

ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ХІМІЧНИХ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ (*MALUS*) ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ В УМОВАХ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОЇ ПРОВІНЦІЇ КАРПАТСЬКОЇ ГІРСЬКОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

М.В. Гунчак

Чернівецька філія ДУ «Держгрунтохорона» (м. Чернівці, Україна)
e-mail: chernivtsy_grunt@ukr.net; ORCID: 0000-0002-3521-8531

Встановлено, що найпоширенішими фітофагами в яблуневих садах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України у 2015–2020 рр. були яблунева плодожерка, попелиці, листовійки, кліщі, яблунева міль, квіткоїд та оленка волохата. Найпоширенішими хворобами яблуневих насаджень досліджуваної території були парша, борошниста роса, плодова гниль та моніліоз. На підставі даних фітосанітарного стану розроблено удосконалену та інтенсивну систему хімічного захисту яблуневого саду від комплексу шкідливих організмів, які адаптовано до ґрунтово-кліматичних умов Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України. Система інтенсивного хімічного захисту, яка включала 12 обробок хімічними пестицидами, забезпечила технічну ефективність проти шкідників і хвороб від 86,5 до 97,1%, урожайність на рівні 26,5 т/га, в т. ч. 65,8% плодів I-го сорту. Під час застосування цієї системи отримали прибуток у середньому 85042,10 грн/га та рентабельність 66,98%. Удосконалена система захисту забезпечила зниження пестицидного навантаження на садову екосистему за використання малополярних пестицидів. Урожайність за використання удосконаленої системи захисту становила 26,1 т/га, в т. ч. 64,7% I-го сорту, а технічна ефективність — від 83,5 до 95,2%. Застосування цієї системи дало змогу отримати прибуток у розмірі 87336,89 грн/га, за рівня рентабельності 71,9%. Агроекотоксикологічний індекс для всіх систем захисту був меншим 1, тобто досліджувані системи захисту є мало небезпечними та не приводять до забруднення екосистеми. Для інтенсивної системи хімічного захисту цей показник становив від 0,30 ($I_{зон}$ 0,7) до 0,85 ($I_{зон}$ 0,5). Для удосконаленої системи захисту АЕТІ сягав у межах 0,017–0,041 ($I_{зон}$ 0,7 і $I_{зон}$ 0,5 відповідно).

Ключові слова: зональні системи захисту, яблуня, пестициди, ступінь небезпечності, екотоксикологічний ризик, фітосанітарний стан, економічна ефективність.

ВСТУП

Садівництво — галузь, де інтенсивно застосовують хімічні засоби захисту. Однак для одержання екологічно безпечної плодової продукції стратегія захисту яблуневих садів повинна ґрунтуватись на посиленні екологічного підходу щодо розробки та реалізації захисних заходів.

Потенціал урожайності яблуні знижують стресові погодно-кліматичні чинники та погіршення фітосанітарного стану, зумовлене глобальним потеплінням. Насадженням яблуні завдають збитків близько 180 видів шкідливих організмів, втрати від яких становлять близько 30%, а в періоди спалахів розмноження шкідників та епіфітотій хвороб можуть перевищувати 60% [1].

Сучасні системи захисту яблуневого саду від шкідливих організмів базуються на інтенсивному застосуванні хімічних препаратів, які включають у середньому 15–18 обробок високотоксичними фунгіцидами та інсектицидами, не враховуючи необхідність чергування пестицидів різного механізму дії. За використання таких систем захисту знищується корисна ентомофауна та виникає резистентність у шкідливих організмів до пестицидів [2–4].

Застосування пестицидів зумовило порушення природних біоценозів і зниження процесів саморегуляції, появи нових економічно значущих шкідників. Виникла потенційна загроза здоров'ю людини і непередбачуваних наслідків. Унаслідок цього, особливістю стратегії систем захисту

повинно бути екологічне регулювання чисельності шкідливих організмів за зниження кількості хімічних обробок та вдосконалення асортименту пестицидів [5–7].

Це все зумовлює необхідність розробки нової концепції захисту яблуні, яка буде ґрунтуватись на еколого-токсикологічній безпечності та економічній ефективності, що дасть змогу створити стійку і продуктивну екосистему яблуневого саду.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

В яблуневих садах України налічується значна кількість шкідливих організмів, що послаблюють життєдіяльність насаджень упродовж вегетації. Важлива роль зі зниження шкідливої дії фітофагів у екоценозі яблуневого саду належить хімічному захисту [8].

Мостов'як С.М. та ін. [9] вказують, що засоби захисту рослин є невід'ємною складовою сучасних агротехнологій, незважаючи на негативні наслідки їх впливу на навколишнє природне середовище. Для зменшення негативного впливу пестицидів на екосистему необхідно враховувати потенційні екологічні ризики їх застосування. Назріла необхідність удосконалення сучасних технологій вирощування продукції рослинництва шляхом розробки екологічно-безпечних систем хімічного захисту від шкідників та хвороб [10].

Екологічні проблеми захисту яблуневих насаджень зумовлені особливостями агроекосистеми: монокультурний характер вирощування багаторічних насаджень створює постійно високий інфекційний фон. У працях Федоренка В.П. та ін. [11], Васильєва В.П. та ін. [12] доведено, що в ланцюгу живлення «плодові дерева – фітофаги – хижаки та паразити» найбільш вразлива ланка щодо абіотичних, біотичних і антропогенних чинників є рослини. Останніми роками на продуктивність садів істотно впливає зміна клімату – зими з різкими перепадами температур (від відлиги до сильних морозів), заморозки під час цвітіння, ґрунтові й повітряні посухи в період росту та дозрівання плодів. Назріла

необхідність переходу до адаптивного садівництва та удосконалення всіх елементів технології вирощування яблуні, зокрема зональних систем захисту від шкідливих організмів [4].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Роботу виконано впродовж 2015–2020 рр. в Інституті захисту рослин Національної академії аграрних наук України (ІЗР НААН) в лабораторії аналітичної хімії пестицидів, в Українській науково-дослідній станції карантину рослин ІЗР НААН (УкрНДСКР ІЗР) в лабораторії екологізації землеробства.

Дослідження здійснювали в плодovому саду УкрНДСКР ІЗР (Чернівецька обл.) за загальноприйнятими методиками [13–15].

Фітосанітарний моніторинг проводили візуально та за допомогою феромонних пасток [13]. Визначення залишків, вивчення процесів детоксикації пестицидів в яблуневому агроценозі здійснювали з використанням фізико-хімічних методів аналізу за методиками, офіційно затвердженими Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України [16].

Небезпечність застосування пестицидів оцінювали за інтегральною 7-ми ступеневою шкалою, яку визначали рівнянням [12]:

$$C_n = (K_A + K_B) - 1, \quad (1)$$

де C_n – ступінь небезпечності препарату, K_A – клас небезпечності за токсикологічною класифікацією, K_B – клас небезпечності за екотоксикологічною класифікацією.

Ступінь небезпечності характеризує пестицидні сполуки так: 1 і 2 ступінь – надзвичайно небезпечні, 3 – небезпечні, 4 і 5 – помірно небезпечні, 6 і 7 – мало небезпечні.

Ризик застосування пестицидів оцінювали за агроекотоксикологічним індексом (АЕГІ), способом аналізу системи: власності пестицидів – сезонне навантаження – толерантність території [5; 6].

Під час планування хімічних заходів слід добирати асортимент пестицидів та норму їх витрати на одиницю площі з таким розрахунком, щоб значення АЕТІ були як можна меншими й не перевищували 1.

Такому значенню АЕТІ відповідає прогнозоване навантаження в розмірі 4 умовних кг/га, тобто повинно виконуватись обмеження [4]:

$$\frac{\sum H}{Q \cdot 3I_{\text{зон}}} \leq 4, \quad (2)$$

де $\sum H$ – сезонне навантаження пестицидів, кг/га; 3 – коефіцієнт адсорбційної властивості листкової поверхні; Q – середньозважений ступінь небезпечності пестицидів; $I_{\text{зон}}$ – зональний індекс здатності території до самоочищення.

У плодовому саду зональний індекс самоочищення, тобто толерантність екосистеми збільшується втричі за рахунок адсорбційної властивості листкової поверхні. Відповідно рівняння граничного навантаження пестицидів матиме вигляд [4]:

$$\sum H = 12Q \cdot I_{\text{зон}}. \quad (3)$$

Агроекотоксикологічний індекс описується рівнянням [4]:

$$AETI = \frac{10 \frac{\sum H}{Q \cdot 3I_{\text{зон}}} \left(1 + \frac{\sum H}{Q \cdot 3I_{\text{зон}}} \right)^3}{\left(1 + \frac{\sum H}{Q \cdot 3I_{\text{зон}}} \right)^4 + 5000}, \quad (4)$$

де $AETI$ – агроекотоксикологічний індекс, який характеризується так: 0–1 – мало небезпечний, 1–4 – середньонебезпечний, 4–8 – підвищеної небезпечності, 8–10 – високонебезпечний.

Економічну ефективність застосування засобів захисту визначали за загальноприйнятими методиками [17].

Прибуток від вирощування яблуневої продукції розраховували за формулою [17; 18]:

$$ПБ = ЦП - (CB \times Y), \quad (5)$$

де $ПБ$ – прибуток, грн/га; $ЦП$ – вироблена продукція за цінами реалізації, грн/га;

CB – собівартість 1 т плодів, грн/т; Y – урожайність, т/га.

Норму рентабельності захисних заходів визначали як процентне співвідношення прибутку до всіх витрат [17; 18]:

$$P = ПБ / (CB \times Y) \times 100\%. \quad (6)$$

Статистичну обробку одержаних даних здійснювали методом дисперсійного аналізу [19] з використанням комп'ютерної програми Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Видовий склад і чисельність шкідників, поширення та розвиток основних хвороб у яблуневих садах у Передкарпатській провінції Карпатської гірської зони України значно відрізняється від інших ґрунтово-кліматичних зон України. Результатами фітосанітарного моніторингу встановлено, що впродовж 2015–2020 рр. яблуневому агроценозу найбільшої шкоди (*рис. 1*) завдавали такі шкідники: яблунева плодожерка (37,9%), попелиці (19,1), листовійки (11,0), кліщі (9,1), яблунева міль (8,7), квіткоїд (7,9), оленка волохата (5,4%). Чисельність сірого брунькового довгоносика, букарки, казарки, яблуневої листоблішки, шовкопрядів була невеликою, але у комплексі з іншими шкідниками вони наносили незначні пошкодження яблуневих насаджень.

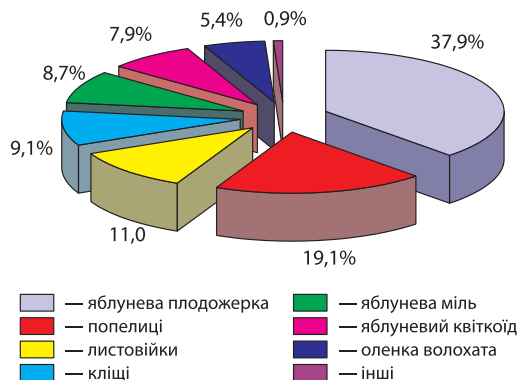


Рис. 1. Видовий склад фітофагів в яблуневих насадженнях (яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2015–2020 рр.)

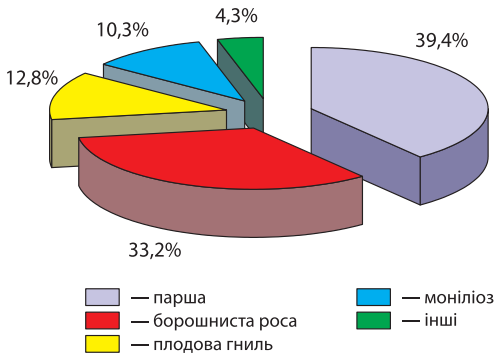


Рис. 2. Ураження яблуневих насаджень хворобами (яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2015–2020 рр.)

За результатами досліджень упродовж 2015–2020 рр. встановлено, що найпоширенішими хворобами яблуневих насаджень у Передкарпатській провінції Карпатської гірської зони України є парша (39,4%), борошниста роса (33,2), плодова гниль (12,8), моніліоз (10,3) та інші (4,3%) (рис. 2).

Грунтово-кліматичні умови Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України значно відрізняються від інших грунтово-кліматичних зон України за температурним режимом, нормою опадів та

типом ґрунту. Тому систему захисту необхідно будувати з урахуванням низки чинників, а саме: ґрунтово-кліматичних умов (ґрунт – сірий опідзолений середньозмитий важкосуглинковий, клімат помірно континентальний із нерівномірним розподілом опадів 370–650 мм, сумою ефективних температур 2888–3153°C, ГТК – 0,7–1,3), фенологічних особливостей розвитку яблуні у регіоні (період активної вегетації 194–209 діб), фітосанітарної ситуації та здатності території до самоочищення (інтенсивна за $I_{зон}$ 0,60–0,79, помірна за $I_{зон}$ 0,40–0,59).

Під час вибору засобів захисту враховували механізм дії препаратів, дотримання гігієнічних норм, чергування пестицидів різних класів сполук упродовж сезону. Системи захисту яблуні від шкідливих організмів розробляли на результатах фітосанітарного стану агроценозу.

Для дослідження особливостей хімічного методу захисту яблуні в Передкарпатській провінції Карпатської гірської зони України у 2015–2020 рр. вивчали дві системи: інтенсивну, яка включає 12 обробок інсектицидами і фунгіцидами (табл. 1), а також удосконалену систему, в якій кількість обробок знижена до 9 (табл. 2).

Таблиця 1. Екотоксикологічна характеристика інтенсивної хімічної системи захисту яблуні від шкідників та хвороб (яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2015–2020 рр.)

| Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини, г/л, кг | Н. в., кг, л/га | Максимальна кратність обробок / назва ураженого органу | Об'єкт, проти якого проводиться обробка | Технічна ефект., % | $T_{50+0,5}$, діб | $T_{95+2,0}$, діб | C_H |
|--|-----------------|--|---|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| 1. Зелений конус / III декада березня – I декада квітня | | | | | | | |
| Енжіо 247 SC, КС (Ін.) лямбда-цигалотрин, 106 тіаметоксам, 141 | 0,15 | 2 / бутони | попелиці, довгоносики, кліщі | 93,5 | 7–8 4–5 | 30 13 | 4,7 4 5 |
| Косайд 2000, ВГ (Ф) міді гідроксид, 538 | 2,5 | 3 / листки | парша | 90,4 | 3–4 | 14 | 5 |
| 2. Відокремлення бутонів / I–II декади квітня | | | | | | | |
| Енжіо 247 SC, КС (Ін.) лямбда-цигалотрин, 106 тіаметоксам, 141 | 0,2 | 2 / бутони | попелиці, довгоносики | 94,2 | 7–8 4–5 | 30 13 | 4,7 4 5 |
| Делан, ВГ (Ф) дитіанон, 700 | 0,8 | 3 / листки | парша | 91,8 | 4–5 | 18 | 5 |
| Кумулос ДФ, ВГ (Ф) сірка, 800 | 6,0 | 2 / листки | борошниста роса | 91,8 | 3–4 | 13 | 5 |

Продовження таблиці 1

| Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини, г/л, кг | Н. в., кг, л/га | Максимальна кратність обробок / назва ураженого органу | Об'єкт, проти якого проводиться обробка | Технічна ефект., % | T _{50+0,5} , діб | T _{95+2,0} , діб | C _н |
|--|-----------------------|---|---|-----------------------|------------------------------|------------------------------|----------------|
| 3. Рожевий бутон / II–III декади квітня | | | | | | | |
| Каліпсо 480 SC, КС (Ін.) тіаклоприд, 480 | 0,3 | 1 / суцвіття, листки | листовійки, оленка волохата, молі | 96,8 | 3–4 | 16 | 5 |
| Хорус 75 WG, ВГ (Ф) ципродиніл, 750 | 0,2 | 4 / листки | парша, борошніста роса | 93,2 | 4–5 | 20 | 4 |
| Скала 400 SC, КС (Ф) піриметаніл, 400 | 0,8 | 3 / листки | парша, борошніста роса | 93,2 | 4–5 | 17 | 5 |
| Делан, ВГ (Ф), дитіанон, 700 | 0,5 | 3 / листки | парша | 93,2 | 3–4 | 17 | 5 |
| 4. Кінець цвітіння / III декада квітня – I декада травня | | | | | | | |
| Пірінекс Супер, КЕ (Ін.) хлорпірифос, 400 біфентрин, 20 | 1,5 | 2 / листки, суцвіття | плодожерка, молі, листовійки, попелиці | 96,5 | 7–8 9–10 | 30 43 | 3 3 3 |
| Ніссоран, ЗП (Ін.) гексїтіазокс, 100 | 0,5 | 1 / листки | кліщі | 96,1 | 8–9 | 38 | 5 |
| 5. Формування плодів / I–III декади травня | | | | | | | |
| Малвін 80, ВГ (Ф) каптан, 800 | 2,0 | 3 / листки | парша | 90,2 | 3–4 | 16 | 5 |
| Флінт Стар 520 SC, КС (Ф) трифлорксістробін, 120 піриметаніл, 400 | 0,5 | 3 / листки | парша, борошніста роса | 90,2 | 4–5 3–4 | 20 17 | 4,8 4 5 |
| 6. Ріст плодів (плід розміром ліщини) / III декада травня – I декада червня | | | | | | | |
| Актара 25 WG, ВГ (Ін.) тіаметоксам, 250 | 0,14 | 2 / листки | попелиці, молі, лис- тов., пло- до- жерка | 95,8 | 4–5 | 14 | 5 |
| Антракол, 70 WP, ЗП (Ф) пропінеб, 700 | 2,0 | 3 / листки | парша | 88,6 | 4–5 | 18 | 6 |
| 7. Ріст плодів (плід розміром волоського горіха) / II–III декади червня | | | | | | | |
| Енвідор 240 SC, КС (Ін.) спіродиклофен, 240 | 0,5 | 2 / листки | кліщі | 97,1 | 3–4 | 13 | 6 |
| Кораген 20, КС (Ін.) хлорантраніліпрол, 200 | 0,2 | 2 / листки, плоди | плодожерка, листовійки, молі | 96,7 | 3–4 | 22 | 6 |
| Скор 250 EC, КЕ (Ф) дифеноконазол, 250 | 0,2 | 4 / листки | парша, борошніста роса | 89,6 | 3–4 | 14 | 5 |

| Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини, г/л, кг | Н. в., кг, л/га | Максимальна кратність обробок / назва ураженого органу | Об'єкт, проти якого проводиться обробка | Технічна ефект., % | T _{50+0,5} , діб | T _{95+2,0} , діб | Сн |
|---|-----------------|--|---|--------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|
| 8. Ріст плодів / I–II декади липня | | | | | | | |
| Канонір Дуо, КС (Ін.) імідаклопрід, 300 лямбда-цигалотрин, 100 | 0,1 | 1 / листки, плоди | листовійки, плодожерки, попелиці | 93,4 | 3–4 7–8 | 15 30 | 4,8 5 4 |
| Малвін 80, ВГ (Ф) каптан, 800 | 2,0 | 3 / листки | парша | 86,5 | 3–4 | 16 | 5 |
| 9. Ріст плодів / II–III декади липня | | | | | | | |
| Нурел Д, КЕ (Ін.) хлорпірифос, 500 циперметрин, 50 | 1,0 | 2 / листки, плоди | листовійки, плодожерки, попелиці, молі | 96,7 | 7–8 4–5 | 30 25 | 3,3 3 4 |
| Луна Сенсейшн 500 SC, КС (Ф) трифлуксістробін, 250 флуопірам, 250 | 0,35 | 2 / листки, плоди | парша, борошніста роса, моніліоз | 94,2 | 4–5 3–4 | 20 15 | 4,5 4 5 |
| 10. Ріст плодів / I декада серпня | | | | | | | |
| Кораген 20, КС (Ін.) хлорантраніліпрол, 200 | 0,2 | 2 / листки, плоди | плодожерки, листовійки | 93,1 | 3–4 | 22 | 6 |
| Пенкоцеб, ЗП(Ф) манкоцеб, 800 | 2,0 | 5 / листки, плоди | парша, моніліоз | 87,3 | 3–4 | 15 | 6 |
| 11. Ріст плодів / II декада серпня | | | | | | | |
| Моспілан, ВП (Ін.) ацетаміпрід, 200 | 0,2 | 2 / листки, плоди | плодожерки, листовійки | 94,2 | 3–4 | 14 | 5 |
| Полірам ДФ, ВГ (Ф) метирам, 700 | 2,5 | 2 / листки, плоди | парша | 91,4 | 4–5 | 20 | 5 |
| 12. Дозрівання плодів / III декада серпня – I декада вересня | | | | | | | |
| Топсін-М, ЗП (Ф) тіофанат-метил, 700 | 2,0 | 3 / листки, плоди | парша | 92,1 | 4–5 | 20 | 5 |

Примітка: Н. в. – норма витрати, кг, л/га; T_{50+0,5} – період напіврозпаду пестицидів, діб; T_{95+2,0} – період повного розпаду пестицидів; Сн – ступінь небезпечності.

За інтенсивної системи захисту обробки здійснювали у найбільш вразливі фенофази: перша – у фенофазі «зелений конус» інсектицидом Енжіо 247 SC, КС (0,15 л/га) та фунгіцидом Косайд 2000, ВГ (2,5 кг/га). Вона дала змогу на 93,5% знищити на ранніх стадіях розвитку наявних шкідників (довгосик, букарка, казарка, зимуючі стадії зеленої яблунової попелиці, листовійок, кліщів) і до 90,4% збудників хвороб яблуні (парша, борошніста роса).

Друга обробка у фенофазі «відокремлення бутонів» інсектицидом Енжіо 247 SC, КС (0,2 л/га) знизилася чисельність зеленої яблунової попелиці, кліщів, листовійок на 94,2%, а обробка фунгіцидами Делан, ВГ (0,8 кг/га) та Кумулос ДФ, ВГ (6,0 кг/га) стримувала розвиток борошністої роси і парші до 91,8%.

Проведення третьої обробки яблуні у фенофазі «рожевий бутон» інсектицидом Каліпсо 480 SC, КС (0,3 л/га) та фунгіци-

Таблиця 2. Екотоксикологічна характеристика вдосконаленої хімічної системи захисту яблуні від шкідників та хвороб (яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2015–2020 рр.)

| Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини, г/л, кг | Н. в., кг, л/га | Максимальна кратність обробок / назва ураженого органу | Об'єкт, проти якого проводиться обробка | Технічна ефект., % | T _{50+0,5} , діб* | T _{95+2,0} , діб** | C _n |
|--|-----------------|--|---|--------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------|
| 1. Зелений конус / III декада березня – I декада квітня | | | | | | | |
| Енжіо 247 SC, КС (Ін.) лямбда-цигалотрин, 106 тіаметоксам, 141 | 0,15 | 2 / бутони | попелиці, довгоносики, кліщі | 92,5 | 7–8 4–5 | 30 13 | 4,7 4 5 |
| Медян Екстра 350 SC, КС (Ф) хлорокисид міді, 350 | 2,0 | 4 / листки | парша, борошніста роса | 83,5 | 3–4 | 15 | 5 |
| 2. Рожевий бутон / II–III декади квітня | | | | | | | |
| Каліпсо 480 SC, КС (Ін.) тіаклопрід, 480 | 0,25 | 1 / бутони, суцвіття, листки | листовійки, оленка волохата, молі, попелиці | 94,6 | 3–4 | 16 | 5 |
| Скор 250 ЕС, КЕ (Ф) дифеноконазол, 250 | 0,2 | 4 / листки | парша, борошніста роса | 85,2 | 3–4 | 14 | 5 |
| 3. Кінець цвітіння / III декада квітня – I декада травня | | | | | | | |
| Енжіо 247 SC, КС (Ін.) лямбда-цигалотрин, 106 тіаметоксам, 141 | 0,18 | 2 / бутони, суцвіття | попелиці, кліщі | 95,1 | 7–8 4–5 | 30 13 | 4,7 4 5 |
| Ніссоран, ЗП (Ін.) гекситіазокс, 100 | 0,3 | 1 / листки | кліщі | 96,3 | 8–9 | 38 | 5 |
| Делан, ВГ (Ф) дитіанон, 700 | 0,5 | 3 / листки | парша | 91,2 | 4–5 | 18 | 5 |
| 4. Формування плодів / I–III декади травня | | | | | | | |
| Моспілан, ВП (Ін.) ацетаміпрід, 200 | 0,15 | 2 / листки, плоди | плодожерки, листовійки, молі | 95,5 | 3–4 | 14 | 5 |
| Скор 250 ЕС, КЕ (Ф) дифеноконазол, 250 | 0,15 | 4 / листки | парша, борошніста роса | 86,3 | 3–4 | 14 | 5 |
| Блюз, КС (Ф) крезоксим-метил, 100 дифеноконазол, 200 | 0,35 | 2 / листки | парша, борошніста роса | 86,3 | 4–5 3–4 | 20 14 | 4,7 4 5 |
| 5. Ріст плодів (плід розміром ліщини) / III декада травня – I декада червня | | | | | | | |
| Канонір Дуо, КС (Ін.) імідаклопрід, 300 лямбда-цигалотрин, 100 | 0,1 | 1 / листки, плоди | листовійки, плодожерки, попелиці, молі, кліщі | 87,4 | 3–4 7–8 | 15 30 | 4,8 5 4 |
| Луна Сенсейшн 500 SC, КС (Ф) трифлуксістробін, 250 флуопірам, 250 | 0,35 | 2 / листки | парша, борошніста роса, моніліоз | 91,2 | 4–5 3–4 | 20 15 | 4,5 4 5 |

| Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини, г/л, кг | Н. в., кг, л/га | Максимальна кратність обробок / назва ураженого органу | Об'єкт, проти якого проводиться обробка | Технічна ефект., % | T _{50+0,5} , діб* | T _{95+2,0} , діб** | Сн |
|--|-----------------|--|---|--------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------|
| Флінт Стар 520 SC, КС (Ф) трифлуксістробін, 120 піриметаніл, 400 | 0,5 | 3 / листки | парша, борошніста роса, моніліоз | 91,2 | 4–5 3–4 | 20 17 | 4,8 4 5 |

6. Ріст плодів (плід розміром волоського горіха) / II–III декади червня

| | | | | | | | |
|--|-----|----------------------|---|------|------|----|---|
| Кораген 20, КС (Ін.) хлорантраніліпрол, 200 | 0,2 | 2 / листки, плоди | плодожерки, листовійки, молі | 95,2 | 3–4 | 22 | 6 |
| Блокбастер, КЕ (Ін.) біфентрин, 100 | 0,5 | 2 / листки, плоди | попелиці, кліщі | 93,4 | 9–10 | 43 | 3 |
| Скор 250 ЕС, КЕ (Ф) дифеноконазол, 250 | 0,2 | 4 / листки | парша, борошніста роса, моніліоз | 92,3 | 3–4 | 14 | 5 |
| Делан, ВГ (Ф) дитіанон, 700 | 0,5 | 3 / листки | парша | 92,3 | 4–5 | 18 | 5 |

7. Ріст плодів / II–III декади липня

| | | | | | | | |
|--|------|----------------------|---|------|------------|----------|---------------|
| Моспілан, ВП (Ін.) ацетаміпрід, 200 | 0,2 | 2 / листки, плоди | плодожерки, листовійки, | 94,5 | 3–4 | 14 | 5 |
| Луна Сенсейшн 500 SC, КС (Ф) трифлуксістробін, 250 флуопірам, 250 | 0,35 | 2 / листки | парша, борошніста роса, моніліоз | 93,8 | 4–5 3–4 | 20 15 | 4,5 4 5 |

8. Ріст плодів / I декада серпня

| | | | | | | | |
|--|-----|----------------------|---|------|------------|----------|---------------|
| Кораген 20, КС (Ін.) хлорантраніліпрол, 200 | 0,2 | 2 / листки, плоди | плодожерка, листовійки | 94,8 | 3–4 | 22 | 6 |
| Делан, ВГ (Ф) дитіанон, 700 | 0,5 | 3 / листки | парша | 92,4 | 4–5 | 18 | 5 |
| Флінт Стар 520 SC, КС (Ф) трифлуксістробін, 120 піриметаніл, 400 | 0,5 | 3 / листки | парша, борошніста роса, моніліоз | 93,5 | 4–5 3–4 | 20 17 | 4,8 4 5 |

9. Дозрівання плодів / III декада серпня – I декада вересня

| | | | | | | | |
|--|------|----------------------|------------|------|-----|----|---|
| Альфагард 100, КЕ (Ін.) альфа-циперметрин, 100 | 0,15 | 2 / листки, плоди | плодожерка | 93,6 | 7–8 | 30 | 4 |
| Топсін-М, ЗП (Ф) тіофанат-метил, 700 | 2,0 | 3 / листки, плоди | парша | 92,3 | 4–5 | 20 | 5 |

Примітка: Н. в. – норма витрати, кг, л/га; T_{50+0,5} – період напіврозпаду пестицидів, діб; T_{95+2,0} – період повного розпаду пестицидів; Сн – ступінь небезпечності пестицидів.

дами Хорус 75 WG, ВГ (0,2 кг/га), Скала 400 SC, КС (0,8 л/га) і Делан, ВГ (0,5 кг/га) забезпечило зниження чисельності пильщиків, молей, листовійок, попелиць, оленки волохатої на 96,8% та захист насаджень від борошнистої роси й початкових проявів парші до 93,2%.

Наступна обробка, здійснена у фенофазі «кінець цвітіння» (коли опало 75% пелюсток) інсектицидом Пірінекс Супер, КЕ (1,5 л/га), знизилася чисельність листовійок, молей, оленки волохатої та попелиць у середньому на 96,5%, а Ніссоран, ЗП (0,5 кг/га) забезпечив ефективність проти кліщів на рівні 96,1%.

Обробка насаджень яблуні у фенофазі «формування плодів» (п'ята фаза) фунгіцидами Малвін 80, ВГ (2,0 кг/га) та Флінт Стар 520 SC, КС (0,5 кг/га) стримувала розвиток парші і борошнистої роси в середньому за три роки досліджень на рівні 90,2%.

Дальший захід — обробка яблуні у фенофазі «ріст плодів» (плід розміром ліщини) — включав інсектицид Актара 25 WG, ВГ за норми витрати 0,14 кг/га та фунгіцид Антракол 70 WP, ЗП (2,0 кг/га). Ефективність інсектициду проти яблуневої плодожерки, попелиць, молей і листовійок становила на рівні 95,8%, а фунгіциду проти парші та борошнистої роси — 88,6%.

Сьома обробка яблуні, яка проводилася у фенофазі «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха) інсектицидами Енвідор 240 SC, КС за норми витрати 0,5 л/га та Кораген 20, КС (0,2 л/га) й фунгіцидом Скор 250 EC, КЕ (0,2 л/га) знизилася чисельність яблуневої плодожерки, листовійок, попелиць, кліщів на 96,7–97,1% та стримувала поширення парші і борошнистої роси на 89,6%.

Проведена обробка у фенофазі «ріст плодів» (І-ша декада липня) інсектицидами Канонір Дуо, КС за норми витрати 0,1 л/га, Кораген 20, КС (0,2 л/га) та фунгіцидом Малвін 80, ВГ (2,0 кг/га) проти листогризувачів і сисних шкідників (яблуневої плодожерки, листовійок, попелиць) й поширених хвороб парші та моніліозу (плодової гнилі) знизилася чисельність фітофагів на 93,4% і розвиток хвороб на 86,5%.

Наступна обробка у фенофазі «ріст плодів» (кінець II-ї декади липня) включала інсектицид Нурел Д, КЕ у нормі витрати 1,0 л/га та фунгіцид Луна Сенсейшн 500 SC, КС (0,35 л/га). Обприскування інсектофунгіцидною сумішшю стримувало поширення і розвиток яблуневої плодожерки, листовійок, молей та попелиць у середньому на 96,7%, а парші, борошнистої роси й моніліозу — на 94,2%.

У I-й декаді серпня яблуневі насадження обприскували інсектицидом Кораген 20, КС за норми витрати 0,2 л/га та фунгіцидом Пенкоцеб, ЗП (2,0 кг/га) проти яблуневої плодожерки II-го покоління, листовійок та парші й моніліозу. Технічна ефективність інсектициду Кораген 20, КС становила в середньому 93,1%, а фунгіциду Пенкоцеб, ЗП — 87,3%.

Проти яблуневої плодожерки, листовійок, парші одинадцять обробку здійснювали у II-й декаді серпня інсектицидом Моспілан, ВП у нормі витрати 0,2 кг/га та фунгіцидом Полірам ДФ, ВГ (2,5 кг/га). Технічна ефективність інсектициду Моспілан, ВП становила в межах 94,2%, а фунгіцид Полірам ДФ, ВГ стримував розвиток парші на 91,4%.

Остання дванадцять обробка проводилася у фенофазі «дозрівання плодів» (кінець серпня) системним фунгіцидом Топсін-М, ЗП у нормі витрати 2,0 кг/га для контролю хвороб під час зберігання плодів. Технічна ефективність препарату становила 92,1%.

Інсектициди, що застосовувались для захисту яблуні від шкідників у інтенсивній хімічній системі захисту відносяться до небезпечних препаратів зі ступенем небезпечності (Сн) 3 та до помірно небезпечних препаратів зі Сн 4–6. Період їх напіврозпаду (Т50), тобто час, за який відбувається зменшення кількості пестициду на 50% становив від 3 до 10 днів залежно від ступеня небезпечності пестицидів, а період повного розпаду (Т95), тобто час, за який відбувається зменшення кількості пестициду на 95% сягав у межах 13–43 діб. Фунгіциди, що застосовувались у цій системі відносяться до помірно небезпечних препаратів

(Сн 4–6), період їх напіврозпаду становив від 3 до 5 діб, а період повного розпаду – від 13 до 20 діб.

У результаті використання цієї системи врожайність у середньому за 2015–2020 рр. становила 26,50 т/га, зокрема 65,8% I-го сорту, 26,0 – II-го сорту та 8,2% нестандартних плодів.

Удосконалена та адаптована до погоднокліматичних умов й фітосанітарного стану Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України система хімічного захисту включає 9 обробок малополярними пестицидами зі ступенем небезпечності 4–6, які ефективні з низькою нормою витрат (див. *табл. 2*).

Перша обробка, здійснена у фенофазі «зелений конус» інсектицидом Енжіо 247 SC, КС (0,15 л/га) знизилася на ранніх стадіях розвитку чисельність кліщів, попелиць та листовійок на 92,5%, а профілактична обробка фунгіцидом Медян Екстра 350 SC, КС (2,0 л/га) зменшила розвиток борошнистої роси та парші на 83,5%.

Другу обробку проводили у фенофазі «рожевий бутон» інсектицидом Каліпсо 480 SC, КС (0,25 л/га) та фунгіцидом Скор 250 EC, KE (0,2 л/га), за якої чисельність молей, листовійок, попелиць і оленки волохатої знизилася на 94,6%, а розвиток борошнистої роси та початкових проявів парші яблуні на 85,2%.

Третю обробку проводили у фенофазі «кінець цвітіння» (коли опало 75% пелюсток) інсектицидами Енжіо 247 SC, КС (0,18 л/га), Ніссоран, ЗП (0,3 кг/га) та фунгіцидом Делан, ВГ (0,5 кг/га). Контролювали чисельність листовійок, молей та попелиць на 95,1%, кліщів на 96,3% і стримували розвиток хвороб яблуні на рівні 91,2%.

Обробка яблуневих насаджень у фенофазі «формування плодів» (четверта) інсектицидом Моспілан, ВП (0,15 кг/га) та фунгіцидами Скор 250 EC, KE (0,15 л/га) і Блюзо, КС (0,35 л/га) знизилася чисельність яблуневих плодожерки, листовійок, молей та попелиць на 95,5% і стримувала розвиток борошнистої роси й парші яблуні на 86,3%.

Наступну обробку проводили у фенофазі «ріст плодів» (плід розміром ліщини) інсектицидом Канонір Дуо, КС (0,1 л/га) та фунгіцидами Луна Сенсейшн 500 SC, КС (0,35 л/га), Флінт Стар 520 SC, КС (0,5 л/га). Технічна ефективність інсектициду Канонір Дуо, КС проти шкідників (I-го покоління яблуневих плодожерки, попелиць, молей, кліщів та листовійок) сягала 87,4%, а фунгіцидів Луна Сенсейшн 500 SC, КС та Флінт Стар 520 SC, КС проти парші, борошнистої роси та моніліозу – 91,2%.

Шоста обробка насаджень яблуні у фенофазі «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха) інсектицидами Кораген 20, КС (0,2 л/га) та Блокбастер, KE (0,5 л/га) й фунгіцидами Делан, ВГ (0,5 кг/га) і Скор 250 EC, KE (0,2 л/га) знизилася чисельність яблуневих плодожерки, листовійок, попелиць, кліщів, молей у середньому на 93,4–95,2% та стримувала поширення парші, борошнистої роси і моніліозу на 92,3%.

Наступна обробка у фенофазі «ріст плодів» (початок II-ї декади липня) інсектицидом Моспілан, ВП (0,2 кг/га) та фунгіцидом Луна Сенсейшн 500 SC, КС (0,35 л/га) стримувала поширення і розвиток яблуневих плодожерки та листовійок на 94,5%, парші й борошнистої роси – на 93,8%.

У I-й декаді серпня обприскування яблуневих насаджень інсектицидом Кораген 20, КС (0,15 л/га) та фунгіцидами Делан, ВГ (0,5 кг/га) й Флінт Стар 520 SC, КС (0,5 л/га) проти яблуневих плодожерки II-го покоління, листовійок та парші й моніліозу забезпечило ефективність інсектициду на рівні 94,8%, а фунгіцидів – на 92,4–93,5%.

Останню обробку здійснювали у фенофазі «дозрівання плодів» (кінець серпня) інсектицидом Альфагард 100, KE (0,15 л/га) для зниження чисельності яблуневих плодожерки та системним фунгіцидом Топсін-М, ЗП (2,0 кг/га) для контролю над паршею і моніліозом. Технічна ефективність інсектициду та фунгіциду становила відповідно 93,6% та 92,3%.

Інсектициди, що застосовувались для захисту яблуні від шкідників в удосконале-

ній хімічній системі захисту, відносяться до небезпечних препаратів зі ступенем небезпечності (Сн) 3 та до помірно небезпечних препаратів зі Сн 4–6. Період їх напіврозпаду становив від 3 до 10 дні, а період повного розпаду сягав від 13 до 43 діб. Фунгіциди, що застосовувались у цій системі відносяться до помірно небезпечних препаратів зі Сн 4–5, а Т50 та Т95 відповідно становив у межах 3–5 та 14–20 діб.

Урожайність яблуни за використання цієї системи в середньому за 2015–2020 рр. становила 26,10 т/га, у т. ч. 64,7% I-го сорту, 26,6 – II-го сорту та 8,7% нестандартних плодів.

Для того, щоб зберегти сприятливу економічну ситуацію, потрібно нормувати кількість та асортимент пестицидів на рівні, що відповідає інтенсивності самоочищення сільськогосподарських ландшафтів.

Тому, було визначено екотоксикологічний ризик застосування пестицидів шляхом розрахунку агроекотоксикологічного індексу (АЕТІ). Властивості пестицидів характеризували за ступенем небезпечності за інтегральною класифікацією, толерантність екосистеми до пестицидного навантаження – зональним індексом самоочищення – I зон.

Було розраховано показник АЕТІ за різних індексів зональності (від 0,5 до 0,7), оскільки територія знаходиться на кордоні лісостепової і передгірської зони, а межа між ними достатньо умовна, адже кліматичні умови, характерні для Лісостепу, характерні і для передгірської частини регіону.

Агроекотоксикологічний індекс для досліджуваних систем є мало небезпечним (рис. 3).

Показник сезонного навантаження пестицидів (Н) для інтенсивної хімічної системи становив 29,5 кг/га, в той час як для удосконаленої системи – 10,5 кг/га. Середньозважений ступінь небезпеки (Q) в системі інтенсивного хімічного захисту становив 5,0, а для удосконаленої системи – 4,9, що означає, що ці системи є помірно небезпечними.

Агроекотоксикологічний індекс для всіх систем захисту був меншим 1, тобто всі системи захисту є мало небезпечними та не приводять до забруднення екосистеми. Для інтенсивної системи хімічного захисту цей показник становив від 0,30 за $I_{зон}$ 0,7 до 0,85 за $I_{зон}$ 0,5. Для удосконаленої системи захисту АЕТІ сягав у межах 0,017–0,041 ($I_{зон}$ 0,7 і $I_{зон}$ 0,5 відповідно).

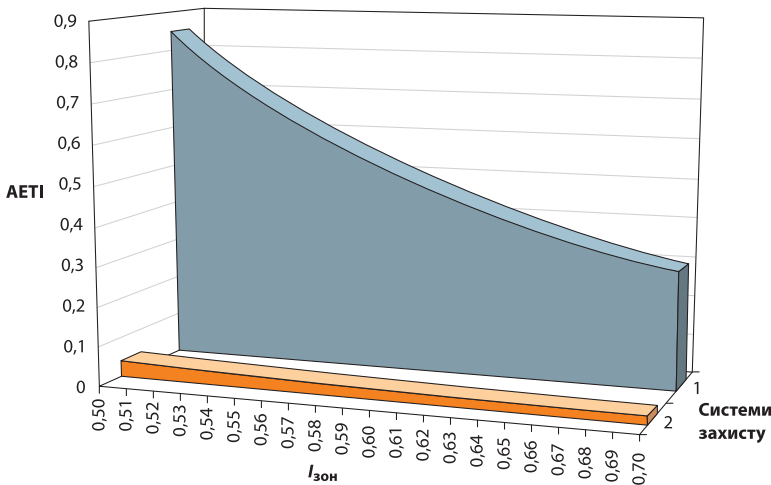


Рис. 3. Екотоксикологічний ризик систем захисту яблуневого саду від шкідливих організмів в Передкарпатській провінції Карпатської гірської зони України: 1 – інтенсивна хімічна система; 2 – удосконалена хімічна система

Таблиця 3. Економічна ефективність досліджуваних систем захисту яблуні від шкідливих організмів в умовах Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України (яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2015–2020 рр.)

| Показник | Контроль | Інтенсивна хімічна система | Удосконалена хімічна система |
|---|----------|----------------------------|------------------------------|
| Вартість системи, грн/га | – | 26916,40 | 18040,19 |
| Витрати, пов'язані з її застосуванням, грн/га | – | 2125,00 | 1820,00 |
| Урожайність, т | 15,80 | 26,50 | 26,10 |
| Продукція за цінами реалізації, грн/га | 79000,00 | 212000,00 | 208800,00 |
| Збережений урожай, т/га: | | 10,70 | 10,30 |
| Вартість збереженого врожаю, грн/га | – | 85600,00 | 82400,00 |
| Витрати, пов'язані з додатковим урожаєм, грн/га | – | 2728,50 | 2626,50 |
| Собівартість плодів, грн/т | 3792,20 | 4790,86 | 4653,76 |
| Прибуток, грн/га | 19083,24 | 85042,10 | 87336,89 |
| Рівень рентабельності, % | 31,85 | 66,98 | 71,90 |

Проведено економічну оцінку інтенсивної та удосконаленої систем хімічного захисту яблуні від шкідливих організмів у 2015–2020 рр. Для контролю розраховували показники економічної ефективності вирощування яблуні без застосування захисних заходів (табл. 3).

Економічний аналіз застосування даних систем на яблуні здійснювали згідно з такими показниками: вартість системи захисту, грн/га; витрати, пов'язані з її застосуванням, грн/га; врожайність, т/га; продукція за цінами реалізації, грн/га; збережений урожай, т/га; вартість збереженого врожаю, грн/га; витрати, пов'язані з додатковим урожаєм, грн/га; собівартість плодів, грн/т; але основними показниками економічної ефективності застосування пестицидів є прибуток, грн/га та рентабельність, %.

Дослідження та розрахунки засвідчили, що удосконалена система є ефективнішою за інтенсивну хімічну систему захисту та дала змогу отримати прибуток у середньому за роки досліджень у розмірі 87336,89 грн/га, за рентабельності 71,9%, що було зумовлено нижчою вартістю системи (18040,19 грн/га) та витрат, пов'язаних з її застосуванням (1820,00 грн/га).

Унаслідок застосування системи інтенсивного хімічного захисту отримали прибуток у розмірі 85042,10 грн/га, за рентабельності 66,98%.

За вирощування яблуні без застосування захисних заходів отримали прибуток у розмірі 19083,24 грн/га, за рівня рентабельності – 31,85%.

ВИСНОВКИ

Розроблено вдосконалену та інтенсивну системи хімічного захисту яблуневих садів від комплексу шкідливих організмів, які адаптовано до ґрунтово-кліматичних умов та особливостей фітосанітарного стану Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України.

Показано, що сучасний асортимент пестицидів дає змогу розробити системи, які забезпечують ефективний захист яблуневих садів від комплексу хвороб та шкідників. Система інтенсивного хімічного захисту, яка включала 12 обробок хімічними пестицидами за використання небезпечних препаратів, забезпечила технічну ефективність проти шкідників і хвороб від 86,5 до 97,1%, урожайність на рівні 26,5 т/га. Удосконалена система захисту забезпечила зниження пестицидного навантаження на садову екосистему за використання малополярних пестицидів, урожайність на рівні інтенсивної хімічної системи захисту (26,1 т/га) та технічну ефективність у межах 83,5–95,2%.

Дослідження та розрахунки засвідчили, що найефективнішою за рівнем рентабельності за роки здійснення досліджень була

удосконалена система хімічного захисту (71,9%). Прибуток, отриманий від застосування цієї системи, сягав 87 336,89 грн/га. Аналізом екоотоксикологічного ризику застосування пестицидів встановлено, що

агроекоотоксикологічний індекс для двох систем захисту був меншим 1, тобто досліджувані системи захисту є мало небезпечними та не зумовлюють до забруднення екосистеми.

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: Колоб'іг, 2014. 44 с.
2. Гунчак М.В. Агроекологічний ризик застосування пестицидів в яблуневих насадженнях в умовах Південно-Західного Лісостепу України. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2017. № 26. С. 38–45.
3. Шевчук І.В., Гриник І.В., Каленіч Ф.С. Агроекологічні системи інтегрованого захисту плодівих і ягідних культур від шкідників і хвороб: реком. Київ: ПП Санспарель, 2021. 188 с.
4. Борзих О.І. та ін. Екоотоксикологічні 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>.
5. Бублик Л.І. Екоотоксикологічний моніторинг пестицидів в агроценозах. *Інтегрований захист рослин на початку XXI століття*: матер. міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 1–5 листоп. 2004 р). Київ: УААН ІЗР, 2004. С. 571–580.
6. Бублик Л.І. Залежність фізико-хімічних та екоотоксикологічних властивостей пестицидів від їх полярності. *Захист і карантин рослин*. 2004. Вип. 50. С. 244–251.
7. Шерстобоева О.Є., 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>.
8. 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>.
9. Мостов'як С.М., Мостов'як І.І., Борзих О.І., Федоренко В.П. Екоотоксикологічна оцінка застосування засобів захисту рослин від шкідників. *Карантин і захист рослин*. 2022. № 3. С. 3–10. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.3.3-10>.
10. Борзих О.І. та ін. Агрокліматичне та агроекоотоксикологічне обґрунтування зональних хімічних систем захисту польових культур від шкідливих організмів в умовах змін клімату в Україні. *Карантин і захист рослин*. 2022. №4. С. 3–9. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.3-9>.
11. Федоренко В.П., Мостов'як С.М., Мостов'як І.І. Екологічно безпечні методи контролю численності шкідників у сучасних агротехнологіях. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 4. С. 64–74. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2021.252957>.
12. Васильев В.П., Кавецкий В.Н., Бублик Л.И. Интегральная классификация пестицидов по степени опасности загрязнения создаваемого их применением, и оценка опасности загрязнения окружающей среды. *Агрехимия*. 1989. № 6. С. 97–102.
13. Методики випробування і застосування пестицидів / за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
14. Чабанюк Я.В., Шерстобоева О.В., Ткач Є.Д. та ін. Визначення біологічної ефективності пестицидів і агрохімікатів. Методичні вказівки. Київ, 2013. 36 с.
15. Реєстраційні випробування фунгіцидів у сільському господарстві / за ред. С.В. Ретьмана. Т. 2. Київ: Колоб'іг, 2014. 352 с.
16. Методичні вказівки з визначення мікрокількостей пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. Київ: Мін. охорони навколишнього середовища, 2008. Зб. № 75.
17. 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.
18. Гунчак М.В. Економічна ефективність різних систем захисту яблуні (*Malus domestica* Borkh.) у Приністров'ї. *Садівництво*. 2018. Вип. 73. С. 74–81.
19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

REFERENCES

1. Borzykh, O.I., Chernii, A.M., Hrodskiy, V.A. et al. (2014). *Zakhyst yabluni vid shkidlyvykh komakh, klishchiv ta khvorob (Pivdennyi i Pivdenno-Skhidnyi Step): rekomendatsiyi [Protection of apple trees from harmful insects, mites and diseases (Southern and Southeastern Steppe): recommendations]*. Kyiv: Koloobih [in Ukrainian].
2. Hunchak, M.V. (2017). *Ahroekolohichnyi ryzyk zashtosuvannya pestytsydiv v yablunevykh nasadzheniakh v umovakh Pivdenno-Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Agroecological risk of pesticide application in apple orchards in the conditions of the South-Western Forest-Steppe of Ukraine]*. *Podilskiy visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika — Podolsk Bulletin: agriculture, technology, economics*, 26, 38–45 [in Ukrainian].
3. Shevchuk, I.V., Hrynyk, I.V. & Kalenych, F.S. (2021). *Ahroekolohichni systemy intehrovanoho zakhystu*

- plodovykh i yahidnykh kultur vid shkidnykh i khvob: rekomendatsiyi [Agroecological systems of integrated protection of fruit and berry crops from pests and diseases: recommendations].* Kyiv: PP Sansparel [in Ukrainian].
4. Borzykh, O.I. et al. (2021). Ekotoksikologichni parametry bezpechnoho zastosuvannya ta adaptatsii khimichnykh system zakhystu yabluni vid shkidnykh orhanizmiv 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].
 5. Bublik, L.I. (2004). Ekotoksikologichni monitoryngh pestytsydiv v ahrotsenozakh [Ecotoxicological monitoring of pesticides in agrocenoses]. *Intehrovanyi zakhyst roslyn na pochatku XXI stolittia: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Integrated plant protection at the beginning of the XXI century: materials of the international scientific-practical conference].* (pp. 571–580). Kyiv: UAAN IZR [in Ukrainian].
 6. Bublik, L.I. (2004). Zalezhnist fizyko-khimichnykh ta ekotoksikologichnykh vlastyvostei pestytsydiv vid yikh poliarnosti [Dependence of physicochemical and ecotoxicological properties of pesticides on their polarity]. *Zakhyst i karantyn roslyn — Plant protection and quarantine*, 50, 244–251 [in Ukrainian].
 7. Sherstoboieva, O.Ie., 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]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 2, 71–77. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2021.234460> [in Ukrainian].
 8. Ianovskiy, 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].
 9. Mostoviyak, S.M., Mostoviyak, I.I., Borzykh, O.I. & Fedorenko, V.P. (2020). Ekotoksikologichna otsinka zastosuvannya zasobiv zakhystu roslyn vid shkidnykh [Ecotoxicological assessment of the use of plant protection products against pests]. *Karantyn i zakhyst roslyn — Quarantine and plant protection*, 3, 3–10. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.3.3-10> [in Ukrainian].
 10. Borzykh, O.I. et al. (2022). Ahroklimatychne ta ahroekotoksikologichne obgruntuvannya zonalnykh khimichnykh system zakhystu polovykh kultur vid shkidnykh orhanizmiv v umovakh zmin klimatu v Ukraini [Agroclimatic and agroecotoxicological substantiation of zonal chemical systems for the protection of field crops from harmful organisms in the conditions of climate change in Ukraine]. *Karantyn i zakhyst roslyn — Quarantine and plant protection*, 4, 3–9. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.3-9> [in Ukrainian].
 11. Fedorenko, V.P., Mostoviyak, S.M. & Mostoviyak, I.I. (2021). Ekologichno bezpechni metody kontroliu chyslennosti shkidnykh u suchasnykh ahrotekhnolohiiakh [Ecologically safe methods of controlling the number of pests in modern agricultural technologies]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological journal*, 4, 64–74. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2021.252957> [in Ukrainian].
 12. Vasil'ev, V.P., Kaveckij, V.N. & Bublik, L.I. (1989). Integral'naja klassifikacija pesticidov po stepeni opasnosti zagraznenija sozdavaemogo ih primeneniem, i oценка opasnosti zagraznenija okruzhajushhej sredy [Integral classification of pesticides according to the degree of danger of pollution created by their use, and assessment of the danger of environmental pollution]. *Agrohimiya — Agrochemistry*, 6, 97–102 [in Russian].
 13. Trybel, S.O. (Ed). (2001). *Metodyky vyprobuvannya i zastosuvannya pestytsydiv [Test procedures and pesticides].* Kyiv: Svit [in Ukrainian].
 14. Chabaniuk, Ya.V., Sherstoboieva, 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 [in Ukrainian].
 15. Retman, S.V. (Ed). (2014). *Reiestratsiini vyprobuvannya funhitsydiv u silskomu hospodarstvi [Registration tests of fungicides in agriculture].* (Vol. 2). Kyiv: Koloobih [in Ukrainian].
 16. Ministry of Environmental Protection of Ukraine. (2008). *Metodychni vkazivky z vyznachennia mikrokilkostei pestytsydiv v produktakh kharchuvannya, kormakh ta navkolyshnomu seredovyshchi [Guidelines for the determination of microquantities of pesticides in food, feed and the environment].* Kyiv [in Ukrainian].
 17. Shestopal, O.M. (Ed). (2006). *Metodyka ekonomichnoi ta enerhetychnoi otsinky typiv nasadzhen, sortiv, investytsii v osnovnyi kapital, innovatsii ta rezultativ tekhnolohichnykh doslidzhen 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].
 18. 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].
 19. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodyka polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Field experience methodology (with the basis of statistical processing of research results)].* Moskva: Agropromizdat [in Russian].

Стаття надійшла до редакції журналу 14.02.2023