

Protection of apple plantations from main pests

V. Turenko✉

Article info

Correspondence Author

V. Turenko

E-mail:

turenko.065@gmail.comState Biotechnological
University,
44 Alchevskikh str.,
Kharkiv, 61002, Ukraine

Citation: Turenko, V. (2023). Protection of apple plantations from main pests. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (4), 60–65. doi: 10.31210/spi2023.26.04.11

The apple tree is the main fruit crop in Ukraine and the world. Despite the improvement of production technologies, the influence of harmful organisms on the crop is quite significant. The aim of the work was to analyze the current state of protection of gardens from pests and to establish the prospects for the use of insecticides in the future. During the research, generally accepted methods were used: theoretical and empirical. The article provides a classification of systems for the protection of industrial apple orchards against harmful organisms, which are implemented in Ukraine and the world. It is conventionally divided into: traditional, improved, integrated and organic. It was established that traditional plant protection with intensive use of pesticides dominates the farms of Kharkiv and Sumy regions. The work shows the dynamics of areas under apple orchards and the application of pesticides during 2018–2022. A decrease in both the area of apple orchards and the amount of pesticide use has been recorded, which is associated with the COVID-19 pandemic and the war. An analysis of the market of insecticides approved for use in apple orchards in Ukraine has been conducted. 84 chemical products against phytophages were analyzed, of which almost a third were combined products, pyrethroids and neonicotinoids – 16.7 % each, there are promising active substances of new chemical classes. The presented assortment of insecticides, with correct rotation during the protection of fruit plantations, makes it possible to avoid resistance in pests. The species composition of economically significant pests in the research region was established. It includes three species: *Anthonomus pomorum* L., *Aphis pomi* De Geer, *Cydia pomonella* L. It was established that the apple-blossom weevil occupied up to 3.5 % of the buds with intensive use of insecticides in the quarters. Green apple aphids occurred throughout the season on the edges of plantations due to constant migration from homesteads. A correlation ($r = -0.97$) was found between the times of treatments with insecticides and damage to apples by the codling moth. Fruit infestation by this pest did not exceed 8.2 %. Thus, chemical protection of plants is effective against pests, but at the same time has a negative influence on ecology, biodiversity of agrocenoses and human health, which requires further research and improvement of the system of protection of fruit plantations using the example of organic production.

Keywords: pesticides, active ingredient, efficiency, phytophages, harmfulness, yield.

Захист яблуневих насаджень від основних шкідників

В. П. Туренко

Державний
біотехнологічний
університет,
м. Харків, Україна

Яблуня є основною плодовою культурою в Україні та світі. Незважаючи на удосконалення технологій виробництва, вплив шкідливих організмів на врожай є досить суттєвим. Метою роботи було проаналізувати сучасний стан захисту садів від шкідників та окреслити перспективи використання інсектицидів у майбутньому. Під час проведення досліджень використовували загальноприйняті методи: теоретичні та емпіричні. У статті наведено класифікацію систем захисту промислових яблуневих насаджень від шкідливих організмів, що впроваджуються в Україні та світі. Їх умовно поділено на: традиційну, удосконалену, інтегровану та органічну. Встановлено, що в господарствах Харківської та Сумської областей домінує традиційний захист рослин із інтенсивним застосуванням пестицидів. У роботі наведено динаміку площ під яблуневими насадженнями та внесення пестицидів протягом 2018–2022 рр. Зафіксовано зменшення як площ яблуневих садів, так і об'ємів використання пестицидів, що було пов'язано з пандемією ковіду-19 та війною. Проведено аналіз ринку інсектицидів, дозволених до використання в Україні у яблуневих садах. Проаналізовано 84 хімічні продукти проти фітофагів, з них майже третину становили комбіновані препарати, піретроїди та неонікотиноїди – по 16,7 %, є перспективні діючі речовини нових хімічних класів. Представлений асортимент інсектицидів при правильному чергуванні під час захисту плодівних насаджень дає змогу уникати резистентності у шкідників. Встановлено видовий склад господарсько значущих шкідників у регіоні досліджень. Він включає три види: *Anthonomus pomorum* L., *Aphis pomi* De Geer, *Cydia pomonella* L. Встановлено, що яблуневий квіткоїд за умови інтенсивного з асосування інсектицидів в осередках заселяв до 3,5 % бутонів. Зелена яблунева попелиця траплялася протягом усього сезону по краях кварталів через постійну міграцію з присадибних ділянок. Виявлено кореляцію ($r = -0,97$) між кількістю обробок інсектицидами та пошкодженням яблук плодожеркою. Заселеність плодів цим шкідником не перевищувала 8,2 %. Отже, хімічний захист рослин є ефективним проти шкідників, але паралельно має негативний вплив на екологію, біорізноманіття агроценозів та здоров'я людини, що вимагає подальшого дослідження та удосконалення систем захисту плодівних насаджень на прикладі органічного виробництва.

Ключові слова: пестициди, діюча речовина, ефективність, фітофаги, шкідливість, урожайність.

Бібліографічний опис для цитування: Туренко В. П. Захист яблуневих насаджень від основних шкідників. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (4). С. 60–65.

Плодівництво – важлива галузь сільського господарства України та світу. Основною плодовою культурою у помірному кліматичному поясі є яблуна (*Malus domestica* (Suckow) Borkh.), плоди якої мають високу харчову і лікувальну цінність. Яблука містять до 4 г клітковини, що становить 1/6 необхідної добової норми в раціоні людини, вони низькокалорійні (вміст жирів і білків – до 0,5 г), є надійним джерелом вітаміну С і калію. Фітохімічні сполуки плодів яблуні (кверцетин, катехін, флоридин або хлорогенова кислота) є сильними антиоксидантами, вони позитивно впливають на перебіг деяких захворювань (діабет, астму, хвороби серця, рак та інші) [14]. Яблука можна використовувати у свіжому або переробленому вигляді, як інгредієнт у певних харчових продуктах. Варто зазначити, що яблука та виноград найчастіше використовуються у переробній промисловості [2, 14].

За останні 30 років в Україні спостерігається зменшення площ яблуневих насаджень, при цьому валовий збір зростає, що пов'язано зі впровадженням сучасних технологій виробництва. 2022 року яблуневі сади займали 84,5 тис. га або майже 55 % площ усіх плодкових культур [9].

Незважаючи на удосконалення технологій вирощування та світові тренди до органічного рослинництва, хімічні засоби захисту рослин посідають провідне місце при різних способах виробництва плодової продукції [7, 18–19, 22, 27]. Саме використання пестицидів дозволяє швидко та ефективно знижувати шкідливість бур'янів, фітофагів і збудників хвороб, втрати від яких можуть сягати 30–40 % [5], а під час масових спалахів чисельності фітофагів та епіфітотій хвороб – можуть перевищувати 60 % [13].

На яблуні можуть житися понад 400 видів шкідливих організмів [3]. Захист садів від шкідників та хвороб відбувається сумісно і відокремлювати шкідників від патогенів неможливо і недоцільно, але є необхідність аналізу ситуації стосовно інсектицидів та встановлення основних шкідників яблуні.

У регіоні дослідження домінантними шкідниками яблуні є комахи із рядів Coleoptera, Lepidoptera та Hymenoptera: плодові довгоносики, оленка волохата, яблунева плодожерка та яблуневий пильщик [13, 31]. Більшість із цих фітофагів живляться генеративними органами рослини, тобто завдають прямої шкоди виробництву яблук. Знання видового складу фітофагів, їх біології, систем захисту від них саду та асортименту пестицидів є запорукою отримання високих урожаїв.

Аналіз літературних джерел [1, 4, 6, 7, 13, 15–19, 24, 26, 27, 30] та власні дослідження показали, що в Україні та світі існує кілька систем захисту яблуневих насаджень від шкідливих організмів. Їх умовна класифікація має такий вигляд:

1. Традиційна
2. Удосконалена
3. Інтегрована
4. Органічна

Традиційна система захисту плодкових культур базується на інтенсивному застосуванні пестицидів, кількість обробок може сягати понад 20 за сезон. Препарати використовуються, як правило, планово, без урахування ЕПШ та наявності природних ворогів.

Під час ухвалення рішення щодо проведення хімічних обприскувань звертають увагу на погодні умови та строки появи найбільш шкідливих видів. Наприклад, використовують феромонні пастки для відлову самців яблуневої плодожерки. Така система дозволяє стримувати розвиток шкідливих об'єктів та отримувати яблука з гарним товарним видом, але при цьому відбувається порушення екологічного балансу яблуневого агроценозу, збільшується пестицидне навантаження на довкілля та негативний вплив на здоров'я людей.

Удосконалена система захисту рослин характеризується зменшенням кількості хімічних обробок за сезон, використанням знижених норм витрат діючих речовин та малотоксичних препаратів. Цього вдається досягти завдяки моніторингу шкідливих організмів, виявленню та ліквідації їх осередків. Ця система вважається більш екологічною, але також має свої недоліки. Наприклад, у системі захисту з'являються «вікна» для розвитку шкідників, які не потрапили під дію препарату.

Інтегрована система захисту рослин включає комбінаторне застосування агротехнічного, генетично-селекційного, хімічного та біологічного методів захисту рослин, враховуючи ЕПШ, прогноз розвитку шкідливих організмів, зміни кліматичних факторів тощо. Ця система є дуже складною, вимагає залучення кваліфікованих фахівців та використання сучасного обладнання.

Органічна система захисту рослин виключає застосування пестицидів, хімічних добрив, антибіотиків та ГМО. Вона є більш екологічною та безпечною для здоров'я людини, але також більш трудомісткою та малопродуктивною порівняно з іншими системами захисту рослин.

Отже, традиційна система захисту яблунь є основною у країнах СНГ, зокрема і в Україні. У деяких господарствах через дефіцит коштів використовують удосконалений захист рослин.

В європейських країнах останнім часом спостерігається тренд щодо переходу до органічного вирощування сільськогосподарських культур, зокрема і яблунь [1, 16]. Розробляють системи захисту садів з мінімальним використанням пестицидів або зовсім без них. Наприклад, у роботі польського дослідника М. А. Пшолковського [26] стверджується, що двадцять три рослини та шість вторинних синтетичних або екстрагованих метаболітів, які можуть бути потенційно використані в органічному захисті яблук. В Україні органічне виробництво сільськогосподарської продукції через багато причин є малопоширеним [11].

За нашими даними в регіоні досліджень використовують традиційну або удосконалену системи захисту яблуневого саду.

Для розуміння сучасного стану виробництва яблук в Україні та використання пестицидів у садівництві було проведено аналіз статистичних даних Державної служби статистики України [9] за 2018–2022 рр. Встановлено, що у роки досліджень відбувалося поступове зниження площ під яблуневими садами зі 101,6 тис. га 2018 року до 84,5 тис. га – 2022 року (рис. 1).

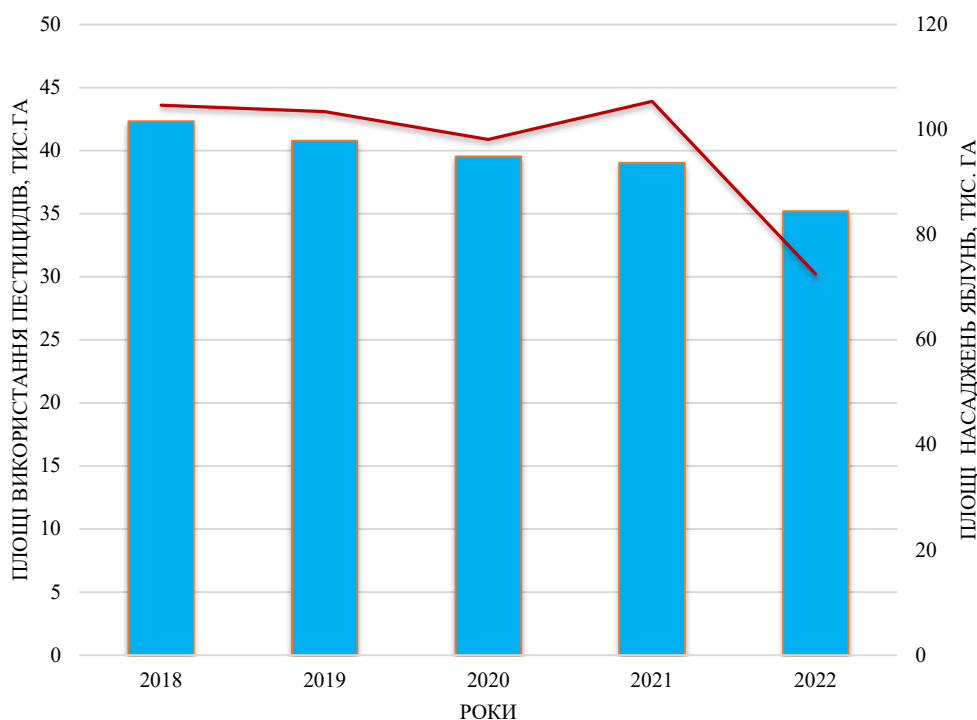


Рис 1. Використання пестицидів на багаторічних культурах України та площі яблуневих насаджень, 2018–2022 рр.
Примітка: за даними Державної служби статистики України [9].

За даними Держстату України [9] за останні п'ять років також відбулося скорочення об'ємів застосування пестицидів на багаторічних культурах. Це пов'язано з ковідною пандемією 2020 р. та війною 2022 р. Незважаючи на це, за умови традиційної (інтенсивної) технології вирощування плодівих культур, хімічні засоби посідають левину долю у системі захисту рослин.

Наразі на яблуні дозволені до використання 84 інсектициди, з них більшу частину становлять комбіновані препарати (29,8%), неонікотиноїди та піретроїди (по 16,7%), асортимент діючих речовин також включає нові перспективні хімічні класи (табл. 1).

Отже, наразі на ринку України є широкий вибір хімічних препаратів для захисту яблуні від шкідників. Використання інсектицидів різних хімічних груп дасть можливість більш ефективно контролювати фітофагів, не спричиняючи у них резистентності.

Згідно з результатами досліджень, у Харківській та Сумській областях основними об'єктами боротьби за врожай яблук у сучасних промислових садах є плодіві довгоносики (Curculionidae) та трубкокрути (Attelabidae), зелена яблунева попелиця (*Aphis pomi* De Geer, 1773: Aphididae) та яблунева плодожерка (*Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758): Tortricidae).

Довгоносики представлені двома видами: сірий бруньковий довгоносик (*Sciaphobus squalidus* (Gyllenhal, 1834)) та яблуневий квіткоїд (*Anthonomus pomorum* (Linnaeus, 1758)). Також було виявлено два види трубкокрутів: казарка плодова (*Rhynchites bacchus* (Linnaeus, 1758)) і букарка (*Neocoenorrhinus pauxillus* (Germar, 1823)). Вони живилися бруньками яблунь, починаючи з фази зеленого конуса, викликаючи «плач» дерев [20, 23].

Найбільш масовим був яблуневий квіткоїд. Основна шкода від нього полягала у зменшенні кількості бутонів, у яких розвивався цей шкідник, спричиняючи прямі втрати врожаю. У роки досліджень частка заселених квіткоїдом бутонів яблуні не перевищувала 3,5%.

У наукових працях, присвячених яблуневому квіткоїду, зазначено, що він є одним з основних шкідників яблунь Європи [21, 24] та України [29, 31–32]. Уточнені дані щодо біології та шкідливості цієї комахи збігаються з літературними даними.

Сірий бруньковий довгоносик, казарка та букарка у регіоні досліджень траплялися поодинокі. Варто зазначити, що сірий бруньковий довгоносик був виявлений лише у садах зі зменшеною кількістю обробок інсектицидами. Аналогічні дані стосовно цього довгоносика наведено у роботі В. В. Симочко, М. М. Піпаш та А. Б. Олень [29]. Автори стверджують, що інтенсивний хімічний захист дає стовідсотковий результат у боротьбі з фітофагом.

У промислових яблуневих садах, починаючи з фази розпукування бруньок, з'являлися колонії зеленої яблуневої попелиці, які живилися на рослинах протягом усього сезону не зважаючи на велику кількість хімічних обробок. Попелиці живилися соком молодих вегетативних органів рослин, зрідка – генеративних, завдаючи непрямої шкоди через ослаблення дерев. Заселення дерев цими фітофагами мало крайовий ефект через постійну швидку міграцію крилатих самиць з прилеглих територій, особливо з яблунь, розташованих на присадибних ділянках місцевого населення. Згідно з даними групи дослідників [8, 12, 28–29], постійна присутність попелиць у саду пов'язана з полівольтинністю та екологічною пластичністю шкідника.

Таблиця 2

Перелік інсектицидів, дозволених до використання в Україні на яблуні

Хімічний клас	Діюча речовина	Торгова назва
Антрапіламіди	Хлорантраніліпрол	Ампліго 150 ZC, ФК, Кораген 20, КС, Корегіс 20, КС, Корпріма 20, КС, Косейр, КС, Прімакор 20, КС, Тіпстер Екс 150 ZC
Бутеноліди	Флупірадіфурон	Сіванто Прайм 200 SL, РК
Діаміди	Тетраніліпрол	Ваєго 200 SC,
Інгібітори синтезу хітину	Бупрофезин	Апплауд 25, КС
	Дифлубензурон	Дімілін 480, КС
	Люфенурон	Матч 050 EC
Кетоеноли	Спіродіклофен	Прованто Майт 240 SC, КС
	Спіротетрамат	Мовенто 100 SC
Неонікотіноїди	Ацетаміпрід	Апіс 200 SE, АП-Ацетам, ВП, Ацентам 200, ВП, АЦ Люкс, ЗП, Бархан, РК, Вамп 200 ВП, Вамп Дуо 220 КС, Ветеран, РК, Корморан, КЕ, Моспілан, ВП, Ніролл, ВП, Разит, КС, Райнер, ВП, Тамер, ВП
	Імадаклопрід	Альфазол SL, РК, Графіс, ВГ, Зеніт, РК, Ратібор Біо, РК
	Клотіанідин	Дантоп 50, ВГ
	Тіаклопрід	Аспід, КС, Каліпсо 480 SC
	Тіаметоксам	Актара 25 WG, ВГ, Ханк, КС
Піретроїди	Альфа-циперметрин	Альтрон, КС, Фастак, КЕ
	Біфентрин	Талстар 10%, КЕ, Цезар КЕ
	Дельтаметрин	Децис 100 EC, Децис f-Люкс 25 EC
	Етофенпрокс	Требон 30 EC
	Лямбда-цигалотрин	Карате 050 EC, Карате Зеон 050 CS, Оперкот, ЗП, Тор, КС
	Тау-флювалінат	Маврік, ЕВ
Зета-циперметрин	Кемастрауорі 100 EW, Ф'юрі, ВЕ	
Піридини	Флонікамід	Теппекі, ВГ
Спіносини	Спінеторам	Радіант, КС
Сульфоксиміни	Сульфоксафлор	Трансформ, ВГ
Похідні бензолфеніл сечовини	Тефлубензурон	Номолт, КС
Фосфорорганічні сполуки	Диметоат	Біммер, КЕ, Дімі 58, КЕ, СуперБізон, КЕ
	Хлорпірифос	Террахлор 480 КЕ
Ювеноїди	Пірипроксифен	Адмірал, КЕ
	Феноксикарб	Дозор, ЗП
Комбіновані	Абаментин + спіротетрамат	Абамат, КС, Джаванто, КС
	Гекситіазокс + абаментин	Лонгас, КС
	Імадаклопрід + лямбда-цигалотрин	DIYA-Імілам, КС, Контадор Дуо, КС, Хекат, КС
	Імадаклопрід + біфентрин	Антихрущ, КС
	Лямбда-цигалотрин + тіаметоксам	Енжіо 247 SC, Ефорія 247 SC, КС, Панкратіон 247 SC, КС, Флоксен 247 SC, КС
	Новалурон + біфентрин	Рімон Фаст, КС
	Спіромезифен + абаментин	Оберон Рапід 240 SC
	Тіаметоксам + хлорантраніліпрол	Воліам Флексі 300 SC
	Феноксикарб + люфенурон	Люфокс 105 EC
	Фенпіроксимат + пірідабен	Калінік, КС
	Хлорпірифос + біфентрин	Нуредін Супер, КЕ, Пірінекс Супер, КЕ
	Хлорпірифос + циперметрин	Кілітоп, КЕ, Нурел Д, КЕ, Нурік, КЕ, Суперкіл 440 КЕ, Шаман, КЕ
	Ціантраніліпрол + абаментин	Лірум 78 SC

Примітка: складено на основі даних Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні [10].

Найбільш шкідливим фітофагом яблуні у Харківській та Сумській областях була яблунева плодожерка. Встановлено сильну зворотну залежність ($r = -0,97$) між кількістю обробок інсектицидами та пошкодженням плодів шкідником. Слід зазначити, що заселеність плодів яблуні сильно варіювала по господарствах, але не перевищувала 8,2 %.

Яблунева плодожерка впливає на кількість та якість врожаю яблук [24, 29]. Цей фітофаг добре пристосовується до різних кліматичних умов і

відомий тим, що розвиває стійкість до кількох хімічних груп інсектицидів: тебуфенозиду та дифлубензуру [25], що необхідно враховувати під час вибору засобів захисту рослин.

Отже, у регіоні досліджень основними шкідниками були яблуневий квіткоїд, зелена яблунева попелиця та яблунева плодожерка. Незважаючи на застосування у господарствах хімічних препаратів, ці фітофаги періодично утворюють осередки та знижують кількість та якість врожаю [19].

Висновки

У результаті аналізу літературних джерел складено умовну класифікацію систем захисту яблуні від шкідливих організмів, яка базується на використанні пестицидів, їх кількості, якості та комбінуванні з іншими методами боротьби з фітофагами, або відсутності хімічних речовин під час виробництва плодової продукції. Встановлено, що в Харківській та Сумській областях домінує традиційна система захисту яблуні з інтенсивним застосуванням хімічних препаратів.

Відмічено, що в Україні за період 2018–2022 рр. відбулося скорочення площ яблуневих насаджень, а об'єми використання пестицидів у промислових садах різко знизилися внаслідок ковідної пандемії та початку війни.

Аналіз ринку інсектицидів, дозволених до використання в Україні на яблуні, показав, що наразі аграріям доступні 84 продукти, які включають не лише давно відомі діючі речовини з ФОС, піретроїдів тощо, але і з нових хімічних класів. Це дає змогу під час планування та проведення захисних заходів чергувати інсектициди різних хімічних груп для зменшення виникнення у фітофагів резистентності до них.

З'ясовано, що в Харківській та Сумській областях основними шкідниками у промислових яблуневих садах є яблуневий квіткоїд, зелена яблунева попелиця та яблунева плодожерка, які, незважаючи на інтенсивне використання пестицидів, періодично призводять до втрат врожаю.

Перспективи подальших досліджень

Зважаючи на тренди до органічного виробництва сільськогосподарської продукції, виникає необхідність дослідити видовий склад шкідливих організмів та їхній вплив на врожай яблук, проаналізувати альтернативні хімічні заходи захисту рослин.

Конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів щодо викладу та результатів досліджень.

References

1. Kulinich, O., Kandaurova, K., & Kobos, I. (2021). Study of lentil varieties from Canada and Turkey in the northern steppe of Ukraine. *Genetični Resursi Roslin (Plant Genetic Resources)*, 29, 20–28. <https://doi.org/10.36814/pgr.2021.29.02>
1. Arbenz, M., Gould, D., & Stopes, C. (2017). Organic 3.0 – the vision of the global organic movement and the need for scientific support. *Organic Agriculture*, 7, 199–207. <https://doi.org/10.1007/s13165-017-0177-7>
2. Bolarinwa, I. F., Orfila, C., & Morgan, M. R. (2015). Determination of amygdalin in apple seeds, fresh apples and processed apple juices. *Food Chemistry*, 170, 437–442. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.08.083>
3. Borzykh, O. I., & Hrodskyi, V. A. (2014). Vydovyi sklad ta shkidlyvist dominantnykh komakh-shkidnykh yabluni na pivdenomu skhodi Ukrainy. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 9, 10–11. [in Ukrainian]
4. Chávez, J. P., Jungmann, D., & Siegmund, S. (2017). Modeling and Analysis of Integrated Pest Control Strategies via Impulsive Differential Equations. *International Journal of Differential Equations*, 1820607. <https://doi.org/10.1155/2017/1820607>

5. Chernii, A. M. (2014). Problemy fitosanitarnoho ozdorovlennia ahroeko-systemy plodovoho sadu. *Zakhyst i Karantyn Roslyn*, 60, 482–499. [in Ukrainian]
6. Cole, L. M., & Walker, J. T. S. (2011). The Distribution of *Liotryphon Caudatus*, a Parasitoid of Codling Moth (*Cydia Pomonella*) in Hawke's Bay Apple Orchards. *New Zealand Plant Protection*, 64, 222–26. <https://doi.org/10.33084/nzpp.2011.64.5958>
7. Damos, P., Escudero-Colomar, L.-A., & Ioriatti, C. (2015) Integrated fruit production and pest management in Europe: The apple case study and how far we are from the original concept? *Insects*, 6, 626–657. <https://doi.org/10.3390/insects6030626>
8. Dampc, J., Kula-Maximenko, M., Molon, M., & Durak R. (2020). Enzymatic defense response of apple aphid *Aphis pomi* to increased temperature. *Insects*, 11 (7), 1–15. <https://doi.org/10.3390/insects11070436>
9. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Retrieved from: <https://ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian]
10. Derzhavnyi reiestr pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini. Retrieved from: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyi-reiestr-pestytsydiv-i-agrokhimikativ-dozvolenykh-do-vykorystannya-v-ukraini/> [in Ukrainian]
11. Kundilovskoi, T. A. (Red.).(2019). *Formuvannia rynku orhanichnoi produktii v Ukraini: monohrafiia*. Odesa: Astro prynt [in Ukrainian]
12. Gupta, R., & Tara, J. S. (2015). Life history of *Aphis pomi* De Geer (green apple aphid) on apple plantations in Jammu Province, J&K, India. *Munis Entomology & Zoology*, 10 (2), 388–391.
13. Hunchak, M. V. (2019). Ekotoksikolohichne ta ekonomichne obruntuvannia system zakhystu yabluni vid shkidlyvykh orhanizmiv u Peredkarpatskii provintsii Karpatskoi hirskoi zony Ukrainy. *Candidate's thesis*. Instytut zakhystu roslyn Natsionalnoi akademii ahrarykh nauk, Kyiv [in Ukrainian]
14. Jeločnik, M., Subić, J., & Kovačević, V. (2019). Competitiveness of apple processing. *Ekonomika*, 65 (4), 41–51. <https://doi.org/10.5937/ekonomika1904041J>
15. Kamusiime, E., Nantongo, J. S., & Waacal, C. (2023). Insect pests in apple (*Malus domestica* Borkh) gardens: Review. *GSC Advanced Research and Reviews*, 15 (1), 30–53. <https://doi.org/10.30574/gscarr.2023.15.1.0109>
16. Kowalska, J., Tyburski, J., Matysiak, K., Tylkowski, B., & Malusa, E. (2020). Field exploitation of multiple functions of beneficial microorganisms for plant nutrition and protection: real possibility or just a hope? *Frontiers in Microbiology*, 11, 1904. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01904>
17. Krut, M. V. (2020). Innovatsii z biolohichnogo zakhystu roslyn. *Theoretical and Empirical Scientific Research: Concept and Trends*, 1, 112–115. <https://doi.org/10.36074/24.07.2020.v1.42>
18. Maistrello, L., Dioli, P., Bariselli, M., Mazzoli, G. L., & Giacalone-Forini, I. (2016). Citizen science and early detection of invasive species: phenology of first occurrences of *Halyomorpha halys* in Southern Europe. *Biological Invasions*, 18 (11), 3109–3116. <https://doi.org/10.1007/s10530-016-1217-z>
19. Mathis, M., Blom, J. F., Nemecek, T., Bravin, E., Jeanneret, Ph., Daniel, O., & de Baan, L. (2022). Comparison of exemplary crop protection strategies in Swiss apple production: Multi-criteria assessment of pesticide use, ecotoxicological risks, environmental and economic impacts. *Sustainable Production and Consumption*, 31, 512–528. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.03.008>
20. Trybel, S. O. (Red.). (2001). *Metodyka vyprovovuvannia i zastosuvannia pestytsydiv*. Kyiv: Svit [in Ukrainian]
21. Miñarro, M. & García, D. (2018). Unravelling pest infestation and biological control in low-input orchards: the case of apple blossom weevil. *Journal of Pest Science*, 91 (3), 1047–1061. <https://doi.org/10.1007/s10340-018-0976-y>
22. Moinina, A., Lahlali, R., & Boulif, M. (2019). Important pests, diseases and weather conditions affecting apple production: Current state and perspectives. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 7 (1), 71–87.
23. Omeliuta, V. P. (Red.). (1986). *Oblik shkidnykh i khvorob silskohospodarskykh kultur*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian]
24. Guideline on good plant protection practice directive sur la bonne pratique phytosanitaire. (1994). *EPPO Bulletin*, 24 (2), 233–240. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1994.tb01368.x>

25. Pajač, I., Pejić, I., & Barić, B. (2011). Codling moth, *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) – major pest in apple production: an overview of its biology, resistance, genetic structure and control strategies. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 76 (2), 87–92.
26. Pszczolkowski, M. A. (2023). Prospects of codling moth management on apples with botanical antifeedants and repellents. *Agriculture*, 13 (2), 311. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020311>
27. Sedlar, A. D., Bugarin, R. M., Nuyttens, D., Turan, J. J., Zoranovic, M. S., Ponjican, O. O., & Janic, T. V. (2013). Quality and efficiency of apple orchard protection affected by sprayer type and application rate. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11 (4), 935–944. <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2013114-3746>
28. Staton, T., Walters, R., Smith, J., Breeze, T., & Girling, R. (2021). Management to promote flowering understoreys benefits natural enemy diversity, aphid suppression and income in an agroforestry system. *Agronomy*, 11 (4), 651. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040651>
29. Symochko, V. V., Pipash, M. M., & Olen, A. B. (2012). Porivnialnyi analiz chyselnosti komakh-fitofahiv yablunevykh nasadzhen z riznym stupenem zakhystu. Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. *Biolohiia*, 32, 88–92. [in Ukrainian]
30. Vališkaitė, A., Uselis, N., Kviklys, D., Lanauskas, J., & Rasiukevičiūtė, N. (2017). The effect of sustainable plant protection and apple tree management on fruit quality and yield. *Zemdirbyste-Agriculture*, 104 (4), 353–358. <https://doi.org/10.13080/z-a.2017.104.045>
31. Yevtushenko, M. D., & Zabrodina, I. V. (2012). Shkidnyky-dominanty yabluni u Skhidnomu Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Kharkivskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu. Fitopatolohiia ta Entomolohiia*, 11, 70–77. [in Ukrainian]
32. Zabrodina, I. V., Yevtushenko, M. D., Stankevych, S. V., Molchanova, O. A., Baidyk, H. V., Lezhenina, I. P., Filatov, M. O., Sirous, L. Ya., Yushchuk, D. D., Melenti, V. O., Romanov, O. V., Romanova, T. A., & Bragin, O. M. (2020). Ukrainian and international experience of integrated protection of apple-tree from apple-blossom weevil (*Anthonomus pomorum* Linnaeus, 1758). *Ukrainian Journal of Ecology*, 10 (1), 277–288. https://doi.org/10.15421/2020_44

ORCID

V. Turenko  <https://orcid.org/0000-0002-7432-6965>



2023 Turenko V. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.