

## ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА ЗАХИСТУ РОСЛИН У ФОРМУВАННІ ЗБАЛАНСОВАНИХ АГРОЕКОСИСТЕМ

І.І. Мостов'як

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Уманський національний університет садівництва  
(Україна, м. Умань; e-mail: mostovjak@gmail.com)

У статті викладено узагальнені результати досліджень із питання формування збалансованих агроєкосистем з урахуванням інтегрованого захисту рослин. Перед більшістю країн світу залишається актуальним збільшення виробництва продукції рослинництва з одиниці площі для забезпечення продовольчої безпеки за одночасного мінімального впливу на екологічний стан довкілля. Єдиним способом вирішення цього питання є формування збалансованих агроєкосистем через впровадження інноваційних агротехнологій, які ґрунтуються на екологічних принципах. Тому низкою міжнародних конвенцій, угод і ініціатив, а також у межах законодавства більшості розвинених країн окреслено зміни моделей аграрного виробництва та напрями переходу на екосистемний підхід. Визнано, що вибір правильної стратегії контролю шкідливих організмів в агроєкозозі дає змогу до 80% знизити втрати врожаю, а захист рослин розглядають як визначальний чинник у реалізації продуктивного потенціалу культур. Сучасні агроєкосистеми є нестабільними з низькою здатністю протистояти шкодочинній дії шкідливих організмів, а агроєкозозам характерна висока ймовірність погіршення їх фітосанітарного стану. З позиції екологічної безпеки агроєкосистем та забезпечення якості агропродукції сучасні агротехнології повинні ґрунтуватися на інтегрованих методах захисту рослин, зокрема з урахуванням змін клімату. Поєднання науково обґрунтованих агрозаходів, спрямованих на поліпшення здоров'я ґрунту і рослин, зокрема методів агроєкологічного поводження зі шкідниками, дасть змогу зменшити негативний вплив на екологічний стан агроєкосистем, підвищити безпеку навколишнього природного середовища та рівень рентабельності агровиробництва завдяки ефективнішому використанню матеріальних і природних ресурсів, забезпечити якість і безпечність агропродукції тощо. Стале виробництво продукції рослинництва потребує цілісного підходу та запровадження технологій і заходів, розроблених за екологічними принципами, які відповідають цілям інтегрованого захисту рослин і спрямовані на раціональне використання природних ресурсів, поліпшення стану ґрунту, зменшення використання хімічних речовин, збільшення біорізноманіття та природних середовищ існування, зменшення викидів парникових газів тощо, що у комплексі забезпечує здоров'я рослин і ґрунту. Впровадження інтегрованого захисту рослин та мінімізація використання синтетичних пестицидів дає змогу покращити здоров'я рослин і ґрунту, екологічний стан агроєкозозу загалом та забезпечити формування збалансованих агроєкосистем.

**Ключові слова:** збалансована агроєкосистема, екологічні принципи, інтегрований захист рослин, здоров'я рослин, здоров'я ґрунту.

**Постановка проблеми.** Екологічні проблеми сучасного аграрного виробництва, які поглиблюються із змінами клімату, нераціональним використанням ґрунтових ресурсів, необґрунтованим та надмірним застосуванням небезпечних хімічних речовин (пестицидів і агрохімікатів), піддають ризику стійкість та продуктивність агроєкосистем і забезпечення продовольчої безпеки.

За оцінками експертів, унаслідок зростання чисельності населення на нашій планеті глобальний попит на продовольство до 2050 р. зросте на 100–110% порівняно з 2005 р. [1]. За таких умов необхідно щороку збільшувати виробництво продовольства із середньорічним темпом приросту в рослинництві 2,4% завдяки інтенсифікації сільського господарства через

збільшення вкладень на одиницю площі [2, 3]. Цього можна досягти способом інтенсифікації агровиробництва, зокрема через унесення значних об'ємів хімічних добрив та засобів захисту рослин та ін. Але такий спосіб ведення агровиробництва спричиняє активізацію деструкційних процесів, втрату природних ресурсів, забруднення навколишнього природного середовища та ще більше поглиблює екологічну кризу.

В основі сільськогосподарського виробництва є створення штучних екосистем для одержання якомога більшої кількості продукції та прибутку з одиниці площі. Продуктивність агроєкосистеми визначається рівнем додаткової технологічної енергії, значну частку якої становлять засоби захисту від шкідників,

хвороб рослин і бур'янів, проте ці агрозаходи призводять до втрати гомеостазу та розбалансування існуючих зв'язків між складовими агроєкосистеми. Незважаючи на значний обсяг теоретичних і методологічних досліджень, низка питань щодо формування збалансованих агроєкосистем на сьогодні залишається мало опрацьованими. Недостатньо висвітлені аспекти значення системи захисту рослин у формуванні збалансованих агроєкосистем.

**Метою досліджень** було проаналізувати наявні результати досліджень з питань формування збалансованих агроєкосистем та визначити значення інтегрованого захисту рослин у забезпеченні їх збалансованого розвитку.

**Матеріали та методи досліджень.** Методологічну основу дослідження становлять класичні положення теорії сталого розвитку, збалансованого розвитку агросфери, міжнародні конвенції та угоди, статистичні дані (ФАО, Держстат України), міжнародні нормативні документи, сучасні наукові праці вітчизняних і зарубіжних вчених та особисті дослідження. Методи дослідження включають системний підхід, порівняльний аналіз та узагальнення.

**Викладення основного матеріалу.** Загострення екологічної ситуації спонукало людство усвідомити, що подальша деградація агросфери становить загрозу його існуванню. На міждержавному рівні було прийнято довгострокові документи (конвенції, стратегії, угоди, ініціативи), що ґрунтуються на парадигмі сталого розвитку і спрямовані на зменшення негативного антропогенного впливу на навколишнє природне середовище.

У більшості розвинених країнах світу було прийнято систему законодавчих актів з охорони землі, екологічного регулювання основних видів діяльності в агровиробництві й обмеження негативного впливу на навколишнє природне середовище. Створено спеціальні державні служби, які за допомогою дорадництва, накладання штрафів, зниження податків, надання пільгових кредитів, значних дотацій і цільових державних інвестицій сприяють агровиробникам дотримуватися екологічних принципів за ведення сільського господарства. Але, як зазначав академік НААН і НАН України О.О. Созінов [4], серйозним недоліком майже всіх програм, які стосуються агросфери, є те, що в їх основу покладено підходи і принципи, напрацьовані для всіх інших галузей економіки і майже не враховано фундаментальні особливості розв'язання соціально-еколого-економічних проблем у цій частині біосфери.

На жаль, у сучасному агровиробництві економічні пріоритети переважають над екологічними. В Україні про це свідчить високий

відсоток розораності земель (57% території країни та майже 80% сільськогосподарських угідь), втрата родючості ґрунту, порушення науково обґрунтованих сівозмін та їх спрощення зі збільшенням частки зернових культур, застосування інтенсивних технологій, нехтування основними законами землеробства та екології. Частіше такий спосіб господарювання визнають хижацьким, спрямованим на отримання вигоди будь-якою ціною, а екологічні наслідки залишаються поза увагою [5].

Тому єдиним способом вирішення питання підвищення продуктивності сучасного агро-виробництва є формування збалансованих агроєкосистем та перехід на інноваційні агротехнології, які ґрунтуються на екологічних принципах. З урахуванням того, що екологічна складова дедалі більше визначає подальшу політику розвитку сільського господарства у забезпеченні продовольчої безпеки і поліпшенні якості довкілля, вже зараз низкою міжнародних конвенцій, угод та ініціатив окреслено зміни моделей аграрного виробництва і напрями переходу на екосистемний підхід. Передусім це ґрунтується на розширенні впровадження екологічних методів аграрного виробництва, що дасть змогу найефективніше використовувати природні ресурси в нових кліматичних умовах, досягти стійкого підвищення врожайності та якості продукції агропродукції, забезпечити подолання глобальних деградаційних процесів.

Серед агротехнічних чинників значну частку в ефективності аграрного виробництва та продуктивності агроєкосистем становлять добрива і засоби захисту рослин від шкідників, бур'янів і збудників хвороб. Доведено, що вибір правильної стратегії контролю шкідливих організмів в агроценозі дає змогу до 80% знизити втрати врожаю, а захист рослин розглядають як важливу складову у підвищенні врожайності культур та забезпеченні продовольчої безпеки [6, 7].

Як констатує ФАО, щороку до 40% всіх продовольчих культур у світі гине через шкідників і хвороб. У результаті загальний обсяг збитків у торгівлі сільськогосподарською продукцією становить понад 220 млрд дол. США на рік.

Визнаючи важливе значення рослин у забезпеченні продовольчої безпеки і досягненні Цілей збалансованого розвитку (2015–2030 рр.) Організація Об'єднаних Націй проголосила 2020 рік Міжнародним роком охорони здоров'я рослин з акцентом на більш ширше впровадження екологічних методів у системі захисту рослин. На нашу думку, до основних цілей агроєкологічного поводження зі шкідниками належать: безпека харчових продуктів;

зменшення негативного впливу на агроєкосистеми та підвищення екологічної безпеки навколишнього природного середовища; підвищення рівня рентабельності агровиробництва завдяки ефективнішому використанню матеріальних і природних ресурсів; збалансований розвиток агроєкосистем.

Традиційним способом забезпечення захисту сільськогосподарських культур від впливу шкідливих організмів тривалий час було і залишається застосування пестицидів, однак наслідки від таких агрозаходів стикаються з важливими екологічними викликами сьогодення. Потрапляючи і накопичуючись в екосистемі вони спричиняють порушення ланцюгів живлення всіх членів біоценозу, пригнічують функціональну активність природних ворогів-регуляторів чисельності шкідливих агентів, забруднюють ґрунтове середовище і водні об'єкти. За таких умов сільгосппродукція втрачає якість і безпечність, а для здоров'я людей та тварин є небезпечною. Основними обмеженнями застосування хімічних пестицидів є: формування покоління стійких шкідників, негативний вплив на нецільові організми, наявність залишкових кількостей хімічних речовин або їх метаболітів в об'єктах навколишнього природного середовища та сільгосппродукції, небезпека для здоров'я людини [8–10].

Використання хімічних пестицидів знало тиску в багатьох країнах світу, тому на державному рівні урядом цих країн прийнято політику щодо зменшення ризиків та екологічно безпечного використання пестицидів. Зокрема, в Європейському Союзі це призвело до розроблення і прийняття гармонізованого законодавства щодо зменшення ризиків, пов'язаних із застосуванням пестицидів. Але до кінця це не розв'язує проблему.

З позиції екологічної безпеки агроєкосистем та забезпечення якості вирощеної продукції і сировини сучасні агротехнології повинні ґрунтуватись на інтегрованих методах захисту рослин (ІРМ) з урахуванням змін клімату, відмові від хімічних методів із негативним впливом на навколишнє природне середовище і людину. Через кліматичні зміни та антропогенну діяльність змінюються екосистеми, з'являються нові ніші для розмноження шкідників і збудників хвороб рослин.

Концепція інтегрованого захисту рослин передусім передбачає використання безпечних нехімічних заходів захисту рослин (організаційно господарських, агротехнічних, біологічних), а також акцентує увагу на вирощуванні сортів рослин, стійких до дії шкідників і хвороб. Лише за умови, що зазначені методи не дають змогу знизити щільність популяції

шкідливих організмів до економічно безпечного рівня, припускається обмежене застосування радикальних хімічних засобів (пестицидів). Інтегрований захист рослин порівняно із традиційним хімічним методом захистом потребує більш високого рівня його наукового забезпечення, організацію ведення фітосанітарного моніторингу, оперативного прогнозу поширення й шкідливості небезпечних організмів і на підставі цього — оптимального планування й запровадження екологічно безпечних заходів захисту рослин [11, 12].

Короткоротаційні сівозміни або беззмінні посіви, порушення агротехніки вирощування культур, використання пестицидів низької якості з порушенням регламентів їх застосування, а саме головне — відсутність загальнодержавного контролю, є причиною погіршення фітосанітарного стану агроєкосистем та їх стійкості в умовах змін клімату. Тобто сучасні агроєкосистеми є нестабільними з низькою здатністю протистояти шкодочинній дії шкідливих організмів. А відтак агроценози характеризуються винятково високою вразливістю до впливу шкідливих організмів із високою ймовірністю погіршення фітосанітарного стану загалом. Усе частіше фіксують спалахи масового розмноження шкідників, епіфітотії хвороб, широке розповсюдження бур'янів, розвиток агресивних інвазійних видів тощо, що спричиняє значні втрати врожаю та збитки агровиробництву. Зокрема, високу засміченість полів насінням бур'янів віднесено до розряду національної катастрофи, а високу забур'яненість агрофітоценозів визнають екологічною проблемою землеробства [13].

Комплекс агрозаходів розглядають як середовищеутворювальний чинник в агроценозах, що створює сприятливі умови для росту та розвитку культурних рослин і тим самим підвищує їх стійкість та витривалість до різних абіотичних і біотичних чинників, впливає на формування та розвиток популяції шкідливих організмів [14]. Тому обмеження чисельності шкідливих видів комах, збудників хвороб і сегетальної рослинності може бути досягнуто за використанням агротехнічних заходів таких як удобрення, обробіток ґрунту, чергування культур у сівозміні тощо.

Серед агротехнічних заходів у забезпеченні належного фітосанітарного стану ґрунту і посівів окремо виділяють значення науково обґрунтованої сівозміни, яка є основою підвищення ефективності застосування комплексної системи захисту посівів від бур'янів і хвороб [14, 15]. Сівозміни необхідні для отримання більш високих урожаїв, оскільки при висаджуванні культури на одному і тому самому полі

проявляється ґрунтовтома та зростає ризик розвитку збудників хвороб і шкідників.

У сучасних соціально-економічних умовах у багатьох випадках усе частіше фіксують порушення науково обґрунтованих нормативів, що призводить до активізації деградаційних процесів та погіршення екологічного стану агроєкосистем. Зокрема, не витримуються нормативи оптимального співвідношення культур у сівозмінах у різних природно-сільськогосподарських регіонах, затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 11 лютого 2010 р. (№ 164) та інших нормативних документів.

Дотримання екологічно безпечної структури посівних площ і сівозмін та розширення видів сільськогосподарських культур є однією із необхідних умов для формування збалансованих агроєкосистем. Це забезпечує не лише їх високу продуктивність та відтворення родючості ґрунту, але й виконує функцію оптимізації фітосанітарного стану посівів. У світовій практиці фітобіоми агроєкосистем, що формуються із збільшенням різноманітності сільськогосподарських культур, все більше набувають широкого застосування внаслідок їх значного внеску у боротьбу із хворобами та шкідниками. Розуміння взаємодії збудників хвороб або шкідників з їхнім господарем в агроценозі дає змогу розробляти нові схеми профілактичних заходів контролю шкодочинних організмів [14, 16].

Однією із складових агротехнічного методу є система удобрення. Добрива є одним із важливих чинників, від якого залежать умови розвитку як культурних рослин, так і шкідливих організмів. За внесення добрив в агроценозі відбуваються зміни мікроклімату, морфологічних особливостей рослин, зміщення фенологічних фаз їх розвитку, а це своєю чергою впливає на розвиток та розмноження шкідливих організмів [14, 17].

Крім того, хімічні добрива істотно впливають на баланс елементів живлення в рослинах, а їх надмірне використання призводить до дисбалансу поживних речовин, що може знизити стійкість рослин до комах-шкідників [18, 19].

На відміну від наведених вище результатів досліджень, практика органічного землеробства сприяє збільшенню у ґрунті корисної мікробіоти, збалансуванню мікробіологічних процесів, зокрема циклу азоту та інших поживних елементів, що дає змогу рослинам отримувати більш збалансоване живлення. Таким чином, хоча кількість азоту безпосередньо доступного для формування врожаю може бути нижчою за внесення лише органічних добрив, загальний поживний статус культури поліпшується [19].

Механічний і фізичний контроль запобігають доступу шкідників до рослин. До цих методів захисту рослин відносять вибір і підготовку ділянки для вирощування певного виду культури, способи обробітку ґрунту, видалення бур'янів, скошування, обкурювання, мульчування, соляризацію ґрунту, використання бар'єрів, екранів, пасток тощо [20]. Застосування таких методів негативно впливає на важливі біологічні функції шкідливих організмів, зокрема живлення, розмноження, поширення і виживання. Також рекомендують поєднувати фізичні, агротехнічні, біологічні методи в контролюванні шкідників [21].

В агроєкосистемах за змін клімату перебудова системи «культурна рослина — шкідливий організм» буде відбуватися через зміну продуктивності, фізіологічного стану та фенології організмів. Зокрема, дисбаланс у системі фенологічних та біохімічних коадаптацій комах до рослини-живителя може призвести до перебудови домінантів існуючих шкідливих ентомокомплексів [11]. А відтак зниження екологічної стійкості агроєкосистем передусім буде проявлятися через погіршення фітосанітарного стану.

Як доводять дослідження, здатність сільськогосподарських культур протистояти впливу шкідливих організмів тісно пов'язана з фізичними, хімічними і, особливо, біологічними властивостями ґрунтів. Ґрунти з високим умістом органічної речовини та біологічною активністю, як правило, володіють високою родючістю ґрунту, комплексом поживних речовин і корисної мікробіоти, яка перешкоджає розвитку збудників хвороб та ураженню рослин. З іншого боку, агротехнології, які призводять до розбалансування екосистеми ґрунту та дисбалансу макро- і мікроелементів як у ґрунті, так і рослинах знижують опір останніх до шкідників і хвороб [18].

Втрата здоров'я ґрунту є серйозною світовою проблемою, яка спрощує структуру та стабільність агроєкосистем, що робить їх більш уразливими до впливу шкідників. Наприклад, використання методів збереження ґрунту часто, але не завжди, збільшує смертність та знижує репродуктивний вихід основних комах-шкідників [22].

Ще одна екологічна проблема — накопичення у ґрунті фітопатогенної мікробіоти, що спричиняє ураження рослин упродовж тривалого періоду. Фітопатогенні гриби і бактерії здатні утворювати велику кількість морфологічних структур, що накопичуються на насінні, рослинах та рослинних рештках, і є потужними чинниками фітопатогенного фону та біологічного забруднення агрофітоценозів [23, 24].

В агроекосистемах рослини не можна розглядати як автономні об'єкти, оскільки вони співіснують із широким різноманіттям мікроорганізмів (епіфітів і ендофітів). Взаємодія між рослиною та її мікробіотою може виявитися безсимптомною, а додаткові екологічні функції, підтримувані фітобіомом, визнані важливим чинником для підвищення здатності рослини адаптуватися до біотичних та/або абіотичних чинників. Враховуючи велике значення мікроорганізмів для рослин, запропоновано рослинний мікробіом розглядати як продовження генотипу господаря [25] та як резервуар додаткових генів і функцій для їх рослини-господаря [26]. Проте серед численних видів мікроорганізмів, асоційованих із рослиною, значна кількість видів є умовно патогенними і патогенними, здатними за відповідних умов спричиняти захворювання рослин.

Вивчення різних типів взаємодій між рослинами та їх мікробіомами є актуальною темою сучасних наукових досліджень у галузі рослинництва, агрономії та боротьби зі шкідниками. Дослідження взаємодії мікроорганізмів у рослинних асоціаціях має теоретичний і практичний інтерес як для розуміння загальнобіологічних проблем імунітету, етіології та динаміки патологічного процесу, так і для обґрунтування та розроблення методів захисту рослин від хвороб [27, 28]. Ступінь взаємодії рослини-господаря і паразита визначають такі властивості як патогенність, вірулентність і агресивність останнього. Через патогенність паразит викликає захворювання. За допомогою вірулентності він утворює спеціалізовані форми, розширюючи спектр рослин та їх популяцій, на яких може паразитувати. Не менш важливою є агресивність, ступінь якої напряду залежить від мінімальної кількості інфекційних одиниць, здатних інфікувати рослину [24].

Дуже важливо, що мікробіом рослин може значною мірою змінювати взаємодію між рослиною-господарем та збудниками хвороб, що призводить до модифікації наслідків для захворювань рослин [29].

Зазначають, що особливе значення під час агроекологічного поводження зі шкідниками відводиться саме підтримці різноманіття як флори, так і фауни, що забезпечує стабільність екосистем та їх функціонування [30, 31]. Академік НААН В.П. Федоренко [11] визначив одне з першочергових завдань забезпечення стійкого фітосанітарного благополуччя агроекосистем, зокрема через підвищення ролі ентомофагів та ентомопатогенів у біоценотичній регуляції шкідливих видів разом із усіма складовими інтегрованого захисту рослин: розроблення новітніх технологій виробництва і застосування біологіч-

них засобів захисту, створення стійких сортів культур, оцінка фітосанітарного ризику застосування сучасного асортименту засобів захисту рослин, розроблення оптимальних технологій ведення землеробства і рослинництва тощо.

Контроль шкідників і хвороб сільськогосподарських культур за допомогою стратегій природного регулювання їх чисельності називають агроекологічним поводженням із шкідниками [32]. Це відповідає принципам екологічної інтенсифікації сільського господарства з використанням ландшафтних підходів і екосистемних послуг для створення багатофункціональних стійких агроекосистем [33]. Доведено, що економічна вигода екосистемних послуг від упровадження агроекологічних практик, зокрема і біологічного контролю шкідників, навіть на 10% сільськогосподарських угідь в усьому світі перевищить витрати на пестициди та добрива [32]. Зокрема, цього можна досягти через:

- збільшення різноманіття видів в агрофітоценозах, зокрема розширення видів сільськогосподарських культур у сівозміні та залучення бобових і багаторічних культур, що сприяє накопиченню органічної речовини у ґрунті, збалансовує діяльність ґрунтової мікробіоти та ін., і тим самим регулює щільність популяцій шкідливих видів в агроценозі;

- збільшення біорізноманіття ландшафтів, що досягається низкою заходів, зокрема агролісомеліорації, що створює осередки для природних ворогів-регуляторів чисельності шкідників агрокультур;

- вирощування багаторічних культур, що забезпечує формування більш стійких комплексів природних ворогів проти шкідників, формує мікроклімат агроценозу, захищає ґрунт від ерозійних процесів, забезпечує накопичення поживних речовин у ґрунті та органічної речовини;

- підвищення вмісту органічної речовини ґрунту, зокрема через науково обґрунтовані сівозміни, внесення органічних добрив, вирощування сидеральних культур, що забезпечує ґрунтову мікробіоту поживним субстратом, регулює співвідношення мікроорганізмів у мікробіоценозі та перебіг і активність ґрунтово-біологічних процесів, що своєю чергою забезпечує біологічний контроль фітопатогенного фону і збудників хвороб рослин у ґрунті.

Зазначене та аналіз успішних агроекологічних практик боротьби зі шкідниками і хворобами показав, що збалансованість агроекосистеми можна досягти через управління двома складовими: створенням оптимального середовища в агрофітоценозі та підвищенням родючості ґрунтів і його здоров'я. Тобто через взаємопов'язані агрозаходи з управлінням агрофітоценозами і ґрунтовим середовищем,



**Рис. 1.** Забезпечення формування збалансованої агроекосистеми  
Примітка: \*елементи інтегрованого захисту рослин (ІРМ).

оскільки цілісність агроекосистеми ґрунтується на синергізмі різноманіття рослин та ґрунтового середовища (рис. 1). Однак тривалий час методологія і розроблення конкретних заходів інтегрованого поводження зі шкідниками (ІРМ) та інтегрованого управління родючістю ґрунтів (ISFM) існували окремо [34].

Основними перевагами застосування агроекологічних методів контролю шкідників, що забезпечує формування збалансованих агроекосистем, є:

- підвищення стійкості функціонування агроекосистеми та ефективність використання природних ресурсів;
- використання місцевих природних ресурсів;
- зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище;
- розширення біорізноманіття видів;
- поліпшення здоров'я ґрунту, збільшення вмісту органічної речовини та зниження ерозійних процесів;
- зниження викидів парникових газів, деponування вуглецю у ґрунті та збалансування циклу азоту;

- поліпшення якості та безпечності агропродукції;
- ефективніше використання матеріальних ресурсів на одиницю продукції та підвищення рентабельності виробництва;
- підвищення соціального статусу агровиробників і фермерів.

**Висновки.** Стале виробництво продукції рослинництва потребує цілісного підходу та запровадження технологій і заходів, зокрема запровадження інтегрованого захисту рослин, розроблених за екологічними принципами, спрямованих на раціональне використання природних ресурсів, відтворення родючості ґрунту, збільшення біорізноманіття та природних середовищ існування, зменшення викидів парникових газів тощо, що у комплексі забезпечує здоров'я рослин і ґрунту. Впровадження інтегрованого захисту рослин та мінімізація використання синтетичних пестицидів дає змогу покращити здоров'я рослин і ґрунту, екологічний стан агроценозу загалом та забезпечити формування збалансованих агроекосистем.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Tilman D., Balzer C., Hill J., Befort B.L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *PNAS*. 108(50): 20260–20264.
2. Crowder D.W., Jabbour R. (2014). Relationships between biodiversity and biological control in agroecosystems: current status and future challenges. *Biol Control*. 75: 8–17.
3. Ray D.K., Mueller N.D., West P.C., Foley J.A. (2013). Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE*. 8(6): e66428.
4. Созінов О.О. Агросфера України у ХХІ столітті. *Вісник НАН України*. 2001. № 10. С. 7–16.
5. Furdychko O.I., Demyanyuk O.S. (2015). The importance of agroecology in the process of well-balanced agrosphere formation. *Agricultural Science and Practice*. 2(1): 23–29.
6. Борзих О.І. До поліпшення фітосанітарного стану полів. *Захист і карантин рослин*. 2014. Вип. 60. С. 3–5.
7. Botmarco R., Vico G., Hallin S. (2018). Exploiting ecosystem services in agriculture for increased food security. *Global Food Security*. 17: 57–63.
8. Maute K., French K., Story P. et al. (2017). Short and long-term impacts of ultra-low-volume pesticide and biopesticide applications for locust control on non-target arid zone arthropods. *Agric Ecosyst Environ*. 240: 233–243.
9. Іващенко О.О. Екологічні проблеми інтенсивних технологій вирощування посівів. *Захист і карантин рослин*. 2016. Вип. 62. С. 119–123.
10. Іващенко О.О., Іващенко О.О. Перспективи і проблеми хімічного захисту. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 12. С. 16–18.
11. Федоренко В.П. Перспективи ентомологічних досліджень в Україні. *Захист і карантин рослин*. 2014. Вип. 60. С. 415–425.
12. Мостов'як І.І. Екологічна парадигма інтегрованого захисту рослин. *Карантин і захист рослин*. 2019. № 5–6(255). С. 12–16.
13. Борзих О.І. Факторы, влияющие на распространение карантинных сорняков в Украине. *Защита и карантин растений*. 2014. № 11. С. 38–40.
14. Камінський В.Ф., Гадзало Я.М., Сайко В.Ф., Корнійчук М.С. Землеробство ХХІ століття — проблеми та шляхи вирішення. Київ: ВП «Едельвейс», 2015. 275 с.
15. Камінський В.Ф., Бойко П.І. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 6. С. 5–9.
16. He N., Liu L., Shahzad M. et al. (2019). Crop diversity and pest management in sustainable agriculture. *Journal of Integrative Agriculture*. 18(9): 1945–1952.
17. Віннічук Т.С., Пармінська Л.М., Гаврилук Н.М. Вплив попередників, добрив та обробітків ґрунту на фітосанітарний стан посівів пшениці озимої в зоні Лівобережного Лісостепу. *Землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* 2017. Вип. 1. С. 100–108.
18. Magdoff F. (2007). Ecological agriculture: Principles, practices, and constraints. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 22(2): 109–117.
19. Altieri M.A., Ponti L., Nicholls C.I. (2012). Soil fertility, biodiversity and pest management. In: Gurr G.M., Wratten S.D., Snyder W.E., Read D.M.Y. (eds.). *Biodiversity and insect pests: Key issues for sustainable management*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.
20. Писаренко В.Н., Писаренко П.В., Писаренко В.В. Методы исключения негативного влияния защиты растений на биосферу: механический, физический и карантинный метод защиты растений. *Агроэкология*. 2008. URL: [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=615](https://agromage.com/stat_id.php?id=615)
21. Hatcher P.E., Melander B. (2003). Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. *Weed Res*. 43: 303–322.
22. Alyokhin A., Nault B., Brown B. (2020). Soil conservation practices for insect pest management in highly disturbed agroecosystems — a review. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 168: 7–27.
23. Гвоздяк Р.І., Гойчук А.Ф., Розенфельд В.В. Аутомікрофлора насіння сосни звичайної та її системна взаємодія: теоретико-прикладний аспект. *Лісове і садово-паркове господарство: електронний науковий вісник*. 2012. № 2. С. 34–50.
24. Парфенюк А.І., Стерлікова О.М. Фітопатогенний фон в агрофітоценозах, що створюють різні сорти рослин. *Агроекологічний журнал*. 2011. № 2. С. 81–85.
25. Aleklett K., Hart M. (2013). The root microbiota — a fingerprint in the soil? *Plant Soil*. 370: 671–686.
26. Mitter B., Pfaffenbichler N., Sessitsch A. (2016). Plant-microbe partnerships in 2020. *Microbial Biotechnology*. 9: 635–640.
27. Andrews J.H., Harris R.F. (2000). The ecology and biogeography of microorganisms on plant surfaces. *Annu. Rev. Phytopathol*. 38: 145–180.
28. Duhamel M., Vandenkoornhuys P. (2013). Sustainable agriculture: Possible trajectories from mutualistic symbiosis and plant neodomestication. *Trends in Plant Science*. 18: 597–600.
29. Busby P.E., Ridout M., Newcombe G. (2015). Fungal endophytes: Modifiers of plant disease. *Plant Molecular Biology*. 90: 1–11.

30. 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.
31. Mori A.S., Furukawa T., Sasaki T. (2013). Response diversity determines the resilience of ecosystems to environmental change. *Biol Rev*. 88(2): 349–364.
32. Reddy P.P. (2017). Agro-ecological pest management — an overview. *Agro-ecological approaches to pest management for sustainable agriculture*. Springer Nature Singapore Pte Ltd.: 1–11.
33. Tittonell P. (2014). Ecological intensification of agriculture — sustainable by nature. *Curr Opin Environ Sustain*. 8: 53–61.
34. Altieri M.A., Nicholls C.I. (2003). Soil fertility management and insect pests: Harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil Till Res*. 72: 203–211.

#### Інформація про автора

**Мостов'як Іван Іванович** — кандидат сільськогосподарських наук, доцент, перший проректор, Уманський національний університет садівництва (вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, Україна; e-mail: mostovjak@gmail.com)

I.I. Mostoviak  
PhD, Associate professor,  
Uman National University of Horticulture  
(Ukraine, Uman; e-mail: mostovjak@gmail.com)

#### INTEGRATED PLANT PROTECTION SYSTEM IN FORMATION OF BALANCED AGROECOSYSTEMS

*The article presents the generalized results of research on the formation of balanced agroecosystems taking into account integrated plant protection. In most countries of the world it is important to increase crop production per unit area to ensure food security while minimizing the impact on the environment. The only way to solve this problem is to form balanced agroecosystems through the introduction of new innovative agrotechnologies based on ecological principles. Therefore, a number of international conventions, agreements and initiatives, as well as within the legislation of most developed countries outlined changes in agricultural production patterns and directions for the transition to an ecosystem approach. It is recognized that the choice of the correct strategy of pest control in the agrocenosis allows to reduce crop losses by up to 80%, and plant protection is considered as a determining factor in realizing the productive potential of crops. But modern agroecosystems are unstable with a low ability to resist the harmful effects of pests, and agrocenoses are characterized by a high probability of deterioration of phytosanitary conditions. From the standpoint of ecological safety of agroecosystems and ensuring the quality of agricultural products, modern agricultural technologies should be based on integrated methods of plant protection, in particular, taking into account climate change. The combination of scientifically based agricultural measures aimed at improving soil and plant health, in particular methods of agroecological pest management, will reduce the negative impact on the ecological state of agro-ecosystems, increase environmental safety and profitability of agricultural production through more efficient use of natural resources. quality and safety of agricultural products, etc. Sustainable crop production requires a holistic approach and the introduction of technologies and measures developed on environmental principles that meet the goals of integrated plant protection and aimed at rational use of natural resources, improving soil conditions, reducing the use of chemicals, increasing biodiversity and habitats, reducing emissions greenhouse gases, etc., which in the complex ensures the health of plants and soil. The introduction of integrated plant protection and the minimization of the use of synthetic pesticides makes it possible to improve plant and soil health, the ecological condition of the agrocenosis in general and to ensure the formation of balanced agroecosystems.*

**Keywords:** sustainable agroecosystem, ecological principles, integrated pest management, plant health, soil health.

#### REFERENCES

1. Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., Befort, B.L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *PNAS*. 108(50): 20260–20264.
2. Crowder, D.W., Jabbour, R. (2014). Relationships between biodiversity and biological control in agroecosystems: current status and future challenges. *Biol Control*. 75: 8–17.
3. Ray, D.K., Mueller, N.D., West, P.C., Foley, J.A. (2013). Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE*. 8(6): e66428.



4. *Sozinov, O.O.* (2001). Ahrosfera Ukrainy u XXI stolitti [Agrosphere of Ukraine in the 21st Century]. *Visnyk NAN Ukrainy [Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine]*. 10: 7–16 (In Ukr.).
5. *Furdychko, O.I., Demyanyuk, O.S.* (2015). The importance of agroecology in the process of well-balanced agrosphere formation. *Agricultural Science and Practice*. 2(1): 23–29. (In Ukr.).
6. *Borzykh, O.I.* (2014). Do polipshennia fitosanitarnoho stanu poliv [To improve the phytosanitary condition of the fields]. *Zakhyst i karantyn roslyn [Protection and quarantine of plants]*. 60: 3–5 (In Ukr.).
7. *Bommarco, R., Vico, G., Hallin, S.* (2018). Exploiting ecosystem services in agriculture for increased food security. *Global Food Security*. 17: 57–63. (In Ukr.).
8. *Maute, K., French, K., Story, P. et al.* (2017). Short and long-term impacts of ultra-low-volume pesticide and biopesticide applications for locust control on non-target arid zone arthropods. *Agric Ecosyst Environ*. 240: 233–243. (In Ukr.).
9. *Ivashchenko, O.O.* (2016). Ekolohichni problemy intensyvnykh tekhnolohii vyroshchuvannya posiviv [Ecological problems of intensive technologies of growing crops]. *Zakhyst i karantyn roslyn [Protection and quarantine of plants]*. 62: 119–123 (In Ukr.).
10. *Ivashchenko, O.O., Ivashchenko, O.O.* (2014). Perspektyvy i problemy khimichnogo zakhystu [Prospects and problems of chemical protection]. *Visnyk agrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]*. 12: 16–18 (In Ukr.).
11. *Fedorenko, V.P.* (2014). Perspektyvy entomolohichnykh doslidzhen v Ukraini [Prospects for Entomological Research in Ukraine]. *Zakhyst i karantyn roslyn [Protection and quarantine of plants]*. 60: 415–425 (In Ukr.).
12. *Mostovjiak, I.I.* (2019). Ekolohichna paradyhma intehrovanoho zakhystu roslyn [Ecological paradigm of integrated plant management]. *Karantyn i zakhyst roslyn [Quarantine and plant protection]*. 5–6(255): 12–16 (In Ukr.).
13. *Borzykh, O.I.* (2014). Faktory, vliayushchiye na rasprostraneniye karantinnykh sornyakov v Ukraine [The factors influencing spreading of quarantine weeds in Ukraine]. *Zashchita i karantin rasteniy [Plant Protection and Quarantine]*. 11: 38–40 (In Russ.).
14. *Kaminskyi, V.F., Hadzalo, Ya.M., Saiko, V.F., Korniiichuk, M.S.* (2015). Zemlerobstvo XXI stolittia — problemy ta shliakhy vyrishennia [Agriculture of XXI century — problems and solutions]. Kyiv: VP «Edelweis», 275 (In Ukr.).
15. *Kaminskyi, V.F., Boiko, P.I.* (2013). Rol sivozmin u suchasnomu zemlerobstvi [The role of crop rotation in modern agriculture]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science]*. 6: 5–9 (In Ukr.).
16. *He, H., Liu, L., Shahzad, M. et al.* (2019). Crop diversity and pest management in sustainable agriculture. *Journal of Integrative Agriculture*. 18(9): 1945–1952.
17. *Vinnichuk, T.S., Parminska, L.M., Havryliuk, N.M.* (2017). Vplyv poperednykiv, dobryv ta obrobivkiv gruntu na fitosanitarnyi stan posiviv pshenytsi ozymoi v zoni Livoberezhnogo Lisostepu [Effect of precursors, fertilizers and tillage on phytosanitary condition of crops of winter wheat in the area of left-bank forest-steppe]. *Zemlerobstvo [Agriculture]*. 1: 100–108 (In Ukr.).
18. *Magdoff, F.* (2007). Ecological agriculture: Principles, practices, and constraints. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 22(2): 109–117.
19. *Altieri, M.A., Ponti, L., Nicholls, C.I.* (2012). Soil fertility, biodiversity and pest management. In: Gurr, G.M., Wratten, S.D., Snyder, W.E., Read, D.M.Y. (Eds.). *Biodiversity and insect pests: Key issues for sustainable management*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.
20. *Pisarenko, V.N., Pisarenko, P.V., Pisarenko, V.V.* (2008). Metody isklyucheniya negativnogo vliyaniya zashchity rasteniy na biosferu: mekhanicheskii, fizicheskii i karantinnyy metod zashchity rasteniy. *Agroekologiya [Methods of eliminating the negative impact of plant protection on the biosphere: mechanical, physical and quarantine method of plant protection. Agroecology]*. URL: [https://agromage.com/stat\\_id.php?id=615](https://agromage.com/stat_id.php?id=615) (In Russ.).
21. *Hatcher, P.E., Melander, B.* (2003). Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. *Weed Res*. 43: 303–322.
22. *Alyokhin, A., Nault, B., Brown, B.* (2020). Soil conservation practices for insect pest management in highly disturbed agroecosystems — a review. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 168: 7–27.
23. *Hvozdiak, R.I., Hoichuk, A.F., Rozenfeld, V.V.* (2012). Avtomikroflora nasinnia sosny zvychainoi ta yii systemna vzaiemodiia: teoretyko-prykladnyi aspekt. [Automikroflora pine seeds and its systematic interaction: theoretical and applied aspects]. *Lisove i sadovo-parkove hospodarstvo: elektronnyi naukovyi visnyk [Forestry and Horticulture: electron. science. zh.]*. 2: 34–50 (In Ukr.).
24. *Parfeniuk, A.I., Sterlikova, O.M.* (2011). Fitopatohennyi fon v ahrofitotsenozakh, shcho stvoruiuiut rizni sorty roslyn [Phytopathogenic background in agrophytocenoses that create different plant varieties]. *Ahroekolohichni zhurnal [Agroecological journal]*. 2: 81–85 (In Ukr.).
25. *Aleklett, K., Hart, M.* (2013). The root microbiota — a fingerprint in the soil? *Plant Soil*. 370: 671–686.
26. *Mitter, B., Pfaffenbichler, N., Sessitsch, A.* (2016). Plant-microbe partnerships in 2020. *Microbial Biotechnology*. 9: 635–640.

27. Andrews, J.H., Harris, R.F. (2000). The ecology and biogeography of microorganisms on plant surfaces. *Annu. Rev. Phytopathol.* 38: 145–180.
28. Duhamel, M., Vandenkoornhuyse, P. (2013). Sustainable agriculture: Possible trajectories from mutualistic symbiosis and plant neodomestication. *Trends in Plant Science.* 18: 597–600.
29. Busby, P.E., Ridout, M., Newcombe, G. (2015). Fungal endophytes: Modifiers of plant disease. *Plant Molecular Biology.* 90: 1–11.
30. 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.* 60: 59–123.
31. Mori, A.S., Furukawa, T., Sasaki, T. (2013). Response diversity determines the resilience of ecosystems to environmental change. *Biol Rev.* 88(2): 349–364.
32. Reddy, P.P. (2017). Agro-ecological pest management — an overview. In: Agro-ecological approaches to pest management for sustainable agriculture. Springer Nature Singapore Pte Ltd.: 1–11.
33. Tittonell, P. (2014). Ecological intensification of agriculture — sustainable by nature. *Curr Opin Environ Sustain.* 8: 53–61.
34. Altieri, M.A., Nicholls, C.I. (2003). Soil fertility management and insect pests: Harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil Till Res.* 72: 203–211.

#### Autor

**Mostoviak Ivan Ivanovich** — PhD, Associate professor, First Vice-rector for research and educational work, Uman National University of Horticulture (1, Instytutaska Str., Uman, 20305, Ukraine; e-mail: mostovjak@gmail.com)

## Новини Новини

### Новини • Новини • Новини

Голова Державного агентства лісових ресурсів України 10 березня представив план на 2020 рік. Близько 95% усієї деревини, яку заготовляють лісогосподарські підприємства в Україні, перебуває на електронному обліку. Інші 5% становлять поодинокі комунальні та приватні підприємства, які знаходяться в процесі навчання і підключення до системи електронного обліку.

Було зазначено: «Це означає, що до електронного обліку деревини підключено 526 постійних лісокористувачів, з яких 341 — державні підприємства, організації та установи, 144 — комунальні підприємства та 41 лісокористувачів, що належить до інших організаційно-правових форм господарювання.

Вперше за роки незалежності було отримано чіткі дані про кількість та місце заготовленої деревини, і також про те, хто її заготовляє. До цього чого часу лише лісгоспи у сфері відання Держлісагентства працювали в системі електронного обліку