

^{1, 2}**М.В. ГУНЧАК**, кандидат сільськогосподарських наук

¹Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 4, с. Бояни Чернівецької обл., 60321, Україна

²Чернівецька філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», вул. Героїв Майдану, 194-А, м. Чернівці, 58013, Україна

e-mail: gunchak00@ukr.net

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ВІД БОРОШНИСТОЇ РОСИ ТА ПАРШІ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мета. Вивчення ефективності застосування різних біологічних систем захисту яблуні від парші та борошністої роси в умовах Західного Лісостепу України. **Методи.** Фітосанітарний моніторинг проводили візуально та за допомогою феромонних пасток. Обліки поширення і розвитку хвороб проводили за загальноприйнятими методиками в фази розвитку яблуні: «набрякання бруньок», «зелений конус», «висування бутонів», «відокремлення бутонів», «рожевий бутон», «цвітіння», «кінець цвітіння», «формування плодів», «ріст плодів» та «дозрівання плодів». Технічну ефективність фунгіцидів визначали через 7 діб. Статистичну обробку результатів досліджень проведено за загальноприйнятими методиками. **Результати.** Встановлено, що найпоширенішими хворобами у 2021—2022 рр. в умовах Західного Лісостепу України були парша, яка уразила 15—29% листків та 8—13% плодів яблуні, борошніста роса — уразила 15—18% листків яблуні, моніліоз — мав рівень поширення 9—13%, плодова гниль — нею уражено 13—14% плодів яблуні. Дослідженнями встановлено, що застосування біологічної системи захисту №1 (Флуоресцин БТ, р. (бактерії *Pseudomonas fluorescens*, титр не нижче $5,0 \times 10^9$ КУО/см³) + Бактофіт БТ, р. (бактерій *Bacillus subtilis*, титр не нижче $2,0 \times 10^9$ КУО/см³) + БіоГібервіт БТ, р. (гриби роду *Trichoderma*, титр $2,5 \times 10^9$ — $3,0 \times 10^9$ КУО/см³) + Трихопсин БТ, р. (спори гриба *Trichoderma* та бактерії роду *Pseudomonas*, титр не нижче $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см³) + Флуоресцин БТ, р.) дозволило на 59,0% зменшити розвиток борошністої роси, на 59,1% зменшити розвиток парші на листках та на 62,2% — парші на плодах яблуні. Застосування біологіч-

ної системи захисту №2 (Бактофіт БТ, р. + Трихопсин БТ, р., БіоГібервіт БТ, р., Флуоресцин БТ, р. + Біоспектр БТ, р. (бактерії роду *Pseudomonas*, титр не нижче $5,0 \times 10^9$ КУО/см³) + Трихопсин БТ, р. + Флуоресцин БТ, р.) дозволило на 43,6% зменшити розвиток борошнистої роси, на 47,7% зменшити розвиток парші на листках та на 48,6% — парші на плодах яблуні. Застосування біологічної системи захисту №3 (Ампеломіцин БТ, р. (*Ampelomyces Ces ex Shlecht*, титр не нижче $4,0 \times 10^9$ КУО/см³) + Бактофіт БТ, р., + Фітоспорин БТ, р. (*Bacillus subtilis* 26 D, титр не нижче $2,0 \times 10^8$ КУО/см³) + Флуоресцин БТ, р. + БіоГібервіт БТ, р. + Біоспектр БТ, р., + Трихопсин БТ, р. + Флуоресцин БТ, р.) дало змогу на 53,8% зменшити розвиток борошнистої роси, на 68,2% зменшити розвиток парші на листках та на 67,6% — парші на плодах яблуні. За застосування досліджуваних біологічних систем захисту яблуні від парші та борошнистої роси в умовах Західного Лісостепу України отримали показники врожайності в розмірі 13,2—13,8 т/га. Використання досліджуваних систем біологічного захисту забезпечило отримання від 2946 до 8526 грн/га умовно-чистого доходу та рентабельність 72,7—229,4%. **Висновки.** Всі досліджувані системи біологічного захисту яблуні від парші та борошнистої роси в умовах Західного Лісостепу України дали можливість на надійному рівні захистити яблуневі насадження та отримати високі показники врожайності. Технічна ефективність застосованих систем захисту проти борошнистої роси становила 43,6—59,0%, проти парші на листках яблуні — 47,7—68,2%, проти парші на плодах яблуні — 48,6—67,6%. Врожайність за застосування досліджуваних біологічних систем захисту яблуні від парші та борошнистої роси становила 13,2—13,8 т/га. Найефективнішою за рівнем рентабельності була система біологічного захисту №1 — 229,4%, а найбільший показник умовно-чистого доходу отримали від застосування біологічної системи №3 — 8526 грн/га.

**яблуня; парша; борошниста роса; біологічний метод захисту;
фітосанітарний моніторинг; технічна ефективність; урожайність**

Яблуневим насадженням шкодить низка хвороб, які суттєво впливають на продуктивність яблуні, зменшують врожайність дерев, негативно впливають на якісні показники плодової продукції та можуть навіть призводити до втрати всього врожаю чи загибелі дерев. Серед них: філостиктоз, альтернатіоз яблуні, чорний, звичайний або західноєвропейський рак, цитоспороз, бактеріальний опік, бактеріальний рак кори, моніліоз та плодова гниль [1—3]. Але, найпоширенішими хворобами яблуні в умовах Західного Лісостепу України є парша та борошниста роса.

Парша яблуні. Збудник — сумчастий гриб *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. з конідіальною стадією *Fusicladium dendriticum* (Wabr.) Fuck. Хвороба поширена скрізь, але найбільшої шкоди завдає в районах з до-

статньою вологістю. Нею уражуються листки, плоди і пагони. У дощові 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 урожай, а за сильного ураження сформованих плодів втрата їхньої маси може становити 45—80%. Товарна якість плодів значно погіршується [1, 3].

Борошниста роса яблуні. Збудник — сумчастий гриб *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm. з конідіальною стадією *Oidium farinosum* Ске. Особливо небезпечна хвороба в молодих садах і розсадниках. Хвороба уражує листки, пагони, суцвіття, рідко зав'язь і плоди. Урожай сильноуражуваних сортів може знижуватись на 50—80%. Хронічне ураження борошнистою россою негативно впливає на зимостійкість рослин. Загибель уражених пагонів після зими може становити 50%, а бруньок — 85—92% [1, 3].

Унаслідок тривалого пошуку ефективних засобів обмеження шкідливості хвороб розроблено багато різних систем захисту яблуні від хвороб, які базуються, в основному, на застосуванні хімічних засобів захисту. Але застосування хімічних пестицидів має суттєві недоліки, зокрема їх залишки накопичуються в ґрунті та рослинах, водоймах, знищується корисна флора й фауна, виникає резистентність у шкідливих організмів. Тому актуальною є проблема розробки екологічно безпечних систем захисту, які будуть спрямовані не лише на обмеження шкідливості хвороб, але й на зменшення пестицидного навантаження та оздоровлення садових агроценозів. 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, все таки починає успішно впроваджуватись для захисту яблуневих насаджень. Дослідженнями встановлено високу ефективність біопрепаратів Фітоцид, р. (клітини бактерій *Bacillus subtilis*, титр $1,0 \times 10^9$ — $1,0 \times 10^{10}$ КУО/см³ або $1,0 \times 10^{10}$ КУО/г) та Агат 25К (інактивовані бактерії *Pseudomonas aureofaciens* штаму Н16, титр $3-6 \times 10^{10}$ клітин/мл, біологічні активні речовини із загальним вмістом амінокислот 38%) проти парші яблуні. Також, доведено, що біопрепарати на основі різних біотипів ентомопатогенних бактерій *Bacillus thuringiensis*, завдяки високій специфічності до різних видів комах, залишаються провідними в системах інтегрованого захисту рослин [4—9].

Мета досліджень — вивчення ефективності застосування різних біологічних систем захисту яблуні від парші та борошнистої роси в умовах Західного Лісостепу України.

Методика досліджень. Дослідження проводили у 2021—2022 рр. в яблуневому саду Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН на насадженнях яблуні 2014 року садіння, на сорту Айдаред, на підщепі М-106. Схема садіння: 3 × 3 м. Система утримання ґрунту — під багаторічними травами.

Обліки поширення та розвитку хвороб проводили за загальноприйнятими методиками [10—11] у фази розвитку яблуні: «набрякання бруньок», «зелений конус», «висування бутонів», «відокремлення бутонів», «рожевий бутон», «цвітіння», «кінець цвітіння», «формування плодів», «ріст плодів», «дозрівання плодів».

Для захисту яблуневих насаджень від парші та борошнистої роси яблуні, які є найпоширенішими в умовах регіону, у системах захисту досліджували біофунгіциди: Флуоресцин БТ, р. (бактерії *Pseudomonas fluorescens*, титр не нижче $5,0 \times 10^9$ КУО/см³), 2 л/га; Бактофіт БТ, р. (бактерії *Bacillus subtilis*, титр не нижче $2,0 \times 10^9$ КУО/см³), 4 л/га; БіоГібервіт БТ, р. (гриби роду *Trichoderma*, титр $2,5 \times 10^9$ — $3,0 \times 10^9$ КУО/см³), 3 л/га; Трихопсин БТ, р. (спори гриба *Trichoderma* та бактерії роду *Pseudomonas*, титр не нижче $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см³), 5 л/га; Біоспектр БТ, р. (бактерії роду *Pseudomonas*, титр не нижче $5,0 \times 10^9$ КУО/см³), 3 л/га; Ампеломіцин БТ, р. (*Ampelomyces Ces ex Shlecht*, титр не нижче $4,0 \times 10^9$ КУО/см³), 4 л/га; Фітоспорин БТ, р. (спороутворюючі бактерії *Bacillus subtilis* 26 D, титр не нижче $2,0 \times 10^8$ КУО/см³), 5 л/га.

У кожному варіанті польових дослідів використовували по 10 облікових дерев (дерево — повторність). Для обліку хвороб оглядали 200 листків з різних боків крони і визначали ступінь ураження за відповідною шкалою. Для визначення ураження плодів яблуні паршею проводили облік на 100 плодах (по 25 облікових плодів з кожного боку крони) на 10-ти рівномірно розміщених деревах [12].

Відсоток ураження визначали множенням кількості уражених листків чи плодів на 100 і діленням добутку на число взятих для обліку листків чи плодів.

Поширення хвороб (П) (кількість уражених рослин чи окремих їх органів у відсотках) визначали за формулою:

$$П = n \times 100 / N, \quad (1)$$

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

Відсоток розвитку хвороби або ступінь ураження (R , %) вираховували за формулою:

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

де R — розвиток хвороби, %; $\sum(r \times b)$ — сума добутків кількості рослин (r) на відповідний бал ураження (b); P — кількість листків чи

**1. Схема дослідів з вивчення ефективності
біологічних систем захисту проти борошнистої роси та парші яблуні
(яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2021–2022 рр.)**

Система захисту	Фенофаза розвитку яблуні	Назва препарату	Норма витрати, л, кг/га
Хімічний еталон	«Відокремлення бутонів»	Топаз 100 ЕС, КЕ (пенконазол, 100 г/л)	0,4
	«Формування плодів»	Делан, в.г. (дитіанон, 700 г/кг)	0,8
	«Ріст плодів» (плід розміром волоського горіха)	Скор 250 ЕС, КЕ (дифеноконазол, 250 г/л)	0,2
	«Ріст плодів» (друга декада липня)	Делан, в.г.	0,8
	«Дозрівання плодів»	Топсін М, ЗП (тіофанат-метил, 700 г/кг)	2,0
Біологічна система № 1	«Відокремлення бутонів»	Флуоресцин БТ, р.	2,0
	«Формування плодів»	Бактофіт БТ, р.	4,0
	«Ріст плодів» (плід розміром волоського горіха)	БіоГібервіт БТ, р.	3,0
	«Ріст плодів» (друга декада липня)	Трихопсин БТ, р.	5,0
	«Дозрівання плодів»	Флуоресцин БТ, р.	1,5
Біологічна система № 2	«Рожевий бутон»	Бактофіт БТ, р.+ Трихопсин БТ, р.	4,0 5,0
	«Ріст плодів» (плід розміром ліщини)	БіоГібервіт БТ, р.	3,0
	«Ріст плодів» (перша декада липня)	Флуоресцин БТ, р.	1,5
	«Ріст плодів» (перша декада серпня)	Трихопсин БТ, р.+ Біоспектр БТ, р.	3,0 3,0
	«Дозрівання плодів»	Флуоресцин БТ, р.	1,5
Біологічна система № 3	«Рожевий бутон»	Ампеломіцин БТ, р.+ Бактофіт БТ, р.	4,0 3,0
	«Формування плодів»	Фітоспорин БТ, р.+ Флуоресцин БТ, р.	5,0 1,0
	«Ріст плодів» (плід розміром волоського горіха)	БіоГібервіт БТ, р.	3,0
	«Ріст плодів» (друга декада липня)	Біоспектр БТ, р.	6,0
	«Дозрівання плодів»	Трихопсин БТ, р.+ Флуоресцин БТ, р.	3,0 1,0

плодів, узятих для обліку, шт.; B — найвищий бал шкали, за якою проводиться оцінка ураження в досліді.

Ефективність дії фунгіцидів (Ед, %) визначали за формулою:

$$E_d = (100 * (P_k - P_d)) / P_k, \quad (3)$$

де Ед — ефективність дії препарату, %; P_k — показник розвитку хвороби в контролі; P_d — показник розвитку хвороби в дослідному варіанті.

Технічну ефективність фунгіцидів визначали через 7 діб після обприскування [12—13]. Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали за загальноприйнятими методиками [14].

Для захисту яблуневих насаджень від парші та борошнистої роси досліджували 3 системи біологічного захисту, які включали обприскування біопрепаратами та їх сумішами.

Результати досліджень та обговорення. За фітосанітарного моніторингу в яблуневих насадженнях Західного Лісостепу України встановлено, що серед комплексу хвороб у 2021—2022 рр. домінувала парша, яка проявлялася у фенофазі «формування плодів» за ураження 2—3% листків яблуні, чому сприяли помірно тепла волога погода і збільшення середньодобових температур до 15—17°C. Під час росту плодів поширення парші збільшилося до 8—15% ураженого листя. Під час дозрівання плодів парша яблуні набула поширення до 15—29% ураженого листя та до 8—13% уражених плодів.

Борошниста роса проявлялася у період від фенофази «висування бутонів» до фенофази «рожевий бутон» за ураження 1—3% листя яблуні та збільшувався рівень поширення хвороби до 15—18% у фазі «росту плодів». У подальшому температура повітря понад 20°C та відносна вологість повітря нижче 70% стримували наростання хвороби. Моніліоз проявлявся у фазі «росту плодів» яблуні (плід розміром волоського горіха) — 5—7% уражень. Високі температури і висока відносна вологість повітря сприяли розвитку хвороби і у період «дозрівання» плодів рівень поширення хвороби зростав до 9—13% ураження. Плодова гниль у період дозрівання плодів, у досліджувані роки уражувала 13,8—14,2% плодів.

Перша система біологічного захисту яблуні включала обробки у фенофазу «відокремлення бутонів» біопрепаратом Флуоресцин БТ, р. (2 л/га); у фенофазу «формування плодів» — Бактофіт БТ, р. (4 л/га); у фенофазу «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха) — Біо-Гібервіт БТ, р. (3 л/га); у фенофазу «ріст плодів» (друга декада липня) — Трихопсин БТ, р. (5 л/га); у фенофазу «дозрівання плодів» — Флуоресцин БТ, р. (1,5 л/га). Результатами досліджень встановлено, що застосування даної системи захисту дозволило на 59% зменшити розвиток борошнистої роси. Ефективність системи проти парші на листках становила 59,1%, на плодах яблуні — 62,2% (табл. 2).

2. Ефективність фунгіцидів біологічного походження у біологічних системах захисту проти борошнистої роси та парші яблуні (яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2021—2022 рр.)

Система захисту	Борошниста роса, %			Парша на листках, %			Парша на плодах, %			Урожайність, т/га
	П*	Р*	ТЕ*	П*	Р*	ТЕ*	П*	Р*	ТЕ*	
Контроль (вода)	18,1	3,9	—	15,6	4,4	—	8,3	3,7	—	11,8
Хімічний еталон	4,6	1,0	74,4	3,3	0,8	81,8	0,5	0,6	83,8	14,5
Біологічна система № 1	8,2	1,6	59,0	6,8	1,8	59,1	3,6	1,4	62,2	13,6
Біологічна система № 2	12,4	2,2	43,6	8,2	2,3	47,7	5,2	1,9	48,6	13,2
Біологічна система № 3	10,3	1,8	53,8	4,9	1,4	68,2	3,1	1,2	67,6	13,8
НІР ₀₅	—	0,4	—	—	0,5	—	—	0,4	—	0,35
Примітки: П* — поширення хвороби, %; Р* — розвиток хвороби, %; ТЕ* — технічна ефективність, %.										

Друга система біологічного захисту базувалась на обприскуваннях у фенофази: «рожевий бутон» — суміш Бактофіту БТ, р. (4 л/га) та Трихопсину БТ, р. (5 л/га); «ріст плодів» (плід розміром ліщини) — БіоГібервіт БТ, р. (3 л/га). У фенофазу «ріст плодів» (перша декада липня) обприскування проводили Флуоресцином БТ, р. (1,5 л/га); «ріст плодів» (перша декада серпня) — суміш Трихопсину БТ, р. (3 л/га) та Біоспектру БТ, р. (3 л/га); «дозрівання плодів» — Флуоресцин БТ, р. (1,5 л/га). Застосування даної системи захисту дозволило на 43,6% зменшити розвиток борошнистої роси, на 47,7% зменшити розвиток парші на листках та на 48,6% — на плодах яблуні. Ефективність даної системи захисту була найнижчою серед досліджуваних.

Наступна система біологічного захисту №3 включала обробки у фенофазу «рожевий бутон» сумішшю біопрепаратів Ампеломіцин БТ, р. (4 л/га) та Бактофіт БТ, р. (3 л/га); у фенофазу «формування плодів» — суміш Фітоспорину БТ, р. (5 л/га) та Флуоресцину БТ, р. (1 л/га); у фенофазу «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха) — БіоГібервіт БТ, р. (3 л/га); у фенофазу «ріст плодів» (друга декада липня) — Біоспектр БТ, р. (6 л/га); у фенофазу «дозрівання плодів» — суміш препаратів Трихопсин БТ, р. (3 л/га) та Флуоресцин БТ, р. (1 л/га). Застосування даної системи захисту на 53,8% зменши-

ло розвиток борошнистої роси. Ефективність проти парші на листках становила 68,2% та на плодах яблуні — 67,6%, що є найвищим показником серед досліджуваних систем захисту.

У якості хімічного еталону застосовували систему, яка базувалась на п'яти обприскуваннях хімічними пестицидами: у фенофазу «відокремлення бутонів» застосовували фунгіцид Топаз 100 ЕС, КЕ (пенконазол, 100 г/л) у нормі 0,4 л/га; у фазу «формування плодів» — фунгіцид Делан, в.г. (дитіанон, 700 г/кг), 0,8 кг/га; у фенофазу «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха) — Скор 250 ЕС, КЕ (дифенконазол, 250 г/л), 0,2 л/га; у фенофазу «ріст плодів» (друга декада липня) — фунгіцид Делан, в.г. (0,8 кг/га) та у фазу «дозрівання плодів» застосовували Топсін М, ЗП (тіофанат-метил, 700 г/кг), 2,0 кг/га. Технічна ефективність еталонної системи захисту проти борошнистої роси становила 74,4%, проти парші на листках яблуні — 81,8%, проти парші на плодах яблуні — 83,8%.

Урожайність плодів яблуні за застосування хімічної та біологічних систем захисту наведено у таблиці 3.

Під час досліджень було проведено економічну оцінку біологічних систем захисту яблуні від борошнистої роси й парші в умовах Західного Лісостепу України (табл. 4).

Розрахунок економічної ефективності досліджуваних систем для захисту яблуневих насаджень від парші та борошнистої роси показав, що найбільший умовно-чистий дохід отримали від застосування системи захисту №3 (Ампеломіцин БТ, р. + Бактофіт БТ, р., Фітоспорин БТ, р., + Флуоресцин БТ, р., БіоГібервіт БТ, р., Біоспектр БТ, р., Трихопсин БТ, р. + Флуоресцин БТ, р.) — 8 526,0 грн/га, а рентабельність захисних заходів становила 190,6%. Поріг окупності показав, що для покриття витрат на застосування даної системи потрібен приріст врожаю 0,45 т/га. При застосуванні системи захисту №1 (Флуоресцин БТ, р., Бактофіт БТ, р., БіоГібервіт БТ, р., Трихопсин БТ, р., Флуоресцин БТ, р.) отримали найвищу рентабельність — 229,4%, умовно-

3. Урожайність плодів яблуні за різних біологічних систем захисту яблуні від хвороб (яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2021—2022 рр.)

Показник	Хімічна система		Біологічна система №1		Біологічна система №2		Біологічна система №3	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
Урожайність	14,5		13,6		13,2		13,8	
у т.ч.: I сорт	9,1	62,8	6,2	45,6	5,8	43,9	6,8	49,3
II сорт	4,3	29,7	5,6	41,2	5,5	41,7	5,4	39,1
нестандарт	1,1	7,6	1,8	13,2	1,9	14,4	1,6	11,6

**4. Економічна ефективність
систем захисту яблуні від хвороб в умовах Західного Лісостепу України,
(яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2021–2022 рр.)**

Назва показника	Контроль	Хімічна система	Біологічна система 1	Біологічна система 2	Біологічна система 3
Вартість системи, грн/га	–	6200,0	2015,0	2730,0	3150,0
Витрати на застосування, грн/га	–	1324,0	1324,0	1324,0	1324,0
Урожайність, т/га	12,5	14,1	13,6	13,2	13,8
Ціна реалізації 1 т плодів, грн	8000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0
Збережений врожай, т/га	–	1,6	1,1	0,7	1,3
Вартість збереженого врожаю, грн/га	–	16000,0	11000,0	7000,0	13000,0
Витрати, пов'язані з отриманням додаткового врожаю, грн/га	–	1232,0	847,0	539,0	1001,0
Умовно-чистий дохід, грн/га	–	8476,0	7661,0	2946,0	8526,0
Рентабельність, %	–	112,7	229,4	72,7	190,6
Поріг окупності, т/га	–	0,75	0,33	0,41	0,45

чистий дохід становив 7 661,0 грн/га, а поріг окупності — 0,33 т/га. Найнижчий умовно-чистий дохід серед застосованих систем захисту отримали від застосування системи захисту №2 (Бактофіт БТ, р. + Трихопсин БТ, р., БіоГібервіт БТ, р., Флуоресцин БТ, р., Трихопсин БТ, р. + Біоспектр БТ, р., Флуоресцин БТ, р.) — 2 946,0 грн/га, за рентабельності 72,7% та порогу окупності 0,41 т/га. При застосуванні хімічної системи захисту отримали умовно-чистий дохід в розмірі 8 476,0 грн/га, за рентабельності 112,7%; поріг окупності становив 0,75 т/га.

ВИСНОВКИ

Результатами досліджень встановлено, що всі досліджувані системи біологічного захисту яблуні від парші та борошнистої роси в умовах Західного Лісостепу України дозволили на надійному рівні захистити яблуневі насадження та отримати високі показники врожайності. Технічна ефективність застосованих систем захисту проти борошнистої роси становила 43,6–59,0%, проти парші на листках яблуні — 47,7–

68,2% та проти парші на плодах яблуні — 48,6—67,6%. Врожайність за застосування досліджуваних біологічних систем захисту яблуні від парші та борошнистої роси становила 13,2—13,8 т/га. Найефективнішою за рівнем рентабельності була система біологічного захисту №1 — 229,4%, а найбільший показник умовно-чистого доходу отримали від застосування біологічної системи №3 — 8526,0 грн/га.

Фінансування: дослідження виконували в рамках завдання ПНД 11. «Біологічні методи захисту рослин за умов екологізації землеробства» (Біоконтроль); 11.00.03.05 П. «Розроблення науково-обґрунтованих технологій застосування екологічно безпечних систем захисту плодкових насаджень в органічному землеробстві за використання препаратів БТ».

Конфлікт інтересів: автор декларує про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Довідник із захисту рослин ; за ред. М.П. Лісового. Київ: Урожай, 1999. 744 с.
2. Гунчак М.В. Структура екологізації хімічного захисту яблуневих насаджень. Захист і карантин рослин. 2016. Вип. 62. С. 94-99. doi: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2016.62.94-99>
3. Стратегія і тактика захисту рослин. т. 1: Стратегія ; за ред. В.П. Федоренка. Київ: Альфа-стевія, 2012. 500 с.
4. Гунчак М.В., Скорейко А.М. Захист яблуневих насаджень від хвороб в умовах Західного Лісостепу. Захист і карантин рослин. 2018. Вип. 64. С. 41-48. doi: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.41-48>
5. Holb I.J., Abonyi F., Buurma J., Heijne B. On-farm and on-station evaluations of three orchard management approaches against apple scab and apple powdery mildew. Crop Protection. 2017. V. 97, P. 109-118. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.023>
6. Martin E.A., Feit B., Requier F. et al. Assessing the resilience of biodiversity-driven functions in agroecosystems under environmental change. Advances in Ecological Research. 2019, V. 60. P. 59-123. <http://dx.doi.org/10.1016/bs.aecr.2019.02.003>
7. Скорейко А.М., Андрійчук Т.О., Гунчак М.В. Особливості розвитку сумчастої стадії збудника парші яблуні *Venturia inaequales* (Cooke) Wint. та прояв хвороби у Західному Лісостепу України. Захист і карантин рослин. 2018. Вип. 64. С. 203-207. doi: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.203-207>.

8. Дядечко М.П. Біологічний захист рослин. Біла Церква, 2001. 312 с.
9. Шерстобоева О.В., Крижанівський А.Б., Крижко А.І. Екологічні переваги застосування мікробіометоду в інтегрованій системі захисту рослин. Агроекологічний журнал. 2021. № 3. С. 27-32. doi: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240318>
10. Кулешов А.В., Білик М.О., Довгань С.В. Фітосанітарний моніторинг і прогноз: Навчальний посібник. Харків: Еспада, 2011. 608 с.
11. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур ; під ред. В.П. Омелюти. Київ: Урожай, 1986. 293 с.
12. Методика випробування і застосування пестицидів ; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
13. Чабанюк Я.В., Шерстобаєва О.В., Ткач Є.Д. та ін. Визначення біологічної ефективності пестицидів і агрохімікатів. Методичні вказівки. Київ, 2013. 36 с.
14. Valli V., Stahl F., Feit E. (2017). Field Experiments. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8_3-1

^{1, 2}**Hunchak M.**, ORCID: 0000-0002-3521-8531

¹Ukrainian Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str., Boyany, Chernivtsi region, 60321, Ukraine
e-mail: gunchak00@ukr.net

²Chernivtsi branch of the State Institution «Soils Protection Institute of Ukraine», 194-A, Heroes of the Maidan str., Chernivtsi, Chernivtsi region, 58013, Ukraine
e-mail: chernivtsy_grunt@ukr.net

Efficiency of the application of biological systems of the protection of apple trees against powdery dew and scamb in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine

Goal. To study the effectiveness of different biological systems of apple tree protection against scab and powdery mildew in the Western Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** Phytosanitary monitoring was carried out visually and with the help of pheromone traps. Accounting of the spread and development of diseases was carried out according to generally accepted methods in the phases of apple tree development: «bud swelling», «green cone», «bud extension», «bud separation», «pink bud», «flowering», «end of flowering», «fruit formation», «fruit growth» and «fruit ripening». The technical effectiveness of fungicides was determined after 7 days. Statistical processing of the research results was carried out according to generally accep-

ted methods. **Results.** The results of monitoring the phytosanitary state of apple plantations established that the most common diseases in 2021—2022 in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine were scab, which affected 15—29% of leaves and 8—13% of apple fruits, powdery mildew, which affected 15—18% of leaves of apple trees, moniliosis, the prevalence of which was 9—13%, and fruit rot, which affected 13—14% of apple fruits. The research results showed that the use of the biological protection system No. 1 (Fluorescin BT, Bactophyt BT, BioHybervit BT, Trihopsin BT, Fluorescin BT) made it possible to reduce the development of powdery mildew by 59.0%, and to reduce the development of scab on leaves and by 59.1%, 62.2% — scab on apple fruits. The use of biological protection system No. 2 (Bactophyt BT + Trihopsin BT, BioHybervit BT, Fluorescin BT, Trihopsin BT, Fluorescin BT) made it possible to reduce the development of powdery mildew by 43.6%, by 47.7% to reduce the development of leaf scab and by 48.6% — scab on apple fruits. The use of biological protection system No. 3 (Ampelomycin BT + Bactophyt BT, Phytosporin + Fluorescin BT, BioGibervit BT, Biospectr BT, Trihopsin BT + Fluorescin BT) made it possible to reduce the development of powdery mildew by 53.8%, and to reduce the development of scab by 68.2% leaves and 67.6% — scab on apple fruits. Using the studied biological systems to protect apple trees from scab and powdery mildew in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine yield indicators of 13.2—13.8 t/ha were obtained. The use of the studied biological protection systems made it possible to obtain from 2946 to 8526 UAH/ha of conditional net income and profitability indicators from 72.7 to 229.4%. **Conclusions.** The results of the research established that all investigated systems of biological protection of apple trees against scab and powdery mildew in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine made it possible to protect apple plantations at a reliable level and obtain high yields. The technical efficiency of the applied protection systems against powdery mildew was 43.6—59.0%, against scab on apple leaves — 47.7—68.2%, and against scab on apple fruits — 48.6—67.6%. The yield for the application of the investigated biological systems of apple tree protection against scab and powdery mildew was 13.2—13.8 t/ha. Biological protection system No. 1 was the most effective in terms of profitability — 229.4%, and the highest indicator of conditional net income was obtained from the use of biological system No. 3 — UAH 8526/ha.

apple; scabies; powdery mildew; biological method of protection; phytosanitary monitoring; technical efficiency; crop capacity

REFERENCES

1. Lisovyi M.P. (Ed.). (1999). Dovidnyk iz zakhystu Roslyn. [Plant Protection Handbook]. Kyiv: Urozhai. 744 s. (in Ukrainian).

2. Hunchak M.V. (2016). Skladova ekolohizatsii khimichnoho zakhystu yablunevykh nasadzhen. [Component of greening of chemical protection of apple orchards]. Zakhyst i karantyn roslyn. [Plant Protection and Quarantine], 62, 94-99. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2016.62.94-99> (in Ukrainian).
3. Fedorenko V.P. (Ed.). (2012). Stratehiia i taktyka zakhystu roslyn. T. 1: Stratehiia. [Strategy and tactics of plant protection. Vol. 1: Strategy]. Kyiv: Alfa-steviiia. 500 s. (in Ukrainian).
4. Hunchak M.V., Skoreiko A.M. (2018). Zakhyst yablunevykh nasadzhen vid khvorob v umovakh Zakhidnoho Lisostepu. [Protection of apple plantations from diseases in the conditions of the Western Forest Steppe]. Zakhyst i karantyn roslyn. [Plant Protection and Quarantine], 64, 41-48. doi: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.41-48> (in Ukrainian).
5. Holb I.J., 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).
6. Martin E.A., Feit B., Requier F. et al. (2019). Assessing the resilience of biodiversity-driven functions in agroecosystems under environmental change. Advances in Ecological Research, 60, 59-123. <http://dx.doi.org/10.1016/bs.aecr.2019.02.003> (in English).
7. Skoreiko A.M., Andriichuk T.O., Hunchak M.V. (2018). Osoblyvosti rozvytku sumchastoi stadii zbudnyka parshi yabluni *Venturia inaequales* (Cooke) Wint. ta proiav khvoroby u Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy. [Peculiarities of the development of the marsupial stage of the causative agent of apple scab *Venturia inaequales* (Cooke) Wint. and manifestation of the disease in the Western Forest-Steppe of Ukraine]. Zakhyst i karantyn roslyn. [Plant Protection and Quarantine], 64, 203-207. doi: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.203-207> (in Ukrainian).
8. Dyadachko M.P. (2001). Biolohichni zakhyst roslyn. [Biological plant protection]. Bila Tserkva. 312 s. (in Ukrainian).
9. Sherstoboieva O.V., Kryzhanivskiy A.B., Kryzhko A.I. (2021). Ekolohichni perevahy zastosuvannia mikrobiometodu v intehrovanii systemi zakhystu roslyn. [Ecological advantages of using the microbiomethod in the integrated system of plant protection]. Ahroekolohichni zhurnal. [Agroecological journal], 3, 27-32. doi: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240318> (in Ukrainian).
10. Kuleshov A.V., Bilyk A.M., Dovgan S.V. (2011). Fitosanitarnyi monitorynh i prohnoz: Navchalnyi posibnyk. [Phytosanitary monitoring and prognosis: Training manual]. Kharkiv. Espada. 608 s. (in Ukrainian).
11. Omeliuta V.P. (Ed.). (1986). Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur. [Accounting for pests and diseases of crops]. Kyiv: Urozhai. 293 s. (in Ukrainian).

12. Trybel S.O. (Ed.). (2001). *Metodyka vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv*. [Testing technique and pesticide usage]. Kyiv: Svit. 448 s. (in Ukrainian).

13. Chabaniuk Ya.V., Sherstobaieva O.V., Tkach Ye.D. et al. (2013). *Vyznachennia biolohichnoi efektyvnosti pestytsydiv i ahrokhimikativ. Metodychni vkazivky*. [Determination of biological effectiveness of pesticides and agrochemicals. Methodical instructions]. Kyiv. 36 s. (in Ukrainian).

14. Valli V., Stahl F., Feit E. (2017). *Field Experiments*. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8_3-1 (in English).

Надійшла до редакції: 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024