УДК 635.64:635.25:635.65 (470.44)
DOI:10.37128/2707-5826-2025-3-10

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЕНТОМОКОМПЛЕКСУ ТОМАТІВ В УМОВАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ ЗА РЕЖИМУ КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШЕННЯ

П.М. ВЕРГЕЛЕС*, канд. с.-г. наук, доцент*
О.В. ГУМЕНЮК, *аспірант*
Вінницький національний аграрний університет

Проведено комплексний моніторинг чисельності основних видових груп шкідників томатів в умовах закритого ґрунту за режиму крапельного зрошення. Сформовано зведену таблицю ідентифікованої структури домінуючого ентомокомплексу високо інтенсивного сорту томатів та оцінено міжрічне варіювання чисельності шкідників, сформовано ряд домінування шкідників в умовах застосованих режимів вирощування томатів у теплиці з огляду на місцевий ентомокомплекс шкідників у межах прилягаючих територій.

Визначено і сформовано три основних системи захисту за спрямованістю класичної промислової з набором рекомендованих препаратів хімічного походження та двох варіантів біологізованої системи захисту, що орієнтована на продукцію вітчизняного виробництва з комплексом біологічної діючої речовини та супутніх компонентів біоорганічного походження. Це дозволило оцінити потенціал варіантної альтернативи конструювання системи захисту томатів в умовах закритого ґрунту.

Оцінено за показниками біологічної ефективності багаторічну ефективність застосування визначених систем захисту по відношенню чисельності таких шкідників як оранжерейна або персикова попелиця (Myzodes persicae Sulz), теплична білокрилка (Trialeurodes vaporariorum Weswood), тютюновий трипс (Thrips tabaci Lind.), звичайний павутинний кліщ (Tetranychus urticae Koch.). Проведена оцінка супроводжувалась формуванням загальної динаміки чисельності шкідника за роками спостереження із вказанням стандартного відхилення на період завершення формування плодів томату (BBCH 77–80).

Узагальнено характер вираженості резистентності шкідників до застосованих діючих речовин на основі порівняння біологічної ефективності на підставі чого зроблено висновок щодо ефективної тактики застосування біоінсектицидів за критерієм зниженого ефекту резистентності у середньому на 1–4% нижчого ніж для варіанту застосування хімічних діючих речовин у класичних інсектицидах у рамках контролю чисельності шкідників томатів у багаторічному постійному варіанті їх феностадійного використання.

Зроблено узагальнення та висновки щодо господарської ефективності вивчаємих систем захисту томатів з огляду на перспективи переходу на біоорганічні та біологічні препарати інсектицидного характеру при конструюванні інтегрованих та комбінованих їх варіантів для умов загальної біологізації технологій вирощування томатів в Україні.

Ключові слова: *томати, ентомокомплекс, біоінсектициди, біологічна ефективність, система захисту.*

Табл. 6. Рис. 2. Літ. 15.

Постановка проблеми. Томати в Україні відносяться до овочевих культур, які складають важливу харчову нішу і забезпечують до 15–20% потреби у свіжих овочах у період від червня до жовтня місяця за безпосередньо польового вирощування та цілорічно за вирощування у закритому ґрунті [1].

Відмічається, що урожайність томатів у закритому ґрунті за останній період в Україні в 2,7 рази перевищує їх урожайність в умовах польового вирощування, зокрема за рахунок більш ефективного контролю шкідників та хвороб [1]. Зокрема, у середньому за період 2020–2024 рр. середня урожайність томатів в польових умовах становила 283,8 ц/га, а в умовах закритого ґрунту – 766,3 ц/га. При цьому у співставленні до попереднього періоду 2016–2019 рр. відмічено загальне зниження обсягів виробництва томатів на рівні 2,75% для умов польового вирощування та 10,38% для умов закритого ґрунту [1].

Разом із тим собівартість томатів залишається високою і зумовлена знову ж таки для умов закритого ґрунту двома основними факторами – високою часткою ручних операцій та інтенсивним комплексом захисту від хвороб та шкідників. Перший чинник сприяє загальному зростанню собівартості їх вирощування, а другий – формує передумови для визначення рівня як реалізаційної ціни, так і рівня екологічної чистоти вирощеної продукції [2].

Разом із тим, важливим аспектом ефективного виробництва томатів є відповідність вирощеної продукції європейським нормам та стандартам, які передбачають контроль за рівнем забруднення продукції як за мінеральними полютантами, так і за залишками пестицидів [3, 4]. Враховуючи високу частку споживання томатів у свіжому вигляді показник рівня екологічної чистоти продукції відіграє важливу роль у забезпеченні реалізаційного її потенціалу, можливості виходу на міжнародні ринки реалізації та відповідність отриманої продукції європейським нормам [5].

Враховуючи, що частка класичних пестицидів за вирощування томатів в Україні становить на сьогодні більше 50% [6] актуальним залишається питання розробки комбінованих варіантів захисту томатів від шкідників та хвороб на підставі максимального поєднання системних регламентованих пестицидів та біопрепаратів біологічного походження за створення їх паритетного співвідношення на рівні 50:50 [7]. Такий варіант забезпечить поступову біологізацію вирощування томатів в Україні та сприятиме вирощування продукції європейського рівня. Слід також відмітити і певну специфічність ентомокомплексу томатів в Україні та в умовах Вінниччини зокрема. В закритому ґрунті найпоширенішими шкідниками томатів є оранжерейна та баштанна попелиці, теплична та тютюнова білокрилки, тютюновий трипс, бурий помідорний кліщ. Загрозу для томатів представляють також такі карантинні шкідники, як тютюнова білокрилка, західний квітковий трипс, південноамериканська томатна міль [8–10].

При цьому структура і чисельність ентомокомплексу визначається ґрунтово-кліматичними умовами місця локації теплиць, режимами утримання та регулювання мікроклімату за вирощування томатів та іншими чинниками [10–12].

З огляду на визначену необхідність збільшення частки біологічного захисту у загальній системі контролю шкідників та хвороб дослідження ефективності застосування рекомендованого та дозволеного до використання в Україні спектру біопрепаратів є питанням актуальним, яке потребує наукового узагальнення та практичного вирішення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. За останній період в Україні відпрацьовано загальні схему та рекомендації щодо регулювання чисельності основних шкідників томатів в умовах закритого ґрунту [12]. Проте відмічено і ряд зауважень, вирішення яких сприятиме як підвищенню урожайності томатів, так і забезпечить отримання кінцевої продукції європейського зразка якості придатної для споживання у свіжому вигляді, зокрема до них слід віднести наступні:

- зростання видового спектру структури ентомокомплексу томатів в умовах закритого ґрунту [10];
- формування резистентності шкідників томатів до основних діючих речовин [7];
- домінування препаратів хімічного походження у системах контролю шкідників із низькою часткою препаратів біологічного походження та препаратів чисто мікробіологічного характеру [2];
- обмеженість даних щодо комплексного вивчення альтернативних систем захисту томатів від шкідників за рахунок використання біопрепаратів (біоінсектицидів) зокрема по відношенню до основних фігурантів шкідливого ентомокомплексу в умовах закритого ґрунту [2, 5].

Представлений перелік проблем актуалізує дослідження особливостей та ефективності використання біоінсектицидів в ефективних технологіях контролю чисельності основних шкідників томатів в умовах закритого ґрунту, особливо за режиму крапельного зрошення. Це підкреслює актуальність проведених досліджень та їх важливість для агротехнологійної практики ведення овочівництва закритого ґрунту в умовах правобережного Лісостепу України.

Умови та методика досліджень. Дослідження проводились впродовж 2022–2024 рр. в умовах ТОВ «ОВОЧЕВИЙ КОМБІНАТ СТАНИШІВКА» (Житомирська обл. Житомирський р-н с. Станишівка). Загальна площа теплиці 6 га. Томат вирощують в другому культобороті на мінеральній ваті, застосовуючи крапельне зрошення. Посадку розсади томату проведено 24 червня. Схема посадки 2,5 рослини на м^2. У дослідженнях використано гібрид Лілос.

Дослідження були направлені на дослідне технологічне вивчення ефективності застосування сучасних рекомендованих інсектицидів біологічного походження у єдиному технологічному вивченні з поширеними класичними інсектицидами, які застосовуються у системі тепличних комплексів України та дозволені до використання згідно Переліку [13]. Серед біологічних інсектицидів вивчалися Бітоксибацилін-БТУ, Лепідоцид-БТУ, Актоверм 1,8% КЕ.

Серед класичних інсектицидів було застосовано Моспілан в.р., Актеллік 500 ЕС, к. е. та Конфідор 200 SL, РК. Коротка агротехнологічна характеристика досліджуваних препаратів із сайту офіційного виробника представлена нижче.

Бітоксибацилін-БТУ – це біопрепарат з інсектицидною та акарицидною дією, спеціально розроблений для захисту сільськогосподарських, плодово-ягідних, декоративних та квіткових культур відкритого та закритого ґрунту від гризучих та смокчучих комах-шкідників, в тому числі від кліщів.

Рис. 1. **Проведення моніторингу шкідників на технологічному процесі вирощування помідор із етапом розсади за режиму крапельного зрошення, 2024 рік.**

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Містить у своєму складі життєздатні бактерії *Bacillus thuringiensis*, ендоспори та біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій – білкові кристали (ендотоксин) та термостабільний бета-екзотоксин. Препарат нейтралізує комах-шкідників завдяки порушенню секреції ферментів травлення, осмотичної рівноваги після потрапляння всередину з частинками з'їденого листя, активації в лужному середовищі кишечника ендотоксину, що ушкоджує внутрішню оболонку кишечника, викликає його параліч. Шкідники масово гинуть протягом кількох діб, повна ліквідація відбувається приблизно через 10–15 днів.

Лепідоцид-БТУ. Препарат містить: життєздатні клітини бактерії Bacillus thuringiensis var. kurstaki, ендоспори та біологічно активні продукти життєдіяльності бактерії: білкові кристали – ендотоксин. Призначення: для захисту квітів, овочевих та плодово-ягідних культур від гусениць лускокрилих комах-шкідників (біланів, капустяної, яблуневої та плодової молі, американського білого метелика, совок, вогнівок, листокруток, кукурудзяного та лучного метелика, пильщиків та ін.). Механізм дії: білковий токсин, що міститься в препараті, призводить до загального паралічу травного тракту комахи протягом перших 4-х годин після потрапляння в шлунок. Потім протягом 12–24 годин розвивається загальна бактеріальна септицемія організму комахи. При достатній дозі гусениці припиняють харчуватися, перестають рухатися, змінюють забарвлення, зморщуються, чорніють і гинуть в більшості протягом 3–5 діб. Виділяються білкові кристали бактеріями постійно, що і забезпечує пролонгований ефект дії препарату.

Актоверм 1,8% КЕ. Препаративна форма: концентрат, що емульгується, від безбарвного до жовтого кольору із специфічним запахом. Склад: абамектин – 18 г/л (1,8 %). Препарат належить до малонебезпечних речовин (2 клас небезпеки) та не потребує спеціальної утилізації після закінчення терміну придатності. Препарат з інсектицидною та акарицидною дією, призначений для захисту рослин від комах-шкідників та кліщів. Використовується для боротьби з личинками різного віку та імаго шкідників. Токсикогенна дія базується на властивостях специфічного природного нейротоксину – абамектину, який незворотно вражає нервову систему комах-шкідників та кліщів, викликаючи параліч, після чого шкідник гине. Перші ознаки дії (сповільнений рух, параліч та загибель шкідників) з’являються через 1–3 дні. Масова загибель шкідників настає через 3–5 днів. Препарат застосовують у вигляді робочого розчину, приготовленого в день обробки. Використати відразу або зберігати не більше 5-6 годин у захищеному від світла місці. Необхідну норму препарату ретельно розмішують у воді при температурі від +12^{0}С до +25^{0}С. Обприскування проводять у період вегетації рослин. Оптимальна температура повітря для обробки: +18^{0}С до +35^{0}С. Остання обробка проводиться за 3 дні до збору врожаю. Препарат сумісний у баковій суміші з прилипачами, стимуляторами росту та іншими засобами захисту рослин, окрім тих, що мають лужну реакцію.

Актоверм формула. Життєздатні клітини бактерій *Bacillus thuringiensis*, ендоспори – титр 2×10^9 КУО/см^3 та біологічно активні продукти життєдіяльності бактерій: білкові кристали і термостабільний екзотоксин. Рекомендується застосовувати для знищення павутинного кліща, колорадського жука, попелиць, трипсів, біланів, совок, білокрилок, плодожерок, молі, листовійок, п’ядунів тощо Біопрепарат застосовують для боротьби з личинками різного віку та імаго шкідників. Обприскування проводять в період вегетації рослин за наявності шкідників. Проти попелиць захисні заходи доцільно проводити за заселення рослини шкідником не вище 10% дорослих особин. Інтервал між обробками 7-14 днів. Біопрепарат застосовують у вигляді робочого розчину, приготовленого в день обробки. Необхідну норму препарату ретельно розмішують у воді з температурою від 15 ^{0}С до 25 ^{0}С. Робочий розчин слід використати зразу після приготування або зберігати не більше 5 – 6 годин в захищеному від світла місці.

Оптимальна температура повітря для обробки: +18^{0}С до +35^{0}С. Остання обробка проводиться за 5 днів до збору врожаю. Біопрепарат сумісний в баковій суміші з прилипачами, стимуляторами росту та іншими засобами захисту рослин біологічної та хімічної природи, крім тих, що мають лужну реакцію.

Моспілан ефективний проти личинок та дорослих особин і виявляє пряму овіцидну дію (знищує личинки під час відродження з яєць, оброблених препаратом). Завдяки тому, що діюча речовина препарату – ацетаміприд – має системну дію, результат застосування інсектициду помітний вже через годину після обробки та проявляється також на необроблених частинах рослин. Шкідники гинуть при безпосередньому контакті з препаратом, а також від поїдання обробленої рослини. Інсектицидна дія препарату проявляється через вплив на нервову систему комах, що призводить до їхньої загибелі від надмірного нервового збудження та паралічу. Період захисної дії триває 14–21 день.

Актеллік – несистемний фосфорорганічний інсектоакарицид, який має контактну, кишкову і фумігантну дію. Препарат застосовується для знищення листогризучих і сисних шкідників, зокрема й кліщів.. За рахунок фумігантної та трансламінарної активності препарат здатен знищувати прихованоживучих шкідників. Також Актеллік має акарицидні властивості (має стримуючий ефект щодо розвитку кліщів).

Конфідор – системний препарат із імідаклопридом (200 г/л) у формі водорозчинного концентрату. Ефективний проти широкого спектра сисних і гризучих шкідників, включаючи попелиць, білокрилку, трипсів, колорадського жука. Використовується на овочах, плодових, технічних та декоративних культурах. Має тривалу захисну дію, високу ефективність за високих температур, стійкість до змивання. ефективність зберігається протягом 2-4 тижнів після внесення. Широкий спектр дії – знищує як сисних, так і гризучих шкідників. Оптимально підходить для внесення через крапельне зрошення. Контактно-кишкова дія – шкідники гинуть при поїданні обробленої рослини або при контакті з препаратом. Системна дія – препарат швидко проникає в рослину, розподіляючись по всіх її частинах, забезпечуючи тривалий захист. Імідаклоприд – порушує роботу нервової системи шкідників, викликаючи параліч та загибель.

Загальна схема досліду представлена у таблиці 1. Дозування препаратів було підібрано на підставі рекомендацій [13] та з врахуванням технологічних регламентів представлених на сайті офіційних дистриб'юторів застосованих пестицидів. Всі супутні спостереження та обліки, а також моніторинг чисельності шкідників з врахуванням їх специфіки для умов закритого ґрунту проводили відповідно до стандартизованих методик в овочівництві [9, 14].

Для розрахунку біологічної ефективності пестицидів, використовували формулу Аббота [14]. Ця формула інтегрує вплив факторів, що визначають природну смертність у контролі:

$$E = 100\,(К–О)/К,$$

де Е – ефективність, виражена відсотком зниження чисельності шкідника з поправкою на контроль;

К – кількість живих особин у контролі у даний термін обліку;

О – кількість живих особин у досліді в даний термін.

Досліди з випробування пестицидів, що застосовуються методом обприскування, проводилися при досягненні середньої чисельності шкідників, орієнтованої на пороговий рівень шкідливості для відповідного виду шкідника [9].

Статистичну обробку дослідних даних проводили відповідно до загальноприйнятої методики в овочівництві [14, 15].

Таблиця 1

Схема застосування препаратів у досліді з вивчення біопрепаратів для контролю чисельності ентомокомплексу томатів в умовах закритого ґрунту, 2022–2024 рр.*

№ варіанту	Обприскування		
	у фазу сформованих 8–10 листків на головному пагоні ВВСН 42–44	у фазу появи 1–3 суцвіття ВВСН 50–53	у фазу початку росту плодів ВВСН 70–73
1. Контроль (абсолютний)	Обприскування водою		
2. Класична система захисту – контроль технологічний	Актеллік 500 ЕС, к. е., 0,50 мл/м^2	Моспілан р.п., – 30 мг/м^2	Конфідор 200 SL, РК, 0,05 мл/м^2
3. Біологічна система захисту	Бітоксибацилін-БТУ, КС 0,7 мл/м^2	Лепідоцид-БТУ, КС 0,7 мл/м^2	Актоверм 1,8% КЕ, 1 мл/м^2
4. Біологічна система захисту посилена	Бітоксибацилін-БТУ, КС 0,7 мл/м^2 + Актоверм 1,8% КЕ, 0,7 мл/м^2	Лепідоцид-БТУ, КС 0,7 мл/м^2 + Актоверм 1,8% КЕ, 0,7 мл/м^2	Актоверм формула р.(с.), 1,0 мл/м^2

* *Сформовано за результатами власних досліджень*

Виклад основного матеріалу досліджень. Результати моніторингу чисельності та видового складу шкідників томатів в умовах овочевого комбінату за період досліджень на основі загального їх переліку характерного для умов закритого ґрунту при вирощуванні томатів [9–11] виявили загальний видовий перелік шкідників представлений у табл. 2. При цьому у ценозах томатів не було виявлено багатоїдних облігатних фітофагів таких як колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say), а також таких карантинних шкідників як Тютюнова білокрила (*Bemisia tabac*i Gen.), Західний квітковий трипс (*Frankliniella occidentalis* Perg.), Південноамериканська томатна міль (*Tuta absoluta* Meyer.).

Таблиця 2

Видова структура шкідників томатів в умовах ТОВ «Овочевий комбінат Станишівка», 2022–2024 рр.

Шкідник	Пороговий рівень шкідливості [9]	Середньобагаторічна чисельність ($X_{сер}$ ±SD*)
Ряд Рівнокрилі Homoptera Родина афіди Aphididae		
Оранжерейна попелиця (*Myzus persicae* Sulz.)	10 особин на лист	15,7 ± 5,2
Баштанна попелиця (*Aphis gossypn* Glov.)	10 особин на лист	1,9 ± 0,7
Звичайна картопляна попелиця (*Aulacorthum solani* Kalt.)	20 особин на лист	Не виявлено
Велика картопляна попелиця (*Macrosiphum euphorbiae* Thom.)	20 особин на лист	Не виявлено
Бобова попелиця (*Aphis fabae* Scop.)	20 особин на лист	Не виявлено
Ряд Рівнокрилі Homoptera Родина Білокрилки Aleurodidae		
Теплична білокрилка (*Inaleurodes vaporanorum* Westw.)	10 особин різних стадій розвитку на лист	21,9 ± 5,2
Тютюнова білокрилка (*Bemisia tabaci* Gen.)	5 особин різних стадій розвитку на лист	Не виявлено

продовження табл. 2

Ряд Трипси Thripidae Родина Війчастокрилі Thysanoptera		
Тютюновий трипс (*Thrips tabaci* Lmd.)	5 особин на лист	6,0 ± 2,3
Західний квітковий трипс (*Frankliniella occidentalis* Perg.)	3 особини на лист	Не виявлено
Розаний (пасльоновий) трипс (*Thrips tuscipenms* Hahday)	5–7 особин на лист	Не виявлено
Ряд Двокрилі Diptera Родина Мінуючі мухи Agromyzidae		
Пасльонова мінуюча муха (*Liriomyza solani* Mcg)	3–5 особин на лист	Не виявлено
Ряд Lepidoptera Родина Noctuidae		
Капустяна совка (*Mamestra brassicae* L.)	2 особини на рослину	Не виявлено
Городня совка (*Polia oleracea* L.)	2 особини на рослину	Не виявлено
Ряд Lepidoptera Родина Gelechidae		
Південноамериканська томатна міль (*Tuta absoluta* Meyer.)	до особини на лист (до 10% рослин із кладками яєць)	Не виявлено
Ряд Coleoptera Родина Chrysomelidae		
Колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say)	2–3 жуки на рослину	Не виявлено
Ряд акариформні Acarioformes Родина павутинні кліщі Tetranychidae		
Звичайний павутиний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.)	10 особин на лист	16,5 ± 4,8
Бурий помідорний кліщ (*Aculus lycopersici* Nassee.)	10 особин на лист	Не виявлено

[*] – міжрічне стандартне відхилення.

Сформовано за результатами власних досліджень

За результатами співставлення облікової чисельності виявлених видів в ценозі томатів поріг шкодочинності перевищували такі шкідники як: оранжерейна або персикова попелиця (*Myzodes persicae* Sulz), теплична білокрилка (*Trialeurodes vaporariorum* Weswood), тютюновий трипс (*Thrips tabaci* Lind.), звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.) (рис. 2).

Рис. 2. **Виявлені шкідники у різні феностадії томатів, 2022–2024 рр.** (послідовно зліва-направо та згори-вниз: оранжерейна (персикова попелиця) (*Myzodes persicae* Sulz), теплична білокрилка (*Trialeurodes vaporariorum* Weswood), тютюновий трипс (*Thrips tabaci* Lind.), звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.)).

Сформовано за результатами власних досліджень

Встановлено, що за період функціонування тепличного підприємства сформувався відносно сталий ентомокомплекс томатів, зумовлений певними екологічними факторами, наявністю дикоростучої флори та проміжних рослин-хазяїв на відповідній ареальній території, погоджується [4, 5, 7].

Це дозволяє планувати відповідний сталий комплекс як набору інсектицидів, так і планування їх фенологічного орієнтування на стадії росту і розвитку рослин томату в умовах господарства. Слід також відмітити міжрічне варіювання чисельності шкідників для представників, що перевищили поріг шкодочинності за співставленням стандартного відхилення та середньо багаторічного значення чисельності. Так міжрічний коефіцієнт варіації становив для чисельності оранжерейної попелиці (*Myzodes persicae* Sulz) 33,12%, для тепличної білокрилки (*Trialeurodes vaporariorum* Weswood) – 23,74%, для тютюнового трипса (*Thrips tabaci* Lind.) – 38,33% та звичайного павутинного кліща (*Tetranychus urticae* Koch.) – 29,09%. Спираючись на висновки [9, 12] такий характер показника вказує на сталість чисельної присутності відповідного шкідника у складі відповідного ентомокомплексу. Так, ряд зростання ймовірності ідентифікації відповідного виду шкідника в умовах базового тепличного господарства у напрямку зростання має наступний вигляд: тютюновий трипс (*Thrips tabaci* Lind.) – оранжерейна попелиця (*Myzodes persicae* Sulz) – звичайний павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch.) – теплична білокрилка (*Trialeurodes vaporariorum* Weswood).

Аналіз ефективності застосованих систем захисту рослин томату у розрізі відповідних видів шкідника мав відмінності за показником біологічної ефективності. Стосовно регулювання чисельності тепличної білокрилки **(***Trialeurodes vaporariorum* Weswood) (Табл. 3) слід відмітити ефективність всіх застосованих варіантів захисту у співставленні до абсолютного контролю.

Таблиця 3

Ефективність систем захисту томатів гібриду Лілос від тепличної білокрилки, 2022–2024 рр.

Варіант системи захисту		Облікова чисельність шкідника, особин різних стадій розвитку шт./лист*			Біологічна ефективність системи захисту, %*		
		2022 р.	2023 р.	2024 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.
1	Контроль (абсолютний)	21,3 ± 2,3	25,6 ± 2,9	18,7 ± 3,5	–	–	–
2	Класична система захисту – контроль технологічний	2,9 ± 0,7	3,8 ± 1,1	3,8 ± 0,9	86,38 ± 6,12	85,16 ± 4,85	79,68 ± 7,29
3	Біологічна система захисту	5,6 ± 1,7	7,7 ± 2,1	6,0 ± 1,5	73,71 ± 7,78	69,92 ± 8,14	68,00 ± 7,21
4	Біологічна система захисту посилена	4,1 ± 0,9	5,8 ± 1,3	4,2 ± 1,2	80,75 ± 6,59	77,34 ± 5,93	77,49 ± 6,08
HIP_{05}		*1,5*	*1,8*	*1,3*	*0,8*	*0,5*	*0,7*

* – облік чисельності шкідника у фазу повного формування плодів (BBCH 77–80).

Сформовано за результатами власних досліджень

При цьому класична технологічна система захисту серед варіантів застосування інсектицидів продемонструвала найвищий рівень біологічної ефективності по відношенню до даного шкідника із середньо багаторічним рівнем біологічної ефективності у значенні 84,27%.

Співвідношення ефективності між застосованими варіантами захисту становила коефіцієнти 1:0,82:0,92 (відповідно для класичної: біологічної: біологічної посиленої системи захисту). В цілому у розрізі застосованих варіантів номінальне значення показника біологічної ефективності мало істотні річні відмінності з максимумом для умов 2022 року та з мінімумом для умов 2024 року. Ми пояснюємо цей аспект формуванням відповідної резистентності шкідника до застосованих діючих речовин, до речі відмічену у ряді публікацій за вирощування томатів в умовах закритого ґрунту за режиму крапельного зрошення [5, 10]. При цьому слід зауважити що у варіантах біологічного захисту рівень зниження показника був у 3,4 рази нижчим за співставлення 2022 та 2024 років ніж на технологічному контролі. Для варіанту біологічного захисту посиленого відмічено навіть незначне підвищення біологічної ефективності в ряду років дослідження. Це вказує на ефект пониженої резистентності шкідника до біологічних пестицидів з відповідним мікробіологічним складом та активними біологічними компонентами діючої речовини. Цей ефект можна з успіхом застосовувати за тривалих і багаторазових застосуваннях вказаної групи пестицидів у варіантах захисту томатів.

Подібні особливості формування показника біологічної ефективності було відмічено і при застосуванні вивчаємих систем захисту для контролю оранжерейної попелиці та павутинного кліща (Табл. 4). Визначено, зокрема вищу ефективність варіантів класичної системи захисту у співставленні до абсолютного контролю.

Таблиця 4

Ефективність систем захисту томатів гібриду Лілос від оранжерейної попелиці та павутинного кліща, 2022–2024 рр.

	Варіант системи захисту	Облікова чисельність шкідника, особин шт./лист*			Біологічна ефективність системи захисту, %		
		2022 р.	2023 р.	2024 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.
1	Контроль (абсолютний)	14,3 ± 2,8** 17,9 ± 2,9***	15,6 ± 3,4 16,1 ± 1,8	17,2 ± 2,7 15,5 ± 2,1	–	–	–
2	Класична система захисту – контроль технологічний	1,5 ± 0,5 1,8 ± 0,3	2,0 ± 0,9 1,9 ± 0,5	2,6 ± 1,1 2,5 ± 0,7	89,51 ± 0,9 89,94 ± 0,7	87,18 ± 1,3 88,20 ± 0,8	84,89 ± 1,5 83,87 ± 1,1
3	Біологічна система захисту	3,5 ± 1,2 3,2 ± 1,5	3,9 ± 1,5 3,1 ± 1,8	4,5 ± 0,9 3,0 ± 1,2	75,53 ± 2,1 82,13 ± 1,8	75,00 ± 2,5 80,75 ± 2,8	73,84 ± 3,2 80,65 ± 3,9
4	Біологічна система захисту посилена	2,9 ± 1,2 3,0 ± 1,5	3,5 ± 1,7 2,8 ± 1,9	3,9 ± 1,5 2,9 ± 1,3	79,72 ± 2,5 83,24 ± 1,9	77,57 ± 1,8 82,61 ± 2,5	77,33 ± 1,5 81,30 ± 2,3
	*$НІР_{05}$	*0,8* *0,7*	*0,9* *1,1*	*1,4* *1,2*	*0,9* *1,1*	*0,7* *0,8*	*1,1* *1,3*

* – за результатами обліку чисельності шкідника на фазу повного формування плодів (ВВСН 77–80); ** – значення для оранжерейної попелиці; *** – значення для павутинного кліща.

Сформовано за результатами власних досліджень

Зокрема середньобагаторічний показник біологічної ефективності по відношенню до оранжерейної попелиці (*Myzodes persicae* Sulz) у варіанті класичної системи захисту був максимальним і становив 87,77%. Коефіцієнт співвідношення до його значення для варіанті біологічної та біологічної посиленої системи захисту склав 0,84 та 0,88 відповідно.

По відношенню до звичайного павутинного кліща (*Tetranychus urticae* Koch.) отриманий середній рівень біологічної ефективності за варіанту все тієї ж класичної системи захисту становив 87,34% з відповідними коефіцієнтами співвідношення до варіанту 3 та 4 системи досліду у значенні 0,92 та 0,94 відповідно. При цьому встановлена та ж закономірність у динаміці біологічної ефективності відповідної системи захисту у розрізі років її застосування. Для класичної системи захисту відмічено зниження на 5,34% показника у співставленні 2022 та 2024 років. Аналогічне зниження для варіантів біологічної та біологічної посиленої системи захисту у середньому для двох шкідників становило відповідно 1,58 та 2,42% тобто у двічі нижчий рівень реакції у виразі резистентності враховуючи сталість гідротермічного та кліматичного параметрів за вирощування томатів в умовах закритого ґрунту.

Слід також зауважити, що загальна ефективність систем захисту для обох шкідників і оранжерейної попелиці і павутинного кліща була максимальною у середньому на 4,83% по відношенню до інших шкідників в аналізованій групі співставлення. Це пояснюється вираженою спрямованістю застосованих препаратів проти кліщів та сисних шкідників та слабшою ефективністю проти інших видових груп. Причому дана характеристика відноситься рівнозначно як до класичних інсектицидів у досліді та відповідних їм діючим речовина, так і до діючих речовин біоорганічних інсектицидів.

Аналогічні результати було отримано в оцінці дії застосованих систем захисту на ще одного представника шкідливого ентомокомплексу агроценозу томатів в умовах тепличного господарства – тютюнового трипса (табл. 5).

Таблиця 5

Ефективність систем захисту томатів гібриду Лілос від тютюнового трипса, 2022–2024 рр.

Варіант системи захисту		Облікова чисельність шкідника, особин шт./лист*			Біологічна ефективність системи захисту, %*		
		2022 р.	2023 р.	2024 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.
1	Контроль (абсолютний)	8,3 ± 2,1	5,7 ± 2,2	3,9 ± 2,4	–	–	–
2	Класична система захисту – контроль технологічний	1,8 ± 0,5	1,4 ± 0,3	1,0 ± 0,5	78,31 ± 4,41	75,44 ± 3,52	74,36 ± 5,37
3	Біологічна система захисту	2,5 ± 0,7	1,8 ± 0,5	1,3 ± 0,7	69,88 ± 5,53	68,42 ±5,69	66,67 ± 5,09
4	Біологічна система захисту посилена	2,1 ± 0,4	1,5 ± 0,7	1,1 ± 0,5	74,70 ± 5,05	73,68 ± 4,88	71,79 ± 5,23
$НІР_{05}$		*0,7*	*0,3*	*0,3*	*1,1*	*0,8*	*0,9*

* – за результатами обліку чисельності шкідника на фазу повного формування плодів (BBCH 77–80).

Сформовано за результатами власних досліджень

Визначено середньобагаторічний рівень біологічної ефективності за класичної системи захисту на рівні 76,03% із коефіцієнтами співвідношення до біологічної та біологічної посиленої системи захисту у значенні 0,90 та 0,97 відповідно. Зниження показника біологічної ефективності за роками вивчення було також максимальним у варіанті класичної системи захисту у значенні 3,95% для двох інших систем захисту (варіанти 3 та 4) даний показник становив значення 3,21% та 2,91% відповідно.

Отримані результати біологічної ефективності застосування різних систем захисту закономірно відобразились на рівнях біопродуктивності одиниці корисної тепличної площі та загальному рівні товарності отриманих плодів (табл. 6).

Таблиця 6

Усереднена господарська ефективність систем захисту томатів гібриду Лілос від комплексу шкідників, середнє за 2022–2024 рр.*

Варіант системи захисту	Маса одного плоду, г	Відсоток виходу товарних плодів, %	Урожай, кг/м²	+ приріст до контролю, кг/м²
Контроль (абсолютний)	137 ± 11,5	76,5 ± 5,9	6,55 ± 1,4	–
Класична система захисту – контроль технологічний	157 ± 10,2	93,8 ± 7,1	12,37 ± 2,3	5,82
Біологічна система захисту	140 ± 8,3	89,7 ± 3,4	10,45 ± 1,7	3,90
Біологічна система захисту посилена	145 ± 7,7	91,5 ± 4,2	11,18 ± 1,5	4,63
$НІР_{05}$			*0,55*	–

Сформовано за результатами власних досліджень

Закономірно, що максимальний рівень урожайності було отримано у варіанті класичної системи захисту із середньо багаторічним відсотком приросту до варіанту абсолютного контролю у значенні 88,9%. Для варіантів біологічної та біологічної посиленої системи захисту аналогічний показник склав 59,5% та 70,7% відповідно. Враховуючи різницю у вартості класичних інсектицидів з хімічною діючою речовиною та застосованих біологічних препаратів у значенні різниці на рівні від 17 до 35% застосування біологічних інсектицидів має високий потенціал як альтернатива класичним системам застосовуваним в умовах закритого ґрунту.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином отримані результати трьохрічного циклу вивчення різних варіантів систем захисту томатів в умовах закритого ґрунту від домінуючого ентомокомплексу шкідників доводять ефективність та доцільність переходу на біоорганічні системи захисту із застосуванням вітчизняної лінійки біоінсектицидів.

Для умов тепличних господарств Вінниччини, які займаються вирощуванням томатів за крапельного режиму зрошення за доцільне слід рекомендувати застосування четвертого варіанті системи – біологічної посиленої, яка передбачає трьохразову систему внесення у критичні періоди фенологічного розвитку томатів по відношенню до циклу розвитку основних шкідників при застосуванні Бітоксибацилін-БТУ, КС 0,7 мл/м^2 + Актоверм 1,8% КЕ, 0,7 мл/м^2 (у фазу сформованих 8–10 листків на головному пагоні BBCH 42–44) +Лепідоцид-БТУ, КС 0,7 мл/м^2 + Актоверм 1,8% КЕ, 0,7 мл/м^2 (у фазу появи 1–3 суцвіття BBCH 50–53) + Актоверм формула р.(с.), 1,0 мл/м^2 (у фазу початку росту плодів BBCH 70–73). За рахунок застосування вказаної системи захисту за трьохрічний період досліджень досягнуто середньозважений показник біологічної ефективності у значенні 77,62%.

Перспектива подальших досліджень ставитимуть за мету оцінку ефективності та доцільності застосування комбінованих варіантів захисту томатів від шкідників за використання сумісного внесення інсектицидів хімічного та біологічного компанування.

Список використаної літератури

1. Аналіз ринку томатів в Україні. 2025 рік. 2025. URL: https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-tomatov-ukrainy-2024-god (дата звернення: 28.04.2025).

2. Вергелес П.М., Гуменюк О.В. Оцінка ефективності біологічних препаратів для захисту томатів від фітофторозу в умовах захищеного ґрунту за режиму крапельного зрошення. *Сільське господарство та лісівництво*. 2024. № 3 (34). С. 67–83. doi:10.37128/2707-5826-2024-3-7.

3. Коломієць Ю. В., Таргоня В. С., Григорюк І. П. Системний підхід до розроблення комплексних заходів захисту рослин томатів на основі використання біотехнологічних альтернатив. *Агробіологія.* 2016. № 2. С. 27–33.

4. Гіль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч.1. Закритий ґрунт. Навчальний посібник. Вінниця: Нова Книга, 2008. 368 с.

5. Бородай В. В. Ефективність ендофітних організмів в технології вирощування томатів в умовах закритого ґрунту. *Захист рослин: наукові здобутки та перспективи досліджень: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (24–25 травня 2022 року)*. Київ: ІЗР НААН, 2022. 248 с.

6. Герман Л.Л. Ефективність біологічних прийомів при вирощуванні томата в плівковій теплиці. *Овочівництво і баштанництво*. 2015. Вип. 61 С. 60–66.

7. Дрозда В.Ф., Загайко О.І. Захист насаджень томатів від лускокрилих фітофагів у органічному овочівництві. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН».* 2018. Вип. 1. С. 80–94.

8. Вергелес П.М., Пінчук Н.В., Коваленко Т.М. Карантин рослин: Навчальний посібник: Вінниця: ВНАУ, 2021. 377 с.

9. Покозій Й. Т., Писаренко В. М., Довгань С. В. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур: підручник; за ред. Й. Т. Покозія. К.: Аграрна освіта, 2010. 223 с.

10. Мельничук Ф. С. Контроль чисельності шкідників томатів за умов краплинного зрошення. *Меліорація і водне господарство*. 2018. № 2. С. 53–58.

11. Яновський Ю.П., Кравець І.С., Крикунов І.В., Мостов'як І.І., Суханов С.В., Сухомуд О. Г. Інтегрований захист овочевих культур: навчальний посібник / за ред. д-ра с.-г. наук Ю.П. Яновського. К.: Фенікс, 2015. 648 с.

12. Лимар В.А., Наумов А.О. Оптимізація захисту посівних помідорів за краплинного зрошення в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2015. Вип. 95. С. 57–61.

13. Перелік пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні на 2022 рік. К.: Юнівест маркетинг, 2022. 831 с.

14. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Іващенко О.О. та ін. Методики випробування і застосування пестицидів ; за ред. С.О. Трибеля. К.: Світ, 2001, 448 с.

15. Бондаренко Г.Л., Яковенко К.І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Х.: Основа, 2001. 369 с.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Analiz rynku tomativ v Ukraini. 2025 rik. (2025). [*Analysis of the tomato market in Ukraine. 2025 year*] URL: https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-tomatov-ukrainy-2024-god (data zvernennia: 28.04.2025). [in Ukrainian].

2. Verheles P.M., Humeniuk O.V. (2024). Otsinka efektyvnosti biolohichnykh preparativ dlia zakhystu tomativ vid fitoftorozu v umovakh zakhyshchenoho hruntu za rezhymu krapelnoho zroshennia [*Evaluation of the effectiveness of biological preparations for the protection of tomatoes from late blight in protected ground under drip irrigation*]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 3 (34). 67–83. doi:10.37128/2707-5826-2024-3-7.[in Ukrainian].

3. Kolomiiets Yu. V., Tarhonia V. S., Hryhoriuk I. P. (2016). Systemnyi pidkhid do rozroblennia kompleksnykh zakhodiv zakhystu roslyn tomativ na osnovi vykorystannia biotekhnolohichnykh alternatyv [*Systematic approach to the development of complex measures of tomato plant protection based on the use of biotechnological alternatives*]. *Ahrobiolohiia – Agribiology*. № 2. 27–33. [in Ukrainian].

4. Hil L.S., Pashkovskyi A.I., Sulima L.T. (2008). Suchasni tekhnolohii ovochivnytstva zakrytoho i vidkrytoho gruntu. Ch.1. Zakrytyi grunt. Navchalnyi posibnyk [*Modern technologies of indoor and outdoor vegetable growing. Ч.1. Closed ground. Study guide*]. Vinnytsia: Nova Knyha. [in Ukrainian].

5. Borodai V.V. (2022). Efektyvnist endofitnykh orhanizmiv v tekhnolohii vyroshchuvannia tomativ v umovakh zakrytoho gruntu [*Efficiency of endophytic organisms in the technology of growing tomatoes in closed ground conditions*]. *Zakhyst roslyn: naukovi zdobutky ta perspektyvy doslidzhen: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (24–25 travnia 2022 roku) − Plant Protection: scientific achievements and research prospects: materials of the International Scientific and Practical Conference (May 24-25, 2022)*]. Kyiv: IZR NAAN. [in Ukrainian].

6. Herman L.L. (2015). Efektyvnist biolohichnykh pryiomiv pry vyroshchuvanni tomata v plivkovii teplytsi [*Effectiveness of biological methods in growing tomato* in a film greenhouse]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo – Vegetable and melon growing*. Issue. 61. 60–66. [in Ukrainian].

7. Drozda V. F., Zahaiko O. I. (2018). Zakhyst nasadzhen tomativ vid luskokrylykh fitofahiv u orhanichnomu ovochivnytstvi [*Protection of tomato plantations from lepidopteran phytophages in organic vegetable production*]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytutzemlerobstva NAAN» – Collection of scientific papers of the National Research Center "Institute of Agriculture of NAAS"*. Issue 1. 80–94. [in Ukrainian].

8. Verheles P.M., Pinchuk N.V., Kovalenko T.M. (2021). Karantyn roslyn: Navchalnyi posibnyk [*Plant quarantine: A training manual*]: Vinnytsia: VNAU. [in Ukrainian].

9. Pokozii I.T., Pysarenko V. M., Dovhan S.V. (2010). Monitorynh shkidnykiv silskohospodarskykh kultur: pidruchnyk. [*Monitoring of crop pests: a textbook*]; za red. Y. T. Pokoziia. K.: Ahrarna osvita. [in Ukrainian].

10. Melnychuk F.S. (2018). Kontrol chyselnosti shkidnykiv tomativ za umov kraplynnoho zroshennia [*Control of tomato pests under drip irrigation*]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo – Land reclamation and water management*. № 2. 53–58. [in Ukrainian].

11. Yanovskyi Iu.P., Kravets I.S., Krykunov I.V., Mostoviak I.I., Sukhanov S.V., Sukhomud O. H. (2015). Intehrovanyi zakhyst ovochevykh kultur: navchalnyi posibnyk. [*Integrated protection of vegetable crops: a tutorial*]. za red. d-ra s.-h. nauk Yu. P. Yanovskoho. K.: Feniks, [in Ukrainian].

12. Lymar V.A., Naumov A.O. (2015). Optymizatsiia zakhystu posivnykh pomidoriv za kraplynnoho zroshennia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [*Optimization of protection of sowing tomatoes under drip irrigation in the Southern Steppe of Ukraine*]. Tavriiskyi naukovyi visnyk – *Tavrian Scientific Bulletin*. Ussue. 95. 57–61. [in Ukrainian].

13. Perelik pestytsydiv ta ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini na 2022 rik (2022). [*The list of pesticides and agrochemicals authorized for use in Ukraine for 2022*]. K.: Yunivest marketynh, 831 s. [in Ukrainian].

14. Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P., Ivashchenko O.O. ta in. Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv (2001). [*Methods of testing and application of pesticides*]. za red. S.O. Trybelia. K.: Svit. [in Ukrainian].

15. Bondarenko H.L., Yakovenko K.I. (2001). Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi [*Methodology of experimental business in vegetable and melon growing*]. Za redaktsiieiu H.L. Bondarenka, Kh.: Osnova. [in Ukrainian].

ANNOTATION

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF BIOLOGICAL PREPARATIONS FOR CONTROLLING THE ENTOMOCOMPLEX OF TOMATOES IN PROTECTED GROUND UNDER DRIP IRRIGATION

During the three-year research cycle, a comprehensive monitoring of the number of the main species groups of tomato pests in closed ground under drip irrigation was carried out. A summary table of the identified structure of the dominant entomocomplex of a high-intensity tomato variety was formed and the interannual variation in the number of pests was estimated, a range of pest dominance was formed under the conditions of the applied tomato growing regimes in the greenhouse, taking into account the local entomocomplex of pests within the adjacent territories.

Three main protection systems have been identified and formed according to the orientation of the classical industrial system with a set of recommended chemical preparations and two variants of the biologically oriented protection system and domestic products with a complex of biological active substances and related components of bioorganic origin. This made it possible to assess the potential of the variant alternative for designing a tomato protection system in a closed ground.

The long-term effectiveness of the use of certain protection systems in relation to the number of such pests as greenhouse or peach aphids (Myzodes persicae Sulz), greenhouse whitefly (Trialeurodes vaporariorum Weswood), tobacco thrips (Thrips tabaci Lind.), common spider mite (Tetranychus urticae Koch.) was evaluated by biological effectiveness indicators.

The assessment was accompanied by the formation of the general dynamics of the pest population by years of observation with the indication of the standard deviation for the period of completion of tomato fruit formation (BBSN 77-80).

The nature of the severity of pest resistance to the applied active substances was generalized on the basis of a comparison of biological effectiveness, on the basis of which it was concluded that the effective tactics of bioinsecticides according to the criterion of reduced resistance effect is on average 1-4% lower than for the variant of using chemical active substances in classical insecticides in the control of tomato pests in the long-term permanent variant of their phenostage use.

The generalizations and conclusions on the economic efficiency of the studied tomato protection systems are made in view of the prospects for the transition to bioorganic and biological insecticidal preparations in the design of integrated and combined variants for the conditions of general biologization of tomato growing technologies in Ukraine.

Key words: *tomatoes, entomocomplex, bioinsecticides, biological efficiency, defense system.*

Table 6., Fig. 2., Lit. 15.

Інформація про автора

Вергелес Павло Миколайович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3 e-mail: pasha425@vsau.vin.ua).

Verheles Pavlo Mykolayovych – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the department of botany, genetics and plant protection, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3 Solnyschnaya St., e-mail: pasha425@vsau.vin.ua).

Гуменюк Олександр – аспірант кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин ВНАУ. Адреса: 21008, м. Вінниця, вул. Сонячна 5/42, e-mail: gav2@bio-group.net, 0687134199).

Oleksandr Gumeniuk – PhD student at the Department of Botany, Genetics and Plant Protection of the Vinnytsia National Academy of Sciences. Address: 21008, Vinnytsia, 5/42 Solnechna St., e-mail: gav2@bio-group.net, 0687134199).