Інституту зоології АН Казахстану провадять дослідження із використання місцевих гербіфагів софори лисохвостої (Sophora alopecuroides), яка дуже поширена в республіках Середньої Азії, Західному Сибіру, на Кавказі, в Криму. Однак із багатьох досліджених організмів (понад 60 видів), які в циклі свого розвитку використовують цей бур'ян, лише галовий кліщ (Vasates semenovi) та квіткова галиця (Cecidomyza sp.) заслуговують на проведення дальших досліджень (Іванніков, 1975).

Особливої уваги заслуговує проблема боротьби з амброзією полинолистою (Ambrosia artemisiifolia), яка засмічує орні землі, пасовища, луки, узбіччя доріг у багатьох областях України та інших республіках.

Крім неї, у нашій країні поширені амброзія багаторічна і амброзія трироздільна, які проникли до нас з Північної Америки. На родючих грунтах при оптимальній вологості вона досягає 3 м заввишки. На одній рослині утворюється близько 100 тис. насінин, які зберігаються в грунті понад 5 років. На амброзії виявлено близько 400 видів організмів, які живляться нею, однак лише декілька з них мають практичне значення в розробці методів біологічної боротьби з цим бур'яном.

У 1978 р. з Північної Америки з метою акліматизації був інтродукований амброзієвий листоїд (Zygogramma suturalis). Велику роботу по його акліматизації в умовах Абхазії, півдня України, Ставропольського і Краснодарського країв, Ростовської області провели вчені Інституту зоології АН РФ. Зокрема, в 1978 р. в Ставропольському краї на площі 200 га було випущено 1,5 тис. жуків цього листоїда. В 1981 р. кількість їх досягала вже 10 млн екземплярів, завдяки чому амброзія на цій площі була повністю знищена. І тепер чисельність цього гербіфагу навіть на орних землях не зменшується.

Зимують запліднені жуки на глибині орного шару. Масовий вихід їх на поверхню спостерігається наприкінці 1-ї декади травня. Жуки живляться сходами і проростками амброзії. Звичайно, в кінці травня розпочинається масове виплодження личинок. Листоїд розвивається у двох поколіннях. Середня чисельність яєць у вогнищах досягає 256 шт., максимальна – 900 шт. на 1 м$^2$. З зв'язку з успішною акліматизацією амброзієвого листоїда планується дальше його використання по всьому ареалу амброзії.

## РОЗДІЛ 11. БІОЛОГІЧНИЙ МЕТОД БОРОТЬБИ ІЗ ЗБУДНИКАМИ ХВОРОБ РОСЛИН

Для біологічної боротьби із збудниками хвороб рослин використовують мікроорганізми – антагоністи, гіперпаразити, антибіотики. Явище антагонізму поширене в природі. Проявляється воно в різних формах: продукуванні антибіотиків, ферментів та інших речовин, шкідливих для фітопатогенів; у конкуренції за використання факторів зовнішнього середовища, необхідних для розвитку патогенів; безпосередньому впливу на фітопатогенні гриби (гіперпаразитизм).

Розробка біологічного методу боротьби із збудниками хвороб рослин спрямована на використання антагоністів, гіперпаразитів, антибіотиків, вакцинації у боротьбі з вірусами, попередньої імунізації слабовірулентними штамами грибних патогенів.

Відомі дані про успішне застосування грибів-антагоністів способом сезонної колонізації. Розроблені методики масового їх розмноження в лабораторіях і практичного застосування. Зокрема, за даними Білай та ін. (1976), застосування гриба-антагоніста (Penicillum felltanum) (штам 4364) сприяло підвищенню польової схожості цукрових буряків на 60%. Ураженість проростків коренеїдом зменшилась на 62,2% і захворюваність – на 64,9%.

Гриби роду Penicillium використовували також проти сажки пшениці. Заражене нею насіння перед сівбою обробляли культуральними рідинами (P. multicolor, P. cyclopium та ін.). В результаті застосування P. multicolor зменшилась ураженість рослин сажкою в 4 рази, а при обробці P. cyclopium розвиток хвороби взагалі не спостерігався.

Значна кількість збудників хвороб рослин у своєму розвитку пов'язана з грунтом, де вони пригнічуються антагоністами. Встановлено, що в перший рік вирощування культури її уражує незначна кількість хвороб грунтового походження. На самих рослинах-живителях патоген піддається впливу антагоністів слабкіше. Тому багаторазове вирощування культури на одному і тому ж місці призводить до накопичення інфекційного першоджерела і антагоністи нездатні ефективно стримувати їх розвиток. Додержання науково обгрунтованих сівозмін сприяє більш ефективній діяльності антагоністів, завдяки чому розвиток хвороб обмежується.

При спеціалізації сільськогосподарського виробництва зростають площі під монокультурою, яку вирощують на одних і тих же полях протягом кількох років. В цьому разі антагоністів використовують способом сезонної колонізації.

Як антагоністи багатьох фітопатогенів добре вивчені грунтові гриби роду Trichoderma. Переваги їх полягають в тому, що вони поширені в грунтах різних типів і продукують активні антибіотики – глітоксин, віридин, триходермін, соцукацилін, аламецин, дермадин та інші, які мають антибактеріальні та антигрибні властивості.



Є кілька препаратів на основі гриба роду Trichoderma, розроблені різні форми препарату триходерміну, які різняться вимогами до складу живильних середовищ при культивуванні. Один з них (триходермін-4) досліджують у боротьбі з хворобами рослин, що передаються через грунт: кореневими гнилями зернових (Helminthosporum sativum, Ophiobolus graminum), огірків у закритому грунті, ризоктоніозом картоплі, вілтом бавовнику. Препарат ефективний при дражуванні насіння при нормі 1-2 кг/ц, обпудрюванні – 0,5-1 кг/ц, при внесенні в грунт в теплицях, оранжереях – 4-5 кг/ц, при використанні як маточної культури при сівбі в прогрітий торф – 10-20 кг/т.

На Геніческій дослідній станції ВНДІК використання дніпропетровського штаму триходерми для захисту озимої пшениці від кореневої гнилі (намочування в суспензії спор, обпудрювання насіння і внесення в грунт) зменшило уражуваність рослин в два рази. В Одеській області внесення триходерми зменшувало уражуваність рослин озимого ячменю твердою сажкою до 0,29-0,63% при 5,24% на контролі, а кореневими гнилями – в 3-7 раз.

Застосування узбецького штаму триходерми У-І способом обробки насіння огірків (титр препарату $4,5 \cdot 10^6$) спор/г у нормі 10 г/кг в поєднанні з внесенням препарату в горщечки при вирощуванні (50-100 мг порошку на горщечок), прискорювало розвиток рослин, збільшувало кількість зав'язей і плодів на 12,4-16,4%, а врожай – на 31-47,4%.

Дражування насіння огірків маточною культурою триходерміну-1 зменшувало ураженість плодів і стебел огірків білою гниллю більше, як у 1,5 рази.

Внесення 800 г біомаси триходерми в суміші з 2 кг перегною на 500 рослин у міжряддя забезпечило зниження ураженості рослин суниці сірою гниллю в роки епіфітотій на 35-37%, а підвищення врожаю – на 21-27% (Ісарвішвілі, Лабуха, 1975).

Внесення культури триходерми під виноградну лозу (200 г під кущ) зменшувало загибель рослин від кореневої гнилі (армілярії).

Для застосування рекомендовано триходермін-10, сухий порошок з титром не менше 10 млрд життєздатних спор/г проти чорної ніжки та бактеріозів капусти (внесення препарату у розсадочні гряди у нормі 30 г/м$^2$) (300 кг/га), або обробкою коренів розсади у "бовтанці" з глини і коров'яка з додаванням норми витрати 1,2-2,0 кг/га.

На маточниках капусти першого року вирощування проводять обприскування рослин 0,25%-ною суспензією, при нормі витрати 1,5 кг/га.

На білокачанній і кольоровій капусті, насінниках рекомендують полив 0,25-0,5%-ною суспензією (0,3-0,5 л/рослину).

Триходермін-БЛ, титр не менше 100 млрд спор/г. До складу препарату входять спорова маса гриба триходерма, антибіотики: триходермін, віридин,

гліотоксин. Застосовують проти кореневих гнилів, білої гнилі, фузаріозного і вертицильозного в'янення на овочевих культурах і тютюні в захищеному грунті шляхом обпудрювання насіння перед посівом і внесенням у грунт та в торфоперегнійні горщечки, і вдруге перед посадкою розсади, норма витрати 250-300 кг/га; або обприскування рослин в період вегетації, 2-3 обробки за ротацію, через 10-12 днів, норма витрати препарату 3,5-10 кг/га; або полив рослин у зоні кореневої шийки (0,25-0,3 л/рослину) суспензією 0,5%-ної концентрації або полив розсади цією суспензією при нормі витрати 250 л/га.

Вивчається можливість використання бактерій-антагоністів для біологічної боротьби з різними захворюваннями, які спричинюють лізис міцелію фітопатогенних грибів.

Встановлено, що проти вертицильозного вілту, кореневої гнилі, гомозу бавовнику ефективне замочування насіння в семидобовій культуральній рідині бактерії Pseudomonas mycophaga (штам Х-23) при нормі витрати препарату 4 л/т (Пантелеєв, Цілосані, 1976).

У боротьбі з фузаріозом томатів (Fusarium oxysporum f. licopersicum) найбільш селективним виявився штам Д-І бактерії P. mycophaga. Розсаду томатів обробляли ним перед висаджуванням у грунт, замочуванням коренів протягом 35 годин у семидобовій культуральній рідині бактерії (розведення 1:100), змішаної з грунтом до консистенції кашки. Завдяки цьому ураженість рослин зменшилася від 28,2 до 0,8%, а врожай плодів підвищився на 58 ц/га.

Проти антракнозу ефективне передпосівне намочування насіння кавунів протягом 24 год. у семидобовій культуральній рідині P. mycophaga (штам А-39) при розведенні 1:100, при нормі її витрати 1 л/кг насіння. В результаті ураженість рослин у полі зменшувалась від 52-63 до 16,5-34,4%, а приріст урожаю досяг 45,7% (Пантелеєв, 1975,1976; Цілосані, 1976).

Розробляється біологічний метод боротьби з бактеріальним кореневим раком плодових культур, збудником якого є Agrobacterium tumephaciens, шляхом використання антагоністичної бактерії.

Проти борошнистої роси огірка в захищеному грунті у виробничих умовах пропонується препарат бактофіт, який являє собою порошок, що змочується, біологічною активністю 10 000 ОА/г, створений на основі бактерії Bacillus subtilis і продукованого нею антибіотика. Рекомендується три обприскування рослин у період вегетації 1%-ною суспензією з інтервалом 6-10 днів перед появою перших ознак захворювання, норма витрати 7-30 кг/га.

Проти кореневих гнилей огірка у захищеному грунті проводиться замочування насіння у 0,2%-ній робочій суспензії на протязі 3-6 годин, норма витрати 1-2 г/кг насіння, або дворазовий полив рослин при висадці у грунт і через 3-4 тижні суспензією препарату 0,2%-ної концентрації.

Для захисту плодових культур від листової форми бактеріального раку рекомендується обприскування рослин у період вегетації препаратом пентофаг. Пентофаг – рідкий препарат з титром 10 фагів/мл бактерії Pseudomonas suringae. Проводиться три обробки з інтервалом 20-30 днів, починаючи з фази бутонізації, норма витрати 1,0-1,2 л/га. Проти бактеріального раку штамбів плодових препарат можна використовувати нанесенням замазки з глини і коров'яка (1:1) у 0,5%-ній концентрації.



У біологічній боротьбі становлять також інтерес мікофільні гриби, які дістали назву паразитів другого порядку, або надпаразитів, що розвиваються за рахунок фітопатогенних грибів. Гіперпаразитизм є одним із проявів мікробного антагонізму. При цьому одні гіперпаразити можуть розмножуватись лише в живих клітинах і не спричинюють загибелі фітопатогена, а лише уповільнюють його ріст і розвиток (як представники роду Gonotabothrys).

Інші види вбивають клітини живителя за допомогою антибіотиків або ферментів і живляться вмістом клітин, що загинули. Вплив останніх більш сильний, вони спричинюють швидку загибель уражених клітин, уповільнюють або пригнічують ріст і розвиток фітопатогена. Звичайно такі гриби розвиваються на спороутворюючих органах живителя (конідієносцях та інших), зменшують спороношення, знижують життєздатність або зумовлюють загибель фітопатогена.

Паразитичний гриб дарлюка нитчаста (Darluca filum Cast.) належить до дейтероміцетів. Він досить поширений, уражує уредоспороношення грибів іржі, особливо у дощові роки. Виявляється також на ецидіях і телейтопустулах. Природні його популяції представлені великою кількістю штамів різної вірулентності. Особливості розвитку цього гриба вивчені на стебловій іржі пшениці, жита, вівса, бурій іржі пшениці та жита, корончастій іржі вівса. Уражені уредоспори збудників цих хвороб деформуються і руйнуються. Пустули іржі, уражені надпаразитом, вкриваються білим малопомітним міцелієм, на якому під лупою помітні пікніди у вигляді чорних дрібних кульок. У кожній пікніді утворюється 6-8 тис. веретеноподібних спор. Оптимальними для розвитку є температури 12-26°С і висока відносна вологість повітря.

Після зараження пустул грибів іржі формування пікнід гіперпаразита триває 5-7 днів. За період вегетації розвивається кілька генерацій надпаразита. Зимує він у вигляді пікнід або в сумчастій стадії на рослинних рештках. Гриб можна використовувати у районах достатнього зволоження способом сезонної колонізації – розсіюванням спор після лабораторного їх вирощування.

В Індії виявлено гриб Penicillium notatum, який розвивається на збуднику стеблової іржі зернових, уражуючи його уредоспори.

В Угорщині виявлена бактерія Ervinia uredovora, яка уражує збудника іржі P. graminis tritici. Розвивається вона лише в живих тканинах фітопатогена.

На грибах – збудниках борошнистої роси знайдено гіперпаразита з роду Ampelomyces. Гіперпаразит, виділений з борошнистої роси огірків, A. Artemisiae, добре росте і плодоносить на агаризованих і рідких живильних сере-

довищах. Оптимальними для розвитку гриба на пивному суслі є температура +20-25°С і pH середовища 6,3-7,2. Можливе його використання способом сезонної колонізації.

У Канаді вивчали ефективність гіперпаразита A. quisqualis на огірках у теплицях. Ефективним виявилося п`ятиразове (з тижневим інтервалом) обприскування суспензією конідій цього гриба з титром $120 \cdot 10^3$ спор в 1 мл.

З листків яблуні, ураженої борошнистою росою, О.В.Одинцова (1975) виділила гіперпаразит Ampelomyces (Cicinnobolus) cesatii, який розвивається на конідіальному спороношенні фітопатогена і уражує також клейстокарпії. При сильному його розмноженні повністю пригнічується утворення конідій та аскоспор борошнистої роси. В плодових насадженнях на колоніях борошнисторосяних грибів ампеломіцес трапляється з початку літа до осені. Обприскування уражених борошнистою росою пагонів яблуні суспензією його пікноспор в червні показало високу ефективність цього заходу та можливість використання ампеломіцесу в біологічній боротьбі з хворобою. Ознаки розвитку гіперпаразита (брудно-сірі плями на конідіальному нальоті живителя) з'являються на 8-9-у добу після обприскування уражених рослин.

У Канаді проти білої гнилі цибулі (Sclerotinia sepivorum) рекомендовано застосовувати пікнідальний дуст гіперпаразита способом передпосівної обробки насіння. В ЧСР застосували гіперпаразит Pythium ougandrum проти коренеїда цукрових буряків внесенням в грунт. Відмічено зниження ураженості рослин коренеїдом у 2-3 рази. Вважають, що можлива розробка біологічного методу боротьби з коренеїдом на основі його гіперпаразита.

Співробітники ВІЗР на стерильних шматочках моркви при температурі 22-24°С розмножували гіперпаразита Sporotrichum vile для боротьби з бурою плямистістю томатів (Cladosporium fulvum). Обприскування рослин суспензією гіперпаразита з розрахунку 0,4 л/м$^2$ у період масового плодоношення забезпечило біологічну ефективність цього заходу близько 100%.

Туберкуліна криваво-червона (Tuberculina sanquinea) уражує ецидії, рідше уредо- і телейтопустули збудників багатьох видів іржі, утворює на них плоскі порошисті коричнево-фіолетові подушечки. Спороношення гіперпаразита триває 1-1,5 місяці. Пізніше утворюються склероції, які зимують. Може пригнічувати розвиток ецидій збудників іржі.

Незавершений гриб Trichothecim roseum Lin. часто існує як сапрофіт на рослинних рештках і навіть паразитує на ослаблених рослинах. Розвивається також на склероціях різних грибів, спороношеннях парші яблуні й груші, іржастих грибів, сажки та ін. На уражених місцях фітопатогенів утворює яскраво-рожевий порошкоподібний наліт конідій. Гіперпаразит виділяє також антибіотик трихотецин, який вбиває гіфи фітопатогенних грибів і живиться їх вмістом. Штами гриба, що не утворюють трихотецин, не можуть паразитувати на грибах. Цей антибіотик пригнічує розвиток і ріст багатьох грибів,



зокрема, його застосовують у боротьбі з борошнистою росою огірків у закритому грунті, моніліозом та іншими грибними захворюваннями.

Застосування антибіотиків вважається перспективним напрямком у захисті рослин від хвороб.

Антибіотики легко проникають у тканини і органи рослин, тривалий час зберігаються в них і, пригнічуючи розвиток патогенів, не виявляють фітотоксичної дії. Швидкість їх проникнення у рослину, насамперед, визначається властивостями антибіотиків. Ті з них, які мають кислу і нейтральну реакції, проникають у тканини рослин швидше (як наприклад, пеніцилін), повільніше діють амфотерні та лужні антибіотики – стрептоміцин та ін. Залежить це і від віку рослини: молодші рослини більш сприйнятливі до антибіотиків, ніж старшого віку.

Порівняно з хімічними препаратами антибіотики мають ряд переваг. Рослини обробляють низькими їх концентраціями, тому на одиницю обробленої площі припадає менша кількість біологічно активної речовини, вони швидко розкладаються грунтовими мікроорганізмами і не забруднюють навколишнього середовища.

З недоліків антибіотиків слід відмітити розвиток стійкості проти них у фітопатогенів, що зменшує ефективність обробки. Однак появі стійкості проти антибіотиків можна запобігти використанням їх сумішей, які діють на різні ланки обміну речовин фітопатогенів, або чергуванням застосування антибіотиків різної дії.

Антибіотики, які використовують в медицині, застосовувати для захисту рослин забороняється.

Трихотецин. Як уже згадувалося, він є продуктом життєдіяльності плісеневого гриба Trichothecim roseum Link. Технічний продукт – кристалічна речовина білого або жовтого кольору, з водою створює суспензію, розчиняється в спирті, дихлоретані, ОП-7 та ін. Випускається промисловістю у формі 1%-ного дусту активністю 10 000 мкг/г та 10%-ного порошку, що змочується, активність 100 000 мкг/г. Вони ефективні в боротьбі з кореневими гнилями зернових, борошнисторосяними грибами в умовах закритого грунту. Рекомендовані для обприскування рослин у період вегетації з інтервалом 7-8 днів. Норма витрати препарату – 2 кг/га. Строк очікування – 3 дні.

Трихотецин не виявляє токсичної дії на фітосейулюса – хижака павутинного кліща, тому допустиме їх сумісне застосування.

У формі 1%-ного дусту він рекомендований для обпудрювання насіння (ячменю, пшениці) проти кореневих гнилей. Норма витрати – 2 кг/т насіння. Препарат високоефективний у боротьбі з коренеїдом цукрових буряків у поєднанні з ТМТД.

Трихотецин ефективний також проти мільдью винограду і сприяє підвищенню стійкості проти цієї хвороби в наступні після обробки роки. Занурення плодів цитрусових в 1%-ний розчин трихотецину захищає їх від гниття.

Фітобактеріоміцин (ФБМ). Є продуктом життєдіяльності Actinomyces lavendulae. Препарат характеризується широким спектром бактерицидної та фунгіцидної дії. Технічний продукт являє собою порошок кремового або світло-коричневого кольору. Випускається промисловістю у формі 5%-ного дусту на каоліні активністю 50 000 од/г та 2%-ного дусту активністю 20 000 од/г.

У боротьбі з бактеріозами квасолі рекомендоване передпосівне обпудрювання насіння 5- та 2%-ним дустом ФБМ з розрахунку 3 кг/т. Це зменшує на 60-20% ураженість рослин бактеріозом і забезпечує приріст урожаю 2-3 ц/га.

Передпосівне обпудрювання насіння пшениці 5%-ним дустом в рекомендованих дозах підвищувало стійкість рослин проти кореневих гнилей на 35-72% і врожай на 4-6 ц/га (Федоринчик М.С., 1976).

У боротьбі з слизовим та судинним бактеріозом капусти корені розсади занурюють в 0,1%-ну суспензію препарату з розрахунку 0,2-0,3 кг/га.

Проти коренеїда цукрових буряків сумісне використання ФБМ та поліміцину з розрахунку 6 кг/т. Це зменшувало кількість хворих рослин на 38 % і підвищувало врожай на 32 ц/га.

ФБМ ефективний також у боротьбі з грибними захворюваннями сільськогосподарських культур. Так, обпудрювання дустами ФБМ насіння гороху, зараженого грибами роду Fusarium, Aspergilus, Penicillium, в декілька разів зменшує кількість хворих рослин.

Виробничі випробування ФБМ проти вертицильозного в'янення баклажанів показали, що триразове обприскування рослин на початку бутонізації і цвітіння зменшує ураженість їх в 1,5-2 рази порівняно з контролем. Підвищується також врожай перцю і томатів.

ФБМ виявився досить ефективним і проти борошнистої роси яблуні при застосуванні способом дворазового обприскування вегетуючих дерев. В боротьбі з мільдью винограду рекомендується обробляти чубуки.

Для захисту від кореневих гнилей пшениці та ячменю, бактеріозів сої рекомендується передпосівне обпудрювання насіння фітолавіном-100, який є модифікацією фітобактеріоміцину. Норма витрати цього препарату 3 кг/т.

Фітолавін-100. Сухий порошок, біологічна активність його становить 100 000 ОА/г, проти бактеріозів на томаті застосовують для передпосівного півгодинного замочування насіння у 0,2%-ній суспензії препарату, з розрахунку 10 г/кг насіння, а також триразового обприскування розсади, починаючи з фази 2-х листків з інтервалом у 15 днів 0,2%-ною суспензією препарату, з розрахунку 0,66 кг/га.

На овочевих бобах проти бактеріозу і аскохітозу можна застосовувати передпосівне обпудрювання насіння з попереднім зволоженням (10 л/т) з розрахунку 3 кг/т.



Перед закладанням на зберігання моркви непродовольчого призначення проти білої, сірої, чорної сухої гнилі (бактеріозів) можна використовувати 0,4%-ну суспензію препарату з розрахунку 50 л/т коренеплодів. Для захисту від цих же хвороб можна застосовувати обпудрювання в суміші з крейдою (0,4 кг препарата + 100-150 кг крейди).

На білокачанній та кольоровій капусті проти слизового і судинного бактеріозів проводиться передпосівна обробка насіння з розрахунку 5 кг/т, або обробка коренів розсади у бовтанці з глини та коров'яка з додаванням 0,25-0,5%-ної суспензії препарату, або обробка насінників білокачанної капусти шляхом обприскування маточних кочеригів по "головках" в штабелях, за 2-4 тижні до висадки у грунт з розрахунку 25 г на 100 кочеригів (5 кг/т).

Білокочанну капусту проти бактеріозів поливають через 2 тижні після висадки у грунт 0,25-0,5%-ною суспензією препарату, по 0,3-0,5 л під рослину. На насінниках цей захід проводити на початку формування головок.

Проти антракнозу, крапчатого бактеріозу льону довгунця застосовують передпосівну обробку насіння з розрахунку 1 кг/т.

В Азербайджані вивчали дію протигрибних антибіотиків гризеофульвіну і поліоксину в боротьбі з вілтом бавовнику. Обробка вказаними препаратами з розрахунку 40 л 0,1%-ного розчину на 1 т насіння зменшувала розвиток вілту в два рази (Абузарлі, Гасанова, 1977).

Застосування антибіотика леварина при нормі витрати 0,2-0,35 кг/т насіння в боротьбі з кам'яною сажкою ячменю повністю захищало рослини від ураження цією хворобою. Урожайність на оброблених рослинах підвищилась на 3 ц/га.

Передпосівна обробка насіння ярої пшениці проти гельмінтоспоріозної кореневої гнилі антибіотиками азаломіцином (250 мг/кг), леварином (500 мг/кг) зменшувала розвиток хвороби відповідно на 6 і 8%, а врожайність в обох випадках зросла на 10-12%.

Антибіотик А-1618 ефективний проти слизового бактеріозу капусти. Використовується у формі водного розчину спиртового концентрату активністю понад 15 млн од/мл. Концентрація робочої рідини антибіотика 1:1000.

Касугаміцин. Ефективний у боротьбі з деякими фітопатогенними грибами і бактеріями лише в присутності соку рослини-живителя. Водний розчин антибіотика в концентрації 20 мкг/мл при обприскуванні посівів пригнічує пірикуляріоз рису. Нефітотоксичний.

Актидіон (циклогексамід) в концентрації 1 мкг/мл пригнічує розвиток багатьох грибних фітопатогенів. Ефективний проти стеблової іржі кукурудзи та бурої плямистості томатів.

### *Вакцинація рослин ослабленими штамами вірусів*

В останнє десятиріччя провадяться розробки із виробничого застосування "вакцинації" рослин слабовірулентними вірусами. В основу її покладено явище інтерференції мікроорганізмів, тобто пригнічення дії одного вірусу іншим при змішаній інфекції. Метод вакцинації є різновидністю інфекційного імунітету, оскільки ефект вакцинації пов'язаний з постійною присутністю і розмноженням у рослині вакцинних штамів. З цією метою, зокрема, використовується ослаблений штам вірусу тютюнової мозаїки (ВТМ) для захисту томатів.

У нашій країні вірус тютюнової мозаїки завдавав великих втрат, уражуючи в другій половині вегетації 90-100% рослин. Для захисту від нього був розроблений метод захисної вакцинації томатів (Власов та ін., 1975; Власов, Редько, 1974).

Перший вакцинний штам (У-69) був створений у 1974 р. Вакцинацію провадять у фазі сіянців за 3-4 дні до їх пікірування.

Співробітниками УкрНДІ сільськогосподарської мікробіології розроблена вакцинація томатів у гідропонних теплицях. Одержану з інституту вакцину у формі сухого порошку розводять водою, додаючи на 5 л робочої рідини 100 г карборунду з розміром часточок 250-300 мікронів. Така кількість розчину використовується для обробки сіянців на площі 1 га. Провадять її за допомогою ранцевих обприскувачів ОПР-12 або ОА-2 при робочому тиску 3-3,5 атм., тримаючи розпилювач на відстані 10-15 см від поверхні рослин. Часточки карборунду пробивають епідерміс листків, що сприяє проникненню вакцини в рослину. Для рівномірного розподілу карборунду рідину в обприскувачі періодично збовтують. Проведення вакцинації підвищує врожай на 1-2 кг/м$^2$. Але при ураженості рослин понад 20% цей захід неефективний.



## Розділ 12. ГЕНЕТИЧНИЙ МЕТОД БОРОТЬБИ З ШКІДЛИВИМИ КОМАХАМИ І КЛІЩАМИ

Представлений тут текст про генетичний метод є розділом підручника, а не розділом біологічного методу захисту рослин, бо він має свої дуже специфічні методики і завдання. В цьому ж підручнику він розглядається, бо він до певної міри близький до біологічного методу і теж має справу з організмами та керується подібною ж стратегічною метою – захист рослин без застосування інсектицидів. Обидва методи можуть застосовуватись у комплексі.

Сутність генетичного методу полягає у використанні проти того чи іншого шкідника штучно розмножених особин того ж виду, але з шкідливими для потомства генетичними властивостями, наприклад, індукованими у них летальними мутаціями, внесеними генами бездіапаузності та деякими іншими.

Індукування летальних мутації досягається дією на генетичну систему комах іонізуючих опромінювань або хемостерилізаторів. Іншими словами, в природні вогнища випускають стерилізованих комах самців. Самки природної популяції, спаровуючись з ними, відкладають нежиттєздатні яйця, тобто не дають потомства (якщо і утворюється зигота, то вона гине на ранній стадії розвитку).

Генетична система представлена хромосомами і генами. Під дією іонізуючих променів викликаються механічні пошкодження хромосом і через це функціональні порушення хромосомного апарату, тобто індукуються летальні мутації, що і зумовлює загибель зиготи.

Щоб з'ясувати, як це відбувається, нагадаємо деякі загальні поняття з курсу генетики. Сукупність хромосом складає ядро клітини. В хромосомах розміщені носії спадковості – гени, цим самим у них закодована спадковість організму. Хромосоми складаються з хроматину (нуклеопротеїн) – сполуки ДНК з білками. Основою хромосоми є молекули ДНК (дезоксирибонуклеїнова кислота).

Хромосома складається з двох дуже довгих ниток-хроматид (молекула ДНК), спірально сплетених у вигляді ланцюга. Кожна хроматида являє собою низку послідовно з'єднаних нуклеотидів. В свою чергу кожен нуклеотид складається з трьох компонентів – азотистої основи, решткн цукру (дезоксирибози), решткн фосфатної кислоти.

Азотиста основа має 4 типи: пірини (аденін і гуанін) та пірамідини (цитозин і тимін). Тобто 4 типи нуклеотидів, розміщені в молекулі ДНК послідовно у найрізноманітному поєднанні, але при цьому аденін одної хроматиди завжди з'єднується з тиміном другої, а цитозин з гуаніном (А-Т; Ц-Г). Зв'язки між ними водневі (через атом водню). При розплітанні хроматид саме ці зв'язки розриваються.

Гени – це ланки (відрізки) гігантських полімерних молекул ДНК, які розрізняються між собою кількістю і послідовністю розміщення в ланцюжку

молекул нуклеотидів. Спадкова інформація міститься в хімічній структурі генів або, іншими словами, в кількості та послідовності розміщення певних нуклеотидів.

Іноді студентам незрозуміло – як всього з чотирьох типів нуклеотидів може утворюватись велика кількість генів і величезна кількість спадкової інформації. Отже, ген складається з комплексу нуклеотидів, як слово з літер. З одних і тих же літер можна скласти слова дуже різні за змістом: математика, тематика, аттика, макети тощо. Так, саме із 4-х типів нуклеотидів складається багато генів, що мають свої властивості.

На рисунку 68 показана схема будови ДНК з двох хроматид, спірально сплетених. Під час мітозу вони розплітаються і роз'єднуються, а потім кожна з них, як матриця, відтворює точно таку половину, яка відділилась. Таке відтворення звуть реплікацією, а відбувається воно тому, що як видно із схеми структурної будови молекули ДНК (рис. 69), кожна з чотирьох азотистих основ з'єднується лише з певною азотистою основою другої, а саме аденін (А) з тиміном (Т), а цитозин (Ц) з гуаніном (Г). Відтворення це відбувається дуже швидко. Може виникнути питання: звідкіля ж беруться потрібні нуклеотиди? Вони є заздалегідь синтезовані і знаходяться в цитоплазмі.

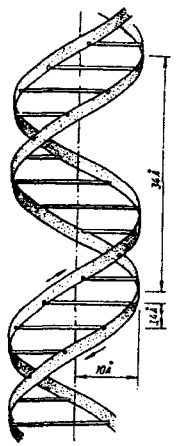


Рис. 68. **Схема будови молекули ДНК**
Наведені розміри радіуса спіралі, її кроку, висоти одного нуклеотида (за С. Гершензоном)

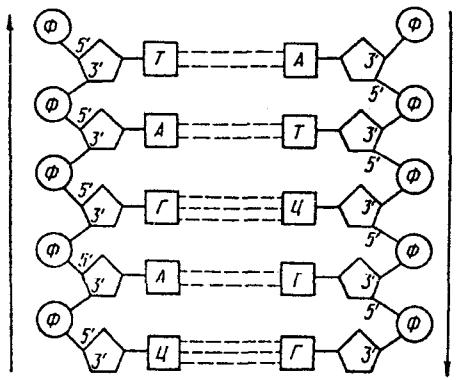



Рис. 69. **Структурна будова молекули ДНК (схема):**
ф – фосфатна решетка, д – дезоксирибоза, а – аденін, г – гуанін, т – тимін, ц – цитозин
(за С. Гершензоном)

На рисунку 70 показані два типи поділу ядра – мітоз і мейоз, які мають безпосереднє відношення до передачі спадковості. Варто звернути увагу на



те, що у кожного виду набір генів, як правило, залишається незмінним, хоча протягом життя клітини багаторазово діляться. Це свідчить про те, що існує механізм, який забезпечує під час поділу ядра високу точність повторення дочірніми ядрами генетичної структури висхідного ядра. Таким механізмом є непрямий поділ клітин – мітоз, який є універсальним способом розмноження клітин живих істот. В період між поділами клітин ядро знаходиться в стані інтерфази, в ньому відбуваються синтетичні процеси. Далі наступають послідовно такі фази: профаза, прометафаза (утворюється "веретено"), метафаза (хромосоми розміщуються в екваторіальній площині клітини і розщіплюються вздовж), анафаза (хромосоми розходяться по веретену в напрямку полюсів) і телофаза (хромосоми деспіралізуються, навкруг них утворюється ядерна оболонка, дві нові клітини обособлюються).

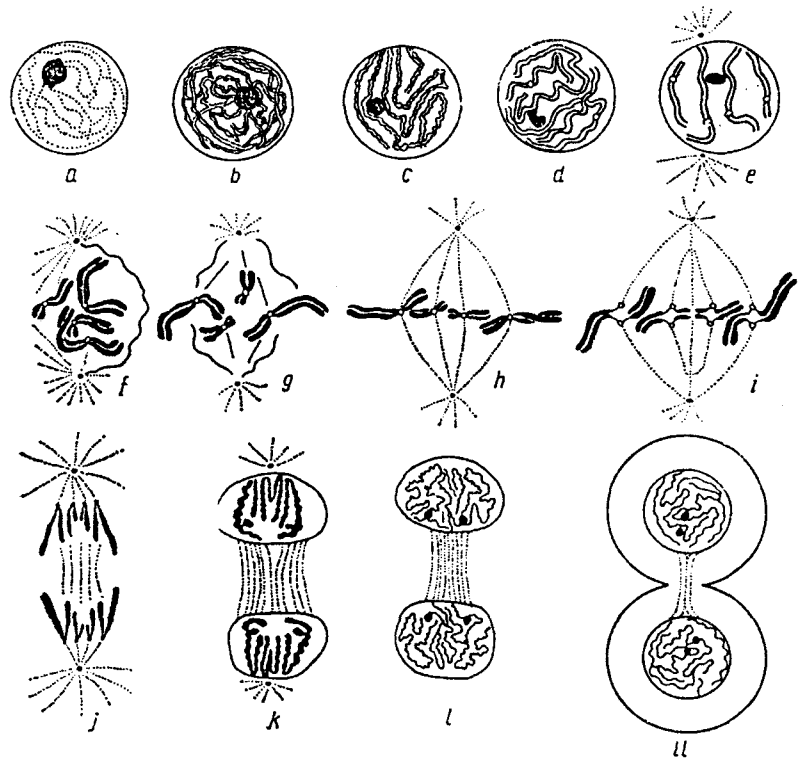



Рис. 70. **Мітоз (за Прокоф'євою-Бельговською):**
інтерфаза (a); профаза (b, c, d, e); пізня профаза або прометафаза (f, g); метафаза (h, i); анафаза (j); телофаза (k, l); створення двох дочірних клітин (ll)

При заплідненні зливається вміст двох гамет – батьківської і материнської, кожна з яких має по одному наборові хромосом. Отже, при цьому утворюється диплоїдний (подвоєний) набір хромосом (у гамет був гаплоїдний).

Перехід від диплоїдного до гаплоїдного стану клітин відбувається при мейозі, який складається з двох поділів, що йдуть один за одним – редукційного, при якому кількість хромосом з диплоїдного стає гаплоїдним, та екваційного, що проходить за типом мітозу.

Фази і стадії при мейозі – лептотенна стадія (хромосоми складаються з одної нитки), зиготенна (хромосоми уже двонитчаті, гомологічні хромосоми з обох гамет щільно зближуються, кон'югують), пахитенна, диплотенна, стадія діакінезу, метафаза, анафаза, телофаза (рис. 70а). Після цієї фази в новоутворених клітинах зразу ж відбувається другий етап поділу ядра за типом мітозу.

Нас в даному випадку найбільше цікавить у мейозі кон'югація гомологічних хромосом гамет, які щільно зближуються за всією довжиною, між ними йде обмін ланками для точного розподілу (урівноваження) генетичного матеріалу між майбутніми клітинами зиготи, але докладніше про це буде мова далі.

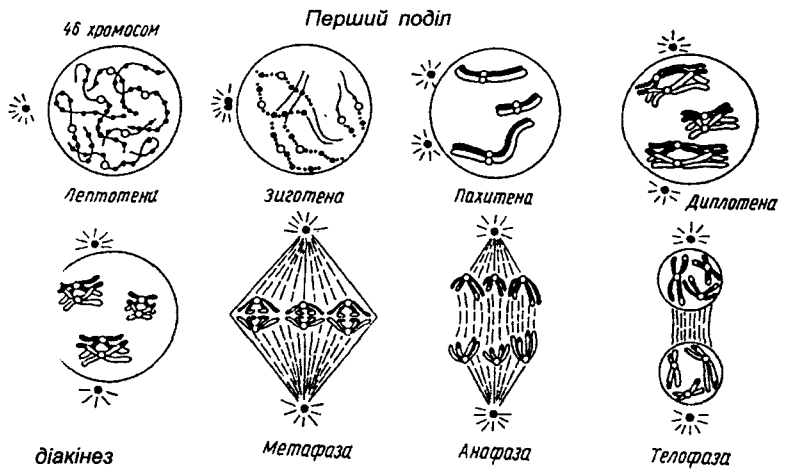



Рис. 70 а. **Схема першого (редукційного) поділу ядра при мейозі**

Під дією іонізуючого опромінення хромосоми можуть мати такі механічні пошкодження: нестача, тобто втрата частинки хромосоми внаслідок відриву певної ділянки її з одного кінця; делеції – теж втрачається частинка хромосоми, але не з краю, а в середині, внаслідок двох розривів; дуплікація – подвоєння певного фрагмента хромосоми, внаслідок приєднання відірваного від іншої; інверсія – певний відтинок хромосоми, відірваний від неї, знову приєднується, але у стані, перевернутому на 180°. Тут порушується послідовність розміщення генів у хромосомі, а це негативно впливає на хід кон'югації її з нормальною гомологічною хромосомою другої гамети. Часто такі хромосоми після кон'югації не можуть розійтись – утворюються анеплоїдні гамети із здвоєною цією хромосомою, або без неї взагалі.



Транслокації – утворюються внаслідок обміну відтинками (локусами) між кількома (дві і більше) негомологічними хромосомами.

При спаровуванні природних самок шкідника із стерилізованими самцями зливаються гамети – материнська з нормальним набором хромосом і батьківська з транслокованими хромосомами. Тому кон'югація гомологічних хромосом при мейозі тут не може відбутися нормально, бо хромосоми батьківської гамети транслоковані – у них втрачені певні локуси, а інші мають додаткові "чужі" локуси. Це і призводить до мутацій. В залежності від ступеня пошкодження батьківських хромосом ці мутації можуть викликати або відносно невеликі зміни в потомстві, або мутації летальні, коли зигота гине на початковій стадії розвитку – домінантні летальні мутації. При менших дозах опромінення і відповідно менших пошкодженнях хромосом можуть бути рецесивні летальні мутації, що проявляються у першому ($F_1$), другому ($F_2$) та подальших поколіннях.

Для багатьох видів шкідників встановлено, які дози опромінення викликають домінантні, а які рецесивні летальні мутації. Для тих же видів, для яких ці дані ще не з'ясовані, перш ніж планувати застосування проти них генетичного методу, необхідно провести дослідження для одержання відповіді на всі ці питання.

**Чутливість комах до опромінення**. Звичайно для окремих видів вона може значно відхилятись від наведених середніх даних. В цілому ж, комахи досить стійкі до іонізуючих променів. Летальні дози для мух здебільшого знаходяться в межах 4-10 кр. Для багатьох метеликів вони значно більші – 30-40 кр., для яблуневої плодожерки – 40-48 кр., а для південної комірної та зернової молі сягав 100 кр.

Звичайно на практиці застосовують значно менші дози, щоб особини зберігали високу активність при спаровуванні і були конкурентоздатними в порівнянні з природними, інакше самки спаровуватимуться з природними самцями і буде малий ефект від випуску стерилізованих самців.

Краще випускати стерилізованих самців, а не обидві статі. Щоправда, іноді їх важко розділити і доводиться випускати разом. Існує, правда, спосіб, але він досить складний і потребує часу. Для полегшення розділення статей використовують маркування статі за допомогою зчепленого з нею, сигнального гена, що зумовлює, наприклад, недорозвинення крил у самок чи колір очей тощо.

Вперше генетичний метод був запропонований визначним генетиком акад. О.С. Серебровським. Ним в 1939 р. була опублікована стаття, в якій він

теоретично обгрунтував можливість генетичного методу боротьби з шкідливими комахами. Проте на той час ні наша країна, ні інші не були готові до здійснення цієї пропозиції. Тому більшість фахівців віднеслись до цього критично. Потім, у зв'язку з війною, було не до цього. Після війни на сумновідомій V-й сесії ВАСГНІЛ генетика взагалі була об'явлена лженаукою і піддана "анафемі", тож і самому О.С. Серебровському замість почестей була лайка.

Але в кінці 50-х років з'ясувалась хибність такого відношення до генетики. В 1971 р. була видана книга акад. О.С. Серебровського "Теоретические основания транслокационного метода борьбы с вредными насекомыми".

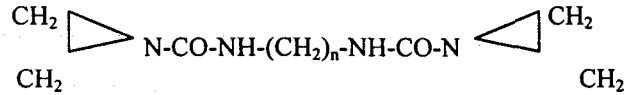
Хоч генетичний метод був вперше запропонований в Росії, але застосували його вперше в США для боротьби з дуже небезпечним шкідником сіркою м'ясною мухою (Cochliomyia hominivorax C.P), яка завдавала величезної шкоди тваринництву, особливо в південних штатах (Техас та інші). Вона відкладає яйця в ранки або подряпинки шкіри корів та інших тварин на пасовищах. Личинки мух виділяють такий токсин, що тварини гинуть. Матеріальні збитки обчислювались багатьма десятками мільйонів доларів.

Проведенням досліджень та практичним застосуванням генетичного методу проти цього шкідника керував професор Knipling E.F. Докладніше про ці роботи мова буде далі.

Стерилізація комах може бути викликана не лише іонізуючим опроміненням, але й під дією деяких хімічних речовин, т.зв. хемостерилізаторів. Ці речовини відносяться до різних класів сполук. Найбільш інтенсивно вивчали ці способи стерилізації американські вчені в післявоєнні роки. Було опубліковано сотні робіт. Така активність пояснюється деякими перевагами використання хемостерилізаторів у порівнянні з іонізуючим опроміненням. Так, для цього не потрібні громіздкі установки як для опромінювання, так і променевого захисту працівників. Роботи ці дешевші. Крім того, їх можливо застосовувати безпосередньо в природних вогнищах шкідників (тоді можна було б обійтись без штучного розведення комах в лабораторіях чи в біофабриках та не розробляти живильні середовища).

При цих дослідженнях було виявлено велику кількість сполук, що мали більш або менш виражені властивості хемостерилізаторів.

Значна частина їх відносилась до алкілуючих речовин. Алкілування – здатність до заміщення атома водню в нуклеофільних сполуках на алкільну групу, що призводить до заміни амінокислот в поліпептидах, порушення послідовності їх розміщення. Типовими є біфункціональні етиленоміни, зокрема фосфімід.




де, n = 4 - 8.



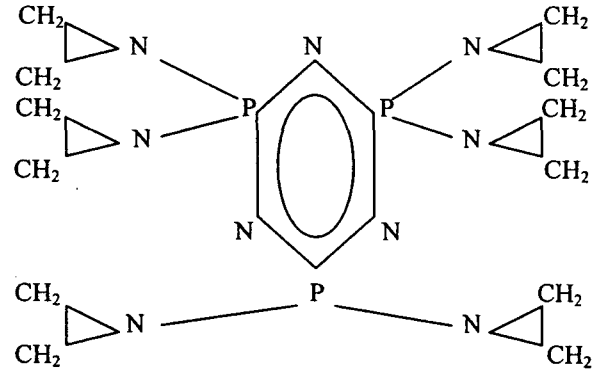
Він стерилізує бавовникового довгоносика при обприскуванні посівів 2%-ним розчином (хоча для нього не токсичний).

Біфункціональні алкілуючі сполуки виявляють більшу стерилізуючу дію на комах, ніж монофункціональні.

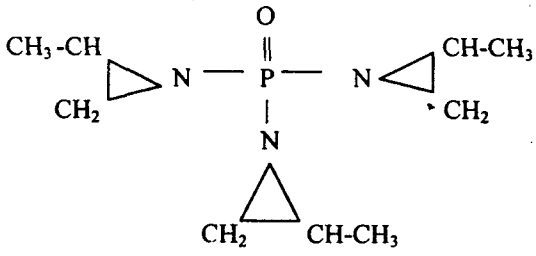
Крім алкілуючих сполук (афолат, ТЕФ, ТіоТЕФ та ін.), до хемостерилізаторів відносяться неалкілуючі (як ГМФ), а також антиметаболіти (аміноптерин, 5-фторурацил та ін.), алкалоїди (колхіцин), антибіотики (порфіроміцин), органічні сполуки олова (хлортрифенілолово) та інші (тіосечовина), деякі гормони та їх аналоги.

За літературними даними, деякі з них (як ГМФ) в організмі комах деметилують, перетворюючись в алкілуючу сполуку, тому і викликають більш глибоку стерилізаційну дію, ніж, наприклад, афолат.

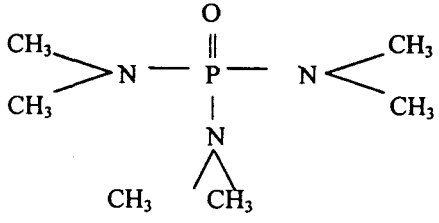
Наводимо деякі дані про найбільш вживані для боротьби з комахами хемостерилізатори.


CH2
N
CH2
P
N
CH2
CH2
CH2

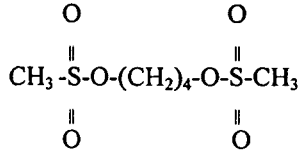
ТіоТЕФ. Структурна формула подібна до попередньої, лише замість кисню сірка. В організмі перетворюється в ТЕФ.



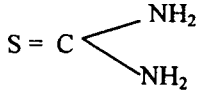
МеТЕФ. Рідина солом'яного кольору, запах аміну, кипить при 118-125°С. Розчиняється у воді і органічних розчинниках, гідролізується у кислих середовищах, $ЛД_{50}$ – 136 мг/кг.



ГМФ (гексаметилтриамідофосфат). Прозора рідина з слабким запахом аміну. Розчиняється у воді. Стабільна. $ЛД_{50}$ – 2500 мг/кг.

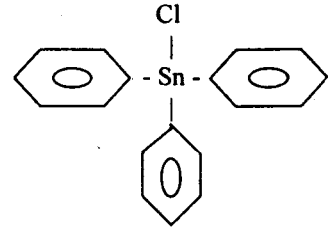


Бусульфан. Використовується проти бавовникового довгоносика. Менш токсичний для теплокровних порівняно з ТЕФ.



Тіосечовина. Біла кристалічна речовина без запаху. Стабільна при кімнатній температурі. $ЛД_{50}$ – 125 мг/кг.





Хлортрифенілолово. Біла кристалічна речовина без запаху. Розчиняється в ацетоні. $ЛД_{50}$ – 136 мг/кг.

Антиметаболіт аміноптерин. $ЛД_{50}$ – 4,5 мг/кг.
Алкалоїд колхіцин. $ЛД_{50}$ - 1-2 мг/кг.
Третамін. $ЛД_{50}$ 1 мг/кг.

Дія на організм комах-хемостерилізаторів подібна до іонізуючого опромінення. Вона залежить від виду і хімічного класу сполуки, її дози, стадії розвитку комахи та статі тощо. При сублетальних дозах хемостерилізатори можуть виявляти мутагенну та гаметоцидну дію на статеві клітини, зокрема, викликати аспермію або зменшення виділення сперми, зменшення кількості яєць, що відкладає самка, а також їх повну або часткову нежиттєздатність, зменшення активності (конкурентоздатності) самців при спаруванні, атрофію яєчників, пригнічення синтезу білків, індукування домінантних чи рецесивних летальних мутацій.

Слід враховувати, що гамма-опромінення, як і деякі хемостерилізатори, при менших дозах можуть викликати тимчасову безплідність, яка через деякий час припиняється і самки знову приступають до відкладання яєць. Щоб запобігти цьому, потрібно збільшити дозу або використати сильніші стерилізатори (ТЕВ) чи жорсткіші іонізуючі промені (швидкі нейони). Внаслідок дії опромінення та хемостерилізаторів при менших дозах викликаються крапкові пошкодження одної хроматиди молекули ДНК в хромосомах, що зумовлюють крапкові генні мутації. При більших дозах механічні пошкодження охоплюють обидві хроматиди хромосом у вигляді делецій, інверсій, транслокацій. При певних дозах опромінення викликаються змішані генні і хромосомні мутації, до них відносяться і рецесивні мутації, наприклад, деяких двокрилих.

Висока стійкість до опромінення лускокрилих (яблунева плодожерка і ін.) пояснюється особливістю будови їх хромосом, які мають множинні центромери, через що окремі локуси їх при мітозі та мейозі не втрачаються, а впорядковано розходяться у фазу веретена, до полюсів. Для стерилізації стійкіших до опромінення видів, зокрема, лускокрилих, доводиться застосовувати більші дози опромінення чи хемостерилізаторів, проте це можливо до

певної межі, поки доза не викликатиме зниження активності самців при спаровуванні. Щоб подолати цю перепону, застосовують опромінення в два прийоми, меншими дозами, комбінують опромінення з хемостерилізацією тощо. Крім того, в останні десятиріччя з'ясувалось, що в ряді випадків значно менші (в 2-3 рази) дози опромінювання, які викликають часткову стерилізацію комах, можуть бути більш ефективно застосовані для боротьби з ними. Вони індукують рецесивні летальні мутації, які проявляються на наступних поколіннях ($F_1$, $F_2$, $F_3$), причому ступінь дії з кожним роком зростає і часто закінчується майже повним винищенням популяції.

Так, за даними американських дослідників (North D.T., Holt G.G., 1971), опромінення лялечок капустяної металовидки (Trichoplusia ni Hb.) за три дні до вильоту метеликів швидкими нейронами дозою 10 кр зумовило 43,1%-ну безплідність материнського покоління (Р) та уже 100%-ну стерильність самців і 98,3%-ну самок наступного покоління ($F_1$) і було значно більшим, ніж гамма-випромінення в 1,5 рази вищою дозою (15 кр.).

Перш ніж застосовувати генетичний метод, потрібно провести значні підготовчі роботи та дослідження, які займають більше часу, ніж сама боротьба.

Перш за все, потрібно вибрати найбільш ефективний і дешевий спосіб стерилізації – вид іонізуючого опромінення чи хемостерилізатора, визначити дози та проти якої фази розвитку шкідника найкраще його застосовувати. Хоча здебільшого застосовують його до лялечок, проте деякі автори вважають краще стерилізувати імаго, бо при цьому самці матимуть більше сперми, ніж у першому випадку. До того ж мав місце невдалий випадок застосування опромінених пупаріїв середземноморської мухи в Італії, бо виліт мух з розкиданих з літака пупаріїв дещо затримувався через знижені нічні температури. За цей час (близько доби) значну частину їх винищили мурашки та інші хижаки. Отже, це питання в кожному окремому випадку також має бути обґрунтованим.

Доведеться провести дослідження, в яких, зокрема, випробувати різні дози опромінення, способи і норми випуску. Багато авторів рекомендують випускати таку кількість стерилізованих самців, щоб вона в 10 разів перевищувала природну щільність (іноді в 15 разів). Проте відомі випадки, коли ефективними виявилися значно менші норми. Отже, потрібно буде поставити досліди, якщо стосовно цього виду в літературі відсутні потрібні публікації. Слід мати на увазі, що намічене співвідношення чисельності у вогнищах шкідника потрібно буде підтримувати впродовж всього періоду відкладання самками яєць, а коли воно буде значно зменшуватись, доведеться додатково випускати опромінених комах.

Дуже важливою справою є також масове розведення в лабораторії (чи біофабриці) комах у тій кількості, що потрібна для стерилізації. Щоб зменшити обсяг робіт із лабораторного розведення комах, здебільшого попередньо проводять винищувальні заходи: авіаобприскування вогнищ мікробіологічними чи хімічними препаратами, зокрема, черезсмужне малооб'ємне крупнокраплинне обприскування інсектицидом з додаванням феромону.



Для масового лабораторного розведення комах потрібен буде здоровий маточний матеріал та випробувані живильні середовища.

**Досвід застосування генетичного методу.**

Вперше практично він був застосований у 1954 р. під керівництвом професора Найплінга Е.Ф. (Knipling E.F.) проти небезпечного шкідника – сірої м'ясної мухи (Cochliomyia hominivorax C.P.) на о. Кюросао у Карибському морі на площі близько 50 тис. га. Штучно розведені і опромінені дозою 5-6 кр. пупарії мухи розкидали з літаків щотижня протягом п'яти місяців (п'ять поколінь). Внаслідок цього, ця муха на острові була повністю винищена.

Другий регіон, де був застосований цей метод у 1958-59 рр. проти того ж шкідника, це – півострів Флорида (США) на площі близько 22 млн га. Застосовували теж розкидання опромінених пупаріїв мухи з літаків. Було задіяно 20 літаків, які щотижня розкидали пупарії протягом 15 місяців (тобто проти 11-12 поколінь). Всього зроблено 66 випусків і при цьому розкидано 3,2 млрд пупаріїв (2 екз./га) при кожному випуску. Після цього мухи на півострові не знайдені.

Згадані два випуски були репетицією перед проведенням в 1962-63 рр. боротьби на основній території, де був поширений цей шкідник, – штат Техас і сусідні південні райони США, на загальній площі близько 50 млн га. Для опромінення пупаріїв застосовували гамма-промені. Всього було опромінено дозою 4,5 кр. 7,8 млрд. пупаріїв, які потім розкидали з літаків. Роботи тривали протягом трьох років.

Масове розведення мухи кохліомії було організоване на спеціально влаштованій для цього біофабриці. Великою заслугою керівника Е.Ф. Найплінга та його співробітників було вдало створене штучне живильне середовище (ШЖС), бо ж муха живиться в живих тваринах. Для виготовлення ШЖС були використані відходи боєнь.

Всього на проведення боротьби в шт. Техас було витрачено 12 млн дол., а збитки, яких завдавала муха на цій території щорічно, становили близько 100 млн дол.

В результаті проведеної боротьби муха була винищена, щоправда, вона залишилась у сусідній Мексиці, звідкіля буде поступово мігрувати і в Техас.

В 1963-64 рр. був застосований генетичний метод проти східної плодової мухи (Dacus dorsalis) на о. Гуам (площа 54 тис. га). Боротьба була проведена після тайфуну, який знищив значну частину плодових насаджень, що зменшило обсяг робіт. Було розведено, опромінено і розкидано з літаків 17 млн пупаріїв. В результаті муха була винищена.

В 1962 р. був застосований такий же спосіб проти динної плодової мухи (Dacus cucurbitae Coq.) на о. Рота (Маріанський архіпелаг) на площі 8,4 тис. га. Опромінені пупарії щотижня розкидали з літака протягом 8 місяців. Всього було використано 257 млн пупаріїв. Муха на острові була винищена.

Ще ефективніше в 60-70-х роках на кількох островах в Океанії використовували розкидання з літака опромінених пупаріїв східної чи динної плодових мух, яке завершувалось розкиданням невеликих картонних квадратиків (або підвішування на гілках), просочених сумішшю феромону мухи та інсектициду диброму, кількість якого на 1 га становила всього 0,5-2 г.

В Канаді застосовували випуск опромінених самців яблуневої плодожерки (доза 40 кр. та 50 кр.) тричі на тиждень. Число зимуючих гусениць зменшилось в 100 разів, але повного винищення плодожерки в дослідному саду досягти не вдалось через залітання метеликів з сусідніх садів.

В Радянському Союзі (Латвія) та Швейцарії опромінених жуків травневого хруща (доза 3 кр.) випускали на окремі ділянки у співвідношенні 3:1. Досліди виявились високоефективними.

Тут наведені перші роботи із застосовуння генетичного методу. За останні два десятиріччя його використовували особливо в комплексі з феромонами в різних країнах, в т.ч. в республіках колишнього Радянського Союзу. Слід наголосити, що саме в комплексі із застосуванням феромонів, він має найбільшу перспективу.

Проте генетичний метод не обмежується однією стерилізацією комах. Він має в своєму арсеналі ще і ряд інших напрямків, зокрема, введення генів бездіапаузності, використання цитоплазматичної несумісності віддалених популяцій, а також антигормонів, матрона тощо.

**Введення в популяцію комах генів бездіапаузності**. Зимова діапауза комах є проявом нейрогуморальної регуляції життєвого циклу під впливом кліматичних особливостей регіону. Іншими словами, 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 з сприятливими для цього температурними умовами, а може бути згубним. Ця адаптація комах до сезонності місцевих кліматичних умов забезпечується набором відповідних генів. У комах з іншої кліматичної зони, звичайно, цей набір інший. Цікаві дані наводить К. Гейспіц.

При переселенні гусениць Воронезької популяції соснового шовкопряда в Ленінградську обл., 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.

Що стосується бездіапаузного розвитку, то він регулюється відповідними генами, які мають комахи, що заселяють тропічну і частково субтропічну зони.



Деякі види мають великі ареали, так що південна частина їх досягає тропіків, а північна знаходиться в помірній зоні, як наприклад, перелітна сарана та ін.

Отже, схрестивши представників південних і північних популяцій, можна одержати гібриди із введеними генами бездіапаузності. Випуск їх у вогнища в помірній зоні викличе загибель значної частини потомства через нездатність увійти в зимову діапаузу. Якщо ж гени бездіапаузності будуть рецесивними, то це триватиме кілька поколінь.

У США застосували цей спосіб для боротьби з бавовниковим довгоносиком. Селекціонери вивели гібрид між місцевою (червоною) і тропічною популяцією (чорною). Гібрид мав бронзове забарвлення.

Випустили гібридних жуків у вогнище на площі 2,8 га. В 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 для відлову самок довгоносика (феромон виділяють самці), що перезимували (гібридні), застосовували феромонні пастки.

Підрахунки показали, що такий спосіб виявився в 5 разів ефективнішим і дешевшим у порівнянні з стерилізацією довгоносика.

**Використання цитоплазматично несумісних популяцій**. У багатьох видів комах та кліщів, особливо тих, що мають великі ареали, як наприклад, непарний шовкопряд, озима совка, карадрина, капустяна металовидка, комарі, гессенська муха, перелітна сарана, яблунева плодожерка та ін., територіально віддалені популяції (чи раси) можуть бути цитоплазматично несумісними, тобто репродуктивно ізольованими. Виявивши такі раси, можна розмножувати в лабораторіях чи біофабриках і випускати в достатній кількості самців у вогнища цього шкідника в даній місцевості. Механізм дії цього заходу і ефективність будуть приблизно такими, як би ми випускали стерилізованих комах. Перевага такого способу полягає в тому, що не потрібно займатись стерилізацією. Також зменшуються витрати.

Практично цей спосіб застосовували на практиці мало, зокрема, його успішно застосовували у Бірмі для винищення комара.

**Використання матрону**. В 1970 р. американським дослідником встановлено, що при спаровуванні самці комах, крім сперми, переносять секрет придаткових статевих залоз, який назвали матроном. Після цього самки відмовляються від спаровування. Ін'єкція його самкам, які ще не спаровувались, призводить до відмови від спарювання взагалі. Отже, в принципі, його можливо застосовувати для обприскування вогнищ шкідників у природі. Це набагато спростило б боротьбу з багатьма шкідниками. Проте він поки що недостатньо вивчений.

Можуть виникнути у декого запитання – які ж переваги має генетичний метод, якщо для забезпечення успіху іноді треба для зниження чисельності шкідника проводити з ним попередньо хімічну боротьбу. То чи не простіше

взагалі вести захист культури за допомогою хімічного методу. Такий висновок був би неправильний. Справа в тому, що потреба в попередньому проведенні хімічної боротьби може виникнути лише в окремих випадках, щоб знизити видатки на розмноження особин шкідника в лабораторії, бо це дуже дорога процедура.

Що стосується переваг генетичного методу, то вони полягають у надзвичайних його потенціальних можливостях, в чому легко переконатись з наведених у цьому розділі прикладів про застосування його проти особливо небезпечного шкідника – сірої м'ясної мухи на о. Кюрасао, на п/о Флорида та в Техасі, а також проти тропічних плодових мух.

Американські вчені, готуючись до застосування генетичного методу проти згаданих шкідників, проводили розрахунки за допомогою математичних моделей ймовірної динаміки чисельності гіпотетичної популяції шкідника при застосуванні цього методу у порівнянні з хімічним. В таблицях 8-11 наводяться деякі одержані ними дані. Слід мати на увазі, що для кожного виду, як і для кожної окремої ситуації (рівня ефективності ентомофагів та патогенів, погодних умов тощо) перебіг цієї динаміки буде різний. Крім того, наведені дані є також до певної міри орієнтовними, бо при розрахунках автори дещо спрощували вплив комплексу зовнішніх факторів на розмноження популяції. Тому ці дані наводяться для загальної орієнтації.

В нашій країні і в Росії вчені теж розробляють застосування математичних моделей (здебільшого рівнянь множинної регресії) для прогнозування чисельності популяцій шкідників. Проте на динаміку розмноження шкідника впливає багато мінливих факторів, тому поки що точність довгострокових прогнозів невисока.

В таблиці 8 наводяться дані про максимальний вплив різних рівнів стерильності на розмноження гіпотетичної популяції.

Таблиця 8 – **Максимальний вплив різних рівнів стерильності на розмноження популяцій**

| Рівень стерильності, % | Максимальне зниження здатності до розмноження, % | Рівень стерильності, % | Максимальне зниження здатності до розмноження, % |
|---|---|---|---|
| 25 | 43,75 | 80 | 96 |
| 50 | 75 | 90 | 99 |
| 75 | 93,75 | 99 | 99,99 |

В таблиці 9 наводяться дані про зміну чисельності гіпотетичної популяції внаслідок щорічного проведення хімічної боротьби (з ефектом 90%) та стерилізації 90% особин (для полівольтинних видів - проти кожної генерації).

З даних таблиці видно, що при 90%-ній стерилізації особин кожного покоління популяція повністю буде винищена на шостій генерації, а при проведенні хімічної боротьби з ефективністю 90% – лише на 21-й.



Таблиця 9 – **Зміна чисельності популяції при 90%-ному щорічному її скороченні інсектицидами або 90%-ній стерилізації**

| № покоління | Природна популяція. 5-разове зростання | Зміна чисельності експериментальної популяції | |
|---|---|---|---|
| | | при 90%-му знищенні пестицидами кожного покоління | при 90%-ній стерилізації кожного покоління |
| 1 | 1000000 | 1000000 | 1000000 |
| 2 | 5000000 | 500000 | 50000 |
| 3 | 25000000 | 250000 | 2500 |
| 4 | 125000000 | 125000 | 125 |
| 5 | " - " | 62500 | 6 |
| 6 | " - " | 31250 | 0 |
| 11 | " - " | 976 | |
| 16 | " - " | 31 | |
| 21 | " - " | 1 | |

Проте природна популяція шкідника перші кілька років масового розмноження звичайно щорічно зростає в декілька разів (табл. 10). В таблиці 11 при розрахунках динаміки допущено збільшення в п'ять разів.

Таблиця 10 – **Зміна чисельності природної популяції при випуску стерильних самців у кожне покоління**

| Природна популяція, особин | Випуск стерильних самців у кожне покоління | Співвідношення стерильних і природних самців | % самок, які будуть спарюватись зі стерильними самцями | Чисельність наступного покоління |
|---|---|---|---|---|
| 1000000 | 2000000 | 2:1 | 66,7 | 333333 |
| 333333 | 2000000 | 6:1 | 85,7 | 47619 |
| 47619 | " - " | 42:1 | 97,9 | 1107 |
| 1107 | " - " | 1807:1 | 99,95 | 1 |

Таблиця 11 – **Зміна чисельності природної популяції при випуску стерильних самців за умови 5-разового зростання популяції щорічно**

| № покоління | Природна популяція (без втручання) | Чисельність регульованої популяції, тис. особин | | Співвідношення стерильних особин до природних |
|---|---|---|---|---|
| | | природні | випуск стерильних | |
| 1 | 1000000 | 1000 | 9000 | 9:1 |
| 2 | 5000000 | 500 | " - " | 18:1 |
| 3 | 25000000 | 131,6 | " - " | 68:1 |
| 4 | 125000000 | 9,5 | " - " | 942:1 |
| 5 | 625000000 | 0,05 | " - " | 180000:1 |

З наведених даних видно, що генетичний метод дійсно має величезні потенціальні можливості. В зв'язку з тим, що на його проведення потрібні значні витрати, застосовують його проти найбільш небезпечних шкідників.

## Розділ 13. ВИВЕДЕННЯ І ВПРОВАДЖЕННЯ СОРТІВ, РЕЗИСТЕНТНИХ (СТІЙКИХ) ДО ШКІДНИКІВ І ХВОРОБ

### 13.1. Внесок науки в створення стійких сортів і гібридів

Нині у розв'язанні проблеми підвищення стійкості рослин беруть участь не тільки селекціонери й генетики, а й імунологи, фітопатологи, ентомологи, біохіміки.

У нашій країні в різних регіонах функціонує декілька селекційних центрів, у яких проводиться грунтовна робота з виведення нових стійких сортів основних культур, налагоджено співробітництво в цьому питанні з країнами світу. Вже створено сорти пшениці, стійкі до стеблової іржі, панцирні сорти соняшника – 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 доводиться витрачати 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 патогену на території країни представлений багатьма популяціями, які в генетичному відношенні є гетерогенами, тобто складаються з різних за вірулентністю рас. По-друге, особливо у світі мікроорганізмів, спостерігається швидке утворення нових форм внаслідок мутацій та появи рецесивних алелів в уже існуючих расах. У спеціальній літературі зустрічаються дані й про те, що досить впливовим мутагенним фактором є хімічні обробки посівів.

Нові вірулентні раси патогену, 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. У багатьох випадках це може набути форми епіфітотій, чому сприяє вирощування деяких сортів на величезних територіях (і навіть на територіях сусідніх країн). Так, дуже поширені у свій час сорти пшениці Аврора і Кавказ, раніше стійкі проти збудників бурої іржі, на початку 70-х років втратили цю стійкість і масово уражувались цією хворобою.

Вчені виявили, що на посівах нового сорту відбувається відбір саме вірулентних для нього рас патогену. Цілком очевидно, що чим більша територія, зайнята посівами нового сорту, тим швидше з'являються вірулентні для нього раси і більша ймовірність того, що хвороба може набути масштабів епіфітотії. До нових сортів, які мають генетично нерізку відмінність від попередніх сортів, патогени пристосовуються швидше.

Науковцями встановлено, що патоген найшвидше пристосовується до нового стійкого сорту у разі подібності до нього за структурою білків, які визначають імунно-хімічну подібність. Ця ознака має діагностичне значення і використовується для прогнозування стійкості створюваних сортів до найбільш потенційно небезпечної (на найближчий період) раси патогену. У наукових селекційних центрах країни розроблені експрес-методи для порівняння ступеня подібності білків створюваного сорту та патогену, 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 з метою виявлення вірулентних рас, що дає змогу завчасно прогнозувати можливі спалахи епіфітотій.

Розроблені заходи щодо запобігання можливим епіфітотіям нових вірулентних рас патогенів та рекомендації з вирощування декількох сортів з різним набором генів стійкості, розміщенні їх упереміш по всій території.

Як відомо, дикі родичі наших культурних рослин є, звичайно, стійкішими до збудників хвороб і можуть бути донорами генів стійкості. Тому перспективним для вітчизняної науки, зокрема, є метод віддаленої та міжвидової гібридизації рослин. Так, високу стійкість до основних хвороб і шкідників мають пирійно-пшеничний гібрид, пшенично-житні та ін.

Робота із створення нових стійких сортів у нашій країні проводиться безперервно. Великий внесок у цю галузь зробили вчені М.І. Вавілов, В.С.Пустовойт, Л.А. Жданов, Г.В. Пустовойт, П.П. Лук'яненко, В.Н. Ремесло, М.С. Дунін, І.П. Дорожкін, І.Д. Шапіро, Н.А. Вілкова та багато інших.

Створення сортів, стійких до шкідливих комах і кліщів, внаслідок багатьох причин є ще складнішою справою, ніж селекція сортів, стійких до патогенів. Адже комахам властиві велика вибірна і пошукова здатність, вони мають дуже досконалий сенсорний апарат і велику пластичність.

У процесі взаємопов'язаної еволюції рослин і комах-фітофагів виробилась не тільки складна система імунних бар'єрів рослин, але й спеціалізація фітофагів, спрямована на їх подолання (І.Д. Шапіро, Н.А. Вілкова, 1972).

Відносно стійкими до гессенської мухи є сорти пшениці Миронівська 608, Ювілейна, Іллічівка, однак в останні роки стійкість їх значно зменшилась.

Високий вміст репелентних і токсичних для шкідливих організмів речовин знижує якість урожаю, тому можливості їх використання в селекції рослин дуже обмежені.

У роботах Н.А. Вілкової та І.Д. Шапіро встановлено імунологічне значення структури вуглеводів і білків рослин, їх антибіотичний вплив (у стійких сортів) на фітофаги, який порушував їх живлення та енергетичне забезпечення організму. Зазначена можливість оцінки стійкості сортів рослин до шкідливих комах за допомогою відмінності ступеня "атакованості" біополі-

мерів ендосперму (зокрема, зерен крохмалю), зміною активності гідролітичних та окислювальних ферментів фітофага, функціональної напруженості слинних залоз та ін. Розроблені експрес-методи оцінки ступеня стійкості рослин проти шкідливої черепашки, горохової зернівки та інших видів шкідливих комах. Це відкриває більші можливості використання даного явища у селекції рослин на стійкість проти шкідників.

Прикладом рослин, що характеризуються антибіотичною дією на фітофаги, є сорти картоплі, відносно стійкі до колорадського жука – Темп, Столовий 19, Чарівниця, Олев, Іскра та ін.; гібриди кукурудзи, відносно стійкі до стеблового кукурудзяного метелика – ВІР 42.МВ. ЗПСП 48А, Черкаський 61, Краснодарський 303 ТВ, Ювілейний 60 МВ; сорти капусти, стійкі до капустяних мух – Московська пізня 15 та ін.

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 для рослин умов витривалість рослин різко знижується. Практично вона проявляється в тому, що, незважаючи на пошкодження, рослина дає урожай, хоча й дещо знижений.

Слід зазначити, що низька стійкість сорту до патогенів і шкідників не може компенсуватись його витривалістю, хоч, звичайно, останню треба враховувати при розробці захисних заходів, зокрема, при визначенні 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. Так, на основі панцирних сортів соняшника виведений 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. Комплексно відносно стійкими є сорти ярих пшениць – Саратовська 29, Харківська 7, Новосибірська 67, а також сорти озимої пшениці – Білоцерківська 47, Киянка, Харківська 63, Харківська 81 та ін.

Методом міжвидової гібридизації створено сорт винограду, що є комплексно стійким до філоксери, мільдю, кліщів, оїдауму.

У Лісостепу України відносно стійкими до церкоспорозу, кагатної гнилі та мінуючих мух є сорти цукрових буряків – Ялтушківський однонасінний 30 та Білоцерківський полігібрид.

Стійкість сортів плодових порід 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) у певних еколого-географічних умовах. Відносно стійкими в північно-західних, центральних районах країни і на Поліссі є Антонівка звичайна, Безсім'янка Мічуріна, Пепін шафранний, Боровинка; на Україні і Північному Кавказі – Пармен зимовий золотий; Ренет Симиренка (в окремих районах), Кальвіль сніговий, Джонатан.

Виведення і впровадження у виробництво сортів, стійких до шкідників і хвороб, має бути основою інтегрованої системи захисту рослин. Це насамперед дає можливість значно зменшити обсяги застосування хімічних засобів (пестицидів). При вирощуванні навіть відносно стійких сортів кількість хімічних обробок посівів може бути скорочена до мінімуму, а при наявності високостійких сортів застосування пестицидів буде непотрібним зовсім.

У природному середовищі рослини набувають стійкості до шкідників та хвороб протягом певного періоду розвитку в залежності від умов середовища, проте резистентність рослин можна підвищувати шляхом створення резистентних сортів і гібридів, маніпуляцією середовища, в якому розвиваються рослини; корекцією фаз їх росту і розвитку.

## 13.2. Вікова резистентність рослин

У процесі біологічної еволюції встановилась закономірність, що виявляється в приуроченості розвитку комах до певних фаз розвитку рослин-господарів. Рослини є неоднаково чутливими до пошкодження шкідливими організмами. Фази розвитку, в які рослина є найбільш чутливою до пошкодження, називають "чутливими вікнами".

Як правило, найчастіше рослини гинуть від пошкодження в ранні фази розвитку. Можна навести багато фактів, які підтверджують цю закономірність. На цих стадіях можуть повністю знищуватись посіви льону льоновою блохою, посіви цукрових буряків – довгоносиками, посадки картоплі – колорадським жуком.

Молоді тканини рослин є менш вразливими до пошкодження, але така властивість у деякій мірі втрачається з розвитком рослин. Фази інтенсивного розвитку у більшості шкідливих організмів, зокрема, комах, співпадають із найвразливішими фазами розвитку рослин. Наприклад, фази відкладання яєць, розвитку личинок комах співвідносяться з певними стадіями розвитку рослин. Найбільш інтенсивне відкладання яєць, наприклад, попелицями, спостерігається на початку цвітіння рослин, а масовий вихід личинок відбувається у фазі масового цвітіння. Масова міграція трипсів на квітконосні рослини відбувається у фазі бутонізації і початку цвітіння, проте різко спадає після закінчення цвітіння.

Наявність "чутливих вікон" у злакових трав спостерігається по відношенню до вівсяної шведської мухи (Oscinella frit L.), у кукурудзи – до стеблового мете-

лика (Ostrinia nubilallis Hb.). Така періодичність заселення рослин шкідниками зумовлена насамперед морфологічними та біохімічними властивостями, синтезом у них певних біохімічних сполук. Так, резистентність кукурудзи зумовлюється наявністю біохімічної сполуки DIMBOA, концентрація якої різко спадає із процесом дозрівання культури. Резистентність різних за терміном дозрівання сортів капусти до капустяної попелиці у великій мірі залежить від синтезу глікозидів та амінокислот, які значно більше накопичуються в пізніх сортах. Приурочення розвитку шкідників до певних фаз розвитку рослин спостерігається і на прикладі інших рослин. Таку закономірність 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 використовуються селекціонерами при виведенні стійких сортів і гібридів. У процесі селекційної роботи кожну фазу розвитку лінії, нового сорту чи гібриду випробовують на стійкість до шкідників.

## 13.3. Вплив факторів навколишнього середовища на резистентність рослин

До модифікуючих факторів резистентності рослин належать температурний режим, вологість грунту, 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 при дослідженні 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 грунті впливає на вміст його в організмі рослин. А при надлишку азоту і калію – стримується процес протеолізу (зменшується вміст клітинного соку в тканинах). Дефіцит фосфору стримує процес метаболізму протеїну. Високий вміст азоту в грунті, а відповідно й у рослинах, сприяє значному росту чисельності таких шкідників, як кліщі, трипси, попелиці, мінери, нематоди. Зменшення вмісту калію стимулює процес відкладання яєць на рослини окремими видами попелиць і кліщів.

Чутливість рослин до шкідників може бути модифікована при застосуванні пестицидів або регуляторів росту, оскільки їх дія спрямована на корекцію фізіологічних процесів у рослинах. Так, 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. Певні інсектициди можуть сприяти розмноженню шкідників безпосередньо через їх вплив на рослин-господарів, водночас усувати природних хижаків і паразитів шкідливих видів комах.

Інші природно-екологічні фактори здатні також у певній мірі впливати на резистентність рослин. Так, вітер сприяє формуванню нетипової морфологічної будови і внутрішньої анатомії рослин.

Отже, резистентність рослин обумовлюється фазами розвитку рослин та їх органів, природним середовищем та генетичними особливостями рослин.

## 13.4. Генетичні варіанти підвищення резистентності рослин

Існує декілька джерел штучного підвищення рівня генетичної резистентності рослин. Розглянемо деякі з них.

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. Подібний список мають біля 100 генетичних центрів. 30 з таких центрів знаходяться в Європі і підтримують постійний зв'язок із Ресурсним центром рослин і Відділом захисту рослин у Римі (Via delle Terme di Caracalla). До списку додається інструкція щодо зберігання насіння. Деякі університети також мають повну інформацію і банк даних світових зародкових плазм рослин.

Географічні центри походження рослин – це центри зародкових плазм рослин. Вони служать джерелами селекційного пошуку резистентності рослин, особливо до певних видів шкідливих організмів. Проводяться також пошуки резистентних ознак рослин у природно-географічних зонах, де певні шкідники вважаються ендеміками. Проте, як показує практичний досвід, резистентні ознаки рослин можуть бути виявлені будь-де, навіть у місцях, в 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 найбільш доступний метод, який полягає в пошукові резистентних ознак серед існуючих сортів та гібридів, включаючи й ті, що вже широко не використовуються у виробництві, але ще є наявними в окремих господарствах або селекційних установах. Часто знаходять такі сорти, яким властива, принаймні, часткова резистентність до шкідливих агентів, котра при створенні сорту

не бралась до уваги. Такі резистентні властивості пшениці до злакових попелиць були виявлені серед існуючих в Європі сортів.

У межах різних селекційних програм постійно створюється велика кількість варіантів селекційних ліній рослин з перспективою використання їх для поліпшення агрономічних властивостей багатьох сільськогосподарських культур. Така робота передбачає проведення гібридизації, зворотного схрещування в напрямку поступальної селекції для досягнення бажаних ознак. Селекційні лінії формуються для створення варіантів пошуку резистентності рослин. Для цього рендомінізований автокросинг (схрещування рослин з різних ліній) є сильним інструментом збільшення генетичної плазми. З цією метою використовують селекційний матеріал (як правило, сорт, гібрид чи лінію), відібраний за бажаними ознаками для застосування у селекційних програмах. Висівають насіння в рядки з певним інтервалом між інших сортів, навіть часто тих, які є нерайонованими, або нових селекційних ліній, завезених із-за кордону. Окремі сорти можуть бути представлені навіть однією рослиною. Адаптований сорт з позитивними агрономічними властивостями повинен мати лише чоловічостерильну лінію (наприклад, при гібридизації кукурудзи) або рослини мають бути стерилізовані вручну. Кожна насінина, вирощена в рядку адаптованого сорту, є наслідком нової генетичної комбінації. Інші технології для створення нових варіантів включають хімічний і фізичний мутагенез.

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, вони іноді належать і до різних видів. При виявленні резистентних генів застосовують сучасні біотехнологічні методи з перенесення генетичних особливостей до культурних рослин від своїх далеких предків, які мають імунітет до шкідливих організмів. Поряд із застосуванням новітніх технологій останнім часом вдається досягти значних успіхів і за допомогою використання традиційних методів селекції. Стійкість рослин, як правило, втрачалась, особливо, на ранніх стадіях відбору рослин за певними агрономічними властивостями, наприклад, за величиною і смаковими якостями плодів. Цілком можливий також факт генетичної зміни окремих шкідливих організмів внаслідок імпорту насіння нових рас, міжконтинентального обміну посадкового матеріалу і т. ін.

При виявленні певного рівня стійкості рослин у прийнятих на виробництво апробованих сортів ця властивість сорту враховується при плануванні інтегрованої системи захисту культури. Проте часто резистентність рослин з певних причин проявляється і в нерайонованих сортах. Таку особливість селекціонери використовують для проведення майбутньої селекційної роботи. Розпочинають селекційну роботу із спостереження за результатами збереження і передачею цієї властивості від покоління до покоління. Якщо чистота резистентності популяції невідома, необхідно провести дослідження і відокремлення стійких ліній. Іноді для подальшого відбору необхідно визначити чисті лінії стійкого



сорту. Також потрібно мати попередню інформацію про передачу стійкості рослин за спадковістю. Для цього проводять схрещування між резистентною і чистою чутливою лініями або сортами. В другому поколінні ($F_2$) рослин зворотно схрещують із батьківською лінією для отримання наступного покоління ($F_3$). На таблиці 12 показано приклад такого схрещування.

Таблиця 12 – **Теоретичний розподіл найпростішої форми спадкової (тобто один ген домінантний або рецесивний) стійкості та чутливості** (за Х. Ф. ван Емденом)

| | Комбінація | % покоління з резистентними властивостями від домінантних батьків | % покоління з резистентними властивостями від рецесивних батьків |
|---|---|---|---|
| Домінантні батьки | $Б_д$ | 100 | 0 |
| Рецесивні батьки | $Б_р$ | 0 | 100 |
| $F_1$ | $Б_д \times Б_р$ | 100 | 0 |
| $F_2$- | $F_1 \times F_2$ | 75 | 25 |
| $F_3$ – зворотнє схрещування з домінантними батьками | $F_2 \times Б_д$ | 100 | 0 |
| $F_3$ – зворотнє схрещування з рецесивними батьками | $F_2 \times Б_р$ | 50 | 50 |

**Примітка:** ця форма може бути взята за взірець для інших форм спадковості, наприклад, при неповному домінуванні, полігенії.

**Щеплення.** У багаторічних насадженнях стійкість рослин до певних шкідливих об'єктів можливо 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 використовують здебільшого у тих випадках, коли резистентність визначається одним домінантним геном. Для цього необхідні точні записи послідовності покоління. Рослини схрещують між собою, і через 5 або 6 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 селекційна робота проводиться між лініями, які відрізняються за генетичною подібністю.

**Масова гібридизація.** Метод масової гібридизації використовується тоді, коли резистентність базується на полігенній основі. Селекційну роботу розпочинають з другого покоління, отриманого внаслідок схрещування резистентних і адаптованих до виробництва ліній. З третього покоління ($F_3$) відбирають, як правило,

близько 10 найбільш стійких ліній, більшість з яких подібні до первинних предків і схрещених у всіх комбінаціях. Відбір обмеженої кількості ліній і схрещування у всіх комбінаціях відбувається подібним методом і у всіх наступних поколіннях ($F_2$, $F_3$, $F_4$, і т.д.) до тих пір, поки корисні ознаки рослин і резистентність зрівняються. Такий метод може паралельно застосовуватись з декількома батьківськими лініями з низьким рівнем резистентності у відібраних лініях. Для одержання резистентних властивостей відбір розпочинають з третього ($F_3$) покоління. У другому поколінні резистентність у достатній мірі 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, а тому вірогідність поєднання резистентності з комплексом корисних ознак рослин буде значно вищою, коли 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 коли наявні і можливі до залучення корисні властивості резистентності рослин.

На рисунку 71 показано три типи конвергентного схрещування рослин (схеми 1,2,3).

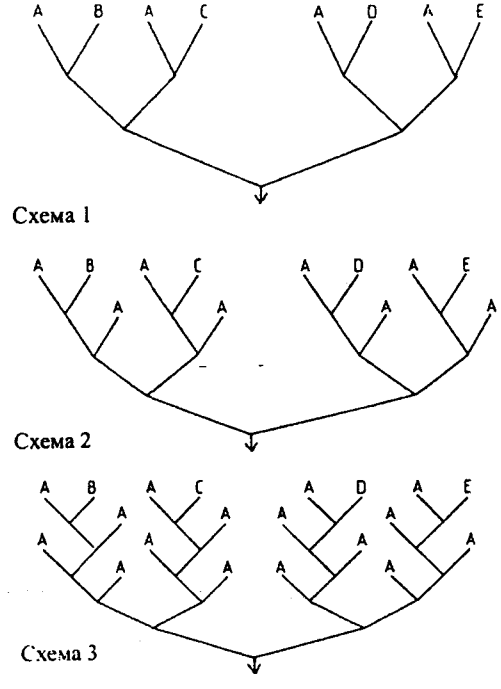



Рис. 71. **Схеми конвергентної рекомбінації.**
A – лінія чутлива до шкідників, але має корисні агрономічні властивості, B, C, D, E – лінії, які несуть різні домінантні гени резистентності до шкідників (за Х. Ф. ван Емденом)



При проведенні селекційної роботи з виведення резистентних сортів за схемами 2 і 3 вдається досягти кращих результатів, ніж за схемою 1.

## 13.5. Суть та біологічні особливості феномену резистентності рослин

Генетичний характер резистентності рослин дає змогу вченим-селекціонерам використовувати цінні властивості стійкості рослин до шкідливих організмів при виведенні 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 такого механізму резистентності полягає в тому, що антиксенотичних (непреферентних) рослин уникають шкідливі організми.

Антибіоз. Суть цього механізму – властивість негативного впливу рослин на ріст, розвиток, виживання та потенційну продуктивність шкідників, паразитів та патогенів.

Толерантність є компенсаційною реакцією рослин на пошкодження шкідливими організмами. Толерантна рослина фізіологічно спроможна у певній мірі компенсувати шкоду, заподіяну шкідниками.

Базовою основою цього феномену є анатомічні чи фізіологічні (включаючи біохімічні) або комбіновані у тій чи іншій мірі механізми резистентності.

Функціональна дія цих механізмів ще недостатньо вивчена і є не повністю зрозумілою. Окремі функції цих механізмів представлені на рисунку 72.

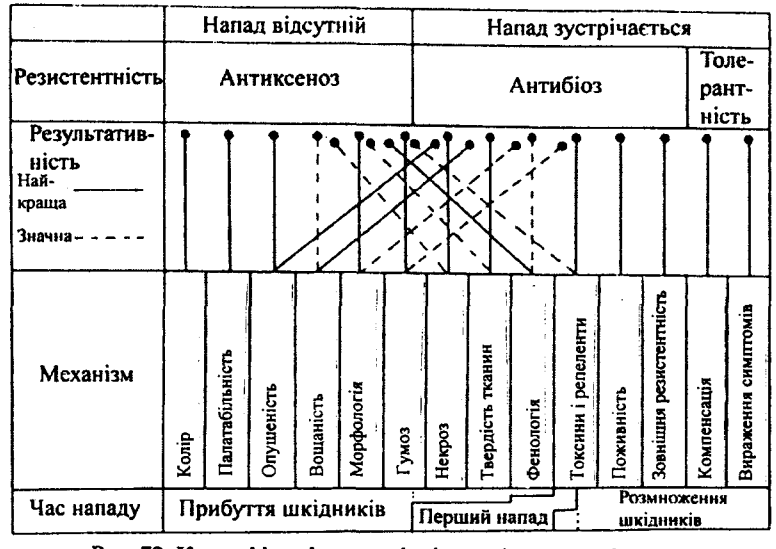



Рис. 72. **Класифікація механізмів резистентності рослин до шкідливих об'єктів** (за Х. Ф. ван Емденом).

**Колір.** Спостереження свідчать про те, що інтенсивність забарвлення та колір суцвіття в значній мірі впливають на заселеність рослин комахами, особливо мобільними видами. Так, трипс тютюновий значно менше заселяє цибулю із світлим забарвленням; біле суцвіття яблуні краще приваблює окремі види пильщиків; червонолисту капусту уникають капустяні попелиці (Brevicoryne brassicae L.) та ріпниця (Pieris rapae L.). Проте личинки ріпниці краще виживають на червонолистій капусті, ніж на зеленолистій, і попелиця дає значно більше потомства при живленні на листі червонолистої капусти.

**Харчова привабливість рослин, або палатабільність.** Американськими вченими проаналізовано 84 різні біологічні сполуки, синтезовані в рослинах. З цієї кількості сполук 56 приваблюють комах і лише 8 відлякують. Проте часто трапляється й так, що 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. Так, 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 при виведенні стійких до цих комах сортів картоплі.

**Вощаність.** Деякі сорти культурних рослин, які мають значно виражену воскову (глянцеву) поверхню, інтенсивніше пошкоджуються різними видами бліх у порівнянні з нормальною восковою поверхнею, проте таку поверхню уникають капустяна попелиця та білокрилка. Нещодавно виявлено, що велика злакова попелиця (Sitobion avenae F.) уникає сорти пшениці, в яких майже відсутня воскова поверхня. Вченими також досліджено зв'язок між інтенсивністю кутикулярного воскового нальоту та вмістом дикетонів і гідроксидикетонів та резистентністю окремих злакових культур.

**Морфологія рослин.** Певні морфологічні особливості можуть значно впливати на заселеність рослин окремими видами комах. На основі схрещування окремих сортів бавовнику з мутантами, які мали особливо щільну форму прицвітника, виведено багато стійких до бавовникової совки сортів цієї культури (Helicovera armigera Hb.). Іншими прикладами успішного використання морфологічних особливостей при виведенні стійких сортів є сорти вигни та гороху з довгими квітконіжками і вертикально розміщеними плодами проти вогнівок горохового трипса. Суть стійкості даних сортів полягає у тому, що личинки вогнівок і трипсів проникають у середину плоду та квітки лише тоді, коли плоди та суцвіття щільно контактують між собою або з листям.



**Гумоз (гомоз).** Деякі рослини здатні виробляти і виділяти рослинний клей, камедь або гум при пошкодженні 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. При їх пошкодженні сисними комахами на поверхні тканин внаслідок біохімічної реакції утворюються локальні некрози, які перешкоджають або стримують подальше проникнення ротових органів у тканини рослинних органів. Така локальна гіперчутливість рослин використана селекціонерами при виведенні сортів томатів, стійких до нематоди (Meloidogyne incognita), та стійких сортів яблуні до кров'яної попелиці (Eriosoma lanigerum Hausm). Зараз проводяться дослідження з використанням механізму суцільного утворення некрозів на окремих злакових культурах проти сисних шкідників та стеблових пильщиків.

**Твердість (міцність) тканин.** У більшості випадків твердість та міцність тканин зумовлюється наявністю кремнію у клітинах тканин. Така особливість рослин є цінною при селекційній роботі проти шкідників, які пошкоджують стебло. За свідченням вчених, лише незначна зміна твердості стебла має значний вплив на стійкість рослин проти стеблових пильщиків. Так, внаслідок селекційної роботи виведені стійкі до рисового стеблового пильщика сорти рису (Chilo supperessalis), сорти пшениці, стійкі до звичайного хлібного пильщика (Cephus pygmaeus 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. Так, 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 при достатніх агротехнічних умовах росту і розвитку є значно стійкішими до пошкодження шкідливими організмами.

**Токсичність та репелентність рослин.** До біохімічного комплексу сполук, які відповідають за цей тип резистентності, належать неорганічні хімічні елементи, такі, як селен, первинні і проміжні метаболіти (цистеїнові і інші ароматичні амінокислоти) і вторинні сполуки, такі, як ізопреноїди, алкалоїди, протеазінгібітори, глікозиди, флавоноїди, таніни та стільбени. Так, наприклад, підвищений вміст бензохінону в кукурудзі сприяє підвищенню ре-

зистентності цієї культури до стеблового метелика (Ostrinia nubilalis Hb.), стероїдного алкалоїду демізіну у картоплі – проти колорадського жука. Наявність таких сполук служить також репелентами проти потенційних шкідників на ряді культурних рослин.

**Поживність (концентрація поживних речовин).** Резистентність окремих культур до сисних комах у певній мірі залежить від концентрації амінокислот у складі рослинного соку. Так, резистентність окремих сортів гороху до горохової попелиці (Acyrtosiphon pisum Har.) значно зростає при низький 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 пошкоджуються бульбочковими довгоносиками при низькій концентрації цукру у листі цієї культури.

**Зовнішня, або екстринсивна резистентність.** Екстринсивні фактори впливу на резистентність рослин, насамперед, пов'язані з біологічним контролем шкідливих організмів. Так, наприклад, окремі види хрестоцвітих у розріджених посівах значно менше пошкоджуються гусеницями ріпної білянки (Pieris rapae L.), що пояснюється високим рівнем паразитизму на личинках цих комах. При загущенні посівів ускладнюється процес пошуку жертви основними паразитами. Прикладом нетипової резистентності рослин до совок може бути підвищення резистентності окремих сортів бавовнику, в яких відсутнє нектаровиділення. Так, хижак Cryptolaemus на нектароносних сортах бавовнику живиться переважно нектаром, а при відсутності нектару полює на личинок совок.

**Компенсаторна здатність рослин.** Толерантність, або витривалість рослин, базується на певних формах компенсації втрат. Це трапляється тоді, коли рослини або їх окремі органи доповнюють або перекривають кількісно один одного. Таким чином, окремі елементи рослин у вигляді компенсації завданої шкоди внаслідок нападу шкідників, можуть рости і формуватися значно крупнішими або формувати додаткові пагони чи стебло. Наприклад, такий процес компенсації спостерігається після пошкодження пшениці в ранні фази розвитку мухою Delia coarcata.

Повна компенсація у вигляді додаткової асиміляції після пошкодження шкідниками відбувається й тоді, коли, наприклад, листя або інші окремі органи рослин зазнали більшого пошкодження, ніж фізіологічний спад врожаю. Рослини з високим рівнем індексу листкової 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 грунту, забезпеченості його вологою, агротехніки. За несприятливих умов витривалість рослин різко знижується. Практично вона проявляється в тому, що не зважаючи на пошкодження, рослина дає урожай, хоча і дещо знижений.

Симптомна експресія проявляється у випадку, коли патологічні зміни в рослинах є наслідком реагування їх на значне пошкодження шкідниками, пов'язане також із біохімічним впливом секрету слинних залоз на фізіологічні процеси рослин. Такий тип резистентності до попелиць на окремих сортах пшениці може спостерігатися у вигляді реакції "переборення виснаженості рослин" з низьким рівнем синтезу певних біологічних субстанцій у листі в порівнянні із чутливими видами. У такої пшениці із високим рівнем толерантності листя не закручується і не деформується.

## 13.6. Причини обмеження резистентності рослин

За оцінкою вчених, сьогодні ще неможливо досягти повної резистентності рослин без певного зниження врожайності сільськогосподарських культур. Генетичні рекомбінації з метою пошуку певних резистентних властивостей не завжди досягають бажаних результатів.

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 трапляється, що 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 є бездіяльними по відношенню до попелиць. Стійкі до грибних патогенів сорти люцерни є вразливими до попелиць. Іноді розширення або "пірамідизація" механізму резистентності до багатьох шкідливих організмів неможливі через несумісність резистентних властивостей рослин. Так, 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, яка 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, в 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. Се-

ред окремих видів шкідників може виникати декілька біотипів у залежності від експлуатації рослин-господарів. Так, на посівах люцерни виявлено 2 біотипи горохової попелиці, гороху – 5. Є багато випадків, коли стійкі сорти довго зберігають резистентність після їх створення і впровадження у виробництво. Проте, як свідчить практика, проблеми виникнення нових біотипів, здатних долати резистентність, виникають порівняно частіше серед патогенів, ніж серед комах. Стримуючим фактором виникнення нових біотипів серед комах насамперед є:

асоціативна частота взаємодії антиксенозу із антибіозом. Нові біотипи виникають значно рідше, якщо створюються сорти на антиксенозній або толерантній основі. Це виникає, можливо, через певну пропорційність мобільних комах, для яких важливим фактором є антиксенозне виявлення будь-де рослин-господарів;

там, де певні механізми резистентності рослин були залучені при створенні нових сортів, а інші механізми резистентності напевно вже діяли одночасно. Досить рідко у резистентних сортів, які мають лише один специфічний токсин, проявляється гіперчутлива реакція на шкідливі організми. Біотипи по відношенню до будь-якого одного з цих механізмів можуть існувати, стаючи з часом явною проблемою.

Згідно з гіпотезою "ген проти гена" резистентність до комах проявляється при кількісному показнику генів краще, ніж при їх якісному показнику (табл.13).

Таблиця 13 – **Реакція трьох біотипів** (Amphorophora rubi) **до резистентних генів малини** (рослина-господар) **і генної комбінації** (за Кіпом і Кнайтом).

| Гени | Спадковість Amphorophora rubi | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| $A_1$ | Р | Ч | Р |
| $A_2$ | Ч | Р | Ч |
| $A_3 + A_4$ | Ч | Р | Ч |
| $A_5$ | Р | Ч | Ч |
| $A_6$ | Р | Ч | Ч |
| $A_7$ | Р | Ч | Ч |
| $A_1 + A_2$ | Р | Р | Р |
| $A_1 + A_3$ | Р | Р | Р |
| $A_1 + A_4$ | Р | Ч | Р |

Реакція рослин на пошкодження: Р – резистентні, Ч – чутливі

Процес розвитку і зміни покоління у комах відбувається повільніше, ніж у патогенів. Виникнення нових біотипів значно частіше відбувається у попелиць і трипсів, кількість генерацій яких є порівняно високою. Причому, партеногенез не стримує набуття резистентності.



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 таким чином, щоб цю специфічну стійкість подолати. Ген рослин, який відповідає за резистентність, проявляє резистентність до біотипу шкідливих організмів в тому випадку, якщо цей біотип має вірулентну алель у відповідному генному локусі, проте він є чутливим, якщо алель біотипу цього локуса є вірулентною. За цією гіпотезою, реакція біотипу Amphorophora rubi на резистентні гени малини (табл. 13) може бути пояснена, очевидно, вірулентними алелями в кожному біотипі, проте в різних локусах. Таким чином, лінія 1, очевидно, несе вірулентні алелі в локусах, еквівалентних тільки $A_2$ , $A_3$, і $A_4$, лінія 2 у всіх локусах, крім еквівалентного до $A_2$ і $A_3$, а лінія 3 у всіх локусах, за винятком локуса, рівнозначного $A_1$.

У випадку, коли феномен резистентності представлений одним геном або декількома генами (моногенна або олігенна резистентність), резистентність або чутливість є чітко зниженою і є особливою лінією, як показано у таблиці 13. Ця особливість названа вертикальною резистентністю, аналогічною з вертикальною схемою гістограми такої резистентності по відношенню до різних біотипів шкідників. Полігенна або горизонтальна резистентність властива неспецифічним лініям, і вона має тенденцію до загальної кількісної резистентності через всі біотипи (табл. 14).

Таблиця 14 – **Модель горизонтальної резистентності**
(цифри в таблиці представляють рівень чутливості рослин кожної комбінації як процент від максимуму за Робінзоном).

| Рослина-господар: процент резистентних алелів | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Шкідник: процент вірулентних алелів | | | | | | |
| 100 | 100 | 80 | 60 | 40 | 20 | 0 |
| 80 | 80 | 64 | 48 | 32 | 16 | 0 |
| 60 | 60 | 48 | 36 | 24 | 12 | 0 |
| 40 | 40 | 32 | 24 | 16 | 8 | 0 |
| 20 | 20 | 16 | 12 | 8 | 4 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Будь-який ген резистентності, який не залучений 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 до вищого рівня резистентності. Тому необхідно пам'ятати такі головні особливості при використанні вертикальної резистентності:

*Пірамідизація вертикальних генів.* Поєднання двох або більше резистентних до шкідливих організмів генів в одному сорті повинно стримувати руйнацію резистентності. Проте деякі вчені стверджують, що певні біотипи долають пірамідальну резистентність. Цінні гени стають безкорисними і резистентність втрачається.

*Контроль розщеплення генів.* Певні сорти культурних рослин із подібними агрономічними властивостями, які несуть різні гени резистентності, розщеплюються в певній послідовності (в залежності від регіону) і у відповідності до появи адаптивних біотипів.

*Генне розгортання.* Там, де шкідник відомий і щорічно змінює інвазійний шлях, маршрут повинен бути розділений на три або чотири блоки, з різним складом резистентних генів у кожному з них.

*Чисті мультилінії.* Мультилінійний сорт є сумішшю різних ліній (як правило, у рівній пропорції), які є ізогенними для агрономічних властивостей, проте несуть різні гени резистентності, хоч кожний несе резистентність до всіх головних ліній шкідника.

*Змішані мультилінії.* Як і в попередньому випадку, не всім лініям у суміші властива резистентність до всіх рас шкідників.



## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ


1. Ádашкевич Б.П. Энтомофаги вредителей овощных культур.– М.: Колос, 1975.
2. Белецкий Е.Н. Экологические основы цикличности массовых размножений насекомых Украины. – Ст. тр. УЭО – К.: Наукова думка, 1988.
3. Бондаренко Н.В. Биологическая защита растений.– М.: Агропромиздат, 1986.
4. Бучацкий Л.П. Иридовирусы.– К.: Вища школа, 1981.
5. Вайзер Я. Микробиологические методы борьбы с вредными насекомыми.– М.: Колос, 1972.
6. Вернадский В.И. Биосфера.– М., 1936.
7. Викторов Г.А. Экология паразитов-энтомофагов.– М.: Наука, 1976.
8. Гершензон С.М. Основы современной генетики.– К.: Наукова думка, 1979.
9. Гораль В.М., Лаппа Н.В. Дія москардинних грибів на колорадського жука залежно від температури.– Захист рослин. Респ. міжвід. наук. зб.– 1978.
10. Гулий В.В., Теплякова Т.В., Иванов Г.М. Микроорганизмы, полезные для биометода.– Новосибирск: Наука, 1981.
11. Данилевский А.С. Фотопериодизм и сезонное развитие насекомых.– Л.: ЛГУ, 1961.
12. Дебах. Биологическая борьба с вредными насекомыми и сорняками.– М., 1968.
13. Дядечко М.П., Падій М.М., Шелестова В.С., Дегтярьов Б.Г. Основи біологічного методу захисту рослин.– К.: Урожай, 1990.
14. Евлахова А.А.. Швецова О.Н. Наставление по изучению болезней насекомых и применение микробиологического метода защиты растений.– Л., 1953.
15. Ижевский С.С. Интродукция и применение энтомофагов.– М: Агропромиздат, 1940.
16. Киршеблат Я.Д. Телергоны – химические средства взаимодействия животных.– М.: Наука, 1974.
17. Лаброк Д.С., Смит Р.Г. Генетические методы борьбы с вредными насекомыми. / Химическая стерилизация насекомых.– М.: Колос, 1971.
18. Матвиевский А.С., Лощицкий В.П., Ткачёв В.М. и др. Интегрированная защита сада.– К.: Урожай, 1987.
19. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975.
20. Павлов И.Ф. Агротехнические методы защиты растений.– М.: Россельхозиздат, 1967.
21. Практикум по биологической защите растений. – М.: Колос, 1984.
22. Рекомендації із розмноження і використання трихограми в боротьбі із шкідниками сільськогосподарських культур.– К.: Урожай, 1974.
23. Рукавишников Б.И. Генетические методы борьбы с вредными насекомыми. / Итоги науки и техники. Энтомология. Т.І. – М.: ВИНИТИ, 1972.
24. Серебровский А.С. Теоретические основы транслокационного метода борьбы с вредными насекомыми.– М.: Наука, 1971.
25. Суитмен Х. Биологический метод борьбы с вредными насекомыми и сорными растениями.– М.: Колос, 1964.
26. Теленга Н.А. Основные итоги исследования и применения энтомофагов в борьбе с вредными насекомыми на Украине. / Защита растений. В 6 т. – К.: Урожай, 1967.
27. Тряпицын В.А., Шапиро В.А., Щетельникова В.А. Паразиты и хищники вредителей сельскохозяйственных культур.– Л.: Колос, 1983.
28. Фадеев А.Н., Новожилов К.В. Интегрированная защита растений.– М.: Колос, 1981.
29. Франц Й., Криг А. Биологический метод борьбы с вредителями.– М., 1984.
30. Черний А.М. Регуляторы роста, развития и размножения насекомых. / Защита растений.– 1991.
31. Яхонтов В.В. Экология насекомых.– М.: Высшая школа, 1969.

## АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК
## УКРАЇНСЬКИХ НАЗВ ЗООФАГІВ ТА ШКІДНИКІВ


Американський білий метелик 87, 201;
Агеніаспіс 35,43, 44,54,135,205;
Алеохара 22,118,131;
Амблісейус 41, 181, 196;
Амофіла 38;
Амфімерміс 43;
Анастатус японський 135;
Анафес 35,119;
Аністиди 42;
Апантелес білановий 55, 127, 134, 136;
-"- поодинокий 135;
-"- хвилівковий 135;
-"- шовкопрядний 27, 135;
Апехтіс капустяний 134;
Арма 203;
Аскогастер чотиризубчастий 27, 136;
Афеліниди 31, 36, 111, 195;
Афелінус 36, 190;
Афідіїди 26, 28, 111;
Афідіуси 29, 121;
Афідіус ерві 28;
Афідімиза 180;
Афітис 36, 206;

Бацили 76, 89;
Бабки 19;
Бактерії 74, 87 ;
Бактерії кишечні 89;
-"- спороутворюючі 89 ;
Бакуловіруси 81, 83;
Бделіди 42;
Бесса 135;
Бігунці 21, 117;
Білани 36;
Білан жилкуватий 36;
"– капустяний 27,36;
- " - ріпний 27, 36, 171, 291;
Бластотрікс 36;
Богомоли 19;
Білокрилка оранжерейна 20;
Бокоходи 41;
Бембідіон 21, 119;
Блефаріпода 55;
Білокрилки 179, 197, 212;
Білокрилка оранжерейна 23;
Блішка бурякова 28;
- " - капустяна 28, 125;
- " - конопляна 28;
Блонделія 135;
Богомоли 19;
Бракон 27;
Браконіди 26, 43;

Ведмедиці 201;
Верблюдки 24;
Вовчок 38;
Вовк бджолиний 38;
Вогнівка бобова 174;
-"- капустяна 171;
Вінтемія 4-плямиста;
Вірус гранульозу яблуневої плодожерки 86, 245;
-"- ядерного поліедрозу кільчастого шовкопряда.86, 244;
-"- ядерного поліедрозу непарного шовкопряда 86, 243;
-"- яблуневої молі 86, 245;
" - ядерного поліедрозу капустяної совки 86, 244;
-"- озимої совки 24;

Габробракон 27;
Галиця хижа 77;
Гемеробії 23;
Гексамерміс 42;
Гетероспілюс 27;
Гіперапіс 25;
Гіпосотер 150;
Гіфантрія 235;
Гонія 40;
Горіхотвірки 28, 45;
Гриби ентомофторові 93, 94, 111, 130;
-"- гіфоміцети 96;
-"- гіпокрейні 95;
"- зоопагові 95;
-"- монілієві 96;
Галиці 39,111;
Гранульоз капустяного білана 86;
Гриби лабульбенові 95;
Гриби незавершені 96;
-"- нектриєвидні 100;
-"- сферопсидалієві 99, 100;
-"- туберкулярієві 98;

Дарлюка нитчаста 259;
Двокрилі 38;
Дзюрчалки 39, 111;
Діадегма 26;
Діеретіеля 28, 127;
Динармус 121;
Дискодес 206;
Довгоносик буряковий 34, 128;
-"- бавовниковий 277;
-"- сірий 128;
-"- східний 128;
-"- бульбочкові 120, 122;
Дорифорофага 40,199;
Дротяники 37,119;

Екзориста личинкова 40, 135;
Екзохомус 21, 206;
Евпельміди 30;
Енкарзія 36, 197;
Енопліди 42, 188;
Енциртиди 30;
Енциртус повільний 135;
Ернестія 40, 54, 121, 172;
Екзетастес 172;
Еулофіди 30;
Еуритоміди 31;
Еутаніакра 26;

Жужелиця-головач 20;
-"- слимакоїд 20;
-"-червононога 20;
-"-хлібна 116;
-"- красотіли 20;
-"-красотіл великий 20, 21;
-"-красотіл степовий 20;
Жуки 20;
Жужелиці 20;

Золотогуз 34;
Золотоочки 23, 111;
-"- звичайна 23;
Їздці афідіїди 24, 25, 26;
-"- браконіди 25, 26;
-"- справжні 25;
Іхнеумоніди 26;
Ізомера 40;
Іцерія 192;

Клопи сліпняки 19;
Клопи 19;
Кампімодромус 41;
Каракурт 41;
Клопи крихітки 19;
Коккофаги 36;
-"- жовтий 36, 196;
-"- безщетинковий 36;
-"- звичайний 36 ;
Каліфорнійська щитівка 206;
Кліщі паразитиформні;
-"- павутинний 177, 179 ;
Кнідоспорідії 101;
Ковалик шаховий 23;
Ковалик сірий 23;
Кокцинеліди 21, 111;
Колірія 26, 53;
Колорадський жук 22, 197;
Колопряди 41;
Компсилюра 134;
Коники (павуки) 41;
Коніотиріум 233;
-"- пірікулюм 233;
Коротконадкрилі 22 ;
Криптолемус 21, 193;
Ктенофороцера 135;
Ктирі 38;
Комарі 22;
Кліщ павутинний 20;
Ковалики 22;

Лара 38;
Ларіофагус 53;
Латромеріс 40;
Латролестес133;
Ліделa 48;
Ліндорус 22;
Ліотрифон 26;

Лісонота 26;
Листоїд амброзієвий ;
Листоблішки 21;

Майки 22;
Макролофус 20, 180;
Макроцентрус 28, 43, 197;
Малашки 22, 111;
Малашка зелена 22;
Мегариса 26,27;
Мермітиди 42;
Мертвоїд 4-плямистий 23;
Метасейулюс 41;
Метелик лучний 28;
-"- стебловий 119, 167 ;
Мікрофтальма 40;
Мамариди 30;
Мисливці бродячі 41;
Мононх 43;
Мошки 22;
Мурашки 24, 25;
Мурашка волохата 38;
-"- звичайна 38;
-"- мала 38;
-"- червоноголова 38;
Мурашка сіра піщана 38;
-"- бура лісова 38;
-"- червонощока 38;
Муха озима 117;
Мінуючі бурякові мухи 51;

Набіди 19;
Набіс безкрилий 160;
Найпростіші 101;
Напівтвердокрилі 19;
Наривники 22;
Нематоди 42,103;
Нематода гірчакова 254;
Нематода мононх 51;
Ногохвостки 22;
Неоаплектана 51, 24;
Нозема 103;
Неоплектана 43, 104;
Нетелія 55;
Нітобія;

Олігота 22;
Оргілюс 28;
Оси риючі 24, 25, 38;
-"- складчастокрилі 25;
-"- сколії 28;
Опіус 154;

Павуки 40;
Павуки вовки 41;
Павукоподібні 40;
Поракодрус 37.129;
Парвовіруси 85;
Пеніциліум 256;
Перилітус 28;
Перилюс 23, 78;
Перетинчастокрилі 22, 28, 54, 58;
Пильщик хлібний 27;
-"- сосновий 35;
Платигастриди 31;
Платигастер 37.43;
Плістифора 135;
Плодожерка сливова:
-"- східна 174;
-"-горохова 172;
-"- яблунева 27;
Подізус 20, 199;
Поксвіруси 84;
Попелиця велика злакова 110;
-"- звичайна злакова 110;
-"- черемховозлакова 110;
-"- ячмінна 110;
Пристомерус ранячий 26, 136;
Попелиці 21;
Попелиця горохова 28, 36;
-"- капустяна 28, 125, 291;
-"- бурякова коренева 39.130;
-"- бобова 154;
Проктотрупідові 24, 25, 29, 31, 37;
Проктотрупіди 31;
Проспальтела 36, 196, 206;
Пропілея 25
Псевдосаркофага 48;
Псевдомонади 89;
Птероміліди 31, 36;
П'явиця синя 118;
-"- червоногруда 118;

Рабдитиди 43;
Рікетсії 87;
Рисса 53;
Рогас 56;
Родолія 21, 191, 192;

Саркофаги 40;
Семіадалія 11-крапкова 21
Сітчастокрилі 23;
Симферобії 24;
Сирфіди 39, 126, 181;
Сирф звичайний 39, 181;
Сирф перев'язаний 39;
Сирф півмісячний 39;
Сирф розмальований 39;
Сольпуга закаспійська 40;
Сольпуга звичайна 40;
Сонечко буре 21;
-"- двокрапкове 21;
-"- мінливе 21;
-"- 13-крапкове 21;
-"- 14-крапкове 21;
-"- 5-крапкове 21;
-"- 7-крапкове 21;
Стафіліни 22;
Скорпіонниця 201, 202;
Сонечко екзохомус 21;
-"- хілокорус ниркоподібний;
Софора лісохвоста 255;
Спалангія 36;
Спіломена 38;
Спінтерус 36;
Споровики 101;
Сріблянки 111;
Сцеліоніди 31, 115;
Сколії 24, 25, 37;
Сколія жовтолоба 37;
Сліпняки 155;
Совка-гамма 172;
-"- капустяна 38, 128, 153, 170;
-"- озима 38, 168, 172;
-"- оклична 172;
-"- червецева 40;
Сольпуги 40;

Тарантул звичайний 41;
Тауматомія 39, 130;

Тахіна велика 65;
Тахіни 39.52;
Твердокрилі 20;
Теленомус гладенький131, 135, 205;
-"- зелений 157;
Тенетники 49;
Тетрастихус 37;
Тифлодромус 41;
Тифії 37;
Тифія товстонога 37;
Трибліографа ріпна 37;
Трихограматиди 29;
Трихограма бактріанум 33;
-"- дендролімі 33, 35, 133, 138;
-"- еванесценс 33.65.128,138;
-"- ембріофагум 33, 136, 138;
-"- лакустре 32 ;
-" - пінтої (еупроктідіс) 29, 32, 65;
-"- принципіум 32;
-"- семблідіс 33;
Трипси 20, 111;
Трипс кліщоядний 20;
Трипс хижий 20, 114;
Трипс довговусий 20;
Трипс пшеничний 112;
Трихацис 37;

Хальцидові 24, 25, 29;
Хальциди 26, 30;
Хризонотомія 35;
Хризонотомія 35;
Хрестовики 41;
Хрестовик звичайний 41;
Хілокорус ниркоподібний 21, 206;
Хижачки 20;
Хижий трипс 20;

Ценокрепіс 34, 35, 128;
Цефалоспоріум 96;

Червонотілки 42;
Червонотілка саранова 42;
Червець Комстока 195;
Червець борошнистий цитрусовий 193, 196
Чорниші 23, 123

Штайнернематиди 103;
Щитівка несправжня сливова 206;
Щитники 20;
Щитівка руйнуюча 195;

Шкідлива черепашка 115;
Шкіроїд шинковий 159;
Шовкопряд непарний 27, 34;
Шовкопряд кільчастий 34;

Ускана 35, 120;

Фазія золотиста 40;
-"- строката 40;
Фітоміптера 40;
Фітосейулюс 41, 180, 184;
Фітосейіди 41;
Фріксе звичайна 134, 135;



## АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК ЛАТИНСЬКИХ НАЗВ

Acariformes 42;
Achromobacter delicatuer 201;
-"- nematophilus 104;
Acyrthosiphon
pisum Harris 119, 122, 293;
Acroptilon repens 254;
Actinomyces lavendulae 262;
Adalia bipunctata L. 21;
Adelocera 22;
Adelphocoris lineolatus Goeze. 123;
Adonia variegata Gz. 21, 111;
Aeolothrips 20, 112, 114, 132;
-"- albicinctus Halid. 114;
-"- intermedius Bag. 20, 115;
-"- versicolor Uz. 114;
Agelenidae 41;
Ageniaspis fuscicollis Dalm. 35, 54,
135, 205;
Ageratum houstonianum 210;
Agrobacterium tumephaciens 258;
Agrotis exiamationis L.172, 223;
-"- ypsilon Rott.172, 223;
Allantonematidae 104;
Aleochara bilineata Gyll. 22, 131;
Allotrombium fulginomus Ew. 42;
Allotropa burrelli Mues.196;
-"- convexifrons Mues.196;
Ambrosia artemisifolia 255;
Amblyseiulus finlandicus Oudem. 41;
Anisodactylus signatus Panz. 123;
Anistidae 42;
Anistis baccarum L. 42 ;
Anthocoridae 19, 131;
Anthocoris 19;
Anthocoris nemorum L. 19;
Aoenidella citrina Coq. 195;
Apanteles 27;
-"- glomeratus L. 27, 55, 127,1 34;
-"- liparidis Bche. 27, 135;
-"- porthetria Tob. 135;
-"- pieridis Forst.135;
-"- solitarius Ratz. 135, 202;
-"- wanessae Reinh. 202;
Apechtis compunctor Forst. 134;
Aphelinidae 31,36, 111, 188, 207;
Aphelinus asychis Walk. 190,191;
-"- flavipes Forst. 111;
Aphidiidae 26,111;
Aphidius ervi Hall. 28, 111 ;
Aphidoletes aphidimyza Rond. 39;
Aphis fabae Scop. 131;
-"- frangulae Kalt. 131;
-"- nasturtii Kalt. 131;
Aphitis proclia Wlk. 36,206;
Apithrips intermedius Pr. 114, 115;
Aptinothrips rufus Gmel. 114, 115;
Apoidea 24;
Arachnida 40;
-"- humilis Mer. 31;
-"- meckenziei 181,183;
Ammophila sabulosa L. 38;
Amphimermis elegans Hagm. 43;
Ampelomyces 259;
-"- (Cicinnobulus) ceratii 260;
-"- quisqualis 260;
Anaphes lemae Bakk. 35, 119;
Anaphothrips obscurus Mul. 135;
Anastatus japonicus Ashm. 34, 135;
Arctiidae 201,202;
Artrobotrys 99, 184, 233;
-"- oligospora Frest 99, 184;
Arthrolytus maculipennis Walk. 36;
Aschersonia 95,100;
-"- aleyrodis Webber 100;
-"- placenta Berk. et Br. 232;
Ascogaster quadridentatus Wesm. 160;
Asilidae 39;
Asilus albiceps Mg. 39,123;
Aspergillus 262;
Aspidiotus destructor Sign.195;
-"- hederae Vallot. 195;
Aulacorthum solani Kalt. 131;
Azadirachta indicana 227;
Arma custos F. 20;
Araneidae 41;
Araneomorpha 41;
Araneus diadematus Cl. 41;

Bdellidae 42;
Beauveria 74, 97;

-"- bassiana Bals. Vuil.74, 97, 231, 250;
-"- tenella Stem. 98 ;
Bembidion 21, 117, 119, 122, 127;
-"- lampros Hbst. 117, 122;
-"- properans Steph. 122;
-"- ustulatum L. 117;
-"- quadrimaculatum L. 122;
Bessa selecta Rd. 55, 135, 207;
Blaesoxipha filipjevi Rohd. 40
Blastothrix serica Dalm. 36;
Blepharidopterus angulatus F. 40,55;
Blepharipoda scutellata R.-D . 48, 65;
Blondelia nigripes Fll. 135;
Brachycolus noxius Mordv. 110;
Brevicoryne brassicea L. 126, 291;
Broscus L. 20, 119;
-"- cephalotes L. 20;
Bruchus pisorum L. 119;
Bacillaceae 89;
Bacillus 89;
Bacillus leptinotarsa 201;
Bacillus popilliae Dutky 91;
Bacillus subtilis 89;
Bacillus thuringiensis Berl. 74, 89, 202, 234, 250, 251;
Bactromyia aurulenta 135;
Baculoviridae 83;
Baculovims anceps Baranov 87;
-"- brassicae Sirco.86;
-"- (Granulovims) brassicae 86;
-"- carpocapsae Tanada 86;
-"- cunea 87;
-"- (Granulovims) euxoae 87;
-"- malinella Lescova 86;
-"- neustriae 86;
-"- reprimens 89 ;
Banchus falcatorius F. 26;
-"- scabriusculus 01. 123;
-"- tauricus Bon. ;

Carcelia lucorum Mg. 55;
Caenocrepis bothynoderi Grom. 34,128;
Cecidomyia sp.255 ;
Cecidomyiidae 39,111;
Cephallosporium 96;
Cerocoma schaefferri L. 22;
Chalcididae 30;
Chalcidoidea 25, 28, 29;
Chamaemyiidae 111;
Calathus Bon. 119;
-"- halensis Schall. 123;
Calosoma 20;
Calosoma auropunctatum Hbst. 20;
-"- denticolle Gebl. 20, 123;
-"- sycophanta L. 20;
Campodea 19;
Campoplex validus Cresson 203;
Carabidae 20;
Carabus cancellatus L. 20;
-"- coriaceus L. 123;
-"- 5-punctata L. 21, 111;
Chilocorus renipustulatus L. 21, 206;
Chirothrips hamatus Trybom. 112;
-"- manicatus Hal. 112;
Chloropidae 39;
Chloropulvinaria floccifera West. 193;
Chonadroma passili 200;
Chrysomphalus dictyospermi Mory.;
Chrysonotomyia rufomm Krausse 35, 207;
Chrysopa carea Steph. 29, 111, 203;
-"- formosa Br. 23, 111;
-"-perla L. 23, 111, 203;
-"- ventralis Curt. 23;
Chrysopidae 23, 111;
Cicindella 21;
Cladosporium fulvum 260;
Clavicipitales 95;
Clivina fossor L. 119, 123;
Clostridium 89;
-"- brevifaciens Bucher 90,91;
-"- leptinotarsa 201;
-"- malacosomae Bucher 90;
Clytiomyia helluo F. 40 ;
Cnidosporidia 101;
Coccinellidae 21,111;
Coccinella 7-punctata L. 111, 21;
Coccinula 14-punctata L. 21, 111;
Coccophagus gurneyi Comp. 36, 196;
-"- lycimnia Wlk. 36;
-"- scutellaris Dalm. 36;
Cochliomyia hominivorax C.P.270, 275;
Coleoptera 20, 212;
Collyria coxator Vill. 26, 53;
Compsilura concinnata Mg. 40;
Coniothyrium 100;
-"- minitans Camp.100;
-"- piricolum Potebnia 100, 233;
Cordyceps 95;
-"- clavulata El. et Ev.96;
-"- militaris Link.96;
Cryptolaemus monthrouzieri Muls. 21, 193, 293;
Ctenichneumon inspector Wesm. 55;
Ctenophorocera pavida 135;
Cynipoidea 24,25, 37;
Cystopage lateralis Dr.95;

Dacus cucurbitae Cog. 276;
Dacus dorsalis Hend. 275;
Darluca filum Cast 259 ;
Delia brassicae Bouche. 127;
Dematiaceae 96;
Deraeocoris trifasciatus L. 19;
Dermestes erichsoni L. 135;
-"- lardarius L. 135;
Densovirus 85;
Densovirus galleria Meynadier;
Deoxyvira 83;
Deuteromycetes 96;
Dexia 55;
Diadegma crassicoruis Grav. 26;
Diaeretiella rapae Me. Int. 28, 53, 126;
Dinarmus laticeps Vev. 119;
Diptera 38, 212;
Discodes coccophagus Ratz. 36, 205;
Doryphorophaga aberrans Tavn.198;
-"- doryphorae Riley. 198, 40;

Eupelmus microzoni 119;
Eupoecilia ambiquella 176, 226;
Eupteromalus micropterus Lind. 36;
-"- peregrinus Grah. 36;
Empoasca pteridis Dhlb.131
-"- flavescens F. 131;
Encyrtidae 30,135;
Encarsia formosa Gahan. 36, 188, 197;
Enoplidae 42;
Enterella 89;
Enterobacteriaceae 89;
Entomophaga grylli
Entomophthora 93, 121;
-"- muscae Fres .93;
-"- thaxteriana Patch. 93, 111, 130, 233;
-"- aphidis Hoffm 93, 94, 111, 132;
-"- auliceae Wint 93, 95;
-"- sphaerosperma Fres.93, 95;
-"- coronata Gost. 130;
Epicauta 22;
Entomopoxvirus 83;
-"- melolontha 83;
Episyrphus balteatus Deg. 39, 111, 126;
Eriosoma lanigerum Hasm. 190, 292;
Ernestia consobrina Mg. 40, 54, 119, 127, 172;
Eurytomidae 31;
Eurygaster integriceps 115 ;
Eutanyacra picta Schrk. 26;
Evergestis forficalis L.171;
Exetastes atrator Forst. 26, 127, 172;
Exochomus quadripustulatus L. 21, 206;
Exorista larvarum L. 40, 135;
-"- rossica 135;

Flavobacterium acidipicum 201;
Forficula auricularia L. 203;
Formicoidea 24, 25, 38;
Formica cinerea Mayr. 38;
-"- lugubris Zett. 38;
-"- fusca L. 38;
-"- polyctena Forst. 38;
-"- rufibarbis F. 38;
-"-rufaL. 38;
-"- truncorum F. 38;
Frankliniella tenuicornis Lir. 112;
-"- intonsa Tryb. 123;
Fres 76;
Fusarium 99, 262;
-"- nivale Les. 99;

Galeodes aranoides 40;
-"- caspicus 40;
Gonatobothrys 259
Gonia cinerascens Rd. 40;
Grapholitha molesta Busck.196;

-"- reuteri Kamy. 123;
-"- tritici Kurd 112, 113;

Helminthosporium sativum 257;
Hemerobiidae 23;
Hemiptera 210;
Heterospilus cephi Roh. 27;
Hexamermis albicans Sieb. 42 ;
Himacerus apterus F. 19;
Hiposoter vulgaris Fschek. 127;
Hippodamia 13-punctata L. 36, 111;
Homoporus destrutor Say. 44;
Homoptera ;
Howardia benigna 200;
Howardula oscinella Good. 104;
Howardula phyllotretae Fil. 104;
Hylemyia coarctata Fibu. 117;
Hymenoptera 24,188;
Hyperaspis reppensis FIbst. 21;
Hyphantria cunea Drury. 201;
Hyphomycetales 96;
Hypocreales 95;
Habrobracon gebetor West. 27;
Haplothrips aculeatus Fabric. 112, 113;
-"- niger Osb. 123;
Hypocrella 95,101;
-"- libera Syd.101;
Hyponomeuta malinella Zell;
Hyrsutella 96;

Iceria purchasi Mask 191;
Ichneumonidae 27, 30;
Ichneumonoidea 25;
Iridoviridae 83,8;
Iridovirus 84;
-"- tipula Xezos. 85;
Isomera cinerascens Rd. 40;

Kakothrips 123,124;
-"- dentatus Knech. 123;
-"- robustus Uzel. 123;
Kampimodromus aberrans And. 41;

Laboulbeniales 95;
Lacon murinus L. 23;
Laphria gibbosa L. 39;
Lariophagus distinguendus Forst. 36, 53;
Larra anathema Rossi 38;
Laspeyresia nigricana F. 172, 223;
Lathrodecktus tredecimguttatus Rossi 41;
Lathrolestes marginatus Forst. 133;
Lebia grandis 198;
Lemophagus curtus Townes 119;
Leptinotarsa decemlineata Say.197;
Leucopis caucasica Tanas. 111;
-"- glyphinivora Tanas 111;
Limothrips cerealium Hal. 114;
-"- schmutzi Pr 114;
Linyphiidae 111;
Lindorus lophanthae Bisd. 21, 195;
Lioanus dorsatum 200;
Liotryphon punctulatus Ratz. 26;
Lissonota nitida Grav 26;
Lobesia bortrana Den. et Schiff.
176, 224;
Lycosa singoriensis Laxm. 41;
Lycosidae 41;
Lydella thomsoni Hart. 40;
Lygus gemellatus H.S. 123;
-"- pratensis L.123,131 ;
-"- rugulipennis Pop. 123, 131;
Lytta vesicatoria L. 22;

Machimus 129;
-"- annulipes Br. 129;
-"- rusticus Mg. 129;
-"- setosullus Zeil. 129;
Macrocentms ancylivorus Roh.28, 196;
Macrolophus nubilus H.S. 20;
Macrosiphum euphorbiae Thorn. 131;
Malachius 11,129;
-"- aeneus L. 111,129;
-"- viridis L. 111,129;
Mamestra brassicae L. 127, 171;
Mantoptera 19;
Massospora 95;
-"- bothynoderi Witsch 95;
-"- cleoni Wize. 95;
Megaryssa perlata Crist. 26;
Melanconiales 96;
Melanthrips 112, 132;
Meliacea 227;
Meloidae 22;
Meloe variegatus Donov. 27;
Melyridae 22, 111;
Mericia ampelus Walk 203;
Mermis 42;
Mermitidae 42;
Metarrhizium 98;
Metarrhizium anisopliae Sor.98, 232;
Mononchus papillatus 43;
-"- anisopliae Sorokin ;
Metaseiulus longipilus Nesb. 41;
Metasyrphus corollae F. 39, 111, 126;
Microsporidia 101;
Microdus rufipes Nees. 136;
Microphthalma 40, 55;
-"- disjuncta Wd. 40;
Microterys hortulanus Erd. 206;
-"- masii Silv. 36;
Miridae 19;
Mizodes persicae Sulz. 123;
Moniliaceae 96;
Mononchidae 43;
Mucedinaceae 99;
Mylabris 22;
Mymaridae 30, 35;

Nabidae 19;
Nabis 19, 123, 203;
-"- ferus L. 19, 203;
Nectrioidaceae 100;
Nemathelmintes 103;
Netelia testacea Grav. 55;
Neoaplectana 43;
-"- bothynoderi Kir. et Puck.104;
-"- carpocarsae Weis. 104, 208;
-"- glaseri St. 104;
Neoplectops pomonella Schnb. 136;
Netelia fuscicornis Holm. ;
Neuroptera 23;
Nitobia fenestralis Holmgr. 26, 127, 172;
Noctuidae 202;
Nosema brassicae Pail.103;
-"- mesnili Pail.103;

Odonata 19 ;
Odontothrips 123, 124;
-"- confusus Pr. 123;
-"- intermedius Uzel. 123;
-"- phaleratus Hal. 123;
Oligota pusiilima Gav. 22;
Ooencyrtus tardus Ratz. 34, 135;
Ophiobolus graminum 257;
Ophioninae 38;
Opomyza florum Flln. 117;
Oratocelis communimacula Hb. 40;
Orgilus obscurator Nees. 28;
Orius niger Wolff. 19;
Orobanchia ramosa L. 254;
Oryctes 84;
Ostrinia nubilalis Hb. 119, 223, 284, 293;
Oulema lichenis Voet. ;
Oxyopes lineatus Lart.49; turionella L. 201;

Pisauridae 41;
Platygastridae 31,37 ;
Platygaster 37;
-"- hemalis Fabr. 37;
-"- zosinae Walk 37;
Plistophora schubergi Zw. 103, 135;
Plusia gamma L. 172;
Plutella maculipennis Curt. 127, 223;
Podisus maculiventris Say. 20, 199;
Polymerus cognatus Fleb. 123;
Poxviridae 83,84 ;
Praon volucre Hal. 27, 111;
Pristomerus vulnerator Grav. 26, 136;
Procariotae 89;
Proctotrupoidea 24, 25, 31,37;
Proctotmpidae 31,37;
Propilaea 14-punctataL. 21, 111;
Prospaltella berlesei How. 196;
-"- perniciosi Tower. 36, 206;
Prosternon tesselatum L. 23;
Protozoa 101;
Pseudaphycus malinus Gah. 195;
Pseudaulacaspis pentagona Targ. 196;
Picoruaviridae 83,85;
Pieris brassicae L. 127,171;
-"- rapae L. 171,291,293;
Pimpla instigator Wsm. 134;
Paecilomyces 96, 137, 140;
-"- farinosus 97, 137, 140;
Panorpa communis L. 208;
Paracodms apteroginus Hal. 37, 129;

Paradosa agrestis Mest. 200;
Paranquina picridis 254;
Parasitidae 41;
Parasitiformes 41 ;
Parasitus 41;
Parvoviridae 83,85;
Pegomyia betae Curtis. 130;
-"- hioscyami Panz. 130;
Pemphigus fuscicoruis Koch. 130;
Penicillum 256,262 ;
"- cyclopium 256;
-"- fellatanum 256;
-"- multicolor 256;
-"- notatum 259;
Pentatomidae 20;
Perilitus bicolor Nees. 28;
Perillus bioculatus F. 20, 198;
-"- circumcinctus 198;
-"- clandre 198;
Phalangium opilio 200;
Phasia crassipennis F. 40 ;
Philanthus triangulum F. 38;
Phorocera agilis 135;
Phryxe vulgaris Fall 158;
Phyllotreta nemorum L. 134;
Phytomyza orobanchia Kalt. 254;
Phytomiptera phthorimaeae Rubz. 40;
Phytoseiidae 41;
PhytoseiuluspersimilisAtHenr41, 184, 196;
Pseudococcus comstocki Kuw.195;
-"- gahani Green. 193, 196;
Pseudomonodaceae 89;
Pseudomonas aeruginosa Migula T.S.89;
-"- carnea Krassilnikov 89,239;
-"- mycophaga 258; -"- ovalis 201;
-"- suringae 259;
-"-Pseudosarcophaga affmis F.U. 40;
Psychophagus omnivorus Walk.201;
Pteromalidae 31,34,119;
Pteromalus puparum L. 36, 55, 103, 127;
Pterostichus 119;
-"- cupreus L. 145;
Pullus testaceus Motsch. 21;
Pulvinaria aurantii Cock. 193;
Pythium oligandrum 260;

Rabditidae 43;
Reduviidae 20;
Reoviridae 83,85;
Rhaphidioptera 24;
Rhipidothrips 112, 132;
Rhynokoris annulatus L. 20;
Rhyssa persuasoria L. 26, 53;
Ribovira 83;
Rickettsiales 87;
Rickettsiella 87;
-"- eurygasteris Luk., Push.87;
-"- melolontha Krieg. 87;
Rodolia cardinalis Muls. 21, 191;
Rogas dimidiatus Spin. 27, 56;
Runcinia lateralis Koch 41;

Salmonella 89;
-"- enteritidis Gaertner 89, 240;
-"- typhimurium Loffler.89;
Salticidae 41;
Sarcophagidae 40;
Satanas gigas Evers. 39;
Scoliidae 24, 37;
Scolia dejeani Lind. 37;
Scolioidea 45;
Scolothrips acariphagus Jakh. 20;
-"- longicomis Pries 20;
Semiadalia 11-punctata Schneid. 21;
Schizaphis gramina Rond. 110;
Sclerotinia sepivorum 191;
Sitona lineatus L. 122;
-"- crinitus Herbst. 122;
Spalangia drosophilae Ashm. 36;
-"- fuscipes Nees. 36;
Sparganothis pilleriana Den. 176;
Sphaerioidaceae 100;
Sphecoidea 24,25,38;
Sphaerolecanium prunastri Fonse. 205;
Sphaerophoria scripta L. 39, 126;
Schaeropsidales 96,99;
Spilomena troglodites Lind. 36, 38;
Spinterus dubius Nees. 36;
Sporotrichium 96;
Sporotrichum vile 260;
Sporozoa 101 ;
Staphylinidae 22;

Stegobion paniceum L. 53;
Steinemematidae 43,103;
Stenopogon sabaudus F. 39;
Stethorus punctillum Ws. ;
Stilbellaceae; Stilbellaceae 96;
Stylopage hadra Dr. 95;
Sympherobiidae 24;
Sympherobius elegans Steph. 24;
Syrphidae 39;
Syrphus ribesii L. 39, 126, 181;
-"- euproctidis Gir. 32;
-"- evanescens Westv. 33, 34, 127;
-"- lacustrae Sor 32;
-"- pintoi Vog. et Pint. 32, 54, 65;
-"- principium Sug. et Sor 32, 34;
-"- semblidis Auriwood 33, 131;

Tachinidae 39;
Tachina grossa L. 55;
-"- larvarum L. 202;
Taeniothrips atratus Halid. 132;
Tarichium atrospermum Retch.95;
-"- gamme Weiser 95;
Teleas rugosus Keffer. ;
Telenomus chloropus Thorns. 37, 115;
-"- laeviusculus Ratz. 37, 135, 205;
-"- tetratornus Thornis. 37, 51;
Thaumatomyia glabra Mg. 39, 130;
Thelohania 102;
-"- hyphantriae Weis 202;
Tharidium lineatum ;
-"- tepidariorum ;
.-"- mesnili Pail. 103;
Theronia atalantae Holm. 201;
Theridiidae 41;
Thomisidae 41; T
Thrips fuscipennis Halid 132;
Thrips tabaci Lind. 123, 132;
Thrips validus Uzel. 132;
Thysanoptera 20, 123;
Tiphiidae 37;
Tiphia femorata F. 37;
Tortricidae 202;
Trialeyrodes vaporariorum Westw. 197;
Trichacis tristis Nees. 37;
Trichoderma 99, 256, 257;

-"- lignorum Harz. 99, 135;
Trichogrammatidae 29, 138;
Trichogramma bactrianum 33;
-"- cacoecia Marschal. 33;
-"- embryophagum Hart. 33, 34, 54, 135;
Trichomma enegator Grav. 135;
Trichotecium 260;
-"- roseum Link. 260,261;
Trissolcus grandis Thorns. 37, 115;
-"- rufinebris Mayr. 37;
-"- simoni Mayr. 37;
-"- scutelaris Thorns 37;
-"- vassilievi Mayr. 115;
-"- victorovi Kozl.37, 1271;
Trombidiidae 42;
Trybliographa rapae West. 37;
Tryphoninae 134;
Tuberculariaceae 96,98;
Tuberculina sanquinea 260;
Typhlodromus tiliarum Oudem.41;

Uropoda americana 198;
Uscana senex Grese 35, 120;

Verticillium lecanii Zimm 96, 233;
Vespoidea 25;
Vira 80,83;

Xylodrepa quadripustulata L. 23;

Zabrus tenebrioides Goeze 116;
Zigogramma suturalis 255;
Zoopagales 95.

## ЗМІСТ


Вступ....3
Частина 1. Загальні відомості про зоофаги та хвороби комах в агроценозах....3
Розділ 1. Агробіоценози, їх енергетична структура, кількісна та якісна характеристики компонентів....7
Розділ 2. Фауна та особливості біології зоофагів....19
2.1. Огляд найголовніших груп зоофагів....19
2.2. Способи розмноження ентомофагів, типи яєць і личинок....43
2.3. Характер взаємовідносин між організмами в біоценозах....49
2.4. Динаміка популяцій....57
2.5. Збір, виведення та облік ентомофагів....67
Розділ 3. Загальні відомості про хвороби комах та їх збудників....74
Частина II. Використання зоофагів, патогенів, гербіфагів та інших засобів для захисту рослин....105
Розділ 1. Напрямки біологічного захисту рослин. Способи застосування біологічних засобів захисту рослин....105
Розділ 2. Способи збереження і використання природних ресурсів зоофагів, сприяння їх діяльності....107
Розділ 3. Сезонна колонізація зоофагів....138
3.1. Сезонна колонізація трихограми та шляхи підвищення її ефективності....138
3.2. Застосування зоофагів проти шкідників овочевих культур в умовах захищеного грунту....176
Розділ 4. Інтродукція та акліматизація ентомофагів....190
Розділ 5. Внутрішньоареальне переселення ентомофагів....204
Розділ 6. Застосування гормональних препаратів для порушення метаморфозу шкідливих комах....209
Розділ 7. Використання феромонів для порушення хімічної комунікації комах....214
Розділ 8. Застосування антифідантів для порушення зв'язків фітофагів з кормовими рослинами....227
Розділ 9. Практичне використання ентомопатогенних мікроорганізмів. Біопрепарати і регламенти їх застосування....230
9.1. Грибні біологічні препарати....231
9.2. Бактеріальні біологічні препарати....234
9.3. Використання бактеріальних препаратів у боротьбі з гризунами....240
9.4. Вірусні біологічні препарати....242
9.5. Титри препаратів та їх розрахунок....245





9.6. Визначення біологічної активності біопрепаратів....248
9.7. Визначення біологічної (технічної) ефективності застосування біологічних препаратів....249
9.8. Шляхи підвищення ефективності мікробіологічних препаратів....250
Розділ 10. Біологічний метод боротьби з бур'янами....254
Розділ 11. Біологічний метод боротьби із збудниками хвороб рослин....256
Розділ 12. Генетичний метод боротьби з шкідливими комахами і кліщами....265
Розділ 13. Виведення і впровадження сортів, резистентних (стійких) до шкідників і хвороб....280
13.1. Внесок науки в створення стійких сортів і гібридів....280
13.2. Вікова резистентність рослин....283
13.3. Вплив факторів навколишнього середовища на резистентність рослин....284
13.4. Генетичні варіанти підвищення резистентності рослин....285
13.5. Суть та біологічні особливості феномену резистентності рослин....289
13.6. Причини обмеження резистентності рослин....293
Список рекомендованої літератури....297
Алфавітний покажчик українських назв членистоногих та мікроорганізмів....298
Алфавітний покажчик латинських назв членистоногих та мікроорганізмів....303

Навчальне видання

**Дядечко Микола Платонович,**
**Падій Микола Миколайович,**
**Шелестова Валентина Сергіївна,**
**Барановський Михайло Миколайович,**
**Черній Анатолій Мойсейович,**
**Дегтярьов Борис Григорович**

# БІОЛОГІЧНИЙ ЗАХИСТ РОСЛИН

*Редактор* О. М. Трегубова
*Комп'ютерна верстка:* Л. Ю. Губіна

Здано до складання 8.02.2001. Підписано до друку 7.12.2001. Формат 60x84 $^{1}/_{16}$.
Папір офсетний № 1. Гарнітура Times New Roman. Друк офсетний.
Ум. др. арк. 18,1. Зам. 1-235. Тираж 1000.

Редакційно-поліграфічний сектор відділу НТПІ БДАУ.
09117, Біла Церква, Соборна площа, 8; тел. 3-11-01.

Відтиражовано ВАТ "Білоцерківська книжкова фабрика"
09100, м. Біла Церква, вул. Леся Курбаса, 4