

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ННІ агротехнологій, селекції та екології**

**кафедра захист рослин**

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на здобуття ступеня вищої освіти магістр**

**на тему: «Аналіз ефективності використання  
ентомофагів в умовах захищеного ґрунту»**

**Виконав:** здобувач вищої освіти  
за освітньо-професійною програмою  
Еколого-економічне рослинництво  
спеціальності 201 - «Агрономія»  
ступеня вищої освіти магістр  
групи 201 Амд 11

**Вовк Є. В.**

**Керівник:** Віктор Писаренко

д.с.-г.н, професор,

**Рецензент:** Ольга Бараболя.

к.с.-г.н, доцент

**Полтава – 2025 року**

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВСТУП</b>                                                                                                                                      | <b>6</b>  |
| <b>РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ТА БІОРАЦІОНАЛЬНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ РОСЛИН ВІД ШКІДНИКІВ (Огляд літератури)</b>                                              |           |
| 1.1. Біологія та шкодочинність павутинного кліща <i>Tetranychus urticae</i>                                                                       | 9         |
| 1.2. Бактеріальні інсектициди та акарициди                                                                                                        | 14        |
| 1.3. Актиноміцетні інсектициди та акарициди                                                                                                       | 19        |
| <b>РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>                                                                                          |           |
| 2.1. Грунтово-кліматичні умови досліджуваного господарства                                                                                        | 23        |
| 2.2. Хижий кліщ ( <i>Phytoseiulus persimilis</i> ) як спеціалізований хижак звичайного кліща                                                      | 24        |
| 2.3. Специфіка харчової поведінка хижого кліща ( <i>Phytoseiulus persimilis</i> )                                                                 | 26        |
| 2.4. Види реакцій <i>Phytoseiulus persimilis</i> на здобич                                                                                        | 28        |
| 2.5. Методика проведення дослідження                                                                                                              | 29        |
| <b>РОЗДІЛ 3. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНТОМОФАГІВ У ІНТЕГРОВАНІЙ СИСТЕМІ ЗАХИСТУ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ</b>                  |           |
| 3.1. Дія акарицидів на різні стадії розвитку павутинного кліща                                                                                    | 31        |
| 3.2. Вплив хижого кліща <i>Phytoseiulus persimilis</i> на різні стадії розвитку павутинного кліща <i>Tetranychus urticae</i>                      | 43        |
| 3.3. Залишкова дія акарицидів на звичайного павутинного кліща <i>Tetranychus urticae</i> та його природного ворога <i>Phytoseiulus persimilis</i> | 46        |
| <b>РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕНТОМОФАГІВ В ІНТЕГРОВАНІЙ СИСТЕМІ ЗАХИСТУ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР</b>                                 | <b>52</b> |
| <b>РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА</b>                                                                                                            | <b>55</b> |
| <b>РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ</b>                                                                                                                    | <b>57</b> |
| <b>ВИСНОВКИ</b>                                                                                                                                   | <b>59</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>                                                                                                                 | <b>62</b> |

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Одним із пріоритетних завдань науково-технологічного розвитку країни є перехід до високопродуктивного та екологічно чистого агрогосподарства, розробка та впровадження систем раціонального застосування засобів хімічного та біологічного захисту сільськогосподарських рослин. За останні десятиліття орієнтація захисту рослин істотно змінилася у напрямі її біологізації та екологізації. Незважаючи на серйозну критику, традиційні хімічні засоби захисту рослин продовжують інтенсивно використовуватись у сільському господарстві розвинутих країн. Дослідження в галузі біопестицидів зараз є великою міждисциплінарною сферою науки, що не поступається вивченню можливостей масового розведення та застосування ентомофагів та акарифагів та шляхів збереження та використання природних популяцій корисних організмів. Необхідно відзначити високу наукоємність екологізації рослинництва взагалі та біологізації захисту рослин зокрема.

В даний час арсенал засобів захисту рослин від шкідливих організмів має достатній набір екологічно безпечних засобів, а екологізація захисту рослин є пріоритетним напрямком галузевої науки, який забезпечує розробку прийомів довготривалої оптимізації фітосанітарної обстановки в агроценозах. При виборі засобів захисту рослин слід керуватися положенням, що критерії екологічної безпеки більш важливі, ніж критерії економічної рентабельності.

Сьогодні у світі зареєстровано понад 370 біологічних засобів захисту сільськогосподарських культур від шкідників та хвороб. Загальносвітові продажі біопестицидів становлять понад 300 млн. доларів на рік, або близько 1% світового ринку засобів захисту рослин. При тенденції інтенсивного зростання виробництва та використання хімічних пестицидів у світі розробляють програми заміщення чи додаткового застосування до засобів хімічного захисту рослин менш небезпечних засобів, що забезпечує скорочення хімічного навантаження на агроєкосистеми. Так, наприклад,

відповідно до Директиви 2009/128/ЄС про екологічно стійке застосування пестицидів у Франції до 2028 року планують зменшити застосування засобів хімізації у посівах сільськогосподарських культур на 50 %, у Німеччині до 2027 року – на 30 %, у Чехії – на 10 % []. Великі фірми Західної Європи та США привертають увагу до ідеї заміщення виробництва хімічних пестицидів менш небезпечними біологічними засобами захисту рослин та розширюють обсяг робіт на етапі наукових досліджень щодо створення, вивчення та реєстрації біопестицидів. Аналогічні тенденції виявляються у Китаї, де проблему розвитку виробництва біопестицидів вирішують у межах державних програм. У зв'язку з цим пошук та вивчення нових біологічних препаратів для формування біологізованого асортименту засобів боротьби зі шкідниками сільськогосподарських культур є дуже актуальною проблемою.

**Мета і завдання дослідження** - метою даної роботи було: теоретично обґрунтувати можливість екологізації засобів захисту боротьби зі шкідниками в умовах захищеного ґрунту. Визначити біологічну ефективність біологічних та біораціональних інсектицидів по відношенню до них. Розробити асортимент біологічних та біораціональних засобів захисту сільськогосподарських культур від шкідників в умовах захищеного ґрунту.

**Об'єкти дослідження:** рослини огірка (*Cucumis sativus* L.), звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch) та його хижак (*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot)

**Предмет дослідження** – визначення ефективності біологічних і біораціональних інсектицидів на хижого кліща та на різні стадії розвитку звичайного павутинного кліща на популяції на огірковій умові захищеного ґрунту ;

**Методи досліджень** - загальноприйняті методи і методики досліджень польових та лабораторних досліджень

**Наукова новизна одержаних результатів:** Дано теоретичне обґрунтування можливості екологізації асортименту засобів захисту сільськогосподарських культур від шкідників в умовах захищеного ґрунту та

запропоновано критерії та методологічні підходи формування біологізованого асортименту засобів боротьби зі шкідливими членистоногими..

**Практичне значення одержаних результатів:** доведено ефективність використання біологічних та біораціональних інсектицидів на основі мікроорганізмів та продуктів їх життєдіяльності проти шкідників сільськогосподарських культур. Вивчено механізм спільної дії сумісних акарицидів та хижого кліща. Отримані результати дозволять підвищити ефективність захисту огірка від звичайного павутинного кліща в умовах захищеного ґрунту.

**Особистий внесок здобувача.** Автор особисто приймав участь в проведенні досліджень та обробці отриманого матеріалу.

**Апробація результатів дипломної роботи.** Матеріали даної роботи доповідались і обговорювалися на засіданні наукового студентського гуртка кафедри захист рослин

**Публікації.** За матеріалами роботи прийнято до публікації статтю в Scientific Progress & Innovation Том 28 № 4 (2025)

**Структура та обсяг роботи кваліфікаційної роботи.** Кваліфікаційна робота викладена на 62 сторінках комп'ютерного тексту, складається із вступу 6 розділів, включає 8 таблиць, 5 рисунків і додатки. Список використаних джерел охоплює 59 найменувань.

## **РОЗДІЛ 1**

### **БІОЛОГІЧНІ ТА БІОРАЦІОНАЛЬНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ РОСЛИН ВІД ШКІДНИКІВ (Огляд літератури)**

#### **1.1. Біологія та шкодочинність павутинного кліща *Tetranychus urticae***

Систематично звичайний павутинний кліщ *Tetranychus urticae* Koch є представником класу Arachnida (павукоподібні), групи Acarina (кліщі), загону Acariformes (кліщі справжні), підряду Trombidiformes (кліщі тромбідіформні), когорти Prostigmatae, сімейства Tetranychus [5]. Видова діагностика роду *Tetranychus* особливо важка і під назвою *Tetranychus urticae* часто розуміється комплекс близьких видів, хоча сучасні уявлення про цю складну групу в цілому оформилися [32].

Вперше звичайний павутинний кліщ був описаний Кохом в 1836 [5]. Вважається, що він походить з помірного клімату. Звичайний павутинний кліщ є одним з найбільш важливих видів кліщів через його широке поширення у всьому світі на різних рослинах-господарях. Він також є одним із найбільш шкідливих шкідників для багатьох культур. Його економічне значення обумовлено тим, що він харчується на листі, нирках і плодах, завдаючи безпосередньої шкоди сільськогосподарським культурам, тоді як інші трав'яні кліщі в основному є переносниками хвороб рослин [32].

Звичайний павутинний кліщ має тіло близько 0,5 мм завдовжки овальної форми. Колір кліща варіюється від зеленувато-жовтого до майже прозорого коричневого або червоно-жовтогарячого [44]. *Tetranychus urticae* за свій життєвий цикл проходить п'ять стадій розвитку: яйце, личинка, протонімфа, дейтонімфа та доросла особина. За кожною незрілою стадією слідує період спокою, такі як протокрисаліс, дейтокрисаліс і теліокрисаліс відповідно.

Яйця кліща круглі напівпрозорі згодом стають помаранчевими. Приблизно через 5 днів за оптимальних умов (25-30°C та відносної вологості 45-55%) з яєць вилуплюються личинки. Розвиток одного покоління звичайного павутинного кліща завершується в середньому за 10-14 днів при температурі між 21°C і 23°C [49]. Самки *Tetranychus urticae* можуть розвиватися від стадії яйця до дорослої особини приблизно за 6,5 дні при температурі 30°C і відкласти до 60 яєць протягом п'яти днів. Середня

тривалість періоду яйцекладки становить у самок від 2,4 до 2,5 дня. Зазвичай самки відкладають у середньому до 38 яєць, але окремі особини здатні відкласти понад сто яєць у період яйцекладки. Більш висока кількість яєць зазвичай відзначається при низькій відносній вологості повітря (25-30%). Високий вміст азоту в рослині-господарі може призвести до збільшення ваги самки і, відповідно, до вищої плодючості.

Звичайний павутинний кліщ може виявляти також аренотокічний партеногенез, коли самкам не потрібно копулювати, щоб зробити потомство. З незапліднених яєць вилуплюються лише самці, та якщо з запліднених - як самці, і самки. Зазвичай самці завершують останню стадію спокою перед дорослою стадією раніше, ніж самки. Вважалося, що самці проходять одну стадію німфи. Coates спростував це припущення, встановивши, що самці проходять таку ж кількість стадій, що й самки, але час проходження кожної стадії у самців трохи коротший [49].

Вважалося, що чисельне співвідношення статей у кліщів роду *Tetranychidae* становить 1:1, але багато наступних досліджень показали, що у природних популяціях чисельність самок перевищує чисельність самців, і співвідношення статей періодично варіюється через арренотокіческой репродукції [49]. Сезонні варіації можуть бути також через те, що самки здатні мігрувати з потоками вітру, а самці не здатні до цього.

Самці активно розшукують дейтонімф самок і очікують їх переходу зі стадії спокою у дорослу стадію. Безпосередньо перед виходом самки з екзувію, самець перебуває з нею в тісному контакті, постійно торкаючись її. Коли зовнішній скелет екзувію розщеплюється, самець часто допомагає самці звільнитися від екзувію. Іноді спарювання відбувається відразу, як тільки звільняється передня частина зовнішнього скелета самки. Копуляція може тривати від кількох секунд за кілька хвилин.

Коли самка спарюється з більш ніж одним самцем, пріоритет у заплідненні має сперма першого самця. Тривалість життя статевозрілої самки ділиться на період до яйцекладки та період яйцекладки, перший з яких

триває від виходу з телиокрисалиса до відкладання першого яйця. Період до яйцекладки може тривати від 0,5 дня до 3 днів залежно від температури. Період відкладання яєць може тривати від 10 днів за температури 35<sup>0</sup>С до 40 днів за температури 15<sup>0</sup>С [43]. Починаючи з п'ятиденного віку і далі самка *Tetranychus urticae* здатна відкладати до 10 яєць щодня.

На непошкоджених рослинах звичайний павутинний кліщ розподіляється лежить на поверхні листя поступово. Внаслідок харчування шкідника рослина починає засихати, що призводить до зниження кількості поживних речовин для кліщів, і вони переходять у фазу розсіювання, агрегуючись на верхніх частинах рослини [6]. У фазі розсіювання кліщі більш реагують на світло, ніж у осілій фазі. Саме погіршення стану рослини частково запускає перехід від фази осілості до фази розсіювання – дисперсії [17].

Фаза розсіювання характеризується віддаленням від колонії, у якій розвивався звичайний павутинний кліщ. Розсіювання включає рух як у межах рослини, так і між рослинами. Звичайний спосіб пересування кліща - повзання по рослині-хазяїну, проте він також може ефективно пересуватися між рослинами. Звичайний павутинний кліщ часто піднімається по переплетеному листі прилеглих рослин або просто переповзає землею до нової рослини-господаря. Повітряне розсіювання спостерігається тоді, коли кліщі агрегуються верхніх частинах рослин. При цьому своїми передніми лапками, піднятими вгору над тілом, кліщі повертаються в протилежному напрямку світла.

Павутинним кліщам властиве продукування павутиння з шовку, за що вони й одержали свою назву. Павутину кліщі використовують для перельотів за вітром, іноді досить велика відстань. Іншим методом розсіювання є "метод вершника", коли кліщі пересуваються, використовуючи як засіб пересування інші організми. Звичайний павутинний кліщ здатний максимізувати пристосованість до умов довкілля кількома шляхами. Є повідомлення, що репродуктивні показники самок сильно зростають, коли рослина-господар починає засихати. Оскільки спарювання самок зазвичай відбувається відразу



після виходу дейтонімфи зі стадії спокою, більшість самок спаривається до розсіяння, що підвищує ймовірність знаходження нових колоній.

Коли самка, що розсіюється, досягає нової рослини, вона відразу ж починає харчуватися близько до жилки листа і виробляти павутину. Під павутиння відкладаються яйця, і личинки та німфи розвиваються під її покривом. Павутина зазвичай означає межі колонії, і якщо колонія зростає, то розміри павутини також збільшуються. На додаток до позначення меж колонії, павутиння також служить як засіб захисту від дощу, вітру та хижаків. Якщо павутина досить щільна, вона може забезпечити захист навіть від акарицидних обробок. Крім того, вважається, що павутина і фекальні гранули всередині неї є також механізмом регуляції вологості всередині популяції.

Найпоширенішими стадіями зимівлі тетраніхових кліщів є самки і яйця, що розсіюються. У місцевостях із теплою зимою деякі кліщі можуть продовжувати розмножуватися, тому діапауза є необов'язковою. Діапауза найчастіше індукується у відповідь на коротку довжину дня та зниження температури. Під час діапаузи звичайний павутинний кліщ не живиться і відкладає яйця. Для впадання в діапаузу кліщі зазвичай шукають укриття в щілинах кори дерев і чагарників, грудках бруду і під опалим листям. Діапауза може припинятися при збільшенні тривалості дня та підвищенні температури.

Звичайний павутинний кліщ *Tetranychus urticae* є одним із найпоширеніших шкідників рослин, у тому числі великої кількості польових культур та культур захищеного ґрунту. Він завдає економічної шкоди багатьом рослинам-господарям, включаючи (але не обмежуючись) такі як огірок, помідор, квасоля, троянди, бавовна, кукурудза, соя, полуниця, багато садових культур і декоративних.

*Tetranychus urticae* харчується на нижній стороні листя, проколюючи епідермальну тканину рослини-господаря. Кліщ вводить свої стилети в клітини тканин рослини та висмоктує вміст з палісадного шару та губчастого мезофілу. Живлення кліщів ушкоджує захисну поверхню листя, продихи і палісадний шар. Вони також можуть пошкоджувати нижній шар паренхіми.

Ступінь пошкодження листа звичайним павутинним кліщем є функцією довжини його стилету та товщини листа. Типова довжина стилета *T. urticae* становить  $132 \pm 27$   $\mu\text{m}$  і може змінюватись в залежності від стадії розвитку від 103  $\mu\text{m}$  (у личинки) до 157  $\mu\text{m}$  (у дорослої самки).

Верхня поверхня листа рослин через проколи стилетами при харчуванні звичайного павутинного кліща набуває характерної білої або жовтуватої точковості (мармуровості). Крапки з часом можуть зливатись і тканина листа стає коричневою, якщо кліщ продовжує харчуватися. Пересуваючись по рослині, кліщі також обплутують павутинням листя та стебла. Сильне запаутинування може викликати засихання та опадання листя рослини.

В результаті живлення кліща має місце як прямий, так і непрямий шкідливий вплив на рослину. Прикладами прямого впливу *T. urticae* є знебарвлення листя, дефоліація і навіть загибель рослини. Непрямим впливом *T. urticae*, що призводить до інших негативних проблем у рослині, є зниження фотосинтезу та транспірації. Поєднання цих видів на рослина-господаря істотно знижує його врожайність.

На швидкість розвитку звичайного павутинного кліща, його виживання, репродукцію та тривалість життя можуть впливати вид, сорт та фенологічна фаза розвитку рослини-господаря.

Є свідчення того, що співвідношення азотно-фосфорно-калійних елементів живлення рослини-господаря може впливати на вагу самок звичайного павутинного кліща, на тривалість періоду до яйцекладки та інтенсивність відкладання яєць. Високий рівень азотного харчування покращує якість рослини-господаря для звичайного павутинного кліща, що сприяє збільшенню ваги самки, більш короткому періоду часу до яйцекладки, та високій інтенсивності відкладання яєць.

Сприйнятливість рослини до звичайного павутинного кліща може посилити водний стрес, що викликає накопичення в тканинах листка

розчинних вуглеводів, які можуть підвищувати плодючість кліща. Звичайний павутинний кліщ завдає великих економічних збитків у багатьох країнах світу.

## **1.2. Бактеріальні інсектициди та акарициди**

Аналіз світового досвіду показує зростаючий інтерес до практичного застосування в сільському господарстві біопрепаратів та технологій біозахисту рослин. Значимість біологічних засобів захисту рослин усвідомили такі найбільші світові пестицидні компанії, як Сінгента, Байєр Кроп Сайєнс, Монсанто, Дюпон, які в останні роки почали інтенсивний розвиток підрозділів з біологічних препаратів.

У нашій країні розробка та впровадження систем раціонального застосування засобів хімічного та біологічного захисту сільськогосподарських рослин передбачені сьогодні. Кількість біологічних інсектицидів та акарицидів, які дозволені

Державним каталогом пестицидів... для застосування на території нашої країни в останні роки практично не дуже змінюється і становить 6,3-6,7 % від кількості дозволених препаратів. Але якщо розглядати не тільки біологічні препарати, а й діючі речовини, на основі яких вони створюються і можуть створюватися надалі, то їх частка, включаючи ентомопатогенні бактерії, віруси, гриби, нематоди, мікробні токсини та регулятори росту, розвитку та поведінки комах, складе вже близько 20 % [11].

Ентомопатогенні препарати є найпоширенішими з біопрепаратів. Ентомопатогени - це, як правило, елементи природного біоценозу, які є основою біопрепаратів проти шкідників сільськогосподарських культур. Залежно від природи ентомопатогенів розрізняють бактеріальні, вірусні, грибні та інші препарати. Важлива перевага біологічних препаратів у тому, що їх використання сприяє збереженню природного біорізноманіття, що забезпечує участь природних агентів у регуляції чисельності шкідливих об'єктів та призводить до відновлення природної саморегуляції біоценозів.

Великий інтерес сьогодні для захисту рослин від шкідливих організмів представляють мікробні метаболіти, які продукуються, наприклад, актиноміцетами. Існує думка, що препарати на основі продуктів життєдіяльності мікроорганізмів – це та сама «хімія», але природного, а не штучного походження. На думку багатьох вчених, ототожнення мікробних метаболітів з пестицидами хімічного синтезу неправомерно: мікроби та їх метаболіти - це компоненти живої природи і за законом біологічної буферності Торнтона вони (метаболіти) на відміну від хімічних пестицидів не можуть тривалий час зберігатися в природі [3].

Основою бактеріальних інсектицидів є бактерія *Bacillus thuringiensis* Berliner (BT). Частка BT на світовому ринку біопестицидів становить близько 90-95%. Ідентифіковано понад 70 різновидів BT, ефективних проти фітофагів. Різноманітність цієї групи бактерій щороку поповнюється новими серотипами. Вони мають високу селективність, безпечні для корисної ентомофауни, риб, теплокровних. Антифідантні, тератогенні та дерепродуктивні властивості забезпечують їх високу біологічну ефективність. Підвидова та штамова біорізноманітність цієї бацили є невичерпним природним джерелом виділення перспективних культур із практично цінними властивостями, що дозволяють розширювати асортимент біопрепаратів, необхідних сільському господарству.

Біопрепарати, створені на основі *Bacillus thuringiensis*, технологічні під час виробництва та застосування. За кордоном на основі BT виробляють наступні препарати: Bactospeine, Foray і Biobit (виробник - Valent Biosciences), DiPel (Biocontrol Network), (Rincon-Vitova) та (Valent Biosciences), Cordalene (Agrichem) та (Intrachem Bio Italia), Baturad (Cequisa7), Able Lepinox [GC-91], CoStar і Javelin [EG2348] (Certis), Ecotech Bio [EG2371] та Ecotech Pro [EG2348] (Bayer), Rapax [EG2348] (Certis) та (Intrachem), Forward (Forward International), Bactosid K (Sanex (Plate Agrobac (Tecomag), Thuricide (Biocontrol Network), (Certis) та (Valent BioScienc), Delfin (Certis) і (Kwizda), Larvo-BT і Troy-BT (Troy), Scutello і Scutellec (Biobest), Collapse (Caloopet), B (Samabiol), Halt

(Biostadt), Hil-Btk (Hindustan), Lipel-K (Agri Life), Bactimos (використовується у сфері охорони здоров'я), Teknar, Gnatrol і Skeetal (Valent Biosciences), VectoBac (Rincon-Vitova) і (Va (Becker Microbial Products), (Biocontrol Network) та (Rincon-Vitova), Vectocide (Sanex), Bactis (Caffaro), Hil-Bti (Hindustan), Mosquitp Dunks (Rincon-Vitova) та (Biocontrol Network), багато Liper-I (Agri Vidy), Anti-Ad [4, 29, 42]. *Bacillus subtilis*, ефективний проти листогризух шкідників, а також збудників ряду захворювань рослин: фітофторозу, альтернаріозу та фомозу. *Bacillus thuringiensis* на шкідників обумовлюється ентомотоксичним, ентомопатогенним та метатоксичним ефектами за рахунок наявності кристалів ендотоксину, екзотоксину, фосфоліпази C та спор. Такий набір факторів вірулентності діє різною мірою і в різних поєднаннях на комах різних видів.

Бактерії викликають захворювання, які супроводжуються септицемією, при якій гемолімфа та її фагоцитарні та неспецифічні механізми імунітету вже не в змозі пригнічувати розмноження мікроорганізмів, що безперервно проникають до неї. Клітини уражених тканин розриваються, і бактерія переходить у великих кількостях в гемолімфу, викликаючи септицемію [46].

Кристалічний дельта-ендотоксин – це термолабільний білок. Форма кристалів варіює залежно від підвиду. Вони можуть бути біпірамідальні, округлі, квадратні. Кристали нерозчинні у воді, але розчиняються у лужних розчинах. Ендотоксин, потрапляючи в організм комах, під дією ензимів кишечника деградує, виділяючи при цьому справжній токсин, який першим викликає патологічні процеси - структурну дезорганізацію кишкового епітелію, полегшуючи участь у них самої бактерії, з появою зрештою септичного процесу. Гідролізовані токсини мають властивість зв'язування зі специфічними рецепторами середньої кишки комах. Це порушення призводить до збільшення водопроникності клітинних мембран. Велике поглинання води викликає набухання клітини і, зрештою, розрив клітинної мембрани кишечника. Багато фізіологічних змін відбувається у комах під дією кристалічного ендотоксину.

Відсутність токсичності кристалів для ссавців пояснюється тим, що у ссавців первинне травлення білків проходить за низьких показників рН. Під дією шлункового ферменту пепсину, для якого оптимальне значення рН дорівнює 2, кристал деградує до нетоксичної сполуки. Таким чином, білок-токсин виявляється токсичним тільки для вузької групи ентомофауни і зовсім безпечний для різноманітних представників зооценозу, людини і швидше за все не сприяє формуванню резистентних популяцій ентомофагів [7].

В даний час відома велика кількість продукованих дельта-ендотоксинів. Ця різноманітність зумовлена генетичною пластичністю *Bacillus thuringiensis*. Доведено, що гени, що кодують дельта-ендотоксини, розташовані на плазмідах бактеріальної клітини [27]. В результаті численних робіт з біотехнологічного одержання інсектицидних білків, була потрібна систематизація як генів, так і продукованих ними токсинів. В даний час користуються номенклатурою, запропонованою групою вчених на чолі з N. Crickmore. Гени, що кодують інсектицидні білки дельта-ендотоксину, позначили як *cry*, а самі токсини як *Cry*. На додаток до інсектицидних *Cry*-білків виявлено цитолітичні *Cyt*-білки у диптеро-специфічних штамів.

Поряд з утворенням термолабільного кристалічного ендотоксину деякі підвиди *Bacillus thuringiensis* продукують термостабільний бета-екзотоксин. На відміну від білкової природи ендотоксину екзотоксин має нуклеотидну природу. Екзотоксин продукується підвидами *thuringiensis*, *alesti*, *darmstadiensis* та іншими. Екзотоксин менш специфічний, ніж ендотоксин, що пояснюється різним механізмом їхньої дії. Екзотоксин викликає, здебільшого, метатоксичний ефект, включаючись у процеси росту та метаморфозу комах-господаря. Зазначається тератогенез, антифідантна дія, зниження життєздатності дочірніх поколінь. У високих концентраціях екзотоксин має овіцидну дію. На відміну від ендотоксину він може проникати через покриви комах. Численними дослідженнями вітчизняних та зарубіжних вчених показано, що екзотоксин, потрапляючи у зовнішнє середовище, не накопичується, а швидко руйнується та інактивується. *Bacillus thuringiensis*

характеризується поліферментативними властивостями: виявлено ферменти із класу гідролаз, тому бактерія одночасно виявляє активність проти шкідливих комах та фітопатогенних грибів. Механізм антифунгальної дії *Bacillus thuringiensis* пов'язаний із низкою факторів. Бактерії продукують та виділяють у зовнішнє середовище літичні ферменти, зокрема протеазу та хітіназу, які лізують клітинні стінки фітопатогенних грибів. Крім того, вони можуть виробляти антибіотики, які гнітюче діють на гриби.

Ряд авторів відзначає антибактеріальні властивості *Bacillus thuringiensis* та здатність стимулювати зростання рослин, індукуючи систему захисту рослин від хвороб. Токсикологічні дослідження, що проводяться протягом 40 років у всьому світі, показали безпеку *Bacillus thuringiensis* та її метаболітів, включаючи інсектицидні білки та інші речовини, що дозволяє широко їх використовувати в практиці захисту рослин. З іншого боку, враховуючи здатність *Bacillus thuringiensis* до синтезу п'яти типів білкових ентомотоксинів з подальшою кристалізацією, багато авторів відзначають відсутність процесу формування резистентності у комах до *Bacillus thuringiensis*.

Вітчизняними вченими розроблено досить великий асортимент бактеріальних інсектицидів. З них першими були ентобактерін та дендробацилін, які сьогодні не виробляються. Державний каталог пестицидів та агрохімікатів, дозволених для застосування на території України включає Лепідоцид, Бітоксібацилін і Бітіплекс [7].

Лепідоцид розроблений на основі спор та кристалів *Bacillus thuringiensis* subsp. *Kurstaki*.

Бітоксібацилін створений на основі *Bacillus thuringiensis* subsp. *thuringiensis* H1. БТБ містить у собі три ентомоцидні компоненти: суперечки, кристалічний ендотоксин та термостабільний екзотоксин. Такий склад препарату як посилює його ентомоцидний ефект, а й розширює спектр його дії.

Бітіплекс містить активований ендотоксин кристалів *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* (пептиди).

За активним діючим початком бактеріальні препарати на основі ВТ ділять на три групи:

- препарати, що містять спори та кристали бактерій. З вітчизняних препаратів до цієї групи входили Ентобактерін, Дендробацилін, а зараз – Лепідоцид;

- препарати, що містять додатково до спор та кристалів термостабільний екзотоксин. До цієї групи входить Бітоксисилін;

- препарати, що містять лише очищені токсини, що виробляються бактерією. Зараз прикладом такого препарату, що складається лише з дельта-ендотоксину, є Бітіплекс.

### **1.3. Актиноміцетні інсектициди та акарициди**

Велика кількість метаболітів, які становлять інтерес для захисту рослин від шкідливих організмів, продукують актиноміцети *Streptomyces* spp. Актиноміцети у великій кількості зустрічаються у ґрунті завдяки їх здатності легко адаптуватися до середовища проживання та задовольнятися органічними сполуками, які не придатні для інших мікроорганізмів. Вони широко поширені в ґрунтах усієї земної кулі. Велика різноманітність виявлених у природі продуктів вторинного обміну актиноміцетів включає величезну кількість хімічних структур. Більшість виділених вторинних метаболітів, що синтезуються актиноміцетами, мають антибіотичні властивості, проте описано ряд речовин з іншим характером біологічної дії: інгібітори ферментів, гербіциди.

В останні десятиліття в асортименті засобів захисту рослин з'явилися біологічні препарати на основі продуктів вторинного метаболізму актиноміцетів (авермектинів, спіносинів та ін.). Біологічні інсектициди на основі стрептоміцетів зарекомендували себе як ефективні засоби боротьби зі шкідливими членистоногими. Їм властива специфічність, низька токсичність,



а також здатність до деградації в природних кругообігах речовин, що дозволяє не порушувати природну рівновагу при їх використанні. Різноманітність їхньої хімічної природи обумовлює низький ступінь адаптації до них шкідливих комах [5].

Авермектини, що продукуються ґрунтовим актиноміцетом *Streptomyces avermitilis* M.S.T.D., мають високу біологічну активність і мають наступні діючі речовини: аверсектин С, абамектин, авертин N, емаектин бензоат. За механізмом дії авермектини відносяться до нейротоксинів. Потрапляючи в організм безхребетного контактно або через кишечник, вони діють на л-глутамін та гамма-аміномасляну кислоту (ГАМК). Підвищення зв'язування ГАМК призводить до збільшення потоку іонів хлору в клітину з подальшою гіперполяризацією та ліквідацією сигнальної трансдукції. Це призводить до гальмування та блокування передачі нервового імпульсу, внаслідок чого відбувається параліч, а потім і загибель особин багатьох видів комах, кліщів та нематод [33].

Абамектин, що є сумішшю авермектинів, це інсектицид і акарицид короткої контактної і більш тривалої кишкової дії. Має трансламіарну активність. Найбільш ефективний проти кліщів, мінуючих комах, листоблошок, трипсів. Перші ознаки ураження комах з'являються через 6-10 годин при 18-20 ° С або через 3-4 години при 28-30 ° С після обробки. Ефективність абамектину падає при температурі нижче 18-20 °С і збільшується при температурі вище 28 °С. Абамектин затримується у ґрунті, але швидко розщеплюється ґрунтовими мікроорганізмами [9]. Немає біоаккумуляції. На основі абамектину застосовують препарати Вертимек, КЕ (18 г/л) та Крафт, ВЕ (36 г/л) [17]. Аверсектин С є композицією з восьми сполук авермектинової групи, має високу початкову токсичність для багатьох видів комах і кліщів. На його основі випускають препарати Фітоверм, КЕ (2 г/л), Фітоверм, КЕ (10 г/л), Фітоверм, КЕ (50 г/л), Фітоверм-М, КЕ (2 г/л) [12]. Авертин-N - це контактно-кишковий інсектоакарицид, що має трансламіарну активність. Діє на нервову

систему комах та кліщів, викликаючи незворотний параліч. До застосування дозволено препарат Акарін, КЕ (2 г/л) [12].

Сьогодні відомо ще одна діюча речовина, що відноситься до авермектин - емаектин бензоат. Це нейротоксична сполука, що стимулює передсинаптичне виділення нейромедіатора ГАМК і порушує передачу нервових імпульсів на нервово-м'язові зв'язки членистоногих. По дії - це інсектицид та акарицид переважно кишкової, а також контактної дії, що виявляє трансламіарну активність. В даний час до застосування в Росії дозволено препарат Проклейм, ВРГ (50 г/кг) на основі емаектину бензоату. За кордоном - Affirm, Shot-One, Arise та Denim (Syngenta) [47].

У ґрунті та воді авермектини є нестійкими сполуками. Так, у водній суспензії (авермектини нерозчинні у воді) під дією сонячних променів та кисню період напіврозпаду становить 12 годин. У тонкому поверхневому шарі ґрунту під впливом сонячного випромінювання період напіврозпаду становить 21 годину, а при перемішуванні ґрунту варіює від 20 до 47 днів. При попаданні в ґрунт вони міцно зв'язуються її частинками і не вимиваються, що виключає забруднення ґрунтових вод, швидко розщеплюються ґрунтовими мікроорганізмами, немає біоаккумуляції [36]

Крім авермектинів вивчаються та використовуються для боротьби зі шкідниками спиносини – продукти життєдіяльності ґрунтового мікроорганізму *Saccharopolyspora spinosa* Mertz & Yoa. Вони мають контактно-кишкову дію для широкого спектру шкідливих комах (жорстокрилих, лускокрилих, двокрилих, трипсів та ін.), є типовими нейротоксинами, які інгібують нікотинацетилхолінові рецептори нервової системи комах. Результатом дії є порушення передачі нервових імпульсів, припинення рухової активності та живлення комах, нервеве перезбудження, параліч та загибель (протягом 1-2 діб).

Виявляють трансламіарну активність при попаданні на листя, а завдяки термостабільності зберігають високу ефективність в умовах спекотної та сухої погоди.

Спиносини швидко руйнуються на поверхні ґрунту за допомогою фотолізу, в товщі поверхневих шарів ґрунту руйнуються ґрунтовими мікроорганізмами. У різні роки в Україні був дозволений для застосування препарат Спінтор 240, СК (240 г/л), що діючою речовиною якого є спиносад - суміш бактеріальних ферментаційних метаболітів – спиносинів [34].

Перелічені метаболітні препарати напрацьовуються у зручних препаративних формах і, володіючи широким спектром активності, вдало доповнюють один одного: у авермектинових препаратів найбільш виражена акарицидна дія, активність щодо інших об'єктів проявляється у значно більш високих концентраціях; у спіносинів висока активність проти чутливих видів проявляється в однаково низьких нормах застосування, але спіносини практично не виявляють токсичних властивостей щодо кліщів і зовсім не токсичні для попелиць.

## **РОЗДІЛ 2**

### **УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ**

#### **2.1. Ґрунтово-кліматичні умови досліджуваного господарства**

Дослідження проведено в тепличному підрозділі дослідного господарства «Мерефа» Інституту овочівництва і баштанництва УААН Харківської області (Рис.2.1)



Рис. 2.1. Теплиці дослідного тепличного господарства Мерефа.

Дослідне господарство розташоване в 20 км на південь від м. Харків, у північно-східній частині Лісостепу України. Клімат – помірно-континентальний. Як рослина-господар для звичайного павутинного кліща *T. urticae* використовували рослини огірка гібрида F1 «Кармен», стійкого до захворювань і призначеного для вирощування в теплиці (рис. 2.1).

Огірки вирощували в теплиці у чотирилітрових пластикових контейнерах у безгрунтовому змішаному середовищі, яке містило 70% піску. і 30% торфу під ртутними лампами високої інтенсивності світла (250 при 14:10 годинному (світло: темрява)) фотоперіоді.



Рис. 2.2 - Рослини огірка (*Cucurmis sativus L.*) гібриду F1 "Кармен" у дослідній теплиці

Рослини удобрювали комплексним добривом Osmocote із вмістом основних елементів NPK (18-18-18). Блоки рослин були відокремлені один від одного тканинними бар'єрами, щоб запобігти дотику рослин і уникнути переміщення кліщів між блоками. Пестициди на фонових рослинах не застосовували.

## **2.2. Хижий кліщ (*Phytoseiulus persimilis*) як спеціалізований хижак звичайного павутинного кліща**

Хижий кліщ (*Phytoseiulus persimilis* Athias – Henriot) є спеціалізованим хижаком звичайного павутинного кліща *Tetranychus urticae* Koch. У 1958 році *Ph. persimilis* був імпортований з Чилі до Нідерландів, де були здійснені перші успішні програми біологічного контролю з використанням *Ph. persimilis* для придушення *T. urticae* [31]. Згодом *Ph. persimilis* був завезений до інших частин світу, включаючи США [7, 31]. Масове виробництво *Phytoseiulus persimilis* було налагоджено приватними компаніями у Сполученому

Королівстві, Швейцарії, Фінляндії, Голландії, де він використовувався приблизно на третині площ тепличних огіркових культур [31]. Є також відомості про успішне застосування *Ph. persimilis* проти павутинних кліщів та інших культурах: томатах, трояндах, декоративних культурах.

*Phytoseiulus persimilis* - хижий кліщ надзвичайно малого розміру (дорослі особини приблизно 0,5 мм завдовжки) кольором від помаранчевого до яскраво-жовтогарячого. Яйця *Ph. persimilis* овальної форми, приблизно вдвічі більше за розміром, ніж кліща яйця *Tetranychus urticae*. Самка *Ph. persimilis* відкладає яйця поблизу джерела живлення – наприклад, особин різних стадій розвитку *T. urticae*. При рясному харчуванні самка хижака зазвичай відкладає 40-50 яєць за період життя. Розвиток *Ph. persimilis* від стадії яйця до статевозрілої особи при температурі 260 С займає 3,6 дня у самців і 4,1 дня у самок [41,64]. Доросла самка може знищити протягом дня від 10 до 20 яєць звичайного павутинного кліща і відкласти до п'яти своїх яєць щодня, а весь час свого життя - до 80 яєць [31]. Співвідношення статей у потомстві *Ph. persimilis* сильно зміщено у бік самок, що становлять понад 80% всіх особин у популяціях кліща [42]. Однак ці особливості життєвого циклу можуть змінюватися в залежності від виду та об'єму їжі. Коли кількість здобичі низька, то пропорція виробленого жіночого потомства наближається до рівного співвідношення 50:50 [6, 25]. На життєвий цикл *Ph. persimilis* також впливає вид рослини-господаря. Так, тривалість життєвого циклу *Ph. persimilis* на листі томата коротше і темп яйцекладки нижче, ніж на листку квасолі. Очевидно, це відбувається тому, що ексудат із гранульних волосків томату є біотоксичним для *P. Persimilis* [6, 22]. Вилуплені з яєць личинки *Ph. persimilis* не харчуються, а німфи обох стадій розвитку здатні в середньому споживати понад 90% атакованих яєць *Tetranychus urticae*, що в середньому складає 15 штук. Кількість споживаної їжі (ненажерливість) залежить від щільності та стадії розвитку їжі та хижака, температури та вологості навколишнього середовища. При 70-75% відносної вологості яйця та німфи *Ph. persimilis* можуть витримати температуру 35°C до 16 годин, але при 40°C гинуть [5].



*Ph. persimilis* має дуже низьку енергетичну потребу для процесів підтримки життєздатності і спрямовує більшу частину своєї енергії на продукування яєць. У теплицях, де температура коливається від 11,5 до 23,5 ° а відносна вологість - від 36 до 95%, розвиток від стадії яйця до дорослої особини *P. persimilis* завершується приблизно за 11 днів, а тривалість періоду до початку яйцекладки у самки становить середньому 2,8 дня.

### **2.3. Специфіка харчової поведінки хижого кліща *Phytoseiulus persimilis***

Хижий кліщ— хижак, що характеризується швидким пересуванням. Він шукає жертву - шкідливого кліща *T. urticae*, в першу чергу, за наявності павутиння на поверхні листя. Саме павутиння, виготовлена звичайним павутинним кліщем, допомагає хижакові швидко знайти свій видобуток. Виявивши павутиння, *Ph. persimilis* посилено шукає яйця, личинок та дорослих особин *T. Urticae* . Тут же в павутинні самка *Ph. persimilis* відкладає свої яйця між тінетами, де потім вилупиться і харчуватиметься її потомство [5].

Хижий кліщ має високу міграційну здатність. Його поширення сильно корелює із поширенням видобутку. Здатність хижого кліща поширюватися і знаходити нові колонії для харчування багато в чому залежить від характеристик навколишнього середовища, таких як: поширення та щільність харчових ресурсів, щільність хижака, тривалість інвазивної діяльності, кількості павутинного павутинного кліща та цілий ряд інших факторів.

В цілому, пошук харчової бази хижаками-фітосейїдами може бути розділений на три фази: 1) - пошук ділянок павутинного кліща в середовищі проживання, 2) - пошук колоній павутинного кліща на ділянці, та 3) - пошук особин павутинного кліща в колонії [3,8]. При пошуку фітосейїди орієнтуються на леткі рослинні речовини, що індукуються фітофагами, навіть у далеко розташованих місцях проживання видобутку, і утримуються цими летючими речовинами на ділянках проживання видобутку [32,41]. *Ph. persimilis* веде пошук ділянки проживання і отримання їжі, навімання до того

часу, доки відбудеться його фізичний контакт із видобутком. Швидкість зближення зі здобиччю залежить від швидкості і характеру пересування хижака. Ймовірно, яйця для харчування визначаються хижак за допомогою контакту механорецепторів та хеморецепторів на його передніх лапках. Якщо сенсорні дані від лапок вказують на присутність їжі, то хижак приводить свій ротовий апарат у контакт із яйцем. Хеморецептори на педипальпах реагують на харчовий стимул, що походить від зовнішньої частини яйця павутинного кліща. Потім хижак проникає у оболонку яйця своїми хеліцерами.

Пошукова поведінка *Ph. Perisimilis* включає три параметри: 1) - біологічні характеристики та особливості виду видобутку; 2) - зовнішні фактори навколишнього середовища, такі як щільність видобутку, вологість та температура; та 3) - внутрішній фізіологічний стан хижака, таке як почуття голоду. На ефективність пошуку та швидкість поглинання видобутку самками *Ph. perisimilis* впливає навіть наявність волосків на листі рослин [37,49].

Допомагає хижаків знайти видобуток та павутиння, вироблена звичайним павутинним кліщем. При контакті з павутиною хижак інтенсифікує свій пошук у районі. Встановлено, що павутина затримує розсіювання хижака. Павутиння павутинного кліща впливає на рухову активність, швидкість пересування та спосіб пересування *Ph. persimilis*. Самки здатні знайти видобуток вдвічі швидше у присутності павутиння, ніж ви її відсутність.

Хоча хижий кліщ здатний ефективно пригнічувати популяції звичайного павутинного кліща, але після того, як пригнічення останнього, успішно проведено, низька чисельність здобичі може призводити до розсіювання або вимирання хижака, внаслідок чого може виникнути необхідність додаткового випуску хижого кліща з метою подальшого захисту культури. Для успішної розробки програм біологічної боротьби дуже важливе розуміння взаємовідносин хижака та жертви. Багато серйозних аспектів взаємодії хижака і видобутку можна встановити, досліджуючи реакції хижака залежно від щільності його здобичі.



## 2.4 Види реакцій *Phytoseiulus persimilis* на здобич

М.Є. Соломон ще 1949 року розділив реакції споживачів видобутку, залежно від щільності харчових ресурсів, на функціональні і кількісні реакції, причому перші описували, як змінюється рівень хижацтва (ставлення кількості з'їдених особин видобутку до щільності її популяції) індивідуального споживача в залежності від густини ресурсів видобутку, а другі описували, як змінюється репродуктивний темп (ступінь відтворення на одиницю популяції) споживача в залежності від густини ресурсів видобутку [57].

Holling (1959) визначив три базові типи функціональної реакції хижака, що описуються відповідними кривими, залежно від щільності здобичі:

- I тип функціональної реакції - «лінійна», при якій ненажерливість (кількість з'їдених особин видобутку) зростає лінійно зі збільшенням щільності видобутку, але набуває постійного значення, як тільки хижак насититься. Однак при цьому рівень хижацтва залишається незмінним. Вважається, що біологічної точки зору ця модель часто виявляється нереалістичною, хоча вона і залишається фундаментальною в теорії коеволюції системи «хижак-здобич»[44] .

- II тип функціональної реакції - «циртоїдна, при якій рівень хижацтва падає в міру збільшення щільності видобутку доти, доки не досягає постійного значення при насиченні хижака.

- тип III функціональної реакції - «сигмоїдна», при якій рівень хижацтва спочатку збільшується зі збільшенням густини видобутку, а потім знижується в міру його насичення. Тип III функціональної реакції типовий для природних ворогів-генералістів, які легко перемикається з одного виду здобичі на інший і/або концентруються на харчуванні в тих місцях, де переважають певні ресурси [26] .

Хоча у членистоногих зустрічаються реакції і типу I і III, проте найчастіше вони спостерігається реакція II типу [39]. Holling (1959) склав математичну модель функціональної реакції II типу, що описується так званим «дисковим (за дисками, що використовувалися як модель рівнянням

Холлінга»[42]. Ця модель ілюструє принцип розрахунку бюджету часу у поведінковій біології. Передбачається, що хижак проводить свій час у двох видах діяльності: пошук здобичі та обробка здобичі, що включає переслідування, умертвіння, поїдання і перетравлення.

Дослідження функціональних реакцій хижака на здобич є істотнішим, ніж дослідження кількісних реакцій, з метою оцінки програм біологічного контролю, оскільки виходячи з перших можна визначити ефективність даного хижака у знищенні популяції шкідника. Вважається, що природний ворог, що має функціональну реакцію типу II, не здатний забезпечити повне знищення цільових об'єктів, тоді як функціональна реакція типу III з точки зору біогенного контролю є більш успішною і кращою через стабільність реакції хижака на популяції видобутку. Однак тип реакції може змінюватися навіть у одного і того ж виду хижака в залежності від змін температури та харчових переваг виду.

## **2.5. Методика проведення дослідження**

Колонії звичайного павутинного кліща (*Tetranychus urticae* Koch) розводили на рослинах огірка в садках в ізольованому плівкою відсіку лабораторії при температурі 28°C та 16:8 годинному (день:ніч) фотоперіоді. Для ініціювання колонії використовували особин кліща, зібраних із заражених бур'янів. (Додаток А). Садки являли собою ящики розміром 20 x 40 x 30 см із пластин оргскла з відкритим верхом. Зовнішні краї садків були обклеєні двосторонньою клейкою стрічкою, а внутрішні - змащені вазеліном для запобігання виходу кліщів назовні.

Хижих кліщів отримували з Дослідницького центру з інтегрованого захисту рослин. Після прибуття кліщів переміщали з контейнера для транспортування в садки розміром 20 x 40 x 30 см з пластин оргскла і акліматизували до кімнатної температури. У садках знаходилися рослини огірка, вільні від членистоногих. Садки з рослинами та хижими кліщами містили під світлом ртутної лампи при 16:8 годинному (світло:темрява)

фотоперіоді. Протягом 24 годин до початку експериментів у садки не давали особин звичайного павутинного кліща. Колонії звичайного павутинного кліща популяції розводили на рослинах огірка в ізолюваному плівкою відсіку лабораторії, як було описано вище. Хижого кліща отримували за методикою, описаною вище. Дослідження харчової поведінки хижого кліща проводилися в модифікованих садках Хаффакера. З листя, вільних від шкідників рослин огірка, вирощених за загальноприйнятою методикою, робили вирізки у формі дисків розміром 10 см у кількості 20 штук. Листові диски поміщали в садки, щоб запобігти їх висиханню, до розміщення здобичі. Потім за допомогою пензлика з соболиного волосся переносили на кожен з 20 листових дисків по десять екземплярів кожної стадії звичайного павутинного кліща.

Хижого кліща акліматизували до кімнатної температури і по одному випускали в кожен садок Хаффакера безпосередньо з транспортувального контейнера. Садки потім запечатувалися і проводився підрахунок кількості екземплярів різних стадій розвитку шкідника до початку спостереження.

Садкам давали спокій на 10-15 хвилин, щоб дати можливість хижому кліщу адаптуватися до початку спостережень. Потім реєстрували особливості поведінки хижого кліща на особинах різних стадій розвитку павутинного кліща через 0, 30, 60, 90 і 120 хвилин після початку експерименту.

Спостереження тривали не більше 120 хвилин через високу ймовірність відкладання яєць і вилуплення нових особин павутинного кліща, яка могла змінити вікову структуру жертви.

## **РОЗДІЛ 3**

### **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АКАРИЦИДІВ І ХИЖОГО КЛІЩА (*Phytoseiulus persimilis athias-henriot*) В ІНТЕГРОВАНІЙ СИСТЕМІ ЗАХИСТУ ОГІРКА ВІД ЗВИЧАЙНОГО ПАВУТИННОГО КЛІЩА (*Tetranychus urticae* Koch.) В УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ГРУНТУ**

### 3.1. Дія акарицидів на різні стадії розвитку звичайного павутинного кліща

Відомо, що вирощування огірка в теплично-парникових умовах практично неможливе без застосування заходів щодо його захисту від звичайного кліща павутинного *Tetranychus urticae*. На сьогодні огірок є однією з провідних культур захищеного ґрунту, що сильно страждають від пошкоджень звичайним павутинним кліщем (Рис.3.1).



Рис.3.1 Рослини огірка пошкоджені звичайним павутинним кліщем (*Tetranychus urticae*).

Найбільш поширеною практикою боротьби зі звичайним павутинним кліщем на огірку в захищеному ґрунті є використання хімічних засобів захисту рослин - акарицидів. Для контролю звичайного павутинного кліща на огірку зареєстровано певну кількість пестицидів (акарицидів). Деякі синтетичні інсектициди широкого спектра також ефективні і для боротьби зі звичайним павутинним кліщем [34,41]. У більшості досліджень вказується, що синтетичні акарициди ефективні проти рухливих форм павутинного кліща, в той же час

мало відомо про їх овіцидні властивості [5]. У зв'язку з цим одним із завдань цієї роботи було: вивчити пряму (безпосередню) дію акарицидів на різні стадії розвитку звичайного павутинного кліща на огірku в умовах захищеного ґрунту. У лабораторних умовах вивчали дію акарицидів на звичайного павутинного кліща. При цьому об'єктами досліджень були як преімагінальні: нерухомі (яйця) та рухливі (личинки/німфи) стадії розвитку кліща, так і дорослі особини кліща [ 49]. У початкових експериментах випробовували дію трьох акарицидів, що належать до трьох різних хімічних груп різних концентраціях, рекомендованих Переліком в умовах захищеного ґрунту (Табл.3.1) .

Таблиця 3.1

Характеристика досліджуваних акарицидів

| Назва акарицида і його препаративна форма | Діюча речовина | Хімічна група | Досліджувана концентраціямл/ |
|-------------------------------------------|----------------|---------------|------------------------------|
| Вертімек, К.е.<br>(18 г/л )               | абамектин      | Авермектини   | 0,50<br>0,70                 |
| Талстар, К.е.<br>(100 г/л ) – еталон      | біфентрин      | піретроїди    | 1,00<br>1,25                 |
| Алерт, К.с.<br>(240 г/л)                  | хлорфенапір    | піразоли      | 0,35<br>0,50                 |

Колонії звичайного павутинного кліща розводили на рослинах огірku, як було описано у попередньому розділі. При вирощуванні фонових рослин пестициди не застосовувалися. У всіх дослідах використовували живці рослин огірku з вісьмома листочками. Живці поміщали в скляну банку об'ємом 475 мл, на яку клали мідну решітку з невеликими отворами для живців, щоб запобігти падінню живців у воду.

У кожен банку додавали від трьох до шести сантиметрів води, щоб живці не висихали. Банки з живцями поміщали у скляні батареї, що містили по п'ять сантиметрів води на дні. На верхню частину батареї наносили вазелін, щоб запобігти виходу кліщів назовні. Всю цю систему батарей із банками

поміщали у великий пластиковий лоток. Зовнішній периметр лотка обклеювали двостороннім скотчем. Лотки з батареями поміщали під високоінтенсивне ртутне джерело світла, запрограмоване на забезпечення 14:10 годинного (день: ніч) фотоперіоду. Потім на кожен черешок з листочками випускали по десять дорослих самок звичайного павутинного кліща (*Tetranychus urticae*) і протягом одного тижня давали розвинутися різновікової популяції кліща, так щоб у ній були присутні всі стадії розвитку: преімагінальні нерухомі (яйця), преімагінальні рухливі (дорослі особини). Через тиждень проводили облік чисельності всіх яєць, личинок/німф та дорослих особин на 20 листках, вибраних на кожному варіанті.

Потім живці з листочками обприскували одним з акарицидів, перерахованих у таблиці 3.1. Норми витрати препаратів брали згідно з рекомендованими виробниками акарицидів для використання проти звичайного кліща павутинного на огірку. Потім відповідно до зазначених норм розраховували кількість продукту на 100 мл води.

Акарицидні обробки здійснювали за допомогою аерозольного ручного обприскувача у витяжній шафі до стікання препаратів із рослин. Обробленим живцям давали висохнути під витяжкою протягом приблизно 30 хвилин. Досліджували пряму (безпосередню) токсичність акарицидів для різновікової популяції звичайного павутинного кліща, для чого на 3-й, 7-й та 14-й день після обробки підраховували чисельність яєць, личинок/німф та дорослих особин звичайного павутинного кліща.

Температуру протягом експерименту підтримували в діапазоні від 27-30°C (в середньому на рівні 29°C). Для кожного варіанту обробки використовували по п'ять живців, і проводили по два випробування, що служили як повторення.

Проведені дослідження показали наявність суттєвих відмінностей середньої кількості яєць звичайного павутинного кліща на листі, оброблених акарицидами, що випробовуються, порівняно з контролем (без обробки) (Табл.3.2).

Таблиця 3.2

Дія акарицидів на стадію яйця звичайного павутинного кліща по дням після обробки

| Акарицид,<br>концентрація | Середня кількість яєць (екз./лист) після обробки |                |                 |                             |
|---------------------------|--------------------------------------------------|----------------|-----------------|-----------------------------|
|                           | на 3-й<br>день                                   | на 7-й<br>день | на 14-й<br>день | В середньому<br>по варіанту |
| Вертимек, 0,5             | 3,33                                             | 0,17           | 0,67            | 1,39                        |
| Вертимек, 0,7             | 1,78                                             | 0,00           | 0,17            | 0,65                        |
| Талстар, 1,0              | 19,83                                            | 34,67          | 18,17           | 24,22                       |
| Талстар, 1,25             | 12,83                                            | 0,67           | 1,83            | 5,11                        |
| Алерт, 0,35               | 4,50                                             | 0,67           | 1,00            | 2,05                        |
| Алерт, 0,50               | 1,17                                             | 0,67           | 0,67            | 0,83                        |
| Контроль                  | 119,33                                           | 134,33         | 121,33          | 124,99                      |

Згідно з даними таблиці 3.2, всі вивчені акарициди мають овіцидні властивості, суттєвими на 5%-ном рівні значущості, порівняно з контролем. У цьому, найменше овицидне вплив спричинив зразок - талстар, К.е. (100 г/л біфентрину), у дозах 1,00 - 1,25 мл/л: у середньому 24,22 та 5,11 яєць/лист, що відображає графік (Рис.3.1)

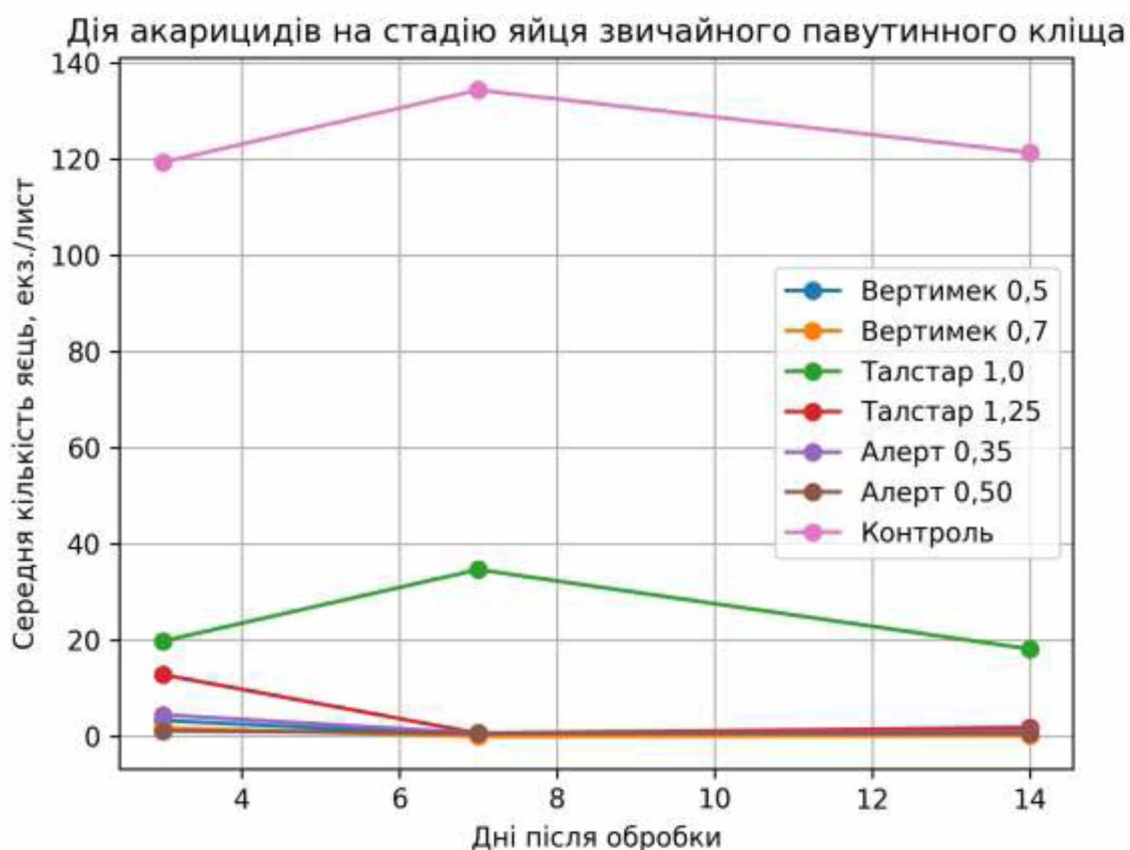


Рис. 3.1 Дія випробовуваних акарицидів на дію павутинного кліща.

Графік побудовано на основі даних таблиці 3.2 та відображає динаміку середньої кількості яєць звичайного павутинного кліща на 3-й, 7-й та 14-й день після застосування різних акарицидів. У контрольному варіанті протягом усього періоду спостережень відмічено стабільно високий рівень яйцекладки, що свідчить про інтенсивний розвиток популяції кліща за відсутності захисних заходів.

Застосування препарату Вертимек у концентраціях 0,5 та 0,7 мл/л забезпечило різке зниження кількості яєць вже на 7-й день після обробки. Найвищу ефективність відмічено у варіанті з нормою 0,7 мл/л, де яйця практично не виявлялися. Акарицид Талстар у концентрації 1,0 мл/л характеризувався недостатньою дією, тоді як підвищення концентрації до 1,25 мл/л значно зменшувало чисельність яєць. Препарат Алерт в обох концентраціях проявив стабільну акарицидну активність, особливо у варіанті 0,50 мл/л.



Отримані результати свідчать, що найбільш ефективними проти яйцевої стадії звичайного павутинного кліща є акарициди Вертимек (0,7 мл/л) та Алерт (0,50 мл/л), які доцільно рекомендувати для застосування в системах інтегрованого захисту рослин. Інші випробувані акарициди суттєво не відрізнялися між собою на 5%-ному рівні значимості по впливу на дану стадію, проте найбільшу овідидну дію проявили Вертимек у концентрації 0,7 мл/л та Алерт у концентрації 0,50 мл/л. Результати вивчення дії акарицидів, проти рухливих преімагінальних стадій розвитку звичайного павутинного кліща наведені в Таблиці 3. 3.

Таблиця 3. 3

Дія акарицидів на стадію личинки/німфи звичайного павутинного кліща по дням після обробки

| Акарицид,<br>концентрація<br>(мл/л) | Середня кількість личинок/німф (екз/лист) після обробки |             |              |                          |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------|--------------|--------------------------|
|                                     | на 3-й день                                             | на 7-й день | на 14-й день | В середньому по варіанту |
| Вертимек, 0,5                       | 3,67                                                    | 1,67        | 0,17         | 1,83                     |
| Вертимек, 0,7                       | 1,17                                                    | 0,33        | 0,00         | 0,50                     |
| Талстар, 1,0                        | 7,07                                                    | 13,83       | 0,33         | 7,08                     |
| Талстар, 1,25                       | 11,83                                                   | 4,33        | 3,67         | 6,61                     |
| Алерт, 0,35                         | 2,50                                                    | 1,17        | 0,67         | 1,44                     |
| Алерт, 0,50                         | 0,33                                                    | 0,50        | 0,83         | 0,44                     |
| Контроль                            | 65,33                                                   | 23,00       | 58,33        | 48,88                    |

Як видно з даних таблиці 3.3, суттєве зниження чисельності особин кліща спостерігалось у всі дні після обробки за всіма варіантами, за винятком варіанта обробки еталоном - талстаром, К.Е. (100 г/л біфентрину) у дозі 1,00 мл/л, різниця якого з контролем хоч і відрізнялася в 1,7 раза у бік зменшення, але її не вдалося довести статистично (Рис.3.2).

Дія акарицидів на стадію личинки/німфи звичайного павутинного кліща

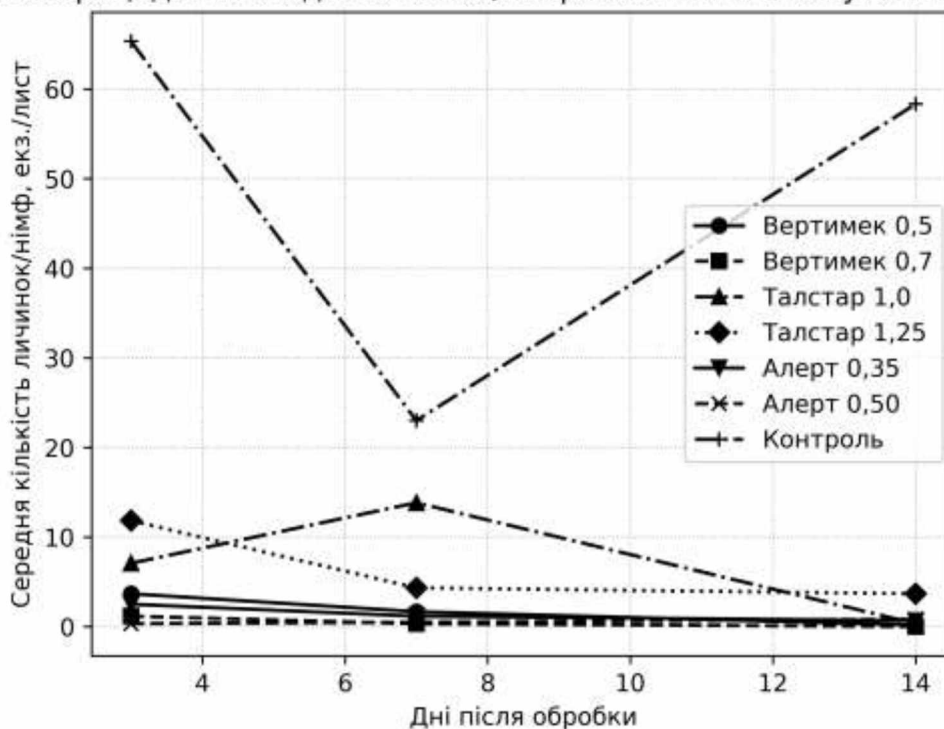


Рис.3.2 Дія акарицидів на стадію личинки/німфи звичайного павутинного кліща

На графіку 3.2 наведено динаміку чисельності личинок і німф звичайного павутинного кліща на 3-й, 7-й та 14-й день після застосування акарицидів. Для забезпечення коректного відтворення при чорно-білому друці всі варіанти представлені різними типами ліній та маркерами.

Контрольний варіант характеризувався високою чисельністю шкідника протягом усього періоду обліків. Найвищу ефективність продемонстрували препарати Вертимек (0,7 мл/л) та Алерт (0,50 мл/л), де чисельність личинок і німф знижувалася до мінімальних значень вже на 14-й день після обробки. Отримані результати підтверджують доцільність застосування зазначених препаратів у системах інтегрованого захисту рослин.

У цьому зазначений варіант обробки талстаром, К.е. (100 г/л біфентрину) у дозі 1,00 мл/л був також найменш ефективний і в середньому по всіх варіантах обробки (в середньому 7,08 особин/лист), хоча дане значення статистично суттєво не відрізнялося від інших акарицидів, так само як їх

показники суттєво не відрізнялися і між собою за впливом на ці стадії розвитку кліща. В ході проведення дослідження щодо впливу досліджуваних акарицидів проти дорослої стадії то нами були отримані наступні результати.

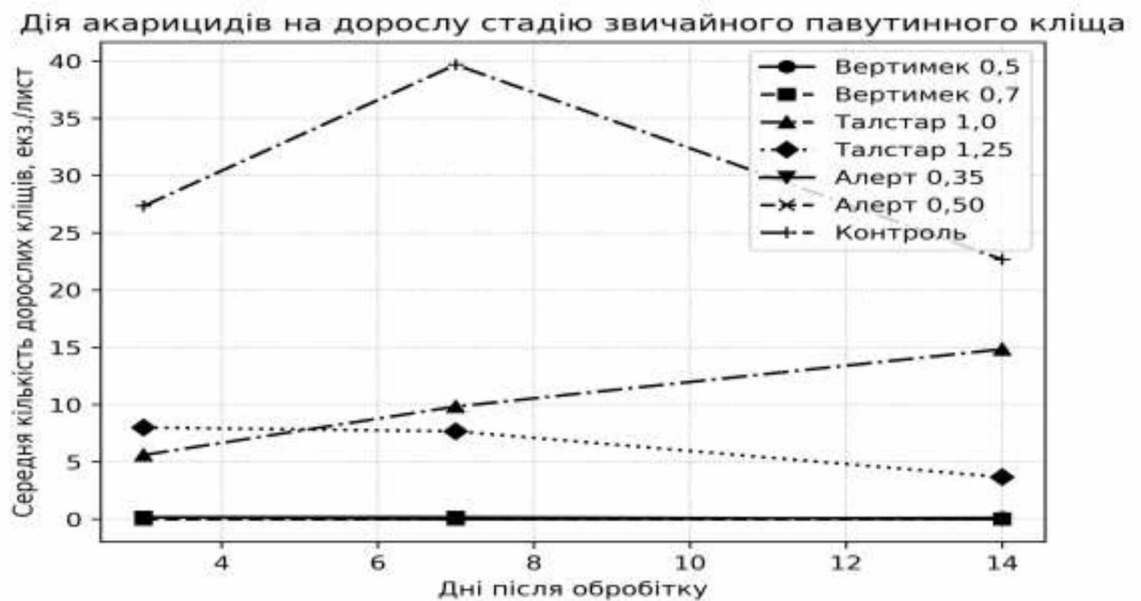
Таблиця 3.4.

Дія акарицидів на дорослу стадію звичайного павутинного кліща по дням після обробітку

| Акарицид,<br>концентрація<br>(мл/л) | Середня кількість дорослих кліщів (екз/лист) після обробітку |             |              |                          |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------|--------------|--------------------------|
|                                     | на 3-й день                                                  | на 7-й день | на 14-й день | В середньому по варіанту |
| Вертимек, 0,5                       | 0,17                                                         | 0,00        | 0,11         | 0,09                     |
| Вертимек, 0,7                       | 0,00                                                         | 0,00        | 0,00         | 0,00                     |
| Талстар, 1,0                        | 5,60                                                         | 9,83        | 14,83        | 10,08                    |
| Талстар, 1,25                       | 8,00                                                         | 7,67        | 3,67         | 6,44                     |
| Алерт, 0,35                         | 0,17                                                         | 0,17        | 0,00         | 0,11                     |
| Алерт, 0,50                         | 0,00                                                         | 0,00        | 0,00         | 0,00                     |
| Контроль                            | 27,33                                                        | 39,67       | 22,67        | 29,89                    |

Згідно з даними таблиці 3.4., найбільш значне зі всіх стадій суттєве зниження чисельності дорослих особин кліща на листі огірка після обробки випробуваними акарицидами в порівнянні з контролем. Лише акарицид стандарт - Талстар, (100 г/л біфентрина) в дозах 1,00 - 1,25 мл/л мав найменший статистично значний вплив на імаго кліщів (в середньому 10,08 і 6,44 особин/лист), порівняно з іншими акарицидами.

У той же час, хоча інші акарициди суттєво не відрізнялися між собою за дією на дану стадію, проте два варіанти акарицидних обробок: Вертимек у концентрації 0,7 мл/л і Алерт у концентрації 0,50 мл/л показали 100% -ну ефективність проти дорослої стадії звичайного павутинного кліща (Рис.3.3)



. Рис. 3.3. Дія акарицидів на дорослу стадію звичайного павутинного кліща по днях після обробітку (чорно-білий варіант для друку)

Графік 3.4 побудовано на основі експериментальних даних та відображає динаміку чисельності дорослих особин звичайного павутинного кліща на 3-й, 7-й та 14-й день після застосування акарицидів. Для забезпечення коректного відтворення при чорно-білому друці всі варіанти представлені різними типами ліній і маркерами.

У контрольному варіанті протягом усього періоду спостережень відмічалось зростання чисельності кліщів, що свідчить про інтенсивний розвиток популяції за відсутності захисних заходів. Акарицид Вертимек у концентраціях 0,5 та 0,7 мл/л забезпечив майже повне знищення дорослих особин уже на 3–7-й день після обробітку, причому у варіанті 0,7 мл/л кліщі не виявлялися протягом усього періоду обліків.

Препарат Талстар у нормі 1,0 мл/л виявився недостатньо ефективним, що підтверджується поступовим зростанням чисельності дорослих кліщів до 14,83 екз./лист на 14-й день. Підвищення концентрації до 1,25 мл/л зумовило зниження чисельності шкідника, однак дія препарату залишалася нестабільною. Акарицид Алерт у концентраціях 0,35 та 0,50 мл/л характеризувався високою ефективністю, при цьому у варіанті 0,50 мл/л дорослі кліщі не виявлялися протягом усього періоду досліджень.

Отримані результати свідчать, що найбільш ефективними проти дорослої стадії звичайного павутинного кліща є акарициди Вертимек (0,7 мл/л) та Алерт (0,50 мл/л), які доцільно рекомендувати для застосування в системах інтегрованого захисту рослин.

Обчислені за результатами всіх обліків показники середньої біологічної ефективності акарицидів, що вивчаються, проти звичайного павутинного кліща наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Біологічна ефективність дії акарицидів на звичайного павутинного кліща

| Акарицид,<br>концентрація<br>(мл/л) | Середня біологічна ефективність обробітку, % |             |              |                              |
|-------------------------------------|----------------------------------------------|-------------|--------------|------------------------------|
|                                     | на 3-й день                                  | на 7-й день | на 14-й день | В середньому<br>по обробітку |
| Вертимек, 0,5                       | 91,88                                        | 91,54       | 90,88        | 91,43                        |
| Вертимек, 0,7                       | 98,74                                        | 100,00      | 100,00       | 99,58                        |
| Талстар, 1,0                        | 75,72                                        | 77,72       | 79,97        | 77,80                        |
| Талстар, 1,25                       | 85,72                                        | 82,33       | 80,86        | 82,97                        |
| Алерт, 0,35                         | 88,47                                        | 92,27       | 90,88        | 90,54                        |
| Алерт, 0,50                         | 99,25                                        | 100,00      | 100,00       | 99,75                        |

Отже, виходячи з даних таблиці 3.5 можна зробити висновок, що всі акарициди, що вивчаються, мали достовірно високу ефективність дії. Хоча найменш ефективним з них був еталон – Талстар у концентраціях 1,00 – 1,25 мл/л – 77,80 – 82,97%, проте відмінність його показників від інших акарицидів була статистично не суттєва.

У той же час, хоча показники середньої біологічної ефективності дії інших акарицидів проти звичайного павутинного кліща істотно не відрізнялися між собою, проте, два варіанти акарицидних обробок: Вертимек у концентрації 0,7 мл/л і Алерт у концентрації 0,50 мл /л показали найбільш

високу, що наближається до 100%, ефективність (99,58 - 99,75% відповідно) проти досліджуваного шкідника.

З статистичного аналізу результатів обліків щільності популяцій звичайного павутинного кліща різної вікової структури на початок обробки акарицидами будь-яких статистично істотних відмінностей щільності кліща між варіантами акарицидів, як і з-поміж них і контрольним варіантом, не було. Тому отримані результати вважатимуться коректними.

Результати проведених нами досліджень показали, що на рослинах, оброблених акарицидами в таких концентраціях: Вертимек, К.Е. (18 г/л Абамектину) - 0,50 мл/л; Вертимек, К.Е. (18 г/л Абамектину) - 0,70 мл/л; талстар, К.Е. (100 г/л Біфентрину) - 1,0 мл/л, талстар, К.Е. (100 г/л Біфентрину) - 1,25 мл/л; Алерт, К.С. (240 г/л хлорфенапіру) - 0,35 мл/л та Алерт, К.С. (240 г/л хлорфенапіру) - 0,50 мл/л, зареєстровано значне зменшення кількості яєць звичайного павутинного кліща суттєве протягом усього періоду обліку.

При обробках зазначеними акарицидами рослин з переїмагінальними рухомими стадіями розвитку кліща, що перебуває на них, чисельність останніх також значно зменшувалася у всіх варіантах, за винятком варіанту обробки еталоном - Талстаром, К.Е. (100 г/л біфентрину) у дозі 1,00 мл/л, хоча різницю показників останнього з контролем не вдалося довести статистично.

Обробки акарицидами рослин, що випробовуються, з дорослими особинами павутинного кліща призвели до статистично найбільш істотного зниження їх чисельності, порівняно з контролем, у всіх варіантах препаратів і днів обліку (табл. 4.4). При цьому, найменше, порівняно з іншими акарицидами, статистично значуще вплив на імаго кліщів еталон - акарицид талстар, (100 г/л біфентрину) в дозах 1,00 - 1,25 мл/л. Найбільший негативний вплив на дану стадію належить акарициди Вертимек у концентрації 0,7 мл/л та Алерт у концентрації 0,50 мл/л, що показали 100% пригнічення шкідника.

Отримані нами результати певною мірою узгоджуються з даними інших дослідників. Так, за даними деяких авторів, у той час як одні акарициди можуть сильно придушувати популяції *T. urticae*, інші, навпаки, можуть

стимулювати збільшення щільності популяцій кліща за рахунок наявних відмінностей у структурі та фармакокінетиці між окремими видами піретроїдів [34].

Так, в роботі Маккі і Ноулз показали, що піретроїди можуть стимулювати дихання кліщів, що, в свою чергу, може призводити до посилення їх харчування і підвищення за рахунок цього відкладання яєць кліщами [56]. Наведені дані Маккі і Ноулза певною мірою можуть пояснити меншу, проти іншими випробуваними нами акарицидами, ефективність акарициду талстар, К.Е. (100 г/л біфентрину), який також відноситься до піретроїдних препаратів (табл.4.2, 4.3, 4.4,4.5).

Отримані нами дані щодо високої ефективності застосування акарициду Вертимек, К.Е. (18 г/л абамектину) у боротьбі проти всіх стадій розвитку павутинного кліща, внаслідок високої токсичності препарату та тривалості його дії в умовах захищеного ґрунту (табл.4. 2, 4.3,4. 4,4. 5), певною мірою узгоджується з даними, отриманими Біссето [46].

Отримані нами дані щодо високої біологічної ефективності абамектину - діючої речовини акарициду Вертимек К.Е. (18 г/л абамектину), що становила в середньому від 91,43 до 99,58% залежно від концентрації, що використовується (табл. 5.5), і стабільності акарицидної дії протягом усього терміну експерименту узгоджується також з показниками, досягнутими при дослідженні біологічної ефективності деяких акарицидів проти червоного павутинного кліща *T. cinnabarinus* та звичайного павутинного кліща *Tetranychus urticae* на томатах та огірках у теплицях [16]. За даними зазначеного автора, абамектин демонстрував високу біологічну ефективність щодо обох видів кліщів, що досягала 98% протягом двох тижнів експерименту.

Також високу ефективність застосування, що практично дорівнює біологічній ефективності вертимеку К.Е. (18 г/л абамектину), показав акарицид алерт, К.С. (240 г/л хлорфенапіру) (див табл. 3. 5).

Діюча речовина алерту - хлорфенапір - забезпечував швидке та довгострокове придушення популяцій звичайного павутинного кліща. Не було

виявлено жодного відновлення чисельності останнього протягом усіх двох тижнів проведення експерименту.

У дослідженнях інших авторів також було відзначено відновлення популяцій кліщів у короткостроковій перспективі після застосування хлорфенапіру.

### **3.2. Вплив хижого кліща ( *Phytoseiulus persimilis*) на різні стадії розвитку павутинного кліща (*Tetranychus urticae*).**

Три блоки вищенаведених експериментів з 20 садків Хаффакера в кожному були проведені в різний час, що загалом дало 60 повторностей. Таким чином, хімічний метод боротьби зі звичайним павутинним кліщем довів свою високу ефективність проти популяції шкідника. Однак у сучасних умовах на передній план висуваються питання екологічної чистоти одержуваної сільськогосподарської продукції, а також проблема резистентності кліща до пестицидів. У зв'язку з цим виникає необхідність впровадження інтегрованої системи захисту, що передбачає використання та інших, екологічно безпечних, методів боротьби зі шкідником. Серед них чільне місце займає біологічний метод, що передбачає використання природних ворогів шкідника. З цією метою нами було випробувано дію природного ворога *Tetranychus urticae* – хижого кліща *Phytoseiulus persimilis*.

Серед природних ворогів *Tetranychus urticae*, хижий кліщ *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Phytoseiidae, Parasitiformes) виявився найбільш ефективним у біологічній боротьбі зі шкідником звичайного павутинного кліща. Для успішного застосування *Ph. persimilis* у біологічній боротьбі з *T. urticae* дуже важливе розуміння взаємовідносин хижака та жертви.

Ефективність *Ph. persimilis*, тобто кількість споживаних особин шкідника, залежить від кількох факторів, таких як щільність та стадія розвитку жертви та хижака, харчові переваги хижака тощо. Багато серйозних аспектів



взаємодії хижака і видобутку можна встановити, досліджуючи функціональні реакції хижака залежно від його щільності видобутку.

Функціональна реакція є важливим компонентом взаємовідносин між хижакom і жертвою і відіграє значну роль у визначенні стійкості системи «хижак-жертва». Тому завдання наших досліджень включали вивчення біоекологічних особливостей харчової поведінки та функціональної реакції хижого кліща (*Phytoseiulus persimilis*) на різні стадії розвитку звичайного павутинного кліща (*Tetranychus urticae*).

Вибір жертви чи специфічної фази її розвитку, крім інших критеріїв, може здійснюватися хижим кліщем залежно від якості їжі, яку представляє собою жертва в цілому чи останні стадії її розвитку та кількістю енергії, що витрачається хижакom на напад. Переважаюча стадія розвитку жертви може виявитися для хижака більш вигідною, порівняно з останньою стадією розвитку, якщо вона містить найбільшу кількість додаткової харчової маси і не вимагає особливих витрат енергії на її пошук, перетравлення та руйнування токсичних елементів їжі.

Було також зазначено, що привабливість здобичі для павутинного кліща може залежати як від стадії розвитку жертви, а й від рівня ситості хижака. Так, хижак може віддати перевагу більш раннім, шестикрапковим, стадіям розвитку звичайного (двокрапкового) павутинного кліща чим пізнішим [9]. Хоча використання природних ворогів є важливим компонентом технології вирощування культур захищеного ґрунту, оскільки вони відіграють велику роль у придушенні звичайного кліща, проте для повного придушення популяцій павутинних кліщів може знадобитися і застосування пестицидів. Тому виникає необхідність вивчення дії акарицидів на природних ворогів, які є важливим елементом програм інтегрованої боротьби зі шкідниками.

Вплив хімічних пестицидів на природних ворогів може здійснюватися шляхом безпосереднього (прямого) контакту під час обробок, і шляхом контакту з залишковими кількостями пестицидів на рослинах чи видобутку. У зв'язку з методичними труднощами та нестачею матеріалу було проведено

лише обмежену кількість досліджень щодо вивчення дії пестицидів на природних ворогів *T. urticae*. В результаті досліджень було виявлено, що більшість вивчених пестицидів викликало суттєве скорочення щільності хижаків, з чого зроблено висновок про негативний вплив застосовуваних пестицидів на хижаків *T. Urticae* [27, 34,51].

Оскільки багато синтетичних акарицидів можуть негативно впливати на розвиток, виживання, харчову поведінку, відкладення яєць і поведінку хижого кліща, найбільш перспективним напрямом при необхідності спільного застосування пестицидів та природних ворогів є пошук та використання селективних пестицидів.

Встановлено, що елективними (сумісними) є такі акарициди, які є смертельними для кліща-шкідника, але не мають негативного впливу на його природних ворогів. Застосування сумісних акарицидів має велике значення, коли ефективність хижаків недостатня для того, щоб стримувати популяцію звичайного кліща павутинного нижче рівня економічної шкоди.

Хоча є кілька пестицидів, які мають високоспеціалізований ефект проти цільових шкідників, але їхнє застосування може стикатися з економічними труднощами. У цьому контексті були проведені дослідження щодо визначення економічної доцільності інтеграції застосування хижака (*Phytoseiulus persimilis*) та пестициду абамектин для боротьби зі звичайним павутинним кліщем, також була доведена висока селективність препарату флумаїт щодо хижого кліща, проте даний препарат мав виражений репелентний ефект [5].

На думку більшості авторів, використання пестицидів у присутності хижака дає можливість сільгоспвиробникам отримувати більший урожай продукції, що має високу вартість, та одночасно забезпечувати максимальний захист від кліща, ніж це досягається при використанні пестицидів чи хижаків окремо.

### **3.3. Залишкова дія акарицидів на звичайного павутинного кліща (*Tetranychus urticae*) та його природного ворога (*Phytoseiulus persimilis*).**

Отримання екологічно чистої сільськогосподарської продукції в умовах захищеного ґрунту можливе шляхом застосування малонебезпечних для довкілля препаратів нових поколінь. Тому дослідження, спрямовані на вивчення біологічної та екологічної ефективності таких препаратів, здатних обмежити поширення та шкідливість рослинних кліщів на культурі огірка в умовах захищеного ґрунту є актуальними.

У той же час застосування хімічних засобів захисту рослин у теплицях може бути небажаним, оскільки продукцію збирають 2-3 рази на тиждень, термін очікування витримати неможливо, оскільки пестициди часто не встигають розкластися. Крім того, для боротьби з павутинними кліщами на овочевих і квіткових культурах у закритому ґрунті використовуються також хижі кліщі з сімейства фітосейд (*Phytoseiidae*) [23]. У таких випадках вплив хімічних пестицидів на цільові об'єкти та природних ворогів найчастіше відбувається внаслідок контакту кількістю препаратів на рослинах або видобутку. У зв'язку з вищесказаним, нами було проведено дослідження залишкової дії акарицидів на звичайного павутинного кліща *Tetranychus urticae* та його природного ворога хижого кліща *Phytoseiulus persimilis* в умовах захищеного ґрунту. Залишкова дія акарицидів на звичайного павутинного кліща *Tetranychus urticae* та його природного ворога *Phytoseiulus persimilis* вивчали в лабораторних умовах.

Для випробувань було обрано 5 акарицидів, тому що при спільному використанні хімічних пестицидів та природних ворогів в інтегрованих програмах боротьби з звичайним павутинним кліщем, крім випробуваних акарицидних препаратів проти *T. urticae*, необхідно було також включити препарати інших класів, на які є вказівки в літературі про їх м'яку дію на хижого (органотини та мінеральні олії). Вивчали залишкову дію акарицидів з п'яти різних хімічних груп у різних концентраціях, рекомендованих для боротьби з *T. urticae* в умовах захищеного ґрунту. Рослини огірка вирощували

за вищезгаданою методикою, без застосування пестицидів. Зазначені у таблиці 4.6 акарициди застосовували способом обприскування (Таблиця 3.6).

Таблиця 3.6

Характеристика досліджуваних акарицидів

| Назва акарицида і його препаративна форма | Действующее вещество | Хімічна група    | Концентрація, мл/л |
|-------------------------------------------|----------------------|------------------|--------------------|
| Вертімек, К.Е.<br>(18 г/л)                | абамектин            | авермектини      | 0,50<br>0,70       |
| Талстар, К.Е.<br>(100 г/л) - еталон       | біфентрин            | піретроїди       | 1,00<br>1,25       |
| Алерт, К.С.<br>(240 г/л)                  | хлорфенапір          | піразоли         | 0,35<br>0,50       |
| Джоллі, К.С.<br>(500 г/л)                 | фенбутатин<br>оксид  | органотини       | 0,75<br>1,00       |
| Гальмін, К.Э.<br>(940 г/л)                | вазелінове<br>масло  | мінеральні масла | 10<br>15           |

Акарицидним обробкам повністю піддавали всю рослину огірка за допомогою ручного обприскувача до повного змочування під витяжкою. Рослини залишали під витяжною шафою протягом 30-45 хвилин, або поки поверхня листя не висохне. Потім рослини поміщали під світло ртутної лампи при 16:8 годинному (день: ніч) фотоперіоді. Рослини не поливали зверху після обробки. Вивчення токсичності акарицидів для звичайного павутинного кліща *Tetranychus urticae* та його природного ворога - хижого кліща *Phytoseiulus persimilis* загалом показало, що тривалість залишкової токсичності змінювалася залежно від препаратів, що випробовуються, та їх концентрацій.

У наших дослідженнях залишкові кількості абамектину викликали смертність *T. urticae*, що істотно відрізняється від контролю, протягом усього періоду спостережень після обробки рослин огірка. Навіть на 21-й день після обробки абамектин у наших дослідженнях продовжував негативно впливати

на *T. urticae*, викликаючи істотну смертність, що узгоджується з даними Dybas, що виявило високу стабільність препаратів групи авермектинів, що мають трансламіарну властивість, тобто. локальною системною здатністю швидко проникати через поверхню рослинних тканин та формувати там резервуар діючої речовини.

Отримані результати у наших дослідженнях узгоджуються також з даними з біологічної ефективності абамектину для звичайного павутинного кліща, що досягала 97% навіть на 40-й день після обробки бавовни в теплиці при 72 годинному контакті кліща з обробленою поверхнею. Тривалість залишкової активності є одним із найважливіших факторів, що визначають ефективність акарицидів проти личинок кліща, що вилуплюються з яєць після обробки. За даними Wermelinger та ін., залежно від умов навколишнього середовища, період, необхідний для вилуплення яєць *T. urticae*, коливається в середньому від 1,9 до 10,8 днів. Тому, враховуючи високий репродуктивний потенціал кліща та здатність до швидкого розмноження, можуть бути потрібні повторні акарицидні обробки, щоб уникнути вторинного зараження шкідником [47]. У кількох роботах інших авторів також було зазначено, що хоча залишкові кількості абамектину викликають суттєву смертність і зниження мобільності та плодючості *T. urticae*, але не істотно впливають на хижого кліща *Phytoseiulus persimilis* [49]. Результати наших досліджень показують, що залишкові кількості абамектину можуть мати сублетальний ефект на *Ph. Persimilis* [61]. Це підтверджує дані, отримані Zhang і Sanderson (1990), згідно з якими восьмиденна експозиція, починаючи з першої години після обробки абамектином (у концентрації 4 ppm), знижувала відкладання яєць хижим кліщем до 50%, проте абамектин не чинив суттєвого негативного впливу на виживання. мобільність *Ph. persimilis* (при концентраціях 0,08-16 ppm), які суттєво знижувалися лише при високих (понад 16 ppm) концентраціях. Дані автори зробили висновок, що абамектин у певних сублетальних концентраціях може бути використаний для оптимізації

співвідношення «хижак-жертва» у програмах інтегрованої боротьби з павутинними кліщами.

Однак останнім часом у захищеному ґрунті відзначається дуже складна ситуація із застосуванням препаратів на основі абамектину, внаслідок тривалого застосування даних препаратів у великих обсягах, внаслідок якої заявила про себе проблема резистентності павутинних кліщів. Кампос та ін відзначали, що рівні резистентності даних видів до абамектину коливаються від 0,5 до 175 разів. У цих випадках навіть збільшення номи витрати акарицидів не забезпечує прийнятну ефективність обробок. Причому, стійкість шкідників до авермектинів може розвиватися після того, як вони були використані протягом декількох сезонів поспіль, що вимагає чергування акарицидів з різним хімічним складом або використання нових препаратів, до яких у популяції шкідника відсутня крос-резистентність [45,47]. Тому препарати на основі абамектину не можуть рекомендуватися для застосування в інтегрованих програмах боротьби з павутинними кліщами. До відносно нових діючих речовин, яких у популяції шкідника відсутня крос-резистентність, відноситься, наприклад, хлорфенапір, 240 г/л), який пригнічує популяції, стійкі до карбаматів, ФОС, піретроїдів, інгібіторів синтезу хітину. Крім того, кліщі, стійкі до абамектину, не виявляють кросрезистентності до хлорфенапіру [47].

Обробки хлорфенапіром та біфентрином і проти звичайного павутинного кліща в наших дослідженнях забезпечували швидке та довготривале пригнічення популяції шкідника. Відновлення його чисельності немає протягом 21 дня після обробки. В інших дослідженнях також відмічено відсутність швидкого відновлення популяції кліща після обробки цим препаратом [54]. Хлорфенапір показав відмінний контроль інвазії *T. urticae* без короткострокового відновлення популяції кліща. Наші результати щодо хлорфенапіру та біфентрину також багато в чому узгоджуються з даними Пратта та Крофта [49].

Тривалий період залишковий акт ивності біфентрину та хлорфенапіру міг би бути корисним для боротьби з популяціями *T. urticae* високої щільності. Однак залишкові кількості біфентрину та хлорфенапіру у наших дослідженнях були токсичні для *Ph. persimilis* протягом більше двох тижнів після обробки, і тому вони не можуть використовуватися в програмах інтегрованого захисту рослин із застосуванням *Ph. persimilis*. До того ж, павутинні кліщі виявилися здатними до інтенсивного формування високорезистентних популяцій також і до піретроїдів, до яких відноситься біфентрин. Як підкреслюють Ван Лееувен та ін. у своєму огляді до піретроїдів взагалі у популяцій *T. urticae* у всьому світі виробився високий (доходить до більш ніж 2000-кратного!) Рівень стійкості. А циклічні піретроїди з подвійним кільцем, такі як біфентрин, які в процесі метаболізму дестабілізують піретроїдні зв'язки, здатні навіть посилювати резистентність цього виду [29]. Тому препарати на основі біфентрину також не можуть рекомендуватися для застосування в інтегрованих програмах боротьби з павутинними кліщами. Залишкові кількості фенбутатин оксиду та мінеральної олії в наших дослідженнях не суттєво впливали на *Ph. persimilis*. Смертність хижака від дії цих речовин суттєво не відрізнялася від контролю навіть у перший день після обробки.

Тому фенбутатин оксид та мінеральна олія могли б бути корисною частиною програм інтегрованого захисту рослин боротьби зі звичайним павутинним кліщем, оскільки, за нашими даними, вони сумісні із токсичної дії їх залишкових кількостей. Однак нами було відзначено, що мінеральне масло (препарат гальмін, KE), що випробовується, виявляло певну фітотоксичність щодо рослин огірка. Фітотоксичність мінеральних масел для певних груп рослин відзначалася також у роботах інших дослідників. Ароматичні вуглеводні, що містяться в мінеральних оліях, які визначають підвищену фітоцидність олій, при окисленні киснем повітря утворюють кислоти, здатні викликати опіки у рослин. Тому багато мінеральних олій не дозволені для обробки трав'янистих рослин і, відповідно, не можуть рекомендуватися для застосування в інтегрованих програмах боротьби з павутинними кліщами на

огірку. У зв'язку з цим з випробуваних нами препаратів на даній культурі в програмах інтегрованого захисту рослин з використанням вищезгаданих препаратів може бути доцільним використання тільки препаратів на основі фенбутатин оксиду.

Таким чином, нами встановлена можливість спільного використання сумісних акарицидів та хижого кліща в інтегрованому захисті огірка від звичайного павутинного кліща. В цілому, проведені нами дослідження залишкової токсичності акарицидів на рослинах огірка для звичайного павутинного кліща та його природного ворога - хижого кліща показали, що тривалість дії препаратів змінювалася в залежності від випробовування, хлорфенапіру та біфентрину викликали суттєву смертність протягом усього періоду спостережень після обробки, але (проте) залишки хлорфенапіру та біфентрину були токсичні для протягом більш ніж двох тижнів після обробки, і тому не можуть використовуватися в інтегрованому захисті рослин разом із застосуванням , як і абамектин, незважаючи на щадну дію останнього на хижака, і біфентрин через резистентність до них, що виникає, павутинних кліщів. Залишкова дія фенбутатин оксиду та мінеральної олії проти проявлялася на прийнятному рівні лише в перші три дні після обробки і не надавали суттєвого впливу на РН, однак мінеральна олія виявляла ознаки фітотоксичності на огірку, тому з випробуваних нами препаратів на даній культурі програмах інтегрованого захисту рослин з використанням РН може бути доцільним використання тільки препаратів на основі фенбутатин оксиду.

## **РОЗДІЛ 4**

### **ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЕНТОМОФАГІВ В ІНТЕГРОВАНІЙ СИСТЕМІ ЗАХИСТУ ОВОЧЕВИХ КУЛЬТУР**



Упровадження екологічного підходу до зменшення шкідливості павутинних кліщів є одним із головних завдань сучасної сільськогосподарської акарології. Це особливо актуально для агроценозів закритого ґрунту, де найпоширенішим шкідником залишається звичайний павутинний кліщ *Tetranychus urticae* Koch, здатний утворювати до двадцяти поколінь протягом року. У господарствах для боротьби з ним часто підвищують кількість обробок акарицидами, що призводить до накопичення залишкових речовин у продукції, погіршення умов праці персоналу теплиць за високої вологості та температури. У тепличних господарствах України, де основну площу займають насадження огірка, *Tetranychus urticae* Koch є одним із найнебезпечніших шкідників. Його особливістю є поява на завершальних етапах вегетації як весняних, так і осінніх посівів, а також збереження активності до самого збору врожаю. Це значно обмежує можливість використання хімічних препаратів на заключних етапах вирощування культури.

Ще однією проблемою традиційного підходу є швидке формування у шкідника стійкості до пестицидів. У звичайного павутинного кліща резистентність може зрости у десятки або навіть сотні разів уже протягом одного сезону. Чергування препаратів чи збільшення їх дозування не лише не завжди ефективно, а й може прискорювати відбір популяцій, стійких до дії засобів.

Саме тому особливу увагу приділяють впровадженню інтегрованих систем захисту рослин. Їхня сутність полягає в екологічно збалансованому поєднанні біологічних, агротехнічних і, за потреби, хімічних методів, що дозволяє зберігати природні механізми контролю чисельності шкідників. Одним із найважливіших елементів інтегрованого захисту огірка від павутинних кліщів є використання акарифагів — природних ворогів кліщів, які здатні суттєво зменшити або навіть повністю усунути потребу в акарицидних обробках.

Впровадження екологічного підходу до обмеження шкідливості павутинних кліщів є основним завданням сільськогосподарської акарології. Особливо це стосується агроценозів закритого ґрунту, де найпоширеніший шкідник - звичайний павутинний кліщ *Tetranychus urticae* Koch - здатний давати близько 20 поколінь на рік. Для боротьби з ними у господарствах найчастіше збільшують кількість акарицидних обробок, що призводить до сильного забруднення продукції залишковими кількостями акарицидів та погіршує умови роботи персоналу в теплицях за підвищеної вологості та температури.

У теплицях України, де найбільші площі займає огірок, *Tetranychus urticae* Koch також є одним із найбільш серйозних шкідників, відмінною негативною особливістю якого є те, що він з'являється на останніх стадіях вегетації обох (осіннього та весняного) сезонів вирощування культури та залишається активним аж до збору врожаю, що суттєво обмежує застосування акарицидів у цей період.

Іншим суттєвим недоліком такого підходу є розвиток стійкості шкідника до пестицидів. Рівень резистентності, що перевищує природний у сотні разів, може виробитися у звичайного кліща павутинного всього за одну вегетацію. Подолання стійкості шляхом чергування пестицидів чи збільшення їх норм витрати як недостатньо ефективно, а й може прискорити відбір стійких видів.

Тому в даному випадку особливі надії покладаються на інтегрований захист рослин, основним принципом якого є органічне поєднання на біологічній основі способів та засобів захисту, здатних зберегти природні механізми регулювання чисельності шкідників. Важливим компонентом інтегрованого захисту рослин огірка від павутинних кліщів є використання акарифагів, які дозволяють знизити чисельність обробок акарицидами, а й взагалі скасувати їх.

Одним із найефективніших та найуживаніших агентів біологічного захисту культур закритого ґрунту від звичайного павутинного кліща є хижий

кліщ. Проте результати проведених досліджень показали, що за надмірної чисельності популяції цей ентомофаг не завжди здатний повністю стримувати розвиток шкідника. У таких умовах для досягнення належного рівня захисту рослин від павутинного кліща доцільно поєднувати використання акарицидів із застосуванням хижого кліща.

Під час лабораторних досліджень було визначено можливість сумісного використання акарицидів і хижого кліща в межах інтегрованої системи захисту огірків від *Tetranychus urticae*. Для підтвердження ефективності лабораторних результатів проведено виробничі випробування, у яких в умовах закритого ґрунту досліджувалася результативність комбінованого застосування акарицидів і хижого кліща.

## **РОЗДІЛ 5**

### **ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА**

Засоби захисту рослин у сучасних агроценозах виконують подвійну функцію. З одного боку, вони регулюють взаємовідносини між культурними рослинами та організмами, що завдають їм шкоди. З іншого боку, ці сполуки виступають ксенобіотиками, які можуть порушувати біоценотичні зв'язки в агроecosистемах і спричиняти забруднення природного середовища. Для ефективного управління процесами в агросистемі необхідно враховувати не лише природні внутрішні взаємозв'язки між біотичними й абіотичними елементами, а й зовнішні фактори - умови конкретного господарства, його економічні, трудові та соціальні можливості, а також здатність контролювати проведення захисних заходів і загальний екологічний стан агроландшафту. Негативний вплив хімічного методу захисту рослин здебільшого зумовлений порушеннями та недоліками у застосуванні пестицидів у сільськогосподарській практиці. Фінансове, технічне, технологічне та кадрове

забезпечення відіграють ключову роль у формуванні екологічно безпечної стратегії використання засобів захисту рослин.

Сучасне бачення стійких систем сільськогосподарського виробництва передбачає збереження довкілля та підтримання «здорового» стану ґрунтів, рослин і тварин, що забезпечує стабільну продуктивність агроєкосистем. У цьому контексті захист культур розглядають як багаторівневу систему, яка включає окремі методи, інтегрований та екосистемний підходи. На найвищому рівні організації цієї системи перебувають технології вирощування культур, побудовані на принципах інтегрованого захисту та включені до загальної агроєкологічної моделі господарювання. Відмова від спеціальних заходів захисту, зокрема від застосування хімічних засобів, за умови отримання достатньо високих урожаїв хорошої якості, може вважатися певним «ідеалом» у сфері рослинництва. Водночас реальні системи захисту культур досить різноманітні й представлені як окремими елементами, так і їх поєднаннями в різних формах.

У загальній системі аграрного виробництва захист культур впливає на агроценози, природні спільноти та населення, одночасно змінюючись залежно від їхнього стану й можливостей. Отже, сучасні підходи до захисту рослин розглядаються у взаємозв'язку з навколишнім середовищем і соціальними умовами, що склалися. Подальший розвиток системи «господарство - захист культур – агроєкосистема» можливий лише за умови постійного контролю ситуації, який здійснюється через аналітичну та регулюючу діяльність у формі комплексної господарсько-екологічної оцінки.

Господарсько-екологічна оцінка - це сукупність заходів, спрямованих на виявлення стану агроєкологічної та економічної ситуації, ефективності захисту рослин і шляхів удосконалення як окремих елементів, так і всієї системи загалом. Основна мета такого аналізу - визначити стан системи «господарство - захист культур - агробіогеоценоз», оцінити результати її функціонування, виявити недоліки та визначити рівень наближеності до

оптимальної моделі захисту рослин. На основі цих висновків приймаються рішення щодо підвищення якості робіт у конкретних умовах господарства, що дає змогу отримати високий, стабільний урожай при дотриманні принципу екологічної збалансованості та гуманного ставлення до природи й людини.

Такий підхід забезпечує створення гнучких технологічних систем практичного захисту культур, максимально пристосованих до складних умов сучасного агровиробництва.

## **РОЗДІЛ 6**

### **ОХОРОНА ПРАЦІ**

Перед початком роботи, отримавши вказівки від бригадира про місце та порядок виконання робіт на поточний день, слід перевірити наявність та справність спецодягу, взуття і засобів захисту. Важливо, щоб елементи одягу не звисали, а волосся було заправлене під головний убір. Під час роботи з отрутохімікатами та мінеральними добривами необхідно обов'язково перевірити справність захисних пристроїв і скористатися додатковими засобами індивідуального захисту. На робочому місці мають бути мило, умивальник, питна вода та аптечка. Матеріали — отрутохімікати та добрива — слід отримувати в кількості, достатній для денного обсягу робіт. При роботі з біопаливом працівники повинні бути забезпечені гумовими чоботями та водонепроникними фартухами. Важливо пам'ятати, що сумісне застосування отрутохімікатів і добрив проводиться відповідно до спеціальних інструкцій. Перед початком роботи потрібно також перевірити стан ручного інструменту, механізмів і допоміжного обладнання.

В залежності від виду виконуваних робіт, зокрема при обробці площ вручну слід розташовуватись один від одного на відстані не ближче 3-х метрів. А під час роботи мотикою постійно контролювати відстань до будови теплиці, електросвітильників. Також потрібно пам'ятати, що при роботі машин із навісним обладнанням категорично не дозволяється знаходитися ближче 5 м від машини, що рухається та розгортати машину при заглибленому робочому

органі. Не можна сходити на машину під час її руху, регулювати робочі органи, перебувати під навісним обладнанням. Для стабільного утримання піднятих рам у парниках та теплицях застосовувати підставки, рами повинні мати ручки для їх підйому. При очищенні рам від снігу потрібно застосовувати спеціальні трапи.

Якщо роботи проходять в теплицях із електрообігрівом потрібно знати, що перед включенням електрообігрівачів до мережі слід переконатися у відсутності людей. ділянку захистити попереджувальними знаками на відстані 5 м від її меж. Ремонтні роботи виконувати тільки відключивши електромережу, на рубильнику вивісити аншлаґ "Не вмикати - працюють люди!".

Залежно від типу робіт, наприклад під час ручної обробки ділянок, працівники повинні розміщуватись один від одного не ближче трьох метрів. Працюючи мотикою, потрібно уважно стежити за відстанню до конструкцій теплиці та освітлювальних приладів. Також важливо пам'ятати, що під час роботи машин із навісним обладнанням суворо забороняється перебувати ближче ніж п'ять метрів від техніки, яка рухається, або розвертати її, коли робочі елементи заглиблені у ґрунт. Не можна ставати на машину під час руху, регулювати механізми чи перебувати під навісними конструкціями.

Для безпечного утримання піднятих рам у теплицях і парниках слід використовувати спеціальні підпірки, а рами повинні бути оснащені ручками для зручності підйому. При очищенні рам від снігу потрібно користуватися трапами.. Якщо роботи виконуються в теплицях з електрообігрівом, необхідно пам'ятати: перед підключенням нагрівачів до мережі потрібно переконатися, що поруч немає людей. Місце проведення робіт слід позначити попереджувальними знаками на відстані близько п'яти метрів. Ремонт електрообладнання можна проводити лише після повного відключення мережі, а на рубильнику потрібно вивісити попереджувальний напис «Не вмикати - працюють люди!».

## ВИСНОВКИ

1. Найбільш значний вплив на всі стадії розвитку звичайного павутинного кліща з випробуваних акарицидів спричиняли Вертимек, К.Е. (18 г/л абамектину) у концентрації 0,7 мл/л та Алерт, К.С. (240 г/л хлорфенапіру) у концентрації 0,50 мл/л. Найменший вплив спричиняє стандарт - талстар, К.Э. (100 г/л біфентрину) у концентрації 1,00 мл/л. Найбільше зниження чисельності спостерігалось після обробки випробуваними акарицидами проти дорослих особин.

2. Загалом усі випробувані акарициди відзначалися високою біологічною ефективністю проти звичайного павутинного кліща. Найбільш високу, що наближається до 100%, ефективність показали вертимек у концентрації 0,7 мл/л та алерт у концентрації 0,50 мл/л. Найменш ефективним був стандарт - талстар в концентраціях 1,00 - 1,25 мл/л.

3. Хижий кліщ в харчуванні надавав перевагу личинкової стадії павутинного кліща (30,2% від загального числа), порівняно з яйцями (20,5%), німфами (13,4%) та дорослими особинами (10,1%). Проте це було довгостроковою стратегією хижака: у конкретній ситуації, він вибирає найефективнішу виживання у умовах, тобто. харчова поведінка є пластичною. Загальна біологічна ефективність використання хижого кліща проти павутинного становила 74,2%.

4. Функціональна реакція дорослих особин на дві найконтрастніші за доступністю стадії жертви: абсолютно нерухомі - яйця і найбільш рухливі - дорослі особини описується кривою типу II.

5. Ненажерливість хижого кліща змінювалася залежно від стадії розвитку та щільності здобичі. При харчуванні на яйцях павутинного кліща, ненажерливість хижака зростала зі збільшенням щільності здобичі, але рівень хижацтва знижувався, що відповідає функціональній реакції типу II. При харчуванні на дорослих особинах зростання ненажерливості хижого кліща зі збільшенням щільності павутинного до 20 особин на диск не було стійким,

а рівень хижацтва також знижувався. При подальшому збільшенні щільності здобичі ненажерливість хижого кліща залишалася відносно постійною, причиною чого може бути велика кількість павутини, що знижує ймовірність виявлення шкідника.

6. Тривалість залишкової токсичності акарицидів змінювалася залежно від діючих речовин та концентрацій: залишкові кількості абамектину, хлорфенапіру та біфентрину викликали суттєву смертність у павутинного кліща протягом 21 дня, а залишки хлорфенапіру та біфентрину – у хижого протягом більш ніж 2 тижнів після обробки і тому не можуть використовуватись спільно з хижим. Залишкова дія фенбутатин оксиду та мінеральної олії на павутинному проявлялася на прийнятному рівні лише протягом 3 днів, а на хижого- не чинило суттєвого впливу протягом усього періоду після обробки, проте мінеральне масло виявляло ознаки фітотоксичності на огірку і тому його застосування недоцільно.

7. В інтегрованого захисту огірка найбільше зниження чисельності павутинного кліща спостерігалось при застосуванні еталона - акарициду алерт, К.С. (240 г/л хлорфенапіру), середня біологічна ефективність якого склала 74,1%, і при сумісному застосуванні акарициду джоллі, К. С. (500 г/л фенбутатин оксиду) та хижого кліща, ефективність яких у середньому становила 66,9%. Інші варіанти в 1,4-1,6 - 2,3-2,5 рази поступалися за біологічною ефективністю двом вищевказаним. Загалом ефективність акарицидів проти павутинного кліща з часом зменшувалася, а ефективність хижого збільшувалася.

8. При сумісному застосуванні препаратів Джоллі та хижого кліща відбуваються два різноспрямовані процеси, результатом інтеграції яких є підвищення в статистично значній мірі ефективності придушення популяції павутинного, в порівнянні з їх застосуванням окремо, що свідчить про можливість і доцільність спільного використання сумісних акарицидів і хижого кліща в інтегрованому захисті огірка від павутинного кліща.



9. Висока біологічна ефективність акарицидів не гарантує отримання екологічно безпечної продукції. Деградація залишкових кількостей оксиду фенбутатину була в 2,6 рази коротша, ніж хлорфенапіру, і йшла в 3,7 рази швидше. Загалом залишкові кількості фенбутатин оксиду в рослинах огірка досягали мінімально допустимих рівнів (МДР) на 3-й день, хлорфенапіру – лише до 21 дня після обробки.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Бондаренко В. Г. Сільськогосподарська ентомологія. Київ : Вища освіта, 2018. 520 с.
2. Писаренко В. М., Логвиненко В. В. Інтегрований захист рослин. Полтава : ПДАУ, 2020. 312 с.
3. Федоренко В. П., Покозій Й. Т. Фітосанітарний моніторинг шкідників. Київ : Колобіг, 2019. 392 с.
4. Кулініч О. В. Павутинні кліщі в теплицях та заходи обмеження їх чисельності. Карантин і захист рослин. 2021. № 3. С. 8–12.
5. Гаврилюк М. М. Біологічні особливості павутинного кліща в умовах закритого ґрунту. Захист і карантин рослин. 2020. № 6. С. 15–18.
6. Трибель С. О. Інтегрований захист рослин від шкідників. Київ : Урожай, 2019. 384 с.
7. Секун М. П. Акарициди у захисті тепличних культур. Карантин і захист рослин. 2022. № 5. С. 14–18.
8. Покозій Й. Т., Доля М. М. Фітофаги овочевих культур. Київ : ННЦ ІЗР, 2018. 248 с.
9. Лісовий М. П. Захист огірка та томата в умовах закритого ґрунту. Овочівництво. 2021. № 2. С. 23–27.
10. Мельник О. В. Формування резистентності павутинного кліща до акарицидів. Захист рослин. 2023. № 4. С. 19–24.
11. Федоренко В. П. Біологічний метод контролю кліщів у теплицях. Агроекологічний журнал. 2020. № 1. С. 45–50.

12. Писаренко В. М. Сучасні системи захисту овочевих культур. Полтава, 2021. 286 с.
13. Логвиненко В. В. Акарицидний захист тепличних культур. Вісник ПДАУ. 2022. № 3. С. 88–94.
14. Козак Г. П. Шкодочинність *Tetranychus urticae* у теплицях. Карантин і захист рослин. 2019. № 8. С. 6–10.
15. Дрозд В. Ф. Вплив температури та вологості на розвиток павутинних кліщів. Агробіологія. 2021. № 2. С. 72–78.
16. Секун М. П. Хімічний метод контролю кліщів у захищеному ґрунті. Захист рослин. 2020. № 7. С. 11–15.
17. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д. Екологічні основи захисту рослин. Київ : Фітосоціоцентр, 2018. 412 с.
18. Круть М. В. Біологічні препарати проти павутинних кліщів. Сільськогосподарська мікробіологія. 2022. № 1. С. 38–42.
19. Покозій Й. Т. Стійкість кліщів до пестицидів. Захист і карантин рослин. 2023. № 2. С. 20–25.
20. Федоренко В. П. Фітосанітарна безпека овочевих культур. Київ : Аграрна наука, 2021. 356 с.
21. Migeon A., Dorkeld F. Spider Mites Web: a comprehensive database. INRAE, 2021.
22. Van Leeuwen T., Tirry L. Biology and control of spider mites. Springer, 2020.
23. Helle W., Sabelis M. W. Spider mites: their biology and control. Elsevier, 2018.
24. Vacante V. Handbook of pest management in greenhouse crops. CABI, 2021.
25. Hoy M. A. Agricultural acarology. CRC Press, 2019.
26. Gerson U., Smiley R. L., Ochoa R. Mites for pest control. Wiley-Blackwell, 2020.

27. Attia S. et al. Control of *Tetranychus urticae* in greenhouses. *Crop Protection*. 2022. Vol. 150.
28. Van Leeuwen T. et al. Acaricide resistance mechanisms. *Annual Review of Entomology*. 2020. Vol. 65.
29. Zhang Z.-Q. *Mites of greenhouse crops*. CABI, 2018.
30. Croft B. A. *Biological control of mites*. Wiley, 2019.
31. Reddy G. V. P. *Integrated management of arthropod pests*. Springer, 2020.
32. Kim Y. et al. Temperature-dependent development of *Tetranychus urticae*. *Journal of Economic Entomology*. 2021.
33. Cloyd R. A. *Chemical control of greenhouse mites*. HortTechnology. 2018.
34. Nauen R. Resistance to acaricides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2021.
35. Isman M. B. Botanical acaricides. *Annual Review of Entomology*. 2020.
36. FAO. *Integrated pest management in greenhouse crops*. Rome, 2021.
37. EPPO. *Guidelines on control of spider mites in protected crops*. Paris, 2022.
38. IRAC. *Mode of Action Classification Scheme*. IRAC, 2023.
39. Sparks T. C. Insecticide and acaricide resistance. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2021.
40. Abrol D. P. *Integrated pest management in protected crops*. Elsevier, 2020.
41. Gatarayiha M. C., Laing M. D. *Biological control in greenhouse vegetables*. *Crop Protection*. 2020.
42. Ullah M. S. et al. Toxicity of acaricides to *Tetranychus urticae*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 2019.
43. Lommen S. T. E. Evolution of pesticide resistance in mites. *Evolutionary Applications*. 2020.

44. Rueda-Ramirez D. et al. Greenhouse pest management strategies. Agronomy. 2022.
45. Mossa A. T. H. Green pesticides against spider mites. Environmental Science and Pollution Research. 2021.
46. Copping L. G. The biopesticide manual. BCPC, 2019.
47. Van Houten Y. M. Biological control of spider mites in greenhouses. BioControl. 2019.
48. Ahmad M. et al. Acaricide resistance in spider mites. Experimental and Applied Acarology. 2021.
49. Sato M. et al. Resistance of spider mites to abamectin. Applied Entomology and Zoology. 2022.
50. Liburd O. E. Mite management in protected cultivation. Florida Entomologist. 2020.
51. Jeppson L. R., Keifer H. H., Baker E. W. Mites injurious to economic plants. University of California Press, 2019.
52. Koul O. Ecofriendly pest management for food security. Elsevier, 2022.
53. Hoy M. A. Agricultural acarology (2nd ed.). CRC Press, 2021.
54. Zhang Z.-Q. Taxonomy and ecology of spider mites. Springer, 2020.
55. Van Leeuwen T. et al. Global status of acaricide resistance. Pest Management Science. 2021.
56. FAO. Greenhouse pest control guidelines. Rome, 2022.
57. EPPO. Tetranychus urticae diagnostic protocols. Paris, 2021.
58. IRAC. Resistance management recommendations for acaricides. IRAC, 2022.
59. CABI. Crop protection compendium: Spider mites. Wallingford, 2023.