

БІОЛОГІЧНИЙ МЕТОД ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ПРОТИ ЗЕЛЕНОЇ (*APHIS POMI DEG.*) ТА СІРОЇ (*DYSAPHIS DEVESTA*) ЯБЛУНЕВИХ ПОПЕЛИЦЬ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

М.В. Гунчак¹, Ю.О. Зайцев², С.В. Шапран²

¹Чернівецька філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України
(м. Чернівці, Україна)

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

²Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України» (м. Київ, Україна)

e-mail: info@iogu.gov.ua; ORCID: 0000-0001-8368-8127

Встановлено, що досліджувані системи біологічного захисту яблуні в умовах Західно-го Лісостепу України показали високу ефективність проти зеленої та сірої яблуневих попелиць. Найвищу ефективність отримали за застосування системи захисту № 3 (Біоспектр БТ; Метаризин БТ + Боверин БТ; Бітоксибацілін БТ + Біоспектр БТ): ефективність проти зеленої яблуневі попелиці становила 76,4–85,3%, а проти сірої яблуневі попелиці — 65,2–79,0%. Біологічна система захисту яблуні № 1 (Актофіт БТ; Біоспектр БТ; Бітоксибацілін БТ) показала ефективність проти зеленої яблуневі попелиці 61,2–69,1%, а проти сірої яблуневі попелиці — 58,7–63,4%. За застосування біологічної системи захисту № 2 (Бітоксибацілін БТ; Актофіт БТ + Бітоксибацілін БТ; Боверин БТ) ефективність проти зеленої яблуневі попелиці становила 61,5–74,3%, а проти сірої яблуневі попелиці — 52,5–73,3%. Урожайність плодів яблуні за застосування біологічної системи захисту № 1 сягала 13,6 т/га, в т. ч. 6,1 т/га I-го сорту, 5,9 т/га II-го сорту та 1,9 т/га нестандартних плодів. Урожайність за застосування біологічної системи захисту № 2 становила 13,9 т/га, з них 6,8 т/га I-го сорту, 5,3 т/га II-го сорту та 1,8 т/га нестандартних плодів. Урожайність за використання біологічної системи захисту № 3 була на рівні 14,0 т/га, у т. ч. 7,1 т/га I-го сорту, 5,4 т/га II-го сорту та 1,5 т/га нестандартних плодів. Під час застосування біологічної системи № 1 отримали рентабельність 389,8% та дохід — 8754,0 грн/га. Від використання системи № 2 отримали умовно-чистий дохід у розмірі 10686,0 грн/га та рентабельність 322,5%. Застосування системи № 3 дало можливість одержати умовно-чистий дохід у розмірі 11692,0 грн/га, а рентабельність захисних заходів за її використання сягала 353,4%.

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

ВСТУП

Плодові насадження є агроценозами, де з часом формується сталий комплекс шкідливих організмів, що завдають істотної шкоди культурам, знижуючи їх продуктивність і часто призводять до передчасної загибелі дерев. Захист плодів насаджень від комплексу шкідливих організмів є основою технології вирощування врожаю [1–3].

Відомо, що плодовим насадженням яблуні значних збитків завдають близько 180 видів шкідників, для яких характерні

велика різноманітність видового складу, різні способи життя й пошкодження, які вони завдають. У систематичному відношенні шкідники розподіляються так: кліщі — 6%; комахи — 91%, з яких рівнокрилі — 26%, напівтвердокрилі — 1, твердокрилі — 21, лускокрилі — 33, перетинчастокрилі — 7, двокрилі — 3; хребетні (гризуни, птахи) — 3% [4; 5].

До переліку шкідників яблуні також входить і досить значна кількість підряду попелиць (*Aphidinae*), які найбільше її пошкоджують [6]. Однак найпоширенішими в садових агроценозах Західного Лісостепу

України є зелена яблунева попелиця (*Aphis pomi* Deg.) та попелиця червоноголова або сіра яблунева попелиця (*Dysaphis devecta* Walk.).

Нині відомо багато біопрепаратів, які використовують проти шкідників яблуні, але ефективність їхньої дії різна. У зв'язку з тим, що чисельність попелиць постійно збільшується, метою роботи було вивчення ефективності систем біологічного захисту проти зеленої та сірої яблуневих попелиць.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Скорейко А.М. та ін. [7] вказують, що останнім часом для регулювання чисельності шкідників в агроценозах, поряд із хімічним, агротехнічним та механічними методами широко застосовується і біологічний, зокрема і використання біологічних препаратів.

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 змивати препарат, низької температури, що послаблює активність живлення шкідників, а також ультрафіолетового випромінювання, яке частково інактивує бактерії [7; 8].

Як вказують Бровдій В.М. та ін. [9], нині пестициди біоцидної дії замінюються селективними препаратами, які є аналогами природних сполук. Широко застосовують природні біологічні агенти, які на відміну від пестицидів хімічного походження, будучи перенесеними в агроecosистему, не зумовлюють якісних та кількісних змін серед компонентів біоти, а змінюють лише чисельність одного виду.

В умовах інтенсифікації садівництва особливістю стратегії захисту яблуневих

садів має бути посилення екологічного підходу до розробки та реалізації захисних заходів із максимальним застосуванням біологічних засобів [10–11].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Роботу виконано впродовж 2021–2022 рр. в Українській науково-дослідній станції карантину рослин ІЗР НААН (УкрНДСКР ІЗР) в лабораторії екологізації землеробства.

Дослідження проводили в плодovому саду УкрНДСКР ІЗР (Чернівецька обл.) за загальноприйнятими методиками на насадженнях яблуні 2014 р. садіння на сорту Айдаред на підщепі М-106 [12–13]. Схема садіння: 3×3 м. Система утримання ґрунту – під багаторічними травами.

Фітосанітарний моніторинг проводили візуально та за допомогою феромонних пасток [12].

Під час польових дослідів у кожному варіанті використовувалося по 10 облікових дерев (деревоповторність).

Ефективність дії інсектицидів визначали за офіційними методиками через дві доби та через 7 днів [12].

Ефективність дії біоінсектицидів ($E\phi$, %) розраховували за формулою:

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

де E – ефективність препарату у відсотках зниження чисельності шкідника; A – кількість живих особин на дослідній ділянці до обробки; B – кількість живих особин на дослідній ділянці після обробки; a – кількість живих особин у контролі до обробки; e – кількість живих особин у контролі після обробки.

Економічну ефективність застосування засобів захисту визначали за загальноприйнятими методиками [14].

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

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

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 визначали як суму витрат на препарати, витрат на їх застосування та витрат на збирання, транспортування й зберігання додаткового врожаю [14]:

$$Eз = Bm + Bв + Bd, \quad (3)$$

де Bm — витрати на придбання біопрепаратів; $Bв$ — витрати на внесення біопрепаратів; Bd — 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]:

$$P = ЧД / Eз \cdot 100\%. \quad (4)$$

Поріг окупності (Π) визначали за формулою [14; 15]:

$$\Pi = Eз / Ц, \quad (5)$$

де Π — ціна врожаю, грн/т.

Статистичну обробку одержаних даних здійснювали за загальноприйнятими методиками з використанням комп'ютерної програми Microsoft Office Excel [16].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результатами фітосанітарного моніторингу встановлено, що впродовж 2021–2022 рр. яблуневому агроценозу в умовах Західного Лісостепу України значної шкоди завдавали зелена та сіра яблуневі попелиці.

Перша система біологічного захисту проти попелиць включає три обприскування у фенофазі «рожевий бутон» біоінсектицидом Актофіт БТ (аверсектин С, 0,2%), к.е. у нормі 4,0 л/га; у фенофазі «формування плодів»: препаратом Біоспектр БТ (бактерії роду *Pseudomonas* із титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³), р. — 6,0 л/га; у фенофазі «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха): препаратом Бітоксисацілін БТ (життєздатні клітини *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* (серотип 1), титр не нижче $2,0 \cdot 10^9$ КУО/см³ і спорокристалічний комплекс із токсинами двох видів: β -екзотоксин і δ -ендотоксин), р. — 4,0 л/га. Початкова ефективність препарату

Актофіт БТ, к.е. у нормі 4,0 л/га проти зеленої яблуневої попелиці становила 26,4%, а ефективність біологічного препарату через 7 діб сягала 69,1%. Проти сірої яблуневої попелиці початкова ефективність біоінсектициду становила 29,3%, а ефективність через 7 діб — 58,7%. Початкова ефективність Біоспектра БТ, р. (6,0 л/га) проти зеленої яблуневої попелиці сягала 25,5%, а ефективність біологічного препарату через 7 діб становила 61,2%. Проти сірої яблуневої попелиці ефективність Біоспектра БТ, р. сягала 23,8% та 59,0%. Під час застосування біопрепарату Бітоксисацілін БТ, р. (4,0 л/га) проти зеленої яблуневої попелиці отримали початкову ефективність 34,7% та ефективність через 7 діб 66,5%, а за використання проти сірої яблуневої попелиці отримали початкову ефективність 32,5% та ефективність через 7 діб 63,4% (табл. 1).

Наступна система захисту включала застосування у фенофазі «рожевий бутон» біопрепарату Бітоксисацілін БТ, р. у нормі 5,0 л/га; у фенофазі «формування плодів»: суміш Актофіту БТ, к.е. — 2,0 л/га та Бітоксисаціліну БТ, р. — 3,0 л/га; у фенофазі «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха): Боверин БТ (гриби роду *Beauveria*, титр життєздатних клітин не нижче $3,0 \cdot 10^9$ КУО/см³), р. — 20,0 л/га.

Початкова ефективність препарату Бітоксисацілін БТ, р. у нормі 5,0 л/га проти зеленої яблуневої попелиці становила 21,9%, а ефективність біологічного препарату через 7 діб сягала 61,5%. Початкова ефективність біопрепарату проти сірої яблуневої попелиці становила 25,9%, а ефективність через 7 діб — 52,5%. Початкова ефективність суміші Актофіту БТ, к.е. (2,0 л/га) та Бітоксисаціліну БТ, р. (3,0 л/га) проти зеленої яблуневої попелиці була на рівні 33,8%, а ефективність суміші препаратів через 7 діб сягала 69,3%. Ефективність суміші за застосування проти сірої яблуневої попелиці становила 29,2% та 66,3%. За використання біоінсектициду Боверин БТ, р. (20,0 л/га) проти зеленої яблуневої попелиці отримали початкову ефективність 34,9% й ефективність через

Таблиця 1. Ефективність біопрепаратів проти зеленої та сірої яблуневих пощелиць, 2021–2022 рр.

Варіант, норма внесення	Кратність обробки*	Чисельність з.я.п.**, кол./100 лист. (середнє по повторностях)		Ефективність проти з.я.п., %		Чисельність с.я.п.***, кол./100 лист. (середнє по повторностях)		Ефективність проти с.я.п., %		Урожайність, т/га	
		через 2 доби	через 7 дб	через 2 доби	через 7 дб	до обр.	через 2 доби	через 7 дб	через 2 доби		через 7 дб
Контроль (вода)	1	5,1	5,2	5,4	—	—	3,8	4,1	4,6	—	12,5
	2	14,7	14,9	15,1	—	—	13,9	14,5	16,7	—	
	3*	15,3	15,5	12,8	—	—	18,9	19,1	17,8	—	
	3	8,9	8,7	5,5	—	—	10,2	9,5	8,1	—	
<i>Хімічна система захисту</i>											
Каліпсо, к.с. (0,3 л/га)	1	5,3	2,4	0,7	55,6	87,5	3,9	1,6	0,6	62,0	87,3
Каліпсо, к.с. (0,3 л/га)	2	11,9	4,6	1,0	61,9	91,8	5,7	2,1	0,6	64,7	91,2
Каліпсо, к.с. (0,3 л/га)	3	6,1	3,1	0,3	60,8	94,0	2,2	0,6	0,1	70,7	94,3
<i>Біологічна система № 1</i>											
Актофіт БТ, к.е. (4,0 л/га)	1	5,2	3,9	1,7	26,4	69,1	3,8	2,9	1,9	29,3	58,7
Біоспектр БТ, р. (6,0 л/га)	2	14,3	10,8	5,7	25,5	61,2	7,3	5,8	3,6	23,8	59,0
Бітоксинацилін БТ, р. (4,0 л/га)	3	5,8	3,7	1,2	34,7	66,5	6,2	3,9	1,8	32,5	63,4
<i>Біологічна система № 2</i>											
Бітоксинацилін БТ, р. (5,0 л/га)	1	5,4	4,3	2,2	21,9	61,5	4,0	3,2	2,3	25,9	52,5
Актофіт БТ, к.е. (2,0 л/га) + Бітоксинацилін БТ, р. (3,0 л/га)	2	14,6	9,8	4,6	33,8	69,3	8,4	6,2	3,4	29,2	66,3
Боверин БТ, р. (20,0 л/га)	3	4,4	2,8	0,7	34,9	74,3	3,3	2,1	0,7	31,7	73,3
<i>Біологічна система № 3</i>											
Біоспектр БТ, р. (6,0 л/га)	1	5,2	3,7	1,3	30,2	76,4	3,8	2,8	1,6	31,7	65,2
Метаризин БТ, р. (3,0 л/га) + Боверин БТ, р. (10,0 л/га)	2	14,2	9,6	3,0	33,3	79,4	6,2	4,1	1,7	36,6	77,2
Бітоксинацилін БТ, р. (3,0 л/га) + Біоспектр БТ, р. (3,0 л/га)	3*	2,2	1,5	0,2	30,3	85,3	1,8	1,1	0,3	34,4	79,0
НІР ₀₅		1,42	3,15	2,35	—	—	1,35	2,05	1,55	—	0,2

Примітка: * обробки проводилися у такі фенофази: 1 – «рожевий бутон», 2 – «формування плодів», 3* – ріст плодів» (плід розміром ліщини), 3 – «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха); з.я.п.** – зелена яблунева пощелиця; с.я.п.*** – сіра яблунева пощелиця.

7 діб 74,3%, а за застосування проти сірої яблуневої попелиці одержали початкову ефективність 31,7% та ефективність через 7 діб 73,3%.

Ще одна система захисту базувалась на таких обробках: у фенофазі «рожевий бутон»: Біоспектр БТ р. у нормі 6,0 л/га; у фенофазі «формування плодів»: суміш Метаризину БТ, р. (3,0 л/га) та Боверину БТ, р. (10,0 л/га); у фенофазі «ріст плодів» (плід розміром ліщини): суміш Бітоксикациліну БТ, р. (3,0 л/га) та Біоспектра БТ р. (3,0 л/га). Початкова ефективність препарату Біоспектр БТ р. у нормі 6,0 л/га проти зеленої яблуневої попелиці становила 30,2%, а ефективність біологічного препарату через 7 діб сягала 76,4%, а проти сірої яблуневої попелиці ефективність була на рівні 31,7% та 65,2%. Початкова ефективність суміші Метаризину БТ, р. (3,0 л/га) та Боверину БТ, р. (10,0 л/га) проти зеленої яблуневої попелиці сягала 33,3%, а ефективність суміші препаратів через 7 діб становила 79,4%. Проти сірої яблуневої попелиці початкова ефективність сягала 36,6%, а ефективність через 7 діб — 77,2%. Під час застосування суміші Бітоксикациліну БТ, р. (3,0 л/га) і Біоспектра БТ, р. (3,0 л/га) проти зеленої яблуневої попелиці отримали початкову ефективність 30,3% та ефективність через 7 діб 85,3%, а за застосування суміші препаратів проти сірої яблуневої попелиці одержали ефективність 34,4% і 79,0%.

Як еталон використовувався інсектицид Каліпсо 480 SC (тіаклопрід), к.с. у нормі 0,3 л/га, який є низькотоксичним та діє на нервову систему комах, викликаючи їх параліч, а потім загибель. Препарат було вне-

сено у фенофазі: «рожевий бутон», «формування плодів» та «ріст плодів», коли плід мав розмір волоського горіха. Ефективність його дії проти зеленої яблуневої попелиці через 2 доби становила 55,6%, 61,9% та 60,8%. Ефективність дії препарату через 7 діб сягала 87,5%, 91,8% і 94,0%. Ефективність дії інсектициду Каліпсо, к.с. проти сірої яблуневої попелиці у фенофазі «рожевий бутон» через 2 доби становила 62,0%, а через 7 діб — 87,3%. Ефективність у фенофазі «формування плодів» сягала 64,7% та 91,2%, а ефективність під час «росту плодів» — 70,7% і 94,3%.

Урожайність плодів яблуні за застосування біологічної системи захисту № 1 становила 13,6 т/га, в т. ч. 6,1 т/га I-го сорту, 5,9 т/га II-го сорту й 1,9 т/га нестандартних плодів (табл. 2).

Урожайність за використання біологічної системи захисту № 2 становила 13,9 т/га, з них 6,8 т/га I-го сорту, 5,3 т/га II-го сорту та 1,8 т/га нестандартних плодів. Урожайність за застосування біологічної системи захисту № 3 була на рівні 14,0 т/га, в т. ч. 7,1 т/га I-го сорту, 5,4 т/га II-го сорту та 1,5 т/га нестандартних плодів. За використання хімічної системи захисту врожайність становила 14,2 т/га, з них 8,1 т/га I-го сорту, 4,8 т/га II-го сорту та 1,3 т/га нестандартних плодів.

Під час досліджень було проведено економічну оцінку біологічних систем захисту яблуні від зеленої та сірої яблуневих попелиць в умовах Західного Лісостепу України.

Економічний аналіз застосування даних систем на яблуні проводили згідно з такими показниками: вартість системи за-

Таблиця 2. Урожайність плодів яблуні за різних систем захисту від попелиць, 2021–2022 рр.

Показник	Хімічна система		Біологічна система № 1		Біологічна система № 2		Біологічна система № 3	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Урожайність	14,2		13,6		13,9		14,0	
у т.ч. I сорт	8,1	57,0	6,1	44,9	6,8	48,9	7,1	50,7
II сорт	4,8	33,8	5,6	41,2	5,3	38,1	5,4	38,6
нестандарт	1,3	9,2	1,9	14,0	1,8	12,9	1,5	10,7

Таблиця 3. Економічна ефективність систем захисту яблуні від попелиць в умовах Західного Лісостепу України, 2021–2022 рр.

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'яз. з її застос., 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
Витрати, пов'язані з додатковим урожаєм, 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

хисту, грн/га; витрати, пов'язані з її застосуванням, грн/га; врожайність, 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, % (табл. 3).

Дослідження та розрахунки показали, що за використання всіх досліджуваних систем захисту яблуні проти зеленої та сірої яблуневих попелиць отримали високі показники умовно-чистого доходу від застосованих заходів, рентабельності захисних заходів та порогу окупності.

Найбільший дохід серед біологічних систем захисту отримали від використання системи № 3 (Біоспектр БТ, Метаризин БТ + Боверин БТ, Бітоксибацилін БТ + Біоспектр БТ) – 11 692,0 грн/га, рентабельність захисних заходів за її застосування становила 353,4%. Поріг окупності показав, що для покриття витрат на використання цієї системи необхідний приріст урожаю 0,33 т/га. За застосування біологічної системи №1 (Актофіт БТ, Біоспектр БТ, Бітоксибацилін БТ) одержали

найвищу рентабельність – 389,8%, дохід становив 8 754,0 грн/га. Поріг окупності застосування цієї системи – 0,22 т/га. Від використання системи № 2 (Бітоксибацилін БТ, Актофіт БТ + Бітоксибацилін БТ, Боверин БТ) отримали умовно-чистий дохід у розмірі 10 686,0 грн/га та рентабельність 322,5%. Поріг окупності застосування цієї системи – 0,33 т/га. Від використання хімічної системи захисту (трьохразове внесення Каліпсо 480 SC, к.с.) одержали дохід 13 416,0 грн/га, за рентабельності 374,3%, поріг окупності її застосування сягав 0,36 т/га.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що досліджувані системи біологічного захисту показали ефективність дії проти зеленої яблуневої попелиці в межах 61,5–85,3%, проти сірої яблуневої попелиці була на рівні 52,5–79,0%. Зокрема найвищу ефективність отримали за застосування системи № 3: ефективність проти зеленої яблуневої попелиці становила 76,4–85,3%, а проти сірої яблуневої попелиці – 65,2–79,0%. Урожайність яблуневих насаджень під час дослідження біологічних систем захисту яблуні сягала 13,6–14,0 т/га. Дослідження та розрахун-

ки показали, що найбільш ефективною за рівнем рентабельності за роки проведення досліджень була біологічна система захисту № 1 (389,8%), а найбільший умовно-чистий дохід отримано від застосування біологічної системи захисту № 3 (11 692,0

грн/га). За застосування систем біологічного захисту від зеленої та сірої яблуневих попелиць одержали умовно-чистий дохід від 8 854 до 11 692 грн/га, за рентабельності 322,5–389,8%.

ЛІТЕРАТУРА

1. Борзих О.І., Черній А.М., Гродський В.А. та ін. Захист яблуні від шкідливих комах, кліщів та хвороб (Південний і Південно-Східний Степ): реком. Київ: Колобіг, 2014. 44 с.
2. Шевчук І.В., Гриник І.В., Каленич Ф.С. Агроекологічні системи інтегрованого захисту плодівих і ягідних культур від шкідників і хвороб: реком. Київ: ПП Санспарель, 2021. 188 с.
3. Лішук 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>.
4. Борзих О.І., Бублик Л.І., Гунчак М.В. та ін. Еко-токсикологічні 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>.
5. Бандура Л.П., Черних С.А., Яновський Ю.П. Захист інтенсивних яблуневих садів від комплексу фітофагів у степовій зоні України. *Agrology*. 2023. № 4. С. 103–107. DOI: <https://doi.org/10.32819/021013>.
6. Яновський Ю.П., Суханов С.В., Крикунов І.В., Фоменко О.О. Ефективність сучасних інсектицидів у захисті яблуневих насаджень від попелиці червоноголової. *Захист і карантин рослин*. 2020. Вип. 66. С. 222–230. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.222-230>.
7. Гунчак М.В., Гаврилюк Л.Л., Скорейко А.М. Біологічний метод захисту яблуні від шкідливих організмів. Чернівці: ФОП Варвус В.В., 2018. 18 с.
8. Шерстобоева О.В., Крижанівський А.Б., Бунас А.А. Антагонізм *Bacillus thuringiensis* до фітопатогенних

- мікромішетів — збудників хвороб яблуні. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 2. С. 71–77. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234460>.
9. Бровдій В.М., Гулий В.В., Федоренко В.П. Біологічний захист рослин: навч. посіб. Київ: Світ, 2003. 352 с.
 10. Борзих О.І., Бублик Л.І., Гаврилюк Л.Л. та ін. Еко-токсикологічні параметри безпечного застосування та адаптації хімічних систем захисту яблуні від шкідливих організмів до ґрунтово-кліматичних умов Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України. *Захист і карантин рослин*. 2021. Вип. 67. С. 42–72. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.42-72>.
 11. Федоренко В.П., Мостов'як С.М., Мостов'як І.І. Екологічно безпечні методи контролю численності шкідників у сучасних агротехнологіях. *Агро-екологічний журнал*. 2021. № 4. С. 64–74. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2021.252957>.
 12. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
 13. Чабанюк Я.В., Шерстобоева О.В., Ткач Є.Д. та ін. Визначення біологічної ефективності пестицидів і агрохімікатів: метод. вказівки. Київ, 2013. 36 с.
 14. Методика економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві / за ред. О.М. Шестопала. Київ: Інститут садівництва УААН, 2006. 141 с.
 15. Гунчак М.В. Економічна ефективність різних систем захисту яблуні (*Malus domestica* Borkh.) у Придністров'ї. *Садівництво*. 2018. Вип. 73. С. 74–81.
 16. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковихін С.В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон: Ай-лант, 2013. 378 с.

REFERENCES

1. Borzykh, O.I., Chernii, A.M., Hrodyskyi, V.A. 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].
2. 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]*. Kyiv: PP Sansparel [in Ukrainian].
3. Lishchuk, A.M., Parfeniuk, A.I., Horodyska, I.M. et al. (2022). *Osnovni vazheli upravlinnia ekolohichnymu ryzykamy v ahrotsenozakh [The main levers of environmental risk management in agroecosystems]*. *Ahroekolohichni zhurnal — Agroecological journal*, 2, 74–85. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263320> [in Ukrainian].
 4. Borzykh, O.I., Bublyk, L.I., Hunchak, M.V. et al. (2021). *Ekotoksykologichni parametry zastosuvannya*

- biopestytsydiv, 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 of protection of apple trees from pests and diseases to soil and climatic conditions and the phytosanitary state of the agrocenosis]. *Fitosanitarna bezpeka — Phytosanitary safety*, 68, 3–26. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.3-26> [in Ukrainian].
5. Bandura, L.P., Chernykh, S.A. & Yanovskyi, Yu.P. (2023). Zakhyst intensyvykh yablunevykh sadiv vid kompleksu fitofahiv u stepovii zoni Ukrainy [Protection of intensive apple orchards from a complex of phytophages in the steppe zone of Ukraine]. *Agrology — Agrology*, 4, 103–107. DOI: <https://doi.org/10.32819/021013> [in Ukrainian].
 6. Ianovskyi, Yu.P., Sukhanov, S.V., Krykunov, I.V. & Fomenko, O.O. (2022). Efektyvnist suchasnykh insektytsydiv u zakhysti yablunevykh nasadzhen vid popelytsi chervonohalovoi [Effectiveness of modern insecticides in protecting apple orchards from red-headed aphid]. *Zakhyst i karantyn roslyn — Plant protection and quarantine*, 66, 222–230. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.222-230> [in Ukrainian].
 7. Hunchak, M.V., Havryliuk, L.L., Solomiichuk, M.P. & Skoreiko, A.M. (2018). *Biolohichni metod zakhystu yabluni vid shkidlyvykh orhanizmv [Biological method of protecting apple trees from harmful organisms]*. Chernivtsi: FOP Varvus V.V. [in Ukrainian].
 8. Sherstoboieva, O.V., Kryzhanivskiy, A.B. & Bunas, A.A. (2021). Antahonizm *Bacillus thuringiensis* do fitopatohennykh mikromitsetiv — zbudnykiv khvorob yabluni [Antagonism of *Bacillus thuringiensis* to phytopathogenic micromycetes, causative agents of apple diseases]. *Ahroekolohichni zhurnal — Agroecological journal*, 2, 71–77. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234460> [in Ukrainian].
 9. Brovdii, V.M., Hulyi, V.V. & Fedorenko, V.P. (2003). *Biolohichni zakhyst roslyn: Navchalnyi posibnyk [Biological protection of plants: Study guide]*. Kyiv: Svit [in Ukrainian].
 10. Borzykh, O.I., Bublyk, L.I., Gavrylyuk, L.L. et al. (2021). Ekotoksykologichni parametry bezpechnoho zastosuvannya ta adaptatsii khimichnykh system zakhystu yabluni vid shkidlyvykh orhanizmv do gruntovo-klimatychnykh umov Peredkarpatskoi provintsii Karpatskoi hirskei zony Ukrainy [Ecotoxicological parameters of safe application and adaptation of chemical systems of protection of apple trees from harmful organisms to soil and climatic conditions of the Pre-Carpathian province of the Carpathian mountain zone of Ukraine]. *Zakhyst i karantyn roslyn — Plant protection and quarantine*, 67, 42–72. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.42-72> [in Ukrainian].
 11. Fedorenko, V.P., Mostoviak, S.M. & Mostoviak, I.I. (2021). Ekolohichno bezpechni metody kontroliu chyslennosti shkidnykiv u suchasnykh ahrotekhnolohiiakh [Ecologically safe methods of controlling the number of pests in modern agricultural technologies]. *Ahroekolohichni zhurnal — Agroecological journal*, 4, 64–74. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2021.252957> [in Ukrainian].
 12. Trybel, S.O. (Ed). (2001). *Metodyky vyprovuvannya i zastosuvannya pestytsydiv [Test procedures and pesticides]*. Kyiv: Svit [in Ukrainian].
 13. Chabaniuk, Ya.V., Sherstoboieva, O.V., Tkach, Ye.D. et al. (2013). *Vyznachennia biolohichnoi efektyvnosti pestytsydiv i ahrokhimikativ. Metodichni vkazivky [Determination of biological effectiveness of pesticides and agrochemicals. Methodical instructions]*. Kyiv [in Ukrainian].
 14. 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].
 15. 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].
 16. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P. & Kokovikhin, S.V. (2013). *Statystychni analiz rezultativ polovykh doslidiv u zemlerobstvi [Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture]*. Kherson [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 05.08.2023