

БІОЛОГІЧНИЙ МЕТОД ЗАХИСТУ ЯБЛУНИ ПРОТИ ПАРШІ (*VENTURIA INAEQUALIS* (COOKE) WINT.) В УМОВАХ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОЇ ПРОВІНЦІЇ КАРПАТСЬКОЇ ГІРСЬКОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

М.В. Гунчак

Чернівецька філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України»
(м. Чернівці, Україна)

e-mail: chernivtsy_grunt@ukr.net; ORCID: 0000-0002-3521-8531

Встановлено, що досліджувані системи біологічного захисту яблуні в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України впродовж 2016–2020 рр. засвідчили високу ефективність дії проти парші яблуні. Найвищу ефективність отримали під час застосування системи захисту № 4 (ФітоДоктор, р., Гаубсін, р. та Триходермін, р. і технології живлення MASTech): ефективність проти парші на листках яблуні становила в середньому 71,6%, а проти парші на плодах — 73,5%. Біологічна система захисту яблуні №1 (чотириразове внесення препарату Планриз, в.с.) показала ефективність проти парші на листках 65,7%, а проти парші на плодах — 62,7%. Під час застосування біологічної системи захисту №2 (чотириразове внесення препарату Планриз, в.с. та Імунопротектора Bai-Si) ефективність проти парші на листках яблуні становила в середньому 67,2%, а проти парші на плодах — 66,7%. За використання біологічної системи захисту №3 (чотириразове внесення препарату Планриз, в.с. та технології живлення Stoller) ефективність проти парші на листках яблуні сягала в середньому 70,1%, а проти парші на плодах — 72,5%. Урожайність плодів яблуні за застосування біологічної системи захисту №1 у 2016–2020 рр. становила в середньому 17,1 т/га, за використання біологічної системи захисту №2 сягала 17,5 т/га, за біологічної системи захисту №3 урожайність була на рівні 18,3 т/га, а за застосування біологічної системи захисту №4 — 18,1 т/га. Під час використання біологічної системи захисту №1 у 2016–2020 рр. отримали в середньому рентабельність 322,1% та дохід — 6410,0 грн/га. Від застосування системи №2 одержали умовно чистий дохід у розмірі 8 110,0 грн/га та рентабельність 262,5%. За використання системи №3 мали умовно чистий дохід у розмірі 10 932,0 грн/га, а рентабельність захисних заходів становила 186,3%. За застосування біологічної системи №4 отримали рентабельність 69,2% та дохід — 6300,0 грн/га.

Ключові слова: яблуневі насадження, грибові хвороби, біологічні препарати, технічна ефективність, економічна ефективність.

ВСТУП

Яблуневим насадженням шкодить ціла низка хвороб, які істотно зменшують урожайність дерев, негативно впливають на якісні показники плодової продукції та можуть навіть призводити до втрати всього врожаю чи загибелі дерев. Однак однією з найпоширеніших хвороб яблуні в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України є парша. Збудник — сумчастий гриб *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. з конідіальною стадією відповідно *Fusicladium dendriticum* (Wabr.) Fuck. Хвороба уражає листки, плоди і пагони. В до-

щові роки, особливо навесні, уражуються також квітки і зав'язь. Шкідливість парші полягає в обмеженні асиміляційної поверхні внаслідок передчасного опадання уражених листків. Втрата листків може становити 50–80%, через що різко знижується продуктивність рослин, зменшується приріст пагонів, погіршується зимостійкість дерев. За значного ураження квіток і зав'язі парша може повністю знищити врожай, а за сильного ураження сформованих плодів втрата їх маси може становити 45–80%. Товарна якість плодів значно погіршується [1–3].

Садівництво — галузь, де інтенсивно застосовують хімічні засоби захисту. Однак

для одержання екологічно безпечної плодової продукції стратегія захисту яблуневих садів має ґрунтуватись на поширенні використання екологічного підходу до розроблення та реалізації захисних заходів із максимальним застосуванням біологічних засобів [4–5].

Наразі відомо багато біопрепаратів, які використовують проти парші яблуні, але ефективність їхньої дії різна. З огляду на те, що парша є найпоширенішою хворобою яблуні в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України, **метою роботи** було вивчення ефективності систем біологічного захисту проти парші яблуні в регіоні.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Важливе значення в обмеженні негативного впливу хімічних засобів захисту має біологічний метод захисту рослин, впровадження якого щодо хвороб яблуні хоча й перебуває на стадії наукового пошуку, але все-таки починає успішно впроваджуватись для захисту яблуневих насаджень. Так, дослідженнями Скорейко А.М. [6] встановлено високу ефективність біопрепаратів Фітоцид-р (бактерії *Bacillus subtilis*), р. та Агат 25К (бактерії *Pseudomonas aureofaciens*), т. пс. проти парші яблуні.

Дослідниками доведено, що біологічні препарати, порівняно з хімічними мають нижчу ефективність, але вони екологічно безпечніші, тому їх застосування заслуговує уваги. На відміну від пестицидів, біологічні препарати характеризуються більш уповільненою дією, але й мають метатоксичний ефект і за певних умов можуть спричинити епізоотії у комах. Недоліком є також те, що ефективність біопрепаратів може знижуватись внаслідок несприятливих погодних умов: дощів, які здатні змити препарат, низької температури, що послаблює активність живлення шкідників, а також ультрафіолетового випромінювання, яке частково інактивує бактерії [7; 8].

Як вказують Борзих О.І. та ін. [9], використання біологічних препаратів у системах захисту є надзвичайно необхідним,

адже це дає можливість стабілізувати екологічну рівновагу в садовому агробіоценозі й оптимізувати обсяги застосування хімічних засобів для збереження корисних видів і мінімального негативного впливу на зовнішнє середовище.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Робота виконувалась впродовж 2016–2020 рр. в яблуневому саду Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН (УкрНДСКР ІЗР) за загальноприйнятими методиками [10; 11] на насадженнях яблуні 2005 р. садіння сорту Айдаред на підщепі М-106. Схема садіння: 4×2,5 м. Система утримання ґрунту – під багаторічними травами.

Дослідна ділянка розміщена на чорноземі опідзоленому середньозмитому важкосуглинковому ґрунті з середнім вмістом гумусу – 2,1% та слабокислою реакцією ґрунтового розчину ($\text{pH}_{\text{сол.}}$ – 5,1). Забезпеченість ґрунту фосфором низька (P_2O_5 – 45 мг/кг ґрунту), калієм – середня (K_2O – 66 мг/кг ґрунту), легкогідролізованим азотом – дуже низька (76 мг/кг ґрунту). Агроекологічна оцінка в балах становить 41 із 100.

Фітосанітарний моніторинг проводили візуально та за допомогою феромонних пасток. Обліки заселення фітофагами та наявності й розвитку хвороб здійснювались за загальноприйнятими методиками відповідно до фаз рослини-господаря: набрякання бруньок, зелений конус, висування бутонів, відокремлення бутонів, рожевий бутон, цвітіння, кінець цвітіння, формування, ріст та дозрівання плодів [10; 12].

У польових дослідах у кожному варіанті використовувалося по 10 облікових дерев (дерево–повторність).

Для обліку парші оглядали 200 листків із різних боків крони і визначали ступінь їх ураження за відповідною шкалою. Для визначення ураження плодів паршею проводили облік на 100 плодах (по 25 облікових плодів із кожного боку крони) на 10 рівномірно розміщених деревах. Інтенсивність

або ступінь розвитку хвороби обраховували у відсотках поверхні рослин чи окремих їх органів, вкритих плямами чи нальотами за відповідними окомірними відсотковими шкалами або в умовних балах за певними шкалами із характеристикою симптомів хвороби [10]. Відсоток ураження виявляли шляхом множення кількості уражених листків чи плодів на 100 і діленням добутку на число взятих для обліку листків чи плодів.

Поширення хвороб (Px) (кількість уражених рослин чи окремих їх органів у відсотках) визначали за формулою [10]:

$$Px = n \cdot 100 / N, \quad (1)$$

де Px – поширення хвороби; N – загальна кількість рослин у пробі; n – кількість уражених органів (рослин), %.

Відсоток розвитку хвороби або ступінь ураження (R , %) обраховували за формулою [10]:

$$R = (\sum(r \cdot b) \cdot 100) / P \cdot B, \quad (2)$$

де R – розвиток хвороби, %; $\sum(r \cdot b)$ – сума добутків кількості рослин (r) на відповідний бал ураження (b); P – кількість листків чи плодів, узятих для обліку, шт.; B – найвищий бал шкали, за якою проводиться оцінка ураження в досліді.

Ефективність дії фунгіцидів ($E\partial$, %) визначали згідно з формулою [10]:

$$E\partial = (100 \cdot (P_k - P\partial)) / P_k, \quad (3)$$

де $E\partial$ – ефективність дії препарату, %; P_k – показник розвитку хвороби на контролі; $P\partial$ – показник розвитку хвороби в дослідному варіанті.

Економічну ефективність застосування засобів захисту обраховували за загальноприйнятими методиками [13].

Умовно чистий дохід від застосування захисних заходів було розраховано за формулою [13; 14]:

$$\text{ЧД} = B_z - E_z, \quad (4)$$

де ЧД – умовно чистий дохід, грн/га; B_z – вартість збереженого врожаю, грн/га; E_z – витрати, пов'язані з одержанням збереженого врожаю, грн/га.

Вартість витрат, що пов'язані з одержанням збереженого врожаю визначали

як суму витрат на препарати, витрат на їх застосування та витрат на збирання, транспортування та зберігання додаткового врожаю [13]:

$$E_z = B_m + B_v + B\partial, \quad (5)$$

де B_m – витрати на придбання біопрепаратів; B_v – витрати на внесення біопрепаратів; $B\partial$ – 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 [13]:

$$P = \text{ЧД} / E_z \cdot 100\%. \quad (6)$$

Поріг окупності (Po) визначали за формулою [13]:

$$Po = E_z / \text{Ц}, \quad (7)$$

де Ц – ціна врожаю, грн/т.

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали за загальноприйнятими методиками [15].

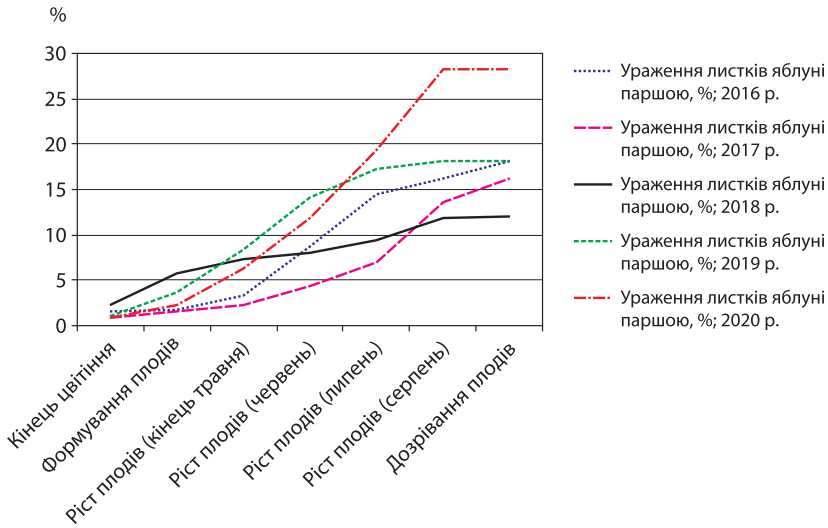
Обприскування дерев проти парші яблуні проводили у фенофазі формування плодів, під час росту плодів (плід розміром волоського горіха), за росту плодів (кінець липня) та у процесі дозрівання плодів.

Урожайність насаджень визначали під час збирання врожаю у третій декаді вересня.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результатами фітосанітарного моніторингу (*рис.*) встановлено, що впродовж 2016–2020 рр. поширення та розвиток парші було відмічено у фенофазі кінець цвітіння (0,8–2,3% уражених листків). Під час росту плодів (плід розміром волоського горіха) поширення парші збільшилося до 8,1–11,8% уражень. У процесі дозрівання плодів парша яблуні набула більшого поширення (до 12,1–28,2% ураженого листка та до 10,2–16,6% уражених плодів).

Для захисту яблуневих насаджень від хвороб за 2016–2020 рр. досліджували 4 системи біологічного захисту.



Ураження яблуневих насаджень паршею у Передкарпатській провінції Карпатської гірської зони України, 2016–2020 рр.

Перша біологічна система захисту включала такі обприскування: фенофаза формування плодів: Планриз, в.с. (бактерії штаму AP-33 *Pseudomonas fluorescens*, $3 \cdot 10^9$ КУО/см³ + бурштинова кислота, 0,2% + амонійні солі дигідропіримідину (ксемидон) 0,1% + 2 мл DMAE + 2 мл DMSO) – 5,0 л/га; фенофаза ріст плодів (плід розміром волоського горіха): Планриз, в.с. – 5,0 л/га; фенофаза ріст плодів (кінець липня): Планриз, в.с. – 5,0 л/га; фенофаза дозрівання плодів (не пізніше, як за три тижні до початку збирання врожаю): Планриз, в.с. – 5,0 л/га.

Результатами досліджень встановлено (табл. 1), що застосування цієї системи захисту дало змогу впродовж 2016–2020 рр. на 65,7% зменшити розвиток парші на листках яблуні та на 62,7% на плодах яблуні. Врожайність плодів яблуні за застосування цієї біологічної системи захисту в середньому за роки досліджень сягала 17,1 т/га.

Друга біологічна система захисту включала такі обприскування: фенофаза формування плодів: Планриз, в.с. (бактерії штаму AP-33 *Pseudomonas fluorescens*, $3 \cdot 10^9$ КУО/см³) – 5,0 л/га + стимулятор росту Bai-Si (імунопротектор на основі

кремнію) – 1,0 л/га; фенофаза ріст плодів (плід розміром волоського горіха): Планриз, в.с. – 5,0 л/га + стимулятор росту Bai-Si – 1,0 л/га; фенофаза ріст плодів (кінець липня): Планриз, в.с. – 5,0 л/га + стимулятор росту Bai-Si – 1,0 л/га; фенофаза дозрівання плодів (не пізніше, як за три тижні до початку збирання врожаю): Планриз, в.с. – 5,0 л/га. Ефективність застосування цієї системи захисту проти парші на листках яблуні в середньому становила 67,2%, а проти парші на плодах яблуні – 66,7%, що у середньому за роки досліджень на 2–4% вище, ніж за використання самого Планризу, в.с. Урожайність плодів яблуні за застосування цієї системи захисту сягала 17,5 т/га.

Наступна біологічна система захисту включала обприскування препаратом Планриз, в.с. разом із технологією живлення Stoller: фенофаза відокремлення бутонів: Fast Start (Zn, органічні, вільні та фульвові амінокислоти) – 2,0 л/га; фенофаза рожевий бутон: Планриз, в.с. (бактерії штаму AP-33 *Pseudomonas fluorescens*, $3 \cdot 10^9$ КУО/см³) – 5,0 л/га + антистресант Bioforge (N (2%), K₂O (3%), диформіл сечовина) – 0,5 л/га + Sugar Mover (B (8%)

Таблиця 1. Ефективність біологічних систем захисту проти парші яблуні (УкрНДСКР ІЗР НААН, 2016–2020 рр.)

Препарат (норма витрати, л (кг)/га)	Листки, %			Плоди, %			Урожайність, т/га
	П*	Р**	ТЕ***	П	Р	ТЕ	
Контроль (вода)	18,1	6,7	—	12,2	5,1	—	15,9
Контроль хімічний: Делан, в.г. + Топсін-М, з.п.	1,7	0,6	91,0	1,4	0,6	88,2	17,8
Планриз, в.с. (5,0 л/га)	6,4	2,3	65,7	4,5	1,9	62,7	17,1
Планриз, в.с. (5,0 л/га) + Baі-Si (1,0 л/га)	6,1	2,2	67,2	4,1	1,7	66,7	17,5
Планриз, в.с. (5,0 л/га) + технологія живлення Stoller	5,5	2,0	70,1	3,4	1,4	72,5	18,3
ФітоДоктор, р. (2,0 л/га) + Гаубсин, р. (8,0 л/га) + Триходермін, р. (5,0 л/га) + технологія MASTech	5,2	1,9	71,6	3,2	1,3	73,5	18,1
НІР _{0,5}	0,55	0,2		0,65	0,3		0,6

Примітка: П*, % – поширення хвороби, Р**, % – розвиток хвороби, ТЕ***, % – технічна ефективність.

і Мо (0,04%) – 1,0 л/га; фенофаза формування плодів: Планриз, в.с. (бактерії штаму AP-33 *Pseudomonas fluorescens*, $3 \cdot 10^9$ КУО/см³) – 5,0 л/га; фенофаза ріст плодів: X-Tra Power (Cu (0,8%), Mn (0,8), Zn (3,2) і Mg (0,8%)) – 1,5 л/га; фенофаза ріст плодів (плід розміром волоського горіха): Планриз, в.с. – 5,0 л/га; фенофаза дозрівання плодів (не пізніше, як за три тижні до початку збирання врожаю): Планриз, в.с. – 5,0 л/га + Sugar Mover (B (8%) і Мо (0,004%) – 1,0 л/га; після збору врожаю: Nitrate Balancer (B (9%) і Мо (0,005%) – 2,0 л/га. Застосування цієї системи захисту дало можливість у 2016–2020 рр. на 70,1% зменшити розвиток парші на листках яблуні та на 72,5% на плодах яблуні, що у середньому на 5–8% вище, ніж за використання самого Планриз, в.с. Урожайність плодів яблуні за застосування цієї системи сягла 18,3 т/га, що є найвищим показником серед досліджуваних систем та зумовлено використанням антистресантів, хелатованих мікроелементів та стимуляторів росту (технологія живлення Stoller).

Наступна біологічна система захисту включала обприскування препаратами

ФітоДоктор, р., Гаубсин, р. та Триходермін, р. разом із технологією живлення MASTech: фенофаза Зелений конус: фунгіцид ФітоДоктор (Спорофіт), р. (бактерії *Bacillus subtilis* ІМВ В-7100 (26Д), титр життєздатних бактерій – не менше $5 \cdot 10^9$ /г препарату) – 2,0 л/га; фунгіцид Гаубсин, р. (бактерії *Pseudomonas aureofaciens* В-111 та В-306, титр життєздатних клітин $1 \cdot 10^4$ /мкг препарату) – 8,0 л/га; Урожай Цинк (Zn 112 г/л) – 3,0 л/га; Адюмакс – 0,15 л/га; фенофаза зелений бутон: фунгіцид ФітоДоктор (Спорофіт), р. – 2,0 л/га; фунгіцид Гаубсин, р. – 8,0 л/га; Урожай Цинк (Zn 112 г/л) – 3,0 л/га; Урожай Фітосад – 2,0 л/га; Адюмакс – 0,15 л/га; фенофаза рожевий бутон: фунгіцид ФітоДоктор (Спорофіт), р. – 2,0 л/га; фунгіцид Гаубсин, р. – 8,0 л/га; Урожай Бор – 3,0 л/га; Урожай Фітосад – 2,0 л/га; Адюмакс – 0,15 л/га; фенофаза цвітіння: фунгіцид ФітоДоктор (Спорофіт), р. – 2,0 л/га; фунгіцид Триходермін (спори гриба *Trichoderma viride*, штам Т-4, титр спор 5 млрд КУО/см³), р. – 5,0 л/га; Аміностим – 1,5 л/га; Адюмакс – 0,15 л/га; фенофаза ріст плодів (плід розміром ліщини): фунгі-

цид ФітоДоктор (Спорофіт), р. — 2,0 л/га; фунгіцид Триходермін, р. — 5,0 л/га; фунгіцид Гаубсин, р. — 8,0 л/га; Урожай Цинк (Zn 112 г/л) — 3,0 л/га; Урожай Фітосад — 2,0 л/га; Адюмакс — 0,15 л/га; фенофаза ріст плодів (плід розміром волоського горіха): фунгіцид ФітоДоктор (Спорофіт), р. — 2,0 л/га; фунгіцид Гаубсин, р. — 8,0 л/га; Урожай Сад — 4,0 л/га; Адюмакс — 0,15 л/га; через 15 днів після наступного обприскування: фунгіцид ФітоДоктор (Спорофіт), р. — 2,0 л/га; фунгіцид Гаубсин, р. — 8,0 л/га; Урожай Сад — 3,0 л/га; Адюмакс — 0,15 л/га; через 15 днів після наступного обприскування: фунгіцид ФітоДоктор (Спорофіт), р. — 1,0 л/га; фунгіцид Гаубсин, р. — 8,0 л/га; Урожай Фітосад — 4,0 л/га; Урожай Сад — 3,0 л/га; Урожай Цинк (Zn 112 г/л) — 3,0 л/га; Адюмакс — 0,15 л/га; через 15 днів після наступного обприскування: фунгіцид ФітоДоктор (Спорофіт), р. — 1,0 л/га; фунгіцид Гаубсин, р. — 8,0 л/га; Урожай Фітосад — 4,0 л/га; Урожай Сад — 3,0 л/га; Урожай Цинк (Zn 112 г/л) — 3,0 л/га; Адюмакс — 0,15 л/га; фенофаза дозрівання плодів: фунгіцид Гаубсин, р. — 8,0 л/га; Урожай Сад — 3,0 л/га; Адюмакс — 0,15 л/га. За застосування цієї системи захисту у 2016–2020 рр. отримали ефективність проти парші на листках яблуні 71,6%, а проти парші на плодах яблуні — 73,5%, що у середньому за роки досліджень було найвищим результатом серед досліджуваних систем захисту та зумовлено використанням разом із біопрепаратами ад'ювантів, хелатованих мікроелементів та мікродобрив. Урожайність плодів яблуні за допомогою цієї системи захисту становила 18,1 т/га.

Як еталон у 2016–2020 рр. застосовували таку систему хімічного захисту: фенофаза формування плодів: фунгіцид Делан (дитіанон), в.г. — 0,8 кг/га; фенофаза ріст плодів (плід розміром волоського горіха): Делан, в.г. — 0,8 кг/га; фенофаза ріст плодів (кінець липня): Делан, в.г. — 0,8 кг/га; фенофаза дозрівання плодів: фунгіцид Топсін-М (тіофанат-метил), з.п. — 2,0 л/га. Ефективність застосування хімічної системи захисту проти парші на листках яблуні

ні сягала 91,0%, а проти парші на плодах яблуні — 88,2%. Урожайність плодів яблуні за використання хімічної системи захисту в середньому становила 17,8 т/га.

Під час досліджень було здійснено економічну оцінку біологічних систем захисту яблуні від парші в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України впродовж 2016–2020 рр.

Економічний аналіз застосування даних систем захисту яблуні проводили згідно з такими показниками: вартість системи захисту, грн/га; витрати, пов'язані з її застосуванням, грн/га; урожайність, т/га; ціна реалізації 1 т плодів, грн; збережений урожай, т/га; вартість збереженого врожаю, грн/га; витрати, пов'язані з отриманням додаткового врожаю, грн/га; але основними показниками економічної ефективності застосування пестицидів є умовно чистий дохід, грн/га та рентабельність, %. Також розраховували поріг окупності, що показує, який приріст урожаю потрібно отримати, щоб окупити витрати на систему захисту, витрати, що пов'язані з її застосуванням та витрати, які пов'язані з отриманням додаткового врожаю.

Дослідження та розрахунки свідчили, що за використання всіх досліджуваних систем захисту яблуні проти парші у 2016–2020 рр. (табл. 2), отримали високі показники умовно чистого доходу від застосованих заходів, рентабельності захисних заходів та порогу окупності.

Система хімічного захисту визначила в період дослідження показник умовно чистого доходу від застосованих заходів на рівні 8249,4 грн/га. Рентабельність захисних заходів становила 163,3%, а поріг окупності — 0,59 т/га.

За застосування біологічної системи захисту №1, яка базувалася на чотириразовому внесенні препарату Планриз, в.с., отримали показник умовно чистого доходу від застосованих заходів у середньому за роки досліджень на рівні 6410,0 грн/га. Натомість рентабельність захисних заходів була найвищою серед досліджуваних систем та сягала 322,1%, що дало змогу отримати дохід утричі більший за наші ви-

Таблиця 2. Економічна ефективність систем захисту яблуні від парші в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України, 2016–2020 рр.

Назва показника	Контроль	Хімічна система	Система			
			№1	№2	№3	№4
Вартість системи, грн/га	—	3710,6	1000,0	1900,0	4248,0	7455,0
Витрати, пов'язані з її застос., грн/га	—	390,0	390,0	390,0	420,0	545,0
Урожайність, т/га	15,9	17,8	17,1	17,5	18,3	18,1
Ціна реалізації 1 т плодів, грн	6000,0	7000,0	7000,0	7000,0	7000,0	7000,0
Збережений урожай, т/га	—	1,9	1,2	1,6	2,4	2,2
Вартість збереженого врожаю, грн/га	—	13300,0	8400,0	11200,0	16800,0	15400,0
Витрати, пов'язані з додатковим урожаєм, грн/га	—	950,0	600,0	800,0	1200,0	1100,0
Умовно чистий дохід, грн/га	—	8249,4	6410,0	8110,0	10932,0	6300,0
Рентабельність, %	—	163,3	322,1	262,5	186,3	69,2
Поріг окупності, т/га	—	0,59	0,20	0,33	0,67	1,14

трати та зумовлено найнижчою вартістю цієї системи (1000 грн/га). Поріг окупності для цієї системи захисту був найнижчим та становив 0,20 т/га.

Біологічна система захисту №2, в якій здійснювали чотириразове внесення препарату Планриз, в.с. та імунопротектора на основі кремнію Vai-Si, у 2016–2020 рр. показала умовно чистий дохід на рівні 8110,0 грн/га, за рентабельності 262,5%. Поріг окупності захисних заходів становив 0,33 т/га.

Від застосування біологічної системи захисту №3, в якій використовували чотириразове внесення препарату Планриз, в.с. та внесення комплексу елементів живлення (технологія Stoller), отримали умовно чистий дохід у середньому на рівні 10932,0 грн/га, що є найвищим показником серед досліджуваних систем та пов'язано з найвищою урожайністю. Рентабельність захисних заходів становила 186,3%, а поріг окупності – 0,67 т/га.

Система біологічного захисту №4, де застосовували препарати ФітоДоктор, р., Гаубсин, р. і Триходермін, р. та комплекс елементів живлення (технологія MASTech), дала змогу отримати показник умовно

чистого доходу від застосованих заходів на рівні 6300,0 грн/га й рентабельність 69,2%, що хоча і є найнижчим серед досліджуваних систем, але ці показники є високими для галузі рослинництва. Поріг окупності був найбільшим серед досліджуваних систем та становив у середньому за роки досліджень 1,14 т/га, що зумовлено найвищою вартістю цієї системи (7455,0 грн/га) та найвищими витратами на її застосування (545,0 грн/га).

ВИСНОВКИ

Встановлено, що досліджувані системи біологічного захисту показали ефективність дії проти парші на листках яблуні в середньому у 2016–2020 рр. у межах 65,7–71,6%, проти парші на плодах яблуні – на рівні 62,7–73,5%. Зокрема найвищу ефективність отримали за застосування системи №4: ефективність проти парші на листках яблуні становила 71,6%, а проти парші на плодах – 73,5%. Суміші біологічних препаратів з елементами живлення не лише забезпечили надійний захист яблуні від парші, але і поліпшили технологічність захисних заходів, підвищили стійкість до різких змін температур та збільшили

врожайність. Урожайність яблуневих насаджень під час дослідження біологічних систем захисту яблуні проти парші сягала 17,1–18,3 т/га. Дослідження та розрахунки показали, що найефективнішою за рівнем рентабельності за роки проведення досліджень була біологічна система захисту № 1

(322,1%), а найбільший умовно чистий дохід отримано від застосування біологічної системи захисту № 3 (10 932,0 грн/га). За використання систем біологічного захисту від парші отримали умовно чистий дохід від 6300,0 до 10932,0 грн/га, за рентабельності 69,2–322,1%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шерстобоева О.В., Крижанівський А.Б., Бунас А.А. Антагонізм *Bacillus thuringiensis* до фітопатогенних мікроміцетів — збудників хвороб яблуні. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 2. С. 71–77. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234460>.
2. Holb I., Abonyi F., Buurma J. and Heijne B. On-farm and on-station evaluations of three orchard management approaches against apple scab and apple powdery mildew. *Crop Protection*. 2017. Vol. 97. P. 109–118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.023>.
3. Martin E.A. et al. Assessing the resilience of biodiversity-driven functions in agroecosystems under environmental change. *Advances in Ecological Research*. 2019. Vol. 60. P. 59–123. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/bs.aecr.2019.02.003>.
4. Борзих О.І. та ін. Захист яблуні від шкідливих комах, кліщів та хвороб (Південний і Південно-Східний Степ). Київ: Колоб'іг, 2014. 44 с.
5. Шевчук І.В., Гриник І.В., Каленич Ф.С. Агроекологічні системи інтегрованого захисту плодкових і ягідних культур від шкідників і хвороб: реком. Київ: ПП Санспарель, 2021. 188 с.
6. Скорейко А.М. Захист яблуні від парші у Західному Лісостепу України. *Захист і карантин рослин*. 2017. Вип. 63. С. 151–155. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2017.63.151-155>.
7. Ліщук А.М., Парфенюк А.І., Городиська І.М. та ін. Основні важелі управління екологічними ризиками в агроценозах. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 2. С. 74–85. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263320>.
8. Гунчак М.В., Гаврилюк Л.Л., Соломіячук М.П., Скорейко А.М. Біологічний метод захисту яблуні від шкідливих організмів. Чернівці: ФОП Варвус В.В., 2018. 18 с.
9. Борзих О., Бублик Л., Гунчак М. та ін. Екоотоксикологічні параметри застосування біопестицидів, розробка та адаптація біологічних систем захисту яблуні від шкідників та хвороб до ґрунтово-кліматичних умов та фітосанітарного стану агроценозу. *Фітосанітарна безпека*. 2023. № 68. С. 3–26. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.3-26>.
10. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
11. Чабанюк Я.В. та ін. Визначення біологічної ефективності пестицидів і агрохімікатів: методичні вказівки. Київ, 2013. 36 с.
12. Кулешов А.В., Білик М.О., Довгань С.В. Фітосанітарний моніторинг і прогноз: навч. посіб. Харків: Еспада, 2011. 608 с.
13. Методика економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві / за ред. О.М. Шестопаля. Київ: Інститут садівництва УААН, 2006. 141 с.
14. Гунчак М.В. Економічна ефективність різних систем захисту яблуні (*Malus domestica* Borkh.) у Придністров'ї. *Садівництво*. 2018. Вип. 73. С. 74–81.
15. Valli V., Stahl F. and Feit E. Field Experiments. 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8_3-1.

REFERENCES

1. Sherstoboieva, O.V., Kryzhanivskiy, A.B. & Bunas, A.A. (2021). Antagonism *Bacillus thuringiensis* do fitopatohennykh mikromitsitetiv — zbudnykiv khvorob yabluni [Antagonism of *Bacillus thuringiensis* to phytopathogenic micromycetes, causative agents of apple diseases]. *Ahroekolohichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 71–77. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234460> [in Ukrainian].
2. Holb, I., Abonyi, F., Buurma, J. & Heijne, B. (2017). On-farm and on-station evaluations of three orchard management approaches against apple scab and apple powdery mildew. *Crop Protection*, 97, 109–118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.023> [in English].
3. Martin, E.A. et al. (2019). Assessing the resilience of biodiversity-driven functions in agroecosystems under environmental change. *Advances in Ecological Research*, 60, 59–123. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/bs.aecr.2019.02.003> [in English].
4. Borzykh, O.I. et al. (2014). *Zakhyst yabluni vid shkidlyvykh komakh, klishchiv ta khvorob (Pivdennyi i Pivdenno-Skhidnyi Step) [Protection of apple trees from harmful insects, mites and diseases (Southern and Southeastern Steppe)]*. Kyiv: Kolobih [in Ukrainian].
5. Shevchuk, I.V., Hrynyk, I.V. & Kalenych, F.S. (2021). *Ahroekolohichni systemy intehrovanoho zakhystu plodovykh i yahidnykh kultur vid shkidnykiv i khvorob: rekomendatsii [Agroecological systems of integrated protection of fruit and berry crops from pests and diseases: recommendations]*

- recommendations*]. Kyiv: PP Sansparel [in Ukrainian].
6. Skoreiko, A.M. (2017). Zakhyst yabluni vid parshi u Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy [Protection of apple trees from scab in the Western Forest Steppe of Ukraine]. *Zakhyst i karantyn roslyn — Plant protection and quarantine*, 63, 151–155. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2017.63.151-155> [in Ukrainian].
 7. Lishchuk, A.M., Parfeniuk, A.I., Horodiska, I.M. et al. (2022). Osnovni vazheli upravlinnia ekolohichnyh ryzykamy v ahrotsenozakh [The main levers of environmental risk management in agroecosystems]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal*, 2, 74–85. DOI: <https://doi.org/0.33730/2077-4893.2.2022.263320> [in Ukrainian].
 8. Hunchak, M.V., Havryliuk, L.L., Solomiichuk, M.P. & Skoreiko, A.M. (2018). *Biolohichniy metod zakhystu yabluni vid shkidlyvykh orhanizmv [Biological method of protecting apple trees from harmful organisms]*. Chernivtsi: FOP Varvus V.V. [in Ukrainian].
 9. Borzykh, O., Bublyk, L., Hunchak, M. et al. (2023). Ekotoksykologichni parametry zastosuvannya biopestytysdiv, rozrobka ta adaptatsiia biolohichnykh system zakhystu yabluni vid shkidnykiv ta khvorob do gruntovoklimatychnykh umov ta fitosanitarnoho stanu ahrotsenozu [Ecotoxicological parameters of the use of biopesticides, development and adaptation of biological systems for the protection of apple trees from pests and diseases to soil and climatic conditions and the phytosanitary state of the agroecosystem]. *Fitosanitarna bezpeka — Phytosanitary safety*, 68, 3–26. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.3-26> [in Ukrainian].
 10. Trybel, S.O. (Ed.). (2001). *Metodyky vyprovuvannya i zastosuvannya pestytysdiv [Test procedures and pesticides]*. Kyiv: Svit [in Ukrainian].
 11. Chabaniuk, Ya.V. et al. (2013). *Vyznachennia biolohichnoi efektyvnosti pestytysdiv i ahrokhimikativ: metodychni vkazivky [Determination of biological effectiveness of pesticides and agrochemicals: methodical instructions]*. Kyiv [in Ukrainian].
 12. Kuleshov, A.V., Bilyk, A.M. & Dovgan, S.V. (2011). *Fitosanitarnyi monitorynh i prohnaz: navchalnyi posibnyk [Phytosanitary monitoring and prognosis: training manual]*. Kharkiv: Espada [in Ukrainian].
 13. Shestopal, O.M. (Ed.). (2006). *Metodyka ekonomichnoi ta enerhetychnoi otsinky typiv nasadzhen, sortiv, investytsii v osnovnyi kapital, innovatsii ta rezultativ tekhnolohichnykh doslidzen u sadivnytstvi [Methodology of economic and energy assessment of types of plantations, varieties, investments in fixed capital, innovations and results of technological research in horticulture]*. Kyiv: Instytut sadivnytstva UAAN [in Ukrainian].
 14. Hunchak, M.V. (2018). Ekonomichna efektyvnist riznykh system zakhystu yabluni (*Malus domestica* Borkh.) u Prydnistrovi [Economic efficiency of different systems of apple tree protection (*Malus domestica* Borkh.) in Transdnistria]. *Sadivnytstvo — Horticulture*, 73, 74–81 [in Ukrainian].
 15. Valli, V., Stahl, F. & Feit, E. (2017). Field Experiments. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8_3-1 [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 05.02.2024