

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

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

²Чернівецький регіональний центр ДУ «Держґрунтохорона», вул. Героїв Майдану, 194-А, м. Чернівці, 58013, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ПРОТИ ЗЕЛЕНОЇ ТА СІРОЇ ЯБЛУНЕВИХ ПОПЕЛИЦЬ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мета. Дослідження ефективності застосування систем захисту яблуні, що базуються на застосуванні біопрепаратів проти попелиць зеленої та червоноголової яблуневої в умовах Західного Лісостепу. **Методи.** Обліки поширення шкідників проводили залежно від фаз розвитку яблуні, відповідно до загальноприйнятих методик. Технічну ефективність інсектицидів визначали через 2 та 7 діб. Статистичну обробку результатів здійснювали за методиками, що є загальноприйнятими. **Результати.** Моніторингом фітосанітарного стану встановлено, що впродовж 2022—2023 рр. в умовах Західного Лісостепу України значних пошкоджень в агроценозі яблуні завдавали зелена та червоноголова яблунева попелиці. Досліджували дію системи біозахисту яблуневої насаджень №1, яка включає обробки: Актофіт БТ, к.е. (аверсектин С, 0,2%), Біоспектр БТ, р. (бактерії *Pseudomonas*, титр не нижче $5,0 \times 10^9$ КУО/см³), Бітоксикацилін БТ, р. (життезд. клітини *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*, титр не нижче $2,0 \times 10^9$ КУО/см³ і споро-кристалічний комплекс із токсинами β -екзотоксин і δ -ендотоксин). Ефективність захисту від попелиці зеленої яблуневої становила 68,4—83,4%, а проти попелиці червоноголової яблуневої — 69,2—75,0%. При застосуванні системи захисту №2 (Бітоксикацилін БТ, р. + Біоспектр БТ, р.; Актофіт БТ, к.е. + Бітоксикацилін БТ, р.; Боверин БТ, р. (гриби *Beauveria*, титр життезд. клітин не нижче $3,0 \times 10^9$ КУО/см³)) ефективність проти попелиці зеленої яблуневої становила 65,5—80,0%, а від попелиці червоноголової яблуневої — 63,3—79,2%. Застосування системи біозахисту №3 (Біоспектр БТ, р. + Актофіт БТ, к.е.; Метаризин БТ, р. (гриби *Metarhizium*,

титр життєзд. клітин не нижче $2,0 \times 10^9$ КУО/см³) + Боверин БТ, р.; Бітоксисабацилін БТ, р. + Біоспектр БТ, р.) дозволило на 71,9—83,2% зменшити чисельність зеленої яблуневої попелиці та на 73,1—78,3% — попелиці червоноголової яблуневої. При дослідженні систем захисту яблуні, які базувалися на внесенні біопрепаратів проти попелиць зеленої та сірої яблуневих, у Західному Лісостепу України врожайність становила 15,5—15,8 т/га. **Висновки.** Усі системи біозахисту яблуні, які було досліджено в умовах Західного Лісостепу України, забезпечили високі показники врожайності та високий рівень захисту яблуневих насаджень від зеленої та червоноголової яблуневих попелиць. Технічна ефективність систем біозахисту, які застосовували проти попелиці зеленої яблуневої, становила 65,5—83,4%, проти попелиці червоноголової яблуневої — 63,3—79,2%. Врожайність яблуневих насаджень за досліджуваних систем захисту яблуні, що базувались на застосуванні препаратів біологічного походження, становила 15,5—15,8 т/га.

яблуня; попелиці; фітосанітарний моніторинг; біологічний метод захисту; технічна ефективність; урожайність

Яблуневі насадження є агроєкоценозами, в яких сформувався стабільний комплекс шкідників, що завдають значної шкоди плодовим деревам та знижують їхню продуктивність. Яблуневим насадженням шкоди завдає велика кількість шкідників, тому одним з основних елементів технології вирощування культури є захист плодових насаджень [1].

Одними з поширених шкідників яблуні є представники підряду попелиць (Aphidinae) [1]. Але найбільше поширеними в яблуневих єкоценозах Західного Лісостепу України є попелиці сіра яблунева (*Dysaphis devecta* Walk.) та зелена яблунева (*Aphis pomi* Deg.).

Попелиця сіра яблунева (або червоноголова) пошкоджує лише яблуню. Її шкідливість полягає у висмоктуванні соків з бруньок і листків, які розпускаються. Уражені листки стають товстішими, грубішими, загинаються всередину і набувають вишнево-червоного або рожевого кольору. Пошкоджене листя засихає і опадає. У разі сильного розмноження фітофаг може пошкоджувати і плоди, внаслідок чого на них утворюються червоні плями [1—3].

Попелиця зелена яблунева — це комаха з ряду рівнокрилих, з родини попелиць. В більшості випадків пошкоджує яблуню, а рідше — грушу. Личинки та імаго висмоктують сік із набряклих або розкритих бруньок. Фітофаг заселяє нижню сторону листків та зелені пагони. Внаслідок ураження шкідником листя скручується та відмирає, пагони можуть затримуватися в рості чи викривлятися.

В.П. Федоренко та І.В. Броун (2012) зазначають, що для зменшення чисельності фітофагів в агроєкоценозах крім хімічного методу широко застосовують і біологічні препарати. Науковцями доведено

високу ефективність мікробіологічних препаратів Боверин, р., Бітоксисабацилін, р. та Актофіт, к.е. (68,0—94,5%) проти зеленої яблуневої попелиці на саджанцях яблуні [4].

Як зазначають В.М. Бровдій та ін. (2003), М.П. Дядечко та ін. (2001), біологічні препарати, за порівняння з хімічними, є менш ефективними, але їхня перевага в тому, що вони не шкодять навколишньому природному середовищу. Біологічні препарати мають більш уповільнену дію, ніж пестициди хімічного походження, але вони за певних умов спричиняють епізоотії у фітофагів [5—7].

Нині розроблено різні системи захисту яблуні від фітофагів, які в більшості випадків включають застосування хімічного методу захисту рослин. Саме тому, важливим є застосування біологічного методу захисту рослин для зменшення шкідливого впливу пестицидів хімічного походження. На даний час є велика кількість біопрепаратів, які застосовуються проти шкідників яблуневих насаджень, але всі вони мають різну ефективність дії. Через те, що рівень шкідливості фітофага постійно зростає, досліджували біологічні системи захисту саме проти даних шкідників [8—10].

Мета досліджень — вивчення ефективності застосування систем біозахисту насаджень яблуні проти попелиць зеленої та сірої яблуневих у Західному Лісостепу України.

Методика досліджень. Дослідження проводили у 2022—2023 рр. в плодовому саду Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН (УкрНДСКР ІЗР НААН) (рік закладання саду — 2014) на деревах яблуні сорту Айдаред. Схема садіння: 3 × 3 м.

Обліки поширення шкідників проводили відповідно до загальноприйнятих методик [11] у фенофази розвитку: «набрякання бруньок», «зелений конус», «висування бутонів», «відокремлення бутонів», «рожевий бутон», «цвітіння», «кінець цвітіння», «формування плодів», «ріст плодів», «дозрівання плодів».

З метою захисту яблуні від зеленої та червоноголової яблуневих попелиць досліджували біоінсектициди: Актофіт БТ, к.е. (аверсектин С, 0,2%); Біоспектр БТ, р. (бактерії *Pseudomonas*, титр не нижче $5,0 \times 10^9$ КУО/см³); Бітоксисабацилін БТ, р. (життєзд. клітини *Bacillus thuringiensis var. thuringiensis*, титр не нижче $2,0 \times 10^9$ КУО/см³ і комплекс споро-кристалічний з токсинами δ -ендотоксин і β -екзотоксин); Боверин БТ, р. (гриби *Beauveria*, титр життєзд. клітин не нижче $3,0 \times 10^9$ КУО/см³); Метаризин БТ, р. (гриби *Metarhizium*, титр життєзд. клітин не нижче $2,0 \times 10^9$ КУО/см³).

З метою захисту насаджень яблуні від попелиць зеленої та сірої яблуневих досліджували 3 системи біозахисту, які базувались на обприскуваннях як окремими біопрепаратами, так і їх сумішами.

У варіантах польового експерименту використовували 10 облікових дерев (дерево — повторність).

Технічну ефективність інсектицидів встановлювали через дві та через сім діб за офіційно затвердженими методиками [12].

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали за методиками, що є загальноприйнятими [13].

Результати та обговорення досліджень. Впродовж 2022—2023 рр. фітосанітарним моніторингом виявлено, що в умовах Лісостепу Західного великої шкоди в агроценозі яблуні завдавали зелена та сіра яблуневі попелиці.

Система біозахисту №1 базувалася на 3-х обприскуваннях:

- у фазу розвитку яблуні «рожевий бутон» — біопрепаратом Актофіт БТ, к.е., 4,0 л/га;
- у фазу розвитку «формування плодів» — біопрепаратом Біоспектр БТ, р., 6,0 л/га;
- у фазу розвитку «ріст плодів», (плід розміром волоський горіх) — інсектицидом біологічного походження Бітоксисабацилін БТ, р., 4,0 л/га.

Застосування препарату біологічного походження Актофіт БТ, к.е. з нормою витрати 4,0 л/га через дві доби після внесення дало змогу отримати ефективність проти попелиці зеленої яблуневої у середньому за роки досліджень 31,4%, а через сім діб — 68,4% (табл. 1). Ефективність препарату проти попелиці сірої яблуневої через дві доби становила 31,8%, а через сім діб — 69,2%.

Ефективність дії Біоспектру БТ, р. (6,0 л/га) через дві доби проти попелиці зеленої яблуневої становила 32,3%, через сім діб після обробки — 71,2, а проти попелиці сірої яблуневої — 38,2 та 71,9% відповідно.

Застосування біопрепарату Бітоксисабацилін БТ, р. (4,0 л/га) проти попелиці зеленої яблуневої забезпечувало початкову ефективність 32,2% та ефективність на восьму добу — 83,4%, а проти попелиці сірої яблуневої — 35,5 та 75,0% відповідно.

Система біозахисту № 2 включала застосування:

- у фазу розвитку «рожевий бутон» — суміші біопрепаратів Бітоксисабацилін БТ, р. (5,0 л/га) та Біоспектр БТ, р. (6,0 л/га);
- під час «формування плодів» — суміш біопрепаратів Бітоксисабацилін БТ, р. (3,0 л/га) та Актофіт БТ, к.е. (2,0 л/га);
- у фазу розвитку «ріст плодів» (плід розміром волоський горіх) — Боверин БТ, р. (20,0 л/га).

Застосування біопрепаратів Бітоксисабацилін БТ, р. (5,0 л/га) та Біоспектр БТ р. (6,0 л/га) забезпечило початкову ефективність проти попелиці зеленої яблуневої 25,6%, а ефективність на восьму добу — 65,5%. Від застосування суміші даних препаратів проти попелиці сірої яблуневої отримали ефективність через дві доби 26,2%, а через сім діб

ефективність складала 63,3%. Внесення суміші препаратів біологічного походження Бітоксисабацилін БТ, р. (3,0 л/га) та Актофіт БТ, к.е. (2,0 л/га) дозволило на 34,6% зменшити чисельність попелиці зеленої яблуневої через дві доби після обробки, а через сім діб ефективність даної суміші препаратів становила 67,7%. Проти попелиці сірої яблуневої суміш даних препаратів продемонструвала початкову ефективність на рівні 37,5%, а ефективність на восьму добу — 67,3%. Обприскування препаратом Боверин БТ, р. (20,0 л/га) проти попелиці зеленої яблуневої забезпечило початкову ефективність 36,8%, ефективність через сім діб — 80,0, а проти сірої яблуневої попелиці — 34,3 та 79,2% відповідно.

Система біозахисту №3 базувалась на обприскуваннях:

- у фазу розвитку «рожевий бутон» — біопрепарат Біоспектр БТ, р. (6,0 л/га) та Актофіт БТ, к.е. (2,0 л/га);
- у фазу розвитку «формування плодів» — Метаризин БТ, р. (3,0 л/га) та Боверин БТ, р. (10,0 л/га);
- у фазу розвитку «ріст плодів» (плід розміром як горіх ліщини) — Бітоксисабацилін БТ, р. (3,0 л/га) та Біоспектр БТ, р. (3,0 л/га).

Від застосування суміші біопрепаратів Біоспектр БТ, р. з нормою витрати 6,0 л/га та Актофіт БТ, к.е. (2,0 л/га) проти попелиці зеленої яблуневої через дві доби після внесення ефективність становила 33,3%, а ефективність через 7 діб — 71,9%. При застосуванні суміші даних препаратів проти попелиці червоноголової яблуневої початкова ефективність становила 36,4%, а ефективність на восьму добу — 73,1%. Застосування суміші Боверину БТ, р. (10,0 л/га) та Метаризину БТ, р. (3,0 л/га) проти попелиці зеленої яблуневої забезпечило початкову ефективність 34,8%, а ефективність дії даних біопрепаратів через сім діб становила 76,2%, в той час як проти червоноголової яблуневої попелиці — 40,0 та 75,4% відповідно. За застосування біоінсектицидів Бітоксисабацилін БТ, р. (3,0 л/га) та Біоспектр БТ, р. (3,0 л/га) проти попелиці зеленої яблуневої зафіксовано початкову ефективність 39,1% та ефективність на восьму добу 83,2%. Проти червоноголової яблуневої попелиці суміш даних препаратів продемонструвала початкову ефективність 39,5%, а ефективність через сім діб — 78,3%.

Як еталон використовували інсектицид Каліпсо 480 SC, КС (тіаклоприд, 480 г/л), з нормою витрати 0,3 л/га, який є низькотоксичним (ЛД₅₀ — 440—840 мг/кг). Препарат вносили у фази розвитку яблуні: «рожевий бутон», «формування плодів», «ріст плодів» (плід розміром волоський горіх). Обприскування даним препаратом дозволило отримати ефективність дії проти попелиці зеленої яблуневої через 2 доби 58,2%, 68,0 та 63,0%, а через сім діб — 89,7%, 93,7 та 96,2%. Ефективність дії інсектициду Каліпсо 480 SC, КС проти попелиці сірої яблуневої через 2 доби після обробки становила 61,0%, 64,8 та 70,0%, а ефективність дії інсектициду через сім діб — 85,3%, 94,6 та 96,3%.

1. Технічна ефективність біоінсектицидів у системах біологічного захисту від попелиць зеленої та сірої яблуневої (Україна/СХР ІЗР НААН, яблуневий сад, 2022—2023 рр.)

| Варіант, (норма внесення) | Обробки у фенофазі | Чисельність п.з.я.**, кол./100 лист. | | | Технічна ефективність проти п.з.я., % | | | Чисельність п.с.я.***, кол./100 лист. | | | Технічна ефективність проти п.с.я., % | |
|--|-----------------------|---|-----------------|-----------------|---|-----------------|------------|--|-----------------|-----------------|---|--|
| | | до обр. | через 2 доби | через 7 днів | через 2 доби | через 7 днів | до обр. | через 2 доби | через 7 днів | через 2 доби | через 7 днів | |
| Контроль (вода) | 1 | 5,3 | 5,5 | 5,8 | — | — | 2,1 | 2,2 | 2,6 | — | — | |
| | 2 | 15,7 | 15,9 | 16,1 | — | — | 5,5 | 5,5 | 5,7 | — | — | |
| | 3* | 10,3 | 10,5 | 11,8 | — | — | 5,9 | 5,7 | 4,8 | — | — | |
| | 3 | 5,9 | 5,7 | 5,5 | — | — | 3,2 | 3,1 | 2,8 | — | — | |
| Хімічна система захисту | | | | | | | | | | | | |
| Каліпсо, к.с. (0,3 л/га) | 1 | 5,3 | 2,3 | 0,6 | 58,2 | 89,7 | 2,2 | 0,9 | 0,4 | 61,0 | 85,3 | |
| Каліпсо, к.с. (0,3 л/га) | 2 | 13,9 | 4,5 | 0,9 | 68,0 | 93,7 | 5,4 | 1,9 | 0,3 | 64,8 | 94,6 | |
| Каліпсо, к.с. (0,3 л/га) | 3 | 5,6 | 2,0 | 0,2 | 63,0 | 96,2 | 3,1 | 0,9 | 0,1 | 70,0 | 96,3 | |
| Система біозахисту №1 | | | | | | | | | | | | |
| Актофріт БТ, к.с. (4,0 л/га) | 1 | 5,2 | 3,7 | 1,8 | 31,4 | 68,4 | 2,1 | 1,5 | 0,8 | 31,8 | 69,2 | |
| Біоспектр БТ, р. (6,0 л/га) | 2 | 15,6 | 10,7 | 4,6 | 32,3 | 71,2 | 5,5 | 3,4 | 1,6 | 38,2 | 71,9 | |
| Бітоксикацілін БТ, р. (4,0 л/га) | 3 | 5,8 | 3,8 | 0,9 | 32,2 | 83,4 | 3,2 | 2,0 | 0,7 | 35,5 | 75,0 | |
| Система біозахисту №2 | | | | | | | | | | | | |
| Бітоксикацілін БТ, р. (5,0 л/га) + Біоспектр БТ (6,0 л/га) | 1 | 5,3 | 4,1 | 2,0 | 25,6 | 65,5 | 2,2 | 1,7 | 1,0 | 26,2 | 63,3 | |

| Варіант, (норма внесення) | Обробки у фенофази | Чисельність п.з.я.**, кол./100 лист. | | | Технічна ефективність проти п.з.я., % | | | Чисельність п.с.я.***, кол./100 лист. | | | Технічна ефективність проти п.с.я., % | | |
|--|-----------------------|---|-----------------|-----------------|---|-----------------|-----------------|--|-----------------|-----------------|---|-----------------|-----------------|
| | | до обр. | через 2 доби | через 7 днів | через 2 доби | через 7 днів | через 7 днів | до обр. | через 2 доби | через 7 днів | через 2 доби | через 7 днів | через 7 днів |
| Актофит БТ, к.е. (2,0 л/га) + Бітоксикацилін БТ, р. (3,0 л/га) | 2 | 15,7 | 10,4 | 5,2 | 34,6 | 67,7 | 5,6 | 3,5 | 1,9 | 37,5 | 67,3 | | |
| Боверин БТ, р. (20,0 л/га) | 3 | 5,9 | 3,6 | 1,1 | 36,8 | 80,0 | 3,3 | 2,1 | 0,6 | 34,3 | 79,2 | | |
| Система біозахисту №3 | | | | | | | | | | | | | |
| Біоспектр БТ, р. (6,0 л/га) + Актофит БТ (2,0 л/га) | 1 | 5,2 | 3,6 | 1,6 | 33,3 | 71,9 | 2,1 | 1,4 | 0,7 | 36,4 | 73,1 | | |
| Метаризин БТ, р. (3,0 л/га) + Боверин БТ, р. (10,0 л/га) | 2 | 15,6 | 10,3 | 3,8 | 34,8 | 76,2 | 5,5 | 3,3 | 1,4 | 40,0 | 75,4 | | |
| Бітоксикацилін БТ, р. (3,0 л/га) + Біоспектр БТ, р. (3,0 л/га) | 3* | 10,2 | 6,0 | 1,6 | 39,1 | 83,2 | 5,8 | 3,4 | 1,1 | 39,5 | 78,3 | | |
| НІР₀₅ | — | 1,4 | 3,1 | 0,7 | — | — | 1,3 | 1,1 | 0,4 | — | — | | |

Примітки: 1 — фенофаза «рожевий бутон», 2 — фенофаза «формування плодів», 3* — фенофаза «ріст плодів» (плід розміром як горіх ліщини), 3 — фенофаза «ріст плодів» (плід розміром волоський горіх);
** п.з.я. — попелиця зелена яблунева; *** п.с.я. — попелиця сіра яблунева.

2. Урожайність яблуневих насаджень при досліджуванні систем біозахисту яблуні проти попелиць зеленої та сірої яблуневих (Україна, ІЗР НААН, яблуневий сад, 2022–2023 рр.)

| Показник | Еталон | | Система біозахисту | | | | | |
|----------------|--------|------|--------------------|------|------|------|------|------|
| | | | №1 | | №2 | | №3 | |
| | т/га | % | т/га | % | т/га | % | т/га | % |
| Урожайність | 16,1 | – | 15,5 | – | 15,6 | – | 15,8 | – |
| У т.ч.: I сорт | 8,9 | 55,3 | 6,9 | 44,5 | 7,0 | 44,9 | 7,3 | 46,2 |
| II сорт | 5,4 | 33,5 | 6,4 | 41,3 | 6,3 | 40,4 | 6,4 | 40,5 |
| нестандарт | 1,8 | 11,2 | 2,2 | 14,2 | 2,3 | 14,7 | 2,1 | 13,3 |

Застосування системи біозахисту №1 дозволило отримати 15,5 т/га плодів яблуні (табл. 2), з них плодів першого сорту — 6,9 т/га. При дослідженні системи біозахисту №2 отримали 15,6 т/га плодової продукції, з них плодів першого сорту — 7,0 т/га. Внесення препаратів системи біологічного захисту №3 забезпечило отримання урожайності на рівні 15,8 т/га, у тому числі плодів першого сорту — 7,3 т/га. За обприскування еталоном урожайність плодів яблуні становила 16,1 т/га, з них плодів першого сорту — 8,9 т/га.

ВИСНОВКИ

Всі системи захисту яблуні, які базувалися на обприскуванні біопрепаратами, в Західному Лісостепу України дозволили отримати високі показники урожайності та надійний рівень захисту яблуні від попелиць зеленої та сірої яблуневих. Технічна ефективність систем біозахисту проти попелиці зеленої яблуневої становила 65,5–83,4%, проти попелиці сірої яблуневої — 63,3–79,2%. За дослідження систем біозахисту яблуні отримали врожайність насаджень яблуні в межах 15,5–15,8 т/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 відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Довідник із захисту рослин ; за ред. М.П. Лісового. Київ: Урожай, 1999. 744 с.

2. Шевчук І.В., Гриник І.В., Каленич Ф.С. Агроекологічні системи інтегрованого захисту плодкових і ягідних культур від шкідників і хвороб. Рекомендації. Київ: ПП Санспарель, 2021. 188 с.

3. 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>

4. Федоренко В.П., Броун І.В. Біологічний захист від зеленої яблуневої попелиці. Карантин і захист рослин. 2012. № 1. С. 24-25.

5. Бровдій В.М., Гулий В.В., Федоренко В.П. Біологічний захист рослин: Навчальний посібник. Київ: Світ, 2003. 352 с.

6. Дядечко М.П. Біологічний захист рослин. Біла Церква, 2001. 312 с.

7. Гунчак М.В. Ефективність застосування біологічних систем захисту яблуні від борошнистої роси та парші в умовах Західного Лісостепу України. Фітосанітарна безпека. 2023. Вип. 69. С. 62-75. DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.62-75>

8. Гунчак М.В., Зайцев Ю.О., Шапран С.В. Біологічний метод захисту яблуні проти зеленої (*Aphis pomi* Deg.) та сірої (*Dysaphis Devectora*) яблуневих попелиць в умовах Західного Лісостепу України. Агроекологічний журнал. 2023. № 4. С. 141-148. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2023.293781>

9. 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/bs.ae-cr.2019.02.003>

10. 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>

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. проф. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.

13. Valli V., Stahl F., Feit E. *Field Experiments*. 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8_3-1

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

¹Ukrainian Science Research Plant Quarantine Station Institute of Plant Protection of the NAAS, Naukova str., 4, Boiany, Chernivtsi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine

²Chernivtsi regional center of the State Institution «Soils Protection

Institute of Ukraine», 194-A, Heroes of the Maidan str., Chernivtsi, Chernivtsi region, 58013, Ukraine

Effectiveness of application of apple biological protection systems against green and red-headed apple aphids of the Western Forest Steppe of Ukraine

Goal. Research on the effectiveness of apple tree protection systems based on the use of biological preparations against green and red-headed apple aphids in the conditions of the Western Forest Steppe. **Methods.** The distribution of pests was recorded depending on the phases of apple tree development in accordance with generally accepted methods. The technical efficiency of insecticides was determined after 2 and 7 days. Statistical processing of the results was carried out according to generally accepted methods. **Results.** During the monitoring of the phytosanitary state, it was established that during 2022—2023, in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine, significant damage was caused to the agrocenosis of apple trees by green and red-headed apple aphids. The research results established that the application of the bioprotection system of apple plantations No. 1 (Actophyt BT (aversectin C, 0.2%), k.e.; Biospectr BT (*Pseudomonas* bacteria, titer not lower than 5.0×10^9 CFU/cm³), p.; Bitoxybacillin BT (living cells of *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*, titer not lower than 2.0×10^9 CFU/cm³ and spore-crystalline complex with toxins β -exotoxin and δ -endotoxin, r.) provided effectiveness against green apple aphid within 68.4—83.4%, and against red-headed apple aphid — 69.2—75.0%. When applying the following protection system (Bitoxybacillin BT, r. + Biospectr BT, r.; Actofit BT, k.e. + Bitoxybacillin BT, r.; Boverin BT (*Beauveria* fungi, viable cell titer not lower than 3.0×10^9 CFU/cm³, p.) effectiveness against green apple aphid was 65.5—80.0%, and against red-headed apple aphid — 63.3—79.2%. Application of bioprotection system No. 3 (Biospectr BT, r. + Actofit BT, k.e.; Metarizin BT (*Metarhizium* fungi, titer of viable cells not lower than 2.0×10^9 CFU/cm³), r. + Boverin BT, r.; Bitoxybacillin BT, r. + Biospectr BT, r.) made it possible to reduce the number of green apple aphids by 71.9—83.2% and red-headed apple aphids by 73.1—78.3%. During the study of apple tree protection systems, which were based on the introduction of biopreparats, against green and gray apple aphids in the Western Forest Steppe of Ukraine, the yield was 15.5—15.8 t/ha. **Conclusions.** All apple bioprotection systems that were studied in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine ensured high yield rates and a high level of protection of apple plantations against green and red-headed apple aphids. The technical efficiency of the bioprotection systems used against the green apple aphid was 65.5—83.4%, against the red-headed apple aphid — in the range of 63.3—79.2%. The yield of apple plantations during the study of apple tree protection systems, which were based on the use of drugs of biological origin, was 15.5—15.8 t/ha.

apple; aphids; phytosanitary monitoring; biological method of protection; 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. 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. 188 s. (in Ukrainian).
3. Ianovskyi Yu.P., Sukhanov S.V., Krykunov I.V., Fomenko O.O. (2022). Efektyvnist suchasnykh insektytsydiv u zakhysti yablunevykh nasadzen vid popelytsi chervonohalovoi. [Effectiveness of modern insecticides in protecting apple orchards from red-headed aphid]. Zakhyst i karantyn roslyn, 66, 222-230. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.222-230> (in Ukrainian).
4. Fedorenko V.P., Broun I.V. (2012). Biolohichni zakhyst vid zelenoi yablunevoi popelytsi. [Biological protection against green apple aphid]. Karantyn i zakhyst roslyn, 1, 24-25 (in Ukrainian).
5. Brovdii V.M., Hulyi V.V., Fedorenko V.P. (2003). Biolohichni zakhyst roslyn: Navchalnyi posibnyk. [Biological protection of plants: Study guide]. Kyiv: Svit. 352 s. (in Ukrainian).
6. Dyadechko M.P. (2001). Biolohichni zakhyst roslyn. [Biological plant protection]. Bila Tserkva. 312 s. (in Ukrainian).
7. Hunchak M.V. (2023). Efektyvnist zastosuvannia biolohichnykh system zakhystu yabluni vid boroshnystoi rosy ta parshi v umovakh Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. [The effectiveness of the application of biological systems for the protection of apple trees against powdery mildew and scab in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine]. Fitosanitarna bezpeka, 69, 62-75. DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.62-75> (in Ukrainian).
8. Hunchak M.V., Zaitsev Yu.O., Shapran S.V. (2023). Biolohichni metod zakhystu yabluni proty zelenoi (*Aphis pomi* Deg.) ta siroi (*Dysaphis Devectora*) yablunevykh popelyts v umovakh Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. [Biological method of apple tree protection against green (*Aphis pomi* Deg.) and gray (*Dysaphis Devectora*) apple aphids in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine]. Ahroekolohichni zhurnal, 4, 141-148. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2023.293781> (in Ukrainian).
9. 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/bs.aecr.2019.02.003> (in English).

10. Sherstoboieva O.V., Kryzhanivskiy A.B., Kryzhko A.I. (2021). Ekolohichni perevahy zastosuvannya mikrobiometodu v intehrovaniy systemi zakhystu roslin. [Ecological advantages of using the microbiomethod in the integrated system of plant protection]. Ahroekolohichniy zhurnal, 3, 27-32. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240318> (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 vyprobuvannya i zastosuvannya pestytsydiv. [Testing technique and pesticide usage]. Kyiv: Svit. 448 s. (in Ukrainian).

13. 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: 12.09.2024

Прийнята до друку: 24.11.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025