

## ЕКОЛОГІЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ПРОТИ ПОПЕЛИЦЬ

М.В. Гунчак<sup>1</sup>, В.І. Пасічняк<sup>2</sup>, П.М. Маменко<sup>3</sup>, О.Ю. Колодяжний<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Чернівецький регіональний центр державної установи  
«Інститут охорони ґрунтів України» (м. Чернівці, Україна)  
e-mail: [chernivtsy\\_grunt@ukr.net](mailto:chernivtsy_grunt@ukr.net); ORCID: 0000-0002-3521-8531

<sup>2</sup>Південно-Західний міжрегіональний центр державної установи  
«Інститут охорони ґрунтів України» (с. Агрономічне, Вінницька обл., Україна)  
e-mail: [vinroduchist@ukr.net](mailto:vinroduchist@ukr.net); ORCID: 0000-0002-4144-261X

<sup>3</sup>Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)  
e-mail: [p\\_tamlenko@ukr.net](mailto:p_tamlenko@ukr.net); ORCID: 0009-0001-9945-8462  
e-mail: [alodua2@gmail.com](mailto:alodua2@gmail.com); ORCID: 0000-0001-5359-1738

Вивчено показники економічної ефективності різних мікробних препаратів для захисту яблуні від зеленої та сірої яблуневих попелиць у 2021–2023 рр. в умовах Західного Лісостепу України. Всі досліджувані біологічні препарати продемонстрували високі показники умовно чистого доходу та рентабельності. Найвищу економічну ефективність отримали за застосування біоінсектициду Бітоксикацілін БТ, р. у нормі 5,0 л/га: 4473,0 грн/га умовно чистого доходу та 244,8% рентабельності захисних заходів. Найнижчий умовно чистий дохід серед застосованих біопрепаратів мали від внесення препарату Метаризин БТ, р. у нормі 4,0 л/га — 1125,0 грн/га, а найнижчу рентабельність отримали від застосування Боверину БТ, р. у нормі 20,0 л/га — 28,4%. Використання Актوفіту БТ, р. забезпечило одержання від 2529,0 до 3177,0 грн/га доходу та показники рентабельності від 185,7 до 240,1%. Під час застосування суміші Боверину БТ, р. та Метаризину БТ, р. отримали умовно чистий дохід у сумі 3741,0 грн/га та рентабельність 225,5%. За обприскування Бітоксикаціліном БТ мали умовно чистий дохід 3177,0–4473,0 грн/га і рентабельність 240,1–244,8%, а за внесення Біоспектру БТ, р. — 2733,0–3663,0 грн/га й 61,2–210,9%. Найвищу ефективність дії проти зеленої яблуневої попелиці отримали за використання біопрепарату Біоспектр БТ, р. у нормі 10,0 л/га — 73,2%, а проти сірої яблуневої попелиці найефективнішою була дія суміші препаратів Боверин БТ, р. у нормі 10,0 л/га та Метаризин БТ, р. у нормі 3,0 л/га — 64,1%. Продуктивність дії біоінсектициду Актوفіт БТ, р. у нормі 2,0–4,0 л/га проти фітофагів становила 41,1–66,8%. Ефективність Боверину БТ, р. у нормі витрати 20,0 л/га сягала 44,7–61,2%. Під час дослідження Метаризину БТ, р. у нормі 4,0 л/га ефективність була 30,4–38,6%, що є найнижчим серед досліджуваних систем. Застосування біоінсектициду Бітоксикацілін БТ, р. у нормі 3,0–5,0 л/га зменшило чисельність фітофагів на 43,1–72,8%, а Біоспектру БТ, р. у нормі витрати 3,0–10,0 л/га — на 50,1–73,2%. Врожайність яблуневих насаджень за застосування досліджуваних препаратів становила 11,7–12,2 т/га. Вирощена плодова продукція є екологічно чистою, не містить залишків пестицидів, а внесення досліджуваних препаратів дає можливість не лише на високому рівні захистити яблуневі насадження від попелиць, але й не несе пестицидного навантаження на екосистему саду та навколишнє природне середовище.

**Ключові слова:** біологічний метод захисту, плодові насадження, фітофаги, економічний аналіз, урожайність.

### ВСТУП

Плодові насадження є агроценозами, де з часом формується стабільний комплекс шкідників, які завдають шкоди культурам,

знижують їх продуктивність і часто призводять до передчасної загибелі дерев. Яблуневим насадженням чималих збитків завдають близько 180 видів шкідників, для яких характерні велика різноманітність видового складу, різні способи життя

й пошкодження, що вони завдають. Тому, захист плодових насаджень від шкідників є одним з основних елементів технології вирощування врожаю [1].

До переліку шкідників яблуні включається і значна кількість підряду попелиць (*Aphidinae*). Однак найпоширенішими в яблуневих насадженнях Західного Лісостепу України є зелена яблунева попелиця (*Aphis pomi* Deg.) та попелиця червоноголова або сіра яблунева попелиця (*Dysaphis devecta* Walk.).

**Попелиця зелена яблунева (*Aphis pomi* Deg.)** — це комаха з родини попелиць ряду рівнокрилих, яка пошкоджує яблуню, рідше — грушу. Личинки та імаго висмоктують сік із бруньок, що набрякають та що розпускаються, заселяють нижній бік листків, зелені пагони, іноді зав'язі. Пошкоджені листки скручуються і відмирають. Пагони затримуються в рості й викривляються. На сильно пошкоджених деревах плоди дрібнішають, на них часто розтріскується шкірочка.

**Попелиця червоноголова яблунева або сіра яблунева (*Dysaphis devecta* Walk.)** пошкоджує яблуню. Вона висисає сік з бруньок і листків, яке розпускається. Пошкоджені листки потовщуються, грубішають, загинаються всередину і набувають характерного вишнево-червоного, а іноді рожевого забарвлення. Такі листки засихають і опадають. За сильного розмноження попелиця пошкоджує й плоди, на яких утворюються червоні плями [1; 2].

Заселеність фітофагами в яблуневих насадженнях істотно впливає на економічні показники ведення садівництва. Адже ураження фітофагами знижують продуктивність насаджень, затримують дерева в рості, інколи призводять до втрати великої кількості врожаю або й до повного всихання дерев. Тоді товаровиробник не лише не отримає прибутку, а й матиме істотні збитки від ведення садівництва. Тому, питання захисту яблуневих насаджень від шкідників є актуальним та відіграє важливу роль під час ведення садівництва, а вартість захисних заходів є однією з найбільших скла-

дових собівартості вирощування плодової продукції [3].

Наразі відомо багато пестицидів хімічного походження, які ефективно застосовують проти попелиць, але ефективність дії біопрепаратів проти даних фітофагів вивчена недостатньо. Хоча, застосування препаратів біологічного походження буде мати низку переваг перед внесенням хімічних пестицидів: зменшення пестицидного навантаження на садовий агроєкоценоз, відсутність резистентності у шкідників, а також можливість одержання екологічно безпечної продукції, яка дозволяється і за дитячого харчування. З огляду на те, що чисельність зеленої та сірої яблуневих попелиць в умовах Західного Лісостепу України постійно зростає, досліджувалася ефективність використання препаратів біологічного походження саме проти даних фітофагів.

**Мета досліджень** — вивчення економічної ефективності внесення різних препаратів біологічного походження для захисту яблуні від зеленої та сірої яблуневих попелиць та підбір найефективніших із них для застосування в умовах Західного Лісостепу України.

## АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

О.І. Борзих та ін. [4] вказують, що за застосування хімічних засобів захисту рослин знищується корисна ентомофауна та виникає резистентність у шкідливих організмів до пестицидів хімічного походження. Тому важливим в умовах сьогодення є екологічне регулювання чисельності шкідливих організмів за максимального використання біологічних засобів, зниження кількості хімічних обробок, вдосконалення асортименту пестицидів.

В.М. Бровдій та А.А. Бунас із співавт. [5–7] зазначають, що препарати біологічного походження мають нижчу ефективність, ніж хімічні пестициди, але внаслідок їх безпеки для навколишнього природного середовища їх використання потребує детальнішого вивчення. Хоча, біологічні препарати, порівняно з хімічними пестицида-

ми, характеризуються більш уповільненою дією, але й мають метатоксичний ефект і за певних умов можуть спричинити епізоотії у комах. Недоліком є також те, що ефективність дії біопрепаратів може знижуватись внаслідок несприятливих погодних умов, зокрема дощів, низької температури повітря та ультрафіолетового випромінювання.

Система захисту рослин визначається своєрідністю економічних взаємозв'язків, а економічна ефективність використання захисних заходів залежить від ціни препаратів, норми їх внесення, ефективності дії, кількісних і якісних показників врожайності та багатьох інших показників. Висока вартість препаратів істотно впливає на економічні показники виробництва плодової продукції. Тому, необхідним є вибір не лише дієвої, але водночас і економічно доцільної системи захисту. Дослідження ефективності ведення садівництва дають можливість виявити шляхи зменшення собівартості вирощування плодової продукції та знайти механізми підвищення конкурентоспроможності її виробництва [8–10].

В.М. Жук та ін. [11] стверджують, що ефективність діяльності підприємств, які займаються вирощуванням плодової продукції залежить від структури насаджень, технології виробництва й зберігання плодів, впровадження інновацій, системи захисних заходів у садах, впливу погодних умов, якості ґрунту та низки інших чинників.

О.С. Тупчії, М.М. Ільчук [12; 13] зазначають, що оцінка економічної ефективності садівництва базується на використанні багатьох показників, але основним показником, що характеризує продуктивність усього процесу виробництва на сільськогосподарському підприємстві, є собівартість продукції.

Аналіз літературних джерел вказує на те, що проблему економічної ефективності застосування біопрепаратів за вирощування яблуневих насаджень досліджено не повною мірою. Тому, подальше вивчення цього питання дасть можливість здійснити аналіз показників економічної ефек-

тивності внесення мікробних препаратів для захисту яблуні від попелиць, а також визначити найефективніші з них для використання у системах захисту в умовах Західного Лісостепу України.

## МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили в плодovому саду Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН (с. Бояни, Чернівецької обл.) за загальноприйнятими методиками [14] на насадженнях яблуні 2014 р. садіння на сорту Айдаред на підщепі М-106. Схема садіння: 3×3 м. Система утримання ґрунту — під багаторічними травами.

Дослідна ділянка розміщена на ясносірому і сірому опідзоленому поверхнево-оглеєному середньосуглинковому ґрунті з низьким вмістом гумусу — 2,0% та слабкою реакцією ґрунтового розчину ( $\text{pH}_{\text{сол.}} = 5,2$ ). Забезпеченість ґрунту рухомими сполуками фосфору середня ( $\text{P}_2\text{O}_5$  — 78 мг/кг ґрунту), рухомими сполуками калію — середня ( $\text{K}_2\text{O}$  — 79 мг/кг ґрунту), азотом, що легко гідролізується — дуже низька (92 мг/кг ґрунту). Агроекологічна оцінка в балах сягає 35 із 100.

Фітосанітарний моніторинг проводили візуально та за допомогою феромонних пасток. Обліки поширення шкідників здійснювали за загальноприйнятими методиками [14] в фазі розвитку яблуні: набрякання бруньок, зелений конус, висування бутонів, відокремлення бутонів, рожевий бутон, цвітіння, кінець цвітіння, формування плодів, ріст плодів та дозрівання плодів.

Ефективність дії інсектицидів визначали за офіційними методиками через 2 та через 7 діб, а також розраховували за формулою (Е, %) [14]:

$$E = 100 \cdot (1 - (B \cdot a / A \cdot b)), \quad (1)$$

де Е — ефективність препарату у відсотках зниження чисельності шкідника; А — кількість живих особин на дослідній ділянці до обробки; В — кількість живих особин на дослідній ділянці після обробки; а — кіль-

кість живих особин на контролі до обробки;  $v$  — кількість живих особин на контролі після обробки.

Також під час досліджень було здійснено економічну оцінку різних біологічних препаратів, які застосовувались для захисту яблуні від зеленої та сірої яблуневих попелиць у 2021–2023 рр. Під час польових дослідів у кожному варіанті використовувалося по 10 облікових дерев (деревоповторність), площа дослідних ділянок — 0,01 га. Оцінку основних показників, що характеризують економічну ефективність систем захисту яблуні від попелиць, було проведено за загальноприйнятими методиками [14; 15].

Економічний аналіз застосування досліджуваних біопрепаратів для захисту яблуні від зеленої та сірої яблуневих попелиць в 2021–2023 рр. здійснювався згідно з такими показниками: вартість препаратів, грн/га; витрати, пов'язані з їх застосуванням, грн/га; урожайність, т/га; ціна реалізації 1 т плодів, грн; збережений урожай, т/га; вартість збереженого врожаю, грн/га. Однак основними показниками економічної ефективності застосування захисних заходів є умовно чистий дохід, грн/га та рентабельність, %. Також розраховували поріг окупності, який показує, як приріст урожаю потрібно отримати для покриття витрат на захисні заходи. Рівень урожайності рахували шляхом повного зважування всіх плодів. Під час досліджень враховували також показники на контролі (обприскування водою) та за обприскування хімічними еталонними препаратами.

Умовно чистий дохід від дії захисних заходів було визначено за формулою [15]:

$$\text{ЧД} = \text{Вз} - \text{Ез}, \quad (2)$$

де ЧД — умовно чистий дохід, грн/га; Вз — вартість збереженого врожаю, грн/га; Ез — витрати, пов'язані з одержанням збереженого врожаю, грн/га.

Вартість витрат, що пов'язані з одержанням збереженого врожаю обраховували як суму витрат на препарати та витрат на їх застосування [15]:

$$\text{Ез} = \text{Вт} + \text{Вв}, \quad (3)$$

де Вт — витрати на придбання біопрепаратів; Вв — витрати на внесення біопрепаратів.

Норму рентабельності захисних заходів визначали як процентне співвідношення умовно чистого доходу до затрат, пов'язаних з одержанням збереженого врожаю [15]:

$$\text{Р} = \text{ЧД} / \text{Ез} \cdot 100\%. \quad (4)$$

Поріг окупності (П) виявляли за формулою [15]:

$$\text{П} = \text{Ез} / \text{Ц}, \quad (5)$$

де Ц — ціна врожаю, грн/т.

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали за загальноприйнятими методиками [16].

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Під час досліджень було проведено економічну оцінку застосування п'яти препаратів біологічного походження для захисту яблуні від зеленої та сірої яблуневих попелиць у 2021–2023 рр.: Актофит БТ (аверсектин С, 0,2%), к.е. у нормі 2,0, 3,0 та 4,0 л/га; Боверин БТ (гриби роду *Beauveria*, титр життєздатних клітин не нижче  $3,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. у нормі 20,0 л/га; Метаризин БТ (гриби роду *Metarhizium*, титр життєздатних клітин не нижче  $2,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. у нормі 4,0 л/га; суміш Боверину БТ (гриби роду *Beauveria*, титр життєздатних клітин не нижче  $3,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. у нормі 10,0 л/га та Метаризину БТ (гриби роду *Metarhizium*, титр життєздатних клітин не нижче  $2,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. у нормі 3,0 л/га; Бітоксисацілін БТ (життєздатні клітини *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* (серотип 1), титр не нижче  $2,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup> і спорокристалічний комплекс із токсинами двох видів:  $\beta$ -екзотоксин і  $\delta$ -ендотоксин), р. у нормі 3,0, 4,0 та 5,0 л/га; Біоспектр БТ (бактерії роду *Pseudomonas* із титром не нижче  $5,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>), р. у нормі 3,0, 6,0 та 10,0 л/га. Як хімічний еталон використовували інсектицид Каліпсо 480 SC (тіакло-

прид), КС у нормі 0,3 л/га. Обприскування проводили тричі у фенофазі рожевий бутон, формування плодів та ріст плодів, коли плід мав розмір волоського горіха.

Ефективність біоінсектициду Актотіт БТ, к.е. у нормі 2,0 л/га проти зеленої яблуневої попелиці у фенофазі рожевий бутон через 7 діб після обприскування становила 44,3%, у фенофазі формування плодів — 59,2% та у фенофазі ріст плодів (плід розміром волоського горіха) — 54,7%, а проти сірої яблуневої попелиці — 41,1%, 52,8 і 51,1%. Ефективність препарату у нормі 3,0 л/га проти зеленої яблуневої попелиці сягала 51,6%, 61,3 і 58,7%, а проти сірої яблуневої попелиці — 41,8%, 53,4 й 48,9%. Внесення Актотіту БТ, к.е. у нормі 4,0 л/га забезпечило ефективність проти зеленої яблуневої попелиці 59,5%, 66,8 і 63,7% та проти сірої яблуневої попелиці — 44,4%, 56,8 й 50,6%.

Застосування біоінсектициду Боверин БТ, р. у нормі 20,0 л/га дало змогу отримати ефективність проти зеленої яблуневої попелиці на рівні 54,2%, 57,4 і 61,2%, а проти сірої яблуневої попелиці — 44,7%, 51,7 й 52,2%.

Біоінсектицид Метаризин БТ, р. у нормі 4,0 л/га показав найнижчу ефективність серед досліджуваних біопрепаратів: проти зеленої яблуневої попелиці — 30,4%, 35,8 і 38,6% та проти сірої яблуневої попелиці — 33,5%, 35,3 й 34,4%.

Також проведено обприскування сумішами біопрепаратів Боверин БТ, р. у нормі 10,0 л/га та Метаризин БТ, р. у нормі 3,0 л/га. В результаті досліджень виявлено, що суміш даних препаратів у нижчих концентраціях зафіксувала синергетичний ефект, адже ефективність здійснених заходів була вищою, ніж за застосування досліджуваних препаратів окремо. Технічна ефективність проти зеленої яблуневої попелиці становила 64,1%, 68,8 й 66,2%, а проти сірої яблуневої попелиці — 56,4%, 60,2 і 64,1%.

Використання біоінсектициду Бітоксисабацилін БТ, р. у нормі 3,0 л/га проти зеленої яблуневої попелиці дало змогу одержати ефективність 45,5%, 52,6 й 60,6%,

а проти сірої яблуневої попелиці — 43,1%; 46,7 і 55,0%. Дієвість препарату у нормі 4,0 л/га проти зеленої яблуневої попелиці сягала 49,1%, 59,8 і 68,3%, а проти сірої яблуневої попелиці — 46,4%, 48,3 й 58,7%. За внесення препарату у нормі 5,0 л/га отримали ефективність проти зеленої яблуневої попелиці 52,5% та 61,6 і 72,8%, а продуктивність проти сірої яблуневої попелиці була 49,2%, 50,6 й 60,0%.

Внесення біопрепарату Біоспектр БТ, р. у нормі 3,0 л/га забезпечило ефективність проти зеленої яблуневої попелиці на рівні 56,6%, 62,8 і 66,2%, а проти сірої яблуневої попелиці — 50,1%; 58,9 й 58,0%. Ефективність препарату у нормі 6,0 л/га становила 63,6%, 71,3 і 69,0% проти зеленої яблуневої попелиці та 53,2%, 60,7 й 58,9% проти сірої яблуневої попелиці. За застосування препарату у нормі 10,0 л/га отримали продуктивність проти зеленої яблуневої попелиці 64,6%, 69,8 і 73,2%, а проти сірої яблуневої попелиці — 56,4%; 59,6 й 61,3%.

Найвищу ефективність дії проти зеленої яблуневої попелиці одержали за застосування препарату Біоспектр БТ, р. у нормі 10,0 л/га — 73,2%, а проти сірої яблуневої попелиці найкраще спрацювала суміш препаратів Боверин БТ, р. у нормі 10,0 л/га та Метаризин БТ, р. у нормі 3,0 л/га — 64,1%.

Позитивний вплив інсектициду Каліпсо 480 SC, КС у нормі 0,3 л/га проти зеленої яблуневої попелиці сягав 84,0%, 88,4 і 91,0%, а проти сірої яблуневої попелиці — 87,5%, 88,9 й 91,2%.

Урожайність плодів яблуні за застосування біоінсектициду Актотіт БТ, к.е. у нормі 2,0 л/га була 11,8 т/га, у нормі 3,0 л/га — 11,9 т/га та у нормі 4,0 л/га — 11,9 т/га. За внесення препарату Боверин БТ, р. у нормі 20,0 л/га врожайність яблуні становила 12,2 т/га. Врожайність під час внесення Метаризину БТ, р. у нормі 4,0 л/га була на рівні 11,7 т/га. За обприскування сумішшю біопрепаратів Боверин БТ, р. у нормі 10,0 л/га та Метаризин БТ, р. у нормі 3,0 л/га урожайність яблуневих насаджень сягала 12,0 т/га. Внесення Бітоксисабациліну БТ у нормі 3,0 л/га забезпечило врожайність на рівні 11,9 т/га,

Економічна ефективність застосованих біопрепаратів для захисту яблуні від зеленої та сірої яблуневих попелиць в умовах Західного Лісостепу України, 2021 – 2023 рр.

| Назва показника                       | Конт-<br>роль | Каліпсо,<br>0,3 л/га | Актофит БТ, к. е.,<br>л/га |        |        | Боверин<br>БТ, р.,<br>20,0 л/га | Мета-<br>ризин<br>БТ, р.,<br>4,0 л/га | Боверин БТ,<br>10,0 л/га +<br>Метаризин,<br>3,0 л/га | Бітоксибацилін БТ, р.,<br>л/га |        |        |        | Біоспектр БТ, р.,<br>л/га |
|---------------------------------------|---------------|----------------------|----------------------------|--------|--------|---------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|---------------------------|
|                                       |               |                      | 2,0                        | 3,0    | 4,0    |                                 |                                       |                                                      | 3,0                            | 4,0    | 5,0    | 6,0    |                           |
| Вартість препаратів, грн/га           | —             | 1935,0               | 504,0                      | 756,0  | 1008,0 | 5040,0                          | 1008,0                                | 1092,0                                               | 756,0                          | 1008,0 | 1260,0 | 1170,0 | 2340,0                    |
| Витрати, пов'яз. з їх застос., грн/га | —             | 567,0                | 567,0                      | 567,0  | 567,0  | 567,0                           | 567,0                                 | 567,0                                                | 567,0                          | 567,0  | 567,0  | 567,0  | 567,0                     |
| Урожайність, т/га                     | 11,4          | 12,4                 | 11,8                       | 11,9   | 11,9   | 12,2                            | 11,7                                  | 12,0                                                 | 11,9                           | 12,0   | 12,1   | 12,0   | 12,2                      |
| Ціна реалізації 1 т плодів, грн       | 8000          | 9000,0               | 9000,0                     | 9000,0 | 9000,0 | 9000,0                          | 9000,0                                | 9000,0                                               | 9000,0                         | 9000,0 | 9000,0 | 9000,0 | 9000,0                    |
| Збережений урожай, т/га               | —             | 1,0                  | 0,4                        | 0,5    | 0,5    | 0,8                             | 0,3                                   | 0,6                                                  | 0,5                            | 0,6    | 0,7    | 0,6    | 0,8                       |
| Вартість збереженого врожаю, грн/га   | —             | 9000,0               | 3600,0                     | 4500,0 | 4500,0 | 7200,0                          | 2700,0                                | 5400,0                                               | 4500,0                         | 5400,0 | 6300,0 | 5400,0 | 7200,0                    |
| Умовно чистий дохід, грн/га           | —             | 6498,0               | 2529,0                     | 3177,0 | 2925,0 | 1593,0                          | 1125,0                                | 3741,0                                               | 3177,0                         | 3825,0 | 4473,0 | 3663,0 | 2733,0                    |
| Рентабельність, %                     | —             | 259,7                | 236,1                      | 240,1  | 185,7  | 28,4                            | 71,4                                  | 225,5                                                | 240,1                          | 242,9  | 244,8  | 210,9  | 61,2                      |
| Поріг окупності, т/га                 | —             | 0,28                 | 0,12                       | 0,15   | 0,18   | 0,62                            | 0,18                                  | 0,18                                                 | 0,15                           | 0,18   | 0,20   | 0,19   | 0,32                      |
|                                       |               |                      |                            |        |        |                                 |                                       |                                                      |                                |        |        |        | 0,50                      |

у нормі 4,0 л/га — 12,0 т/га, а у нормі 5,0 л/га — 12,1 т/га. Від застосування біопрепарату Біоспектр БТ, к.е. у нормі 3,0 л/га отримали врожайність плодів яблуні на рівні 12,0 т/га, у нормі 6,0 л/га — 12,1 т/га та у нормі 10,0 л/га — 12,2 т/га. За використання інсектициду Каліпсо 480 SC, КС у нормі 0,3 л/га врожайність становила 12,4 т/га.

Розрахунок економічної ефективності досліджуваних біопрепаратів проти зеленої та сірої яблуневих попелиць в умовах Західного Лісостепу України наведено в *табл. Отже* встановлено, що всі досліджувані препарати біологічного походження показали високі показники умовно чистого доходу від застосованих заходів, рентабельності захисних заходів та порогу окупності.

Найбільший умовно чистий дохід серед біологічних препаратів отримали від триразового застосування біоінсектициду Бітоксикацілін БТ, р. у нормі 5,0 л/га — 4473,0 грн/га, рентабельність захисних заходів за його внесення також була найвищою — 244,8%, що зумовлено високим рівнем урожайності, за невисокої вартості препарату та витрат на його застосування. Поріг окупності засвідчив, що для покриття витрат на внесення препарату, необхідний приріст урожаю 0,20 т/га, за умови, що врожайність за застосування цього препарату була на 0,7 т/га більше контролю. Під час використання біопрепарату Бітоксикацілін БТ, р. у нормі 4,0 л/га отримали умовно чистий дохід у розмірі 3825,0 грн/га, за рентабельності 242,9% та порогу окупності 0,18 т/га, а за застосування біоінсектициду у нормі 3,0 л/га умовно чистий дохід становив 3177,0 грн/га, рентабельність — 240,1%, а поріг окупності — 0,15 т/га.

Під час внесення препарату Біоспектр БТ, р. у нормі 3,0 л/га одержали умовно чистий дохід у розмірі 3663,0 грн/га, рентабельність — 210,9% та поріг окупності — 0,19 т/га. Використання цього біопрепарату у нормі 6,0 л/га забезпечило умовно чистий дохід у розмірі 3393,0 грн/га, рентабельність — 116,7% та поріг окупності — 0,32 т/га. Застосування препарату у нормі

10,0 л/га дало можливість отримати умовно чистий дохід у розмірі 2733,0 грн/га, рентабельність 61,2% та поріг окупності 0,50 т/га.

Внесення біоінсектициду Актофіт БТ, р. у нормі 2,0 л/га гарантувало одержання умовно чистого доходу в сумі 2529,0 грн/га, рентабельність — 236,1% та поріг окупності — 0,12 т/га. За застосування даного біопрепарату у нормі 3,0 л/га отримали умовно чистий дохід у розмірі 3177,0 грн/га, рентабельність — 240,1% та поріг окупності — 0,15 т/га. Умовно чистий дохід за обприскування Актофітом БТ, р. у нормі 4,0 л/га становив 2925,0 грн/га, рентабельність — 185,7%, а поріг окупності — 0,18 т/га.

За внесення суміші біопрепаратів Боверин БТ, р. та Метаризин БТ, р. мали умовно чистий дохід у сумі 3741,0 грн/га, за рентабельності — 225,5%, за порогу окупності — 0,18 т/га.

Застосування біопрепарату Боверин БТ, р. у нормі 20,0 л/га забезпечило умовно чистий дохід у розмірі 1593,0 грн/га. Рентабельність від використання препарату становила 28,4%, яка була найнижчою серед досліджуваних препаратів, що зумовлено високою нормою витрат препарату і відповідно вищою його вартістю. Поріг окупності внесення цього препарату — 0,62 т/га.

Найнижчий умовно чистий дохід серед застосованих проти попелиць препаратів отримали від Метаризину БТ, р. — 1125,0 грн/га, за рентабельності — 71,4%; порогу окупності — 0,18 т/га. Це зумовлено низькою ефективністю препарату, що вплинуло на рівень урожайності.

За застосування інсектициду Каліпсо 480 SC, КС у нормі 0,3 л/га, який використовувався як еталонний, одержали показник умовно чистого доходу від цих заходів на рівні 6498,0 грн/га. Рентабельність захисних заходів становила 259,7%, а поріг окупності — 0,28 т/га.

## ВИСНОВКИ

Усі досліджувані біологічні препарати, які застосовувались для захисту яблуні від

зеленої та сірої яблуневих попелиць у 2021–2023 рр. показали високі показники умовно чистого доходу (1125,0–4473,0 грн/га) та рентабельності (28,4–244,8%). Найефективнішим з економічної точки зору у 2021–2023 рр. було застосування біоінсектициду Бітоксисабацилін БТ, р. у нормі 5,0 л/га, що дало змогу отримати 4473,0 грн/га умовно чистого доходу та рівень рентабельності захисних заходів 244,8%. Найнижчий умовно чистий дохід серед використаних препаратів одержали від внесення біоінсектициду Метаризин БТ, р. у нормі 4,0 л/га — 1125,0 грн/га, а найнижчу рентабельність

мали від Боверину БТ, р. у нормі 20,0 л/га — 28,4%. Застосування досліджуваних біологічних препаратів допомогло на найвищому рівні забезпечити захист яблуні від зеленої та сірої яблуневих попелиць, що у підсумку гарантувало отримання високого рівня врожайності яблуневих насаджень (11,7–12,2 т/га). Однак найбільшою перевагою застосування досліджуваних біопрепаратів є те, що їх внесення не завдає шкоди навколишньому природному середовищу, бо вирощена плодова продукція є екологічно чистою та не містить залишкових кількостей пестицидів.

## ЛІТЕРАТУРА

- Лісовий, М. П. (Ред.). (1999). *Довідник із захисту рослин*. Київ: Урожай.
- Гунчак, М. В. (2024). Ефективність застосування біологічних систем захисту яблуні проти зеленої та сірої яблуневих попелиць в умовах Західного Лісостепу України. *Фітосанітарна безпека*, 70, 92–103. DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2024.70.92103>.
- Гунчак, М. В. (2018). Економічна ефективність різних систем захисту яблуні (*Malus domestica* Borkh.) у Придністров'ї. *Садівництво*, 73, 74–81.
- Борзих, О. І., Бублик, Л. І., Гунчак, М. В., Гаврилюк, Л. Л., Шевчук, О. В., & Власова, О. Г. (2022). Екотоксикологічні параметри застосування біопестицидів, розробка та адаптація біологічних систем захисту яблуні від шкідників та хвороб до ґрунтовокліматичних умов та фітосанітарного стану агроценозу. *Фітосанітарна безпека*, 68, 3–26. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.3-26>.
- Бровдій, В. М., Гулий, В. В., & Федоренко, В. П. (2003). *Біологічний захист рослин*. Київ: Світ.
- Бунас, А. А., Ткач, Є. Д., & Дворецький, В. В. (2024). Біопрепарати в Україні та світі: сучасні тренди та перспективи. *Агроекологічний журнал*, 4, 132–140. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2024.317163>.
- Бунас, А. А., Шерстобоева, О. В., & Крижанівський, А. Б. (2025). Екологічні аспекти застосування *Bacillus Thuringiensis* для захисту яблуні від фітофагів. *Агроекологічний журнал*, 1, 138–145. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2025.327103>.
- Сніговий, В. С., & Матвієць О. М. (2013). Економічна ефективність вирощування інтенсивних насаджень яблуні за різних режимів краплинного зрошення в умовах низинної зони Закарпаття. *Меліорація і водне господарство*, 100, 44–51.
- Черемісіна, С. Г., & Сало, І. А. (2023). Моніторинг сукупного рівня економічної ефективності сільськогосподарських підприємств України: фактори впливу та перспективи зростання. *Економіка АПК*, 30(2), 24–37. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202302024>.
- Попроцька, В. М., Мостов'як, С. М., & Мостов'як, І. І. (2021). Економічна оцінка вирощування суніці садової за різних систем захисту рослин у Правобережному Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*, 4, 107–116. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2021.253094>.
- Жук, В. М., Барабаш, Л. О., Кривошапка, В. А., & Болдижева, Л. Д. (2022). Ефективність вирощування перспективних сортів яблуні селекції Інституту садівництва НААН в інтенсивних насадженнях. *Вісник аграрної науки*, 2, 34–41. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202202-05>.
- Тупцій, О. С. (2013). Методичні основи дослідження економічної ефективності виробництва продукції садівництва. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 3, 106–110.
- Льчук, М. М., Нікітченко, С. О., Ситник, О. О., & Павленко, В. В. (2023). Диверсифікація підприємницької діяльності в аграрному секторі економіки України у повоєнний період. *Економіка АПК*, 30(4), 25–35. DOI: <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202304025>.
- Трибель, С. О. (Ред.). (2001). *Методики випробування і застосування пестицидів*. Київ: Світ.
- Шестопад, О. М. (Ред.). (2006). *Методика економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві*. Київ: Світ.
- Valli, V., Stahl, F., & Feit, E. (2017). *Field Experiments*. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8\\_3-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8_3-1).

Стаття надійшла до редакції журналу 05.07.2025