ISSN 3154-8059

**УДК 634.11:632.937:338.43** https://doi.org/10.31713/vs320267

**Гунчак М. В.** [1; ORCID ID: 0000-0002-3521-8531],
к.с.-г.н., директор,
**Запасний В. С.** [2; ORCID ID: 0000-0001-8547-8852],
завідувач відділу,
**Пасічняк В. І.** [3; ORCID ID: 0000-0002-4144-261X],
директор,
**Гунчак В. М.** [4; ORCID ID: 0000-0001-5860-1552],
к.с.-г.н., директор,
**Алексеєнко М. В.** [2; ORCID ID: 0000-0003-3078-7759],
науковий співробітник,
**Мандибура Н. М.** [2; ORCID ID: 0009-0000-6445-1589],
в.о. завідувача відділу

*[1]Чернівецький регіональний центр державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», м. Чернівці*
*[2]Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ*
*[3]Південно-Західний міжрегіональний центр державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», с. Агрономічне Вінницької обл.*
*[4]Українська науково-дослідна станція карантину рослин ІЗР НААН, с. Бояни Чернівецької обл.*

# ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ПРОТИ КЛІЩА ЗВИЧАЙНОГО ПАВУТИННОГО (*TETRANYCHUS URTICAE* KOCH.)

**Здійснено порівняльну оцінку економічної ефективності систем захисту яблуні, що базувалися на застосуванні мікробіологічних препаратів, від кліща павутинного звичайного (*Tetranychus urticae* Koch.) у 2021–2023 роках в умовах Західного Лісостепу України. Всі системи мікробіологічного захисту, які було досліджено показали високі показники дохідності (8754,0–11692,0 грн/га) та рентабельності (322,5–389,8%). Найбільший умовно-чистий дохід серед мікробіологічних систем захисту отримали від застосування системи № 3, що передбачала застосування Біоспектру БТ, суміші Метаризину БТ та Боверину БТ та суміші Бітоксибациліну БТ з Біоспектром БТ – 11 692,0 грн/га, рентабельність захисних заходів при її внесенні становила 353,4%, при порогу окупності – 0,33 т/га. При застосуванні біологічної системи № 1, яка включала застосування Актофіту БТ, Біоспектру БТ та Бітоксибациліну БТ, отримали найвищу рентабельність – 389,8%, умовно-чистий дохід від її застосування складав 8 754,0 грн/га, а поріг окупності – 0,22 т/га. Від**

**застосування системи № 2, яка базувалася на внесенні Бітоксибациліну БТ, суміші Актофіту БТ з Бітоксибациліном БТ, Боверину БТ, отримали умовно-чистий дохід в розмірі 10 686,0 грн/га, рентабельність 322,5% та поріг окупності 0,33 т/га. Застосування досліджуваних біологічних препаратів дозволило на високому рівні (50,2–68,8%) забезпечити захист яблуні від кліща павутинного звичайного (*Tetranychus urticae* Koch.), що у підсумку забезпечило отримання високих показників врожайності яблуневих насаджень (13,6–14,0 т/га).**

***Ключові слова:*** яблуня; економічна ефективність; біопрепарати; фітофаги; кліщ.

**Постановка проблеми.** Яблуневі насадження є екоценозами, де роками формується сталий комплекс фітофагів, які уражаючи плодові культури, знижують продуктивність насаджень і навіть можуть призводити до загибелі дерев. Яблуневі культури пошкоджують близько 180 видів шкідливих фітофагів, для яких є характерним широкий спектр видового складу та які використовують для живлення різні частини дерева – коріння, деревину, стовбур, гілки, бруньки, квітки, плоди, листки. За цього чисельність певних видів та ступінь пошкодження різних порід і сортів є різними у різних природно-кліматичних зонах. У систематичному відношенні шкідники розподіляють так: комахи – 91%, з яких твердокрилі – 21%, рівнокрилі – 26%, лускокрилі – 33%, напівтвердокрилі – 10%, двокрилі – 3%, перетинчастокрилі – 7%; кліщі – 6%; хребетні (гризуни, птахи) – 3%. Тому, захист яблуневих насаджень від фітофагів є одним з основних елементів технології вирощування врожаю [1].

Серед ряду кліщів (*Acariformes*), різні види якого завдають значної шкоди яблуневим насадженням, найбільш поширеним є кліщ павутинний звичайний (*Tetranychus urticae* Koch.). Листя, пошкоджене павутинними кліщами, знебарвлюються вздовж жилок, буріють, скручуються. Самиця завдовжки 0,4 мм, видовженоовальна, з боків здавлена, зеленувато-жовта із темними цятками їжі, які просвічуються в кишечнику. Яйце завдовжки 0,11 мм, сферичне, прозоре або мутно-жовте. Зимує кліщ невеликими колоніями у ґрунті, під опалим листям і під відшарованими ділянками кори на плодових деревах. Навесні, у фенофазу «розпускання бруньок» мігрують на листя, де розмножуючись, створюють великі колонії. Дає п'ять-шість поколінь [1–2].

Заселення яблуневих насаджень фітофагами суттєво впливає на показники економічної ефективності вирощування плодової

ISSN 3154-8059

продукції. Адже пошкодження фітофагами затримують ріст плодових культур, знижують їх багаторічну продуктивність та навіть можуть призвести до втрати чималого об'єму врожаю або й до повного всихання дерев. За таких умов агровиробник може не лише не отримати прибуток, а й зазнати суттєвих втрат від вирощування яблуневих плодів. Тому, захист насаджень яблуні від фітофагів є важливим при їх вирощуванні та відіграє важливу роль при веденні садівництва, а вартість захисних заходів є однією з найбільших статей витрат при вирощуванні плодової продукції [3].

На сьогодні ринок засобів захисту рослин представлений широким асортиментом пестицидів хімічного походження, які ефективно знищують кліщів, але ефективність дії препаратів біологічного походження проти даної групи фітофагів досліджена не в повній мірі. У зв'язку з тим, що кліщ павутинний звичайний (*Tetranychus urticae* Koch.) є одним із найпоширеніших шкідників яблуні в умовах Західного Лісостепу України, досліджувалася ефективність внесення систем біологічного захисту саме проти цього шкідливого виду.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Борзих О. І. та ін. вказують, що за внесення засобів захисту рослин хімічного походження, які широко використовуються у галузі садівництва, знищуються корисні види ентомофауни та шкідливі організми набувають стійкості до хімічних пестицидів. Тому важливим в умовах сьогодення є екологічне регулювання чисельності шкідливих організмів за більш широкого застосування біологічних засобів захисту рослин, зниження кількості обробок хімічними пестицидами та застосування низькотоксичних пестицидів у низьких нормах їх витрати [4].

Бровдій В. М. та ін., Бунас А. А. та ін. зазначають, що препарати біологічного походження характеризуються нижчою ефективністю, ніж хімічні пестициди, але їх безпечність для навколишнього природного середовища робить їх застосування необхідною складовою інтегрованого захисту рослин. Препарати біологічного походження, в порівнянні з пестицидами хімічного походження, характеризуються більш уповільненою дією та нижчою її ефективністю, але й мають метатоксичний ефект і інколи можуть спричинити епізоотії у комах. Серед недоліків біологічних препаратів слід зазначити те, що ефективність їх дії може коливатись внаслідок несприятливих погодних умов: низької температури повітря, дощів,

які здатні змивати препарати та ультрафіолетового випромінювання, яке знижує активність бактерій [5–7].

Ефективність системи захисту рослин зумовлюється своєрідністю економічних взаємозв'язків, а на економічну ефективність застосування заходів захисту впливають ціна препаратів, норма їх внесення, ефективність дії, кількісні і якісні показники врожайності та інші показники. Вартість препаратів здійснює суттєвий вплив на економічні показники виробництва плодів. Необхідним є вибір не лише ефективної, але водночас і економічно доцільної системи захисту. Вивчення ефективності вирощування продукції садівництва дозволяють виявити шляхи зменшення собівартості та віднайти механізми підвищення конкурентоспроможності її вирощування [8–10].

Шестопаль О. М. стверджує, що збалансованого розвитку галузі садівництва у ринкових умовах можна досягти лише шляхом збільшення показників економічної ефективності вирощування плодової продукції. Ефективність діяльності сільськогосподарських підприємств, які займаються вирощуванням плодів яблуні залежить від багатьох чинників, зокрема: структура насаджень, система захисту рослин, технології виробництва й зберігання плодів, застосування інноваційних технологій, вплив погодних умов і якісні показники ґрунтових ресурсів [11].

Тупчій О. С. [12], Ільчук М. М. та ін. [13], Кондратенко П. В. та ін. [14], зазначають, що оцінювання показників економічної ефективності садівничої галузі базується на дослідженні багатьох показників, але, основним з них, який характеризує ефективність всього циклу вирощування на сільськогосподарському підприємстві є собівартість продукції, оскільки цей показник відображає рівень технічного оснащення, якість організації виробничих процесів, продуктивність праці та інше.

Аналіз літературних джерел засвідчив, що питання економічної ефективності застосування препаратів біологічного походження при вирощуванні яблуневої продукції для захисту від кліщів вивчено не достатньо. Подальші дослідження дозволять здійснити економічний аналіз ефективності застосування біологічного методу захисту яблуні від кліщів та визначити найбільш ефективні та рентабельні системи біологічного захисту в умовах Західного Лісостепу України.

**Мета і завдання дослідження.** Метою досліджень було вивчення економічної ефективності застосування різних систем біологічного

ISSN 3154-8059

захисту яблуні від кліща павутинного звичайного (*Tetranychus urticae* Koch.) та підбір найефективніших з них для застосування в умовах Західного Лісостепу України.

Дослідження проводили в яблуневому саду Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, що розташована в с. Бояни Чернівецького району Чернівецької області за методиками, які є загальноприйняті [15] на насадженнях яблуні 2014 року садіння на сорту Айдаред на підщепі М-106. При цьому, схема садіння яблуневих дерев становила: 3 х 3 м, а ґрунт утримувався під багаторічними травами.

Дослідна ділянка розміщена на ясно-сірому і сірому опідзоленому поверхнево-оглеєному середньосуглинковому ґрунті, який має низький вміст гумусу (2,0%), слабокислу реакцією ґрунтового розчину (pHсол. – 5,2), середню забезпеченість рухомими сполуками фосфору ($P_2O_5$ – 78 мг/кг ґрунту) та рухомими сполуками калію ($K_2O$ – 79 мг/кг ґрунту), а також дуже низьку забезпеченість азотом, що легкогідролізується (92 мг/кг ґрунту).

Було здійснено економічну оцінку різних систем біологічного захисту, які застосовувались для захисту яблуні від кліща павутинного звичайного (*Tetranychus urticae* Koch.) у 2021–2023 роках. При дослідженнях у кожному варіанті досліду використовували по 10 облікових дерев (дерево-повторність). Оцінку основних показників, які відображають економічну ефективність систем захисту яблуні від кліща павутинного звичайного (*Tetranychus urticae* Koch.) було здійснено за загальноприйнятими методиками [14].

Економічний аналіз застосування досліджуваних систем біологічного захисту яблуні проти кліща павутинного звичайного (*Tetranychus urticae* Koch.) в 2021–2023 роках проводився згідно таких показників: вартість системи захисту, грн/га; витрати, пов'язані з її застосуванням, грн/га; ціна реалізації 1 т плодів, грн; урожайність, т/га; збережений врожай, т/га; витрати, пов'язані з отриманням додаткового урожаю, грн/га та вартість збереженого врожаю, грн/га. Але основними показниками, які найбільш широко характеризують економічну ефективність застосування заходів захисту є умовно-чистий дохід, грн/га та рентабельність, %. Крім того, було здійснено розрахунок порогу окупності, який демонструє, обсяг прибавки врожаю, необхідну для покриття витрат на захисні заходи.

Умовно-чистий дохід від застосування захисних заходів розраховували за формулою [14]:

$$ЧД = Вз - Ез, \quad (1)$$

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, пов'язаних з одержанням збереженого врожаю, визначали як суму витрат на препарати та витрат на їх застосування [14]:

$$Ез = Вт + Вв + Вд, \quad (2)$$

де *Вт* – витрати на придбання препаратів; *Вв* – витрати на внесення препаратів; *Вд* – витрати на збирання, транспортування та зберігання додаткового врожаю.

Норму рентабельності захисних заходів визначали як процентне співвідношення умовно-чистого доходу до затрат, пов'язаних з одержанням збереженого врожаю [14]:

$$Р = \frac{ЧД}{Ез} * 100\%. \quad (3)$$

Перед застосовуванням засобів захисту, варто заздалегідь визначитися, чи будуть окупатися витрати на їх внесення. Тому, визначався поріг окупності. При порівнянні з обсягом прибавки врожаю, який очікується від внесення засобів захисту, показник порогу окупності дає можливість оцінити доцільність застосування того чи іншого препарату.

Поріг окупності (*П*) визначали за формулою [14]:

$$П = \frac{Вд}{Ц}, \quad (4)$$

де *Вд* – сума додаткових витрат (включаючи вартість системи захисту та витрат, пов'язаних з її застосуванням), грн/га; *Ц* – ціна врожаю, грн/т.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Було здійснено економічний аналіз застосування трьох систем біологічного захисту яблуні від кліща павутинного звичайного (*Tetranychus urticae* Koch.) у 2021–2023 роках.

У першій системі біологічного захисту початкова ефективність мікробіологічного препарату Актофіт БТ (д.р. аверсектин С, 0,2%), к.е. у нормі 4,0 дм$^3$/га, який вносили у фенофазу «рожевий бутон» проти кліща павутинного звичайного (*Tetranychus urticae* Koch.) становила 25,7%, а його ефективність через 7 діб становила 55,7%. Початкова ефективність Біоспектру БТ (д.р. бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче 5,0·10$^9$ КУО/см$^3$), р. (6,0 дм$^3$/га) у фенофазу «формування плодів» становила 23,3%, а ефективність через 7 діб становила 56,5%.

ISSN 3154-8059

При застосуванні препарату Бітоксибацилін БТ (д.р. життєздатні клітини *Bacillus thuringiensis var.* thuringiensis (серотип 1), титр не нижче $2{,}0 \cdot 10^9$ КУО/см$^3$ і споро-кристалічний комплекс з токсинами двох видів: β-екзотоксин і δ-ендотоксин), р. (4,0 дм$^3$/га) у фенофазу «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха) отримали початкову ефективність 30,1% та ефективність через 7 діб 59,7%.

У другій системі біологічного захисту початкова ефективність мікробіологічного препарату Бітоксибацилін БТ, р. у нормі 5,0 дм$^3$/га, який вносили у фенофазу «рожевий бутон» проти кліща павутинного звичайного (*Tetranychus urticae* Koch.) становила 17,5%, а ефективність через 7 діб становила 50,2%. Початкова ефективність суміші препарату Актофіт БТ, к.е. (2,0 дм$^3$/га) та Бітоксибацилін БТ, р. (3,0 дм$^3$/га) у фенофазу «формування плодів» становила 26,9%, а ефективність суміші мікробіологічних препаратів через 7 діб становила 64,9%. При застосуванні препарату Боверин БТ (д.р. гриби роду *Beauveria*, титр життєздатних клітин не нижче $3{,}0 \cdot 10^9$ КУО/см$^3$), р. (20,0 дм$^3$/га) у фенофазу «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха) отримали початкову ефективність 28,0% та ефективність через 7 діб 64,3%.

У наступній системі біологічного захисту початкова ефективність препарату Біоспектр БТ р. у нормі 6,0 дм$^3$/га, який вносили у фенофазу «рожевий бутон» проти кліща павутинного звичайного (*Tetranychus urticae* Koch.) становила 27,2%, а ефективність через 7 діб становила 60,3%. Початкова ефективність суміші Метаризину БТ, р. (3,0 дм$^3$/га) та Боверину БТ, р. (10,0 дм$^3$/га) у фенофазу «формування плодів» становила 31,1%, а ефективність суміші мікробіологічних препаратів через 7 діб становила 68,8%. При внесенні суміші Бітоксибациліну БТ, р. (3,0 дм$^3$/га) та Біоспектру БТ р. (3,0 дм$^3$/га) у фенофазу «ріст плодів» (плід розміром ліщини) отримали початкову ефективність 29,6% та ефективність через 7 діб 67,0%.

Ефективність інсектициду Каліпсо 480 SC, КС у нормі 0,3 дм$^3$/га, який використовувався в якості хімічного еталону, через 2 доби після обробки у фенофазу «рожевий бутон» становила 55,4%, а ефективність через 7 діб – 85,8%. Початкова ефективність препарату у фазу «формування плодів» становила 63,9%, а ефективність через 7 діб – 88,9%. Початкова ефективність препарату у фазу «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха) становила 67,3%, а ефективність через 7 діб – 87,0%.

Урожайність плодів яблуні при застосуванні біологічної системи захисту № 1 складала 13,6 т/га, у тому числі 6,1 т/га плодів першого

сорту, 5,9 т/га плодів другого сорту та 1,9 т/га нестандартних плодів. Урожайність при застосуванні біологічної системи захисту № 2 становила 13,9 т/га, з них 6,8 т/га плодів першого сорту, 5,3 т/га плодів другого сорту та 1,8 т/га нестандартних плодів. Урожайність при застосуванні біологічної системи захисту № 3 була на рівні 14,0 т/га, у тому числі 7,1 т/га плодів першого сорту, 5,4 т/га плодів другого сорту та 1,5 т/га нестандартних плодів. За застосування хімічної системи захисту урожайність становила 14,2 т/га, з них 8,1 т/га плодів першого сорту, 4,8 т/га плодів другого сорту та 1,3 т/га нестандартних плодів.

Розрахунок економічної ефективності застосованих систем біологічного захисту яблуні від кліща павутинного звичайного (*Tetranychus urticae* Koch.) в умовах Західного Лісостепу України наведено в таблиці. Дослідженнями встановлено, що всі досліджувані системи захисту показали високі показники умовно-чистого доходу від застосованих заходів, рентабельності захисних заходів та порогу окупності.

Таблиця

Економічна ефективність біопрепаратів для захисту яблуні від кліща павутинного звичайного (*Tetranychus urticae* Koch.) в умовах Західного Лісостепу України, 2021–2023 рр.
(середнє за роки досліджень)

| Назва показника | Контроль | Хімічна система | Біологічна система 1 | Біологічна система 2 | Біологічна система 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Вартість системи, грн/га | - | 2790,0 | 1452,0 | 2520,0 | 2514,0 |
| Витрати, пов'язані з її застосуванням, грн/га | - | 794,0 | 794,0 | 794,0 | 794,0 |
| Урожайність, т/га | 12,5 | 14,2 | 13,6 | 13,9 | 14,0 |
| Ціна реалізації 1 т плодів, грн | 8000,0 | 10000,0 | 10000,0 | 10000,0 | 10000,0 |
| Збережений врожай, т/га | - | 1,7 | 1,1 | 1,4 | 1,5 |
| Вартість збереженого врожаю, грн/га | - | 17000,0 | 11000,0 | 14000,0 | 15000,0 |

 ISSN 3154-8059

продовження таблиці

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Витрати, пов'язані з отриманням додаткового урожаю, грн/га | | 1309,0 | 847,0 | 1078,0 | 1155,0 |
| Умовно-чистий дохід, грн/га | - | 13416,0 | 8754,0 | 10686,0 | 11692,0 |
| Рентабельність, % | - | 374,3 | 389,8 | 322,5 | 353,4 |
| Поріг окупності, т/га | - | 0,36 | 0,22 | 0,33 | 0,33 |

Найбільший умовно-чистий дохід серед біологічних систем захисту отримали від застосування системи № 3, що передбачала застосування Біоспектру БТ, суміші Метаризину БТ та Боверину БТ та суміші Бітоксибациліну БТ з Біоспектром БТ – 11 692,0 грн/га, рентабельність захисних заходів при її застосуванні становила 353,4% що зумовлено найвищим рівнем урожайності. Поріг окупності показав, що для покриття витрат на застосування даної системи захисту необхідна прибавка врожаю 0,33 т/га, за умови, що врожайність за застосування даного препарату була на 1,5 т/га більше контролю. Вартість збереженого врожаю 15 000,0 грн/га, а вартість додаткових витрат, пов'язаних з його отриманням (на збирання, транспортування та зберігання) – 1 155,0 грн/га. Вартість даної системи біологічного захисту становила 2 514,0 грн/га, а вартість витрат, пов'язаних з її застосуванням – 794,0 грн/га.

При застосуванні біологічної системи № 1, яка включала застосування Актофіту БТ, Біоспектру БТ та Бітоксибациліну БТ, отримали найвищу рентабельність – 389,8%, що зумовлено нижчою вартістю цієї системи захисту. Умовно-чистий дохід від її застосування становив 8 754,0 грн/га, що було найнижчим серед досліджуваних систем захисту та зумовлено нижчим рівнем урожайності. Поріг окупності застосування даної системи захисту становив 0,22 т/га, а обсяг збереженого врожаю – 1,1 т/га. Вартість даної системи біологічного захисту становила 1 452,0 грн/га, а вартість витрат, пов'язаних з її застосуванням – 794,0 грн/га. Вартість збереженого врожаю 11 000,0 грн/га, а вартість додаткових витрат, пов'язаних з його отриманням (на збирання, транспортування та зберігання) – 847,0 грн/га.

Від застосування системи № 2, яка базувалася на внесенні Бітоксибациліну БТ, суміші Актофіту БТ з Бітоксибациліном БТ, Боверину БТ, отримали умовно-чистий дохід в розмірі 10 686,0 грн/га. Рентабельність її застосування становила 322,5% та була найнижчою серед досліджуваних систем через найвищу її вартість. Поріг окупності застосування цієї системи захисту становив 0,33 т/га, за

збереженого врожаю 1,4 т/га. Вартість збереженого врожаю 14 000,0 грн/га, а вартість додаткових витрат, пов'язаних з його отриманням (на збирання, транспортування та зберігання) – 1 078,0 грн/га. Вартість даної системи біологічного захисту становила 2 520,0 грн/га, а вартість витрат, пов'язаних з її застосуванням – 794,0 грн/га.

За застосування хімічної системи захисту (трьох разове внесення Каліпсо 480, КС) отримали показник умовно-чистого доходу рівні 13 416,0 грн/га. Рентабельність її застосування складала 374,3%, а поріг становив 0,36 т/га. Вартість даної системи хімічного захисту становила 2 790,0 грн/га, а вартість витрат, пов'язаних з її застосуванням – 794,0 грн/га. Вартість збереженого врожаю 17 000,0 грн/га, а вартість додаткових витрат, пов'язаних з його отриманням (на збирання, транспортування та зберігання) – 1309,0 грн/га.

**Висновки.** Всі досліджувані системи біологічного захисту, які застосовувались проти кліща павутинного звичайного (*Tetranychus urticae* Koch.) у 2021–2023 роках показали високі показники умовно-чистого доходу (8754,0–11692,0 грн/га) та рентабельності (322,5–389,8%). Найефективнішим з економічної точки зору у 2021–2023 роках було застосування системи № 3 (Біоспектр БТ, Метаризин БТ + Боверин БТ, Бітоксибацилін БТ + Біоспектр БТ), що дозволило отримати 11 692,0 грн/га умовно-чистого доходу. Найвищий рівень рентабельності захисних заходів та водночас найнижчий умовно-чистий дохід отримали за застосування біологічної системи № 1 (Актофіт БТ, Біоспектр БТ, Бітоксибацилін БТ) – 389,8% та 8754,0 грн/га відповідно. Найнижчу рентабельність серед застосованих систем захисту отримали від застосування системи № 2 (Бітоксибацилін БТ, Актофіт БТ + Бітоксибацилін БТ, Боверин БТ) – 322,5%. Застосування досліджуваних систем біологічного захисту дозволило на 50,2–68,8% зменшити чисельність кліща павутинного звичайного (*Tetranychus urticae* Koch.), що у дозволило забезпечити одержання високого рівня врожайності плодів яблуні (13,6–14,0 т/га).

**1.** Довідник із захисту рослин / за ред. М. П. Лісового. Київ : Урожай, 1999. 744 с. **2.** Борзих О. І. та ін. Захист яблуні від шкідливих комах, кліщів та хвороб (Південний і Південно-Східний Степ). Київ : Колобіг, 2014. 44 с. **3.** Гунчак М. В. Економічна ефективність різних систем захисту яблуні (*Malus domestica* Borkh.) у Придністров'ї. *Садівництво*. 2018. Вип. 73. С. 74–81. **4.** Борзих О. І. та ін. Екотоксикологічні параметри застосування біопестицидів, розробка та адаптація біологічних систем захисту яблуні від шкідників та хвороб до ґрунтовокліматичних умов та фітосанітарного стану агроценозу. *Фітосанітарна безпека.* 2023. № 68. С. 3–26. DOI: https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.3-26. **5.** Бровдій В. М., Гулий В. В.,

 ISSN 3154-8059

Федоренко В. П. Біологічний захист рослин : навч. посіб. К. : Світ, 2003. 352 с. **6.** Бунас А. А., Ткач Є. Д, Дворецький В. В. Біопрепарати в Україні та світі: сучасні тренди та перспективи. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 4. С. 132–140. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2024.317163. **7.** Бунас А. А., Шерстобоєва О. В, Крижанівський А. Б. Екологічні аспекти застосування *Bacillus Thuringiensis* для захисту яблунь від фітофагів. *Агроекологічний журнал.* 2025. № 1. С. 138–145. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2025.327103. **8.** Сніговий В. С., Матвієць О. М. Економічна ефективність вирощування інтенсивних насаджень яблуні за різних режимів краплинного зрошення в умовах низинної зони Закарпаття. *Меліорація і водне господарство.* 2013. Вип. 100. С. 44–51. **9.** Економіка садівництва / за ред. В. В. Юрчишина. К. : Урожай, 1972. 239 с. **10.** Гунчак М. В., Пасічняк В. І., Маменко П. М., Колодяжний О. Ю. Екологічна та економічна ефективність застосування мікробних препаратів для захисту яблуні проти попелиць. *Агроекологічний журнал*. 2025. № 3. С. 118–125. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2025.340788. **11.** Шестопаль О. М. Економічна ефективність інтенсивних плодових насаджень. К. : «Знання», 1977. 48 с. **12.** Тупчій О. С. Методичні основи дослідження економічної ефективності виробництва продукції садівництва. *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2013. Вип. 3. С. 106–110. **13.** Ільчук М. М., Нікітченко С. О., Ситник О. О., Павленко В. В. Диверсифікація підприємницької діяльності в аграрному секторі економіки України у повоєнний період. *Економіка АПК.* 2023. № 30 (4). С. 25–35. DOI: https://doi.org/10.32317/2221-1055.202304025. **14.** Методика економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві / П. В. Кондратенко та ін. ; за ред. О. М. Шестопаля; Інститут садівництва УААН. 2 вид., з доп. та змінами. К., 2006. 141 с. **15.** Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. проф. С. О. Трибеля. Київ, 2001. 448 с.

## REFERENCES:

**1.** Dovidnyk iz zakhystu roslyn / za red. M. P. Lisovoho. Kyiv : Urozhai, 1999. 744 s. **2.** Borzykh O. I. ta in. Zakhyst yabluni vid shkidlyvykh komakh, klishchiv ta khvorob (Pivdennyi i Pivdenno-Skhidnyi Step). Kyiv : Kolobih, 2014. 44 s. **3.** Hunchak M. V. Ekonomichna efektyvnist riznykh system zakhystu yabluni (Malus domestica Borkh.) u Prydnistrovi. *Sadivnytstvo*. 2018. Vyp. 73. S. 74–81. **4.** Borzykh O. I. ta in. Ekotoksykolohichni parametry zastosuvannia biopestytsydiv, rozrobka ta adaptatsiia biolohichnykh system zakhystu yabluni vid shkidnykiv ta khvorob do gruntovoklimatychnykh umov ta fitosanitarnoho stanu ahrotsenozu. *Fitosanitarna bezpeka*. 2023. № 68. S. 3–26. DOI: https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.3-26. **5.** Brovdii V. M., Hulyi V. V., Fedorenko V. P. Biolohichnyi zakhyst roslyn : navch. posib. K. : Svit, 2003. 352 s. **6.** Bunas A. A., Tkach Ye. D, Dvoretskyi V. V. Biopreparaty v Ukraini ta sviti: suchasni trendy ta perspektyvy. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2024. № 4. S. 132–140. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2024.317163. **7.** Bunas A. A., Sherstoboieva O. V, Kryzhanivskyi A. B. Ekolohichni aspekty zastosuvannia Bacillus Thuringiensis dlia zakhystu yablun vid fitofahiv. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2025. № 1. S. 138–145. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2025.327103. **8.** Snihovyi V. S., Matviiets O. M. Ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia intensyvnykh nasadzhen yabluni za riznykh rezhymiv kraplynnoho zroshennia v umovakh nyzynnoi zony *Zakarpattia. Melioratsiia i vodne hospodarstvo*. 2013. Vyp. 100. S. 44–51. **9.** Ekonomika sadivnytstva / za red. V. V. Yurchyshyna. K. : Urozhai, 1972. 239 s. **10.** Hunchak M. V., Pasichniak V. I., Mamenko P. M., Kolodiazhnyi O. Yu. Ekolohichna ta ekonomichna

efektyvnist zastosuvannia mikrobnykh preparativ dlia zakhystu yabluni proty popelyts. *Ahroekolohichnyi zhurnal*. 2025. № 3. S. 118–125. DOI: https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2025.340788. **11.** Shestopal O. M. Ekonomichna efektyvnist intensyvnykh plodovykh nasadzhen. K. : «Znannia», 1977. 48 s. **12.** Tupchii O. S. Metodychni osnovy doslidzhennia ekonomichnoi efektyvnosti vyrobnytstva produktsii sadivnytstva. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 2013. Vyp. 3. S. 106–110. **13.** Ilchuk M. M., Nikitchenko S. O., Sytnyk O. O., Pavlenko V. V. Dyversyfikatsiia pidpryiemnytskoi diialnosti v ahrarnomu sektori ekonomiky Ukrainy u povoiennyi period. *Ekonomika APK*. 2023. № 30 (4). S. 25–35. DOI: https://doi.org/10.32317/2221-1055.202304025. **14.** Metodyka ekonomichnoi ta enerhetychnoi otsinky typiv nasadzhen, sortiv, investytsii v osnovnyi kapital, innovatsii ta rezultativ tekhnolohichnykh doslidzhen u sadivnytstvi / P. V. Kondratenko ta in. ; za red. O. M. Shestopalia; Instytut sadivnytstva UAAN. 2 vyd., z dop. ta zminamy. K., 2006. 141 s. **15.** Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv / za red. prof. S. O. Trybelia. Kyiv, 2001. 448 s.

---

**Hunchak M. V.** [1; ORCID ID: 0000-0002-3521-8531],
Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Director,
**Zapasnyi V. S.** [2; ORCID ID: 0000-0001-8547-8852],
Head of Department,
**Pasichniak V. I.** [3; ORCID ID: 0000-0002-4144-261X],
Director,
**Hunchak V. M.** [4; ORCID ID: 0000-0001-5860-1552],
Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Director,
**Alekseienko M. V.** [2; ORCID ID: 0000-0003-3078-7759],
Research Fellow,
**Mandybura N. M.** [2; ORCID ID: 0009-0000-6445-1589],
Acting Head of Department

*[1]Chernivtsi regional center of the State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine», Chernivtsi*
*[2]State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine», Kyiv*
*[3]South-Western Interregional Center of the State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine», Agronomichne village, Vinnytsia region*
*[4]Ukrainian Research Station of Plant Qarantine IPP NAAS, Boiany village, Chernivtsi region*

## ECONOMIC EFFICIENCY OF THE USE OF MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS FOR PROTECTION OF APPLE TREE AGAINST THE COMMON SPIDER MITE (*TETRANYCHUS URTICAE* KOCH.)

**The economic efficiency indicators of various biological protection systems for apple trees against the common spider mite (*Tetranychus urticae* Koch.) in 2021–2023 in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine were studied. All studied biological protection systems showed high**

ISSN 3154-8059

**indicators of conditional net income (8754.0–11692.0 UAH/ha) and profitability (322.5–389.8%). The highest conditional net income among biological protection systems was obtained from the use of system No. 3 (Biospectr BT, Metarizin BT + Boverin BT, Bitoxibacillin BT + Biospectr BT) – 11,692.0 UAH/ha, the profitability of protective measures when using it was 353.4%, and the payback threshold was 0.33 t/ha. The initial technical efficiency of this protection system was 27.2–31.1%, and the efficiency 7 days after spraying was 60.3–68.8%. The yield in the study of this protection system was 14.0 t/ha, which was the highest result among the studied systems. When using biological system No. 1 (Aktofit BT, Biospectr BT, Bitoxibacillin BT), the highest profitability was obtained – 389.8%, the conditional net income from its use was 8,754.0 UAH/ha, and the payback threshold was 0.22 t/ha. The technical efficiency of its use 7 days after spraying was within 55.7–59.7%, the efficiency of use 2 days after spraying was 23.3–30.1%, and the yield was 13.6 t/ha. From the use of system No. 2 (Bitoxibacillin BT, Actofit BT + Bitoxibacillin BT, Boverin BT) we received a conditional net income of 10,686.0 UAH/ha, profitability of 322.5% and a payback threshold of 0.33 t/ha. The study of the biological protection system No. 2 ensured the technical efficiency 2 days after spraying – 17.5–28.0%, efficiency 7 days after spraying – 50.2–64.3% and yield of 13.9 t/ha. The use of the studied biological preparations allowed to provide a high level of protection of apple trees from the common spider mite (*Tetranychus urticae* Koch.), which ultimately ensured a high level of yield of apple plantations.**

***Keywords:*** apple tree; economic efficiency; biological products; phytophages; mite.

Отримано / Received: 10.07.2026
Прийнято до друку / Accepted: 12.08.2026
Опубліковано / Published: 18.09.2026

© 2026 [Hunchak M. V., Zapasnyi V. S., Pasichnyak V. I., Hunchak V. M., Alekseienko M. V., Mandybura N. M.]. Licensee {NUWEE}. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC) license (creativecommons.org)