

ЗАХИСТ І КАРАНТИН РОСЛИН



МІЖВІДОМЧИЙ
ТЕМАТИЧНИЙ
НАУКОВИЙ
ЗБІРНИК

67

ІНСТИТУТ ЗАХИСТУ РОСЛИН
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ЗАХИСТ І КАРАНТИН РОСЛИН

МІЖВІДОМЧИЙ
ТЕМАТИЧНИЙ
НАУКОВИЙ
ЗБІРНИК

Заснований у жовтні 1964 р.

Випуск

67

КИЇВ 2021

Викладено матеріали наукових досліджень із захисту рослин від шкідників, хвороб та бур'янів.

Для наукових працівників, викладачів і студентів вищих аграрних закладів освіти, аспірантів, спеціалістів сільського господарства.

Редакційна колегія: Н.О. Козуб (головний редактор), О.І. Борзих (заступник головного редактора), О.Г. Власова (відповідальний секретар), Є.М. Білецький, О.О. Івашенко, М.М. Кирик, Ю.Е. Клечковський, М.В. Круть, Г.М. Лісова, Л.Т. Міщенко, М.П. Секун, Д.Д. Сігарьова, С.В. Сорока (Білорусь), Д. Сосновська (Польща), О.О. Стригун, Г.М. Ткаленко, В.П. Федоренко, В.М. Чайка, Ю.П. Яновський, Л.А. Янсе.

It is shown the data of scientific resarch on plant protection from pests, diseases and weeds.

For scientists, teachers and students of higher agricultural educational institutions, postgraduate students, agricultural specialists.

Editorial board: Kozub N. (editor-in-chief), Borzykh O. (deputy editor), Vlasova O. (executive secretary), Biletskiy Ye., Ivaschenko O., Kyryk M., Klechkovskiy Yu., Krut M., Lisova G., Mischenko L., Sekun M., Sigariova D., Soroka S. (Belarus), Sosnovska D. (Poland), Strygun O., Tkanenko H., Fedorenko V., Chaika V., Yanovskiy Yu., Janse L.

Збірник є науковим фаховим виданням, категорія Б:

Галузі наук: «**Біологія**», спеціальність 091 — Біологія;
«**Природничі науки**», спеціальність 101 — Екологія;
«**Сільськогосподарські науки**», спеціальності 201 —
Агрономія, 202 — Захист і карантин рослин, 203 —
Садівництво і виноградарство.

Затверджено наказом Міністерства освіти і науки
України від 26.11.2020 р., №1471.

Засновник і видавець — Інститут захисту рослин НААН

Адреса редакційної колегії:

03022, м. Київ-22, вул. Васильківська, 33, Інститут захисту рослин
Національної академії аграрних наук України

тел.: (044) 257-11-24, 257-13-80;

e-mail: karantun.z.r.2017@gmail.com,

сайт видання: <http://zkr.ipp.gov.ua>

Захист і карантин рослин. 2021. Вип. 67.

УДК 632.9

DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.3-17>

О.І. БОРЗИХ, доктор сільськогосподарських наук

Л.Л. ГАВРИЛЮК, кандидат сільськогосподарських наук

М.В. КРУТЬ, кандидат біологічних наук

Інститут захисту рослин НААН, вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022,
Україна, e-mail: m.v.krut@ukr.net

ІНСТИТУТУ ЗАХИСТУ РОСЛИН НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ — 75 РОКІВ

Мета. Дослідження історії становлення та етапів діяльності Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України, його ролі в підвищенні ефективності агропромислового виробництва країни, в науковому та діловому світі. **Методи.** Аналіз архівних даних про заснування сучасного Інституту захисту рослин НААН, статей, присвячених діяльності установи, наукових праць учених. **Результати.** На всіх етапах своєї історії Інститут захисту рослин НААН успішно вирішував важливі завдання, пов'язані з розробкою ефективних заходів щодо захисту рослин від найбільш небезпечних шкідників та хвороб, зокрема вдосконаленням хімічного методу захисту, розробкою та впровадженням біологічних заходів захисту. Теоретично обґрунтовано економічну доцільність застосування інсектицидів, розроблено економічні порогові шкідливості фітофагів, показники екологічної безпеки хімічного методу захисту та теоретичні основи інтегрованого захисту рослин від шкідливих організмів. Проводиться величезна робота з наукового забезпечення селекції сільськогосподарських рослин на стійкість проти збудників хвороб та шкідників. Здійснено комплекс наукових досліджень із

вдосконалення еколого-безпечних методів захисту вирощуваних культур за умов радіоактивного забруднення. Розроблено системи моніторингу та контролю чисельності паразитичних фітонематод на пшениці озимій, картоплі, буряках цукрових, овочевих культурах закритого ґрунту. Здійснюються наукові дослідження з карантину рослин. Є розробки з питань прогнозування забур'яненості посівів польових культур та удосконалення прийомів застосування гербіцидів. Проводяться широкомасштабні дослідження з генетики пшениці. **Висновки.** Інститут захисту рослин НААН завжди відігравав і нині відіграє величезну роль у підвищенні ефективності агропромислового виробництва. Він міцно затвердився в науковому та діловому світі.

сільськогосподарська культура; шкідники; хвороби; бур'яни; захист рослин

Нині в економіці України агропромисловий комплекс є досить рентабельною галуззю. У структурі валового вітчизняного продукту країни частка аграрного сектору економіки разом із суміжними галузями становить майже 27%, забезпечується найбільше валютних надходжень у державну скарбницю. Однак усі ці успіхи — лише частка з того, що агросектор має заробляти. Для стабільного розвитку агропромислового виробництва важливого значення набуває покращання його наукового забезпечення.

Фітосанітарний стан агроценозів безпосередньо впливає на продовольчу безпеку. Останнім часом він погіршується. Значною мірою це пов'язано із потеплінням клімату, що веде до зміни тривалості сезонів року і, відповідно, розвитку сільськогосподарських культур, шкідників та хвороб рослин. Ускладнюють фітосанітарну ситуацію також зміни форм ведення господарства і разом із тим — технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Захист рослин був і залишається обов'язковим елементом технології одержання великих обсягів високоякісної сільськогосподарської продукції та стабільності агроценозів. Сільськогосподарським культурам завдають шкоди понад 400 видів шкідників, 200 збудників хвороб, близько 300 видів бур'янів. За недостатнього проведення захисних заходів або відсутності таких недобори врожаю вирощуваних культур від шкідливих організмів в Україні становлять майже третину, а іноді навіть і половину від потенційно можливого [1, 2]. Величезну роль у вирішенні проблем захисту рослин, а разом із тим покращання фітосанітарного стану агроценозів, відіграє Науково-методичний центр із виконання програми наукових досліджень «Захист рослин», головною установою якого є Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України.

Мета роботи — дослідження історії становлення та етапів діяль-

ності Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України, його ролі в підвищенні ефективності агропромислового виробництва країни, в науковому та діловому світі.

Методика досліджень. Матеріалами для досліджень служили архівні дані про заснування сучасного Інституту захисту рослин НААН, статті, присвячені діяльності установи, наукові праці вчених.

Результати та обговорення. Історія Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України своїм корінням сягає в глиб десятиліть. У 1946 р., згідно з рішенням Ради Міністрів СРСР і постановою Президії Академії наук Української РСР (протокол № 9 від 7 червня 1946 р.), на базі трьох лабораторій Інституту зоології АН УРСР було створено Інститут ентомології і фітопатології, завдання якого полягало у вдосконаленні методів захисту рослин та розробленні захисних заходів проти найбільш небезпечних шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. У 1956 р. ця установа була реорганізована в Український науково-дослідний інститут захисту рослин, підвідомчий Міністерству сільського господарства УРСР, який набув статусу Республіканського науково-методичного центру із захисту рослин. У січні 1971 р. Інститут став складовою Південного відділення Всесоюзної академії сільськогосподарських наук (ВАСГНІЛ), а 1992 року — Української академії аграрних наук, яка у 2010 р. набула статусу Національної. Донині Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України (ІЗР НААН) залишається головною установою Науково-методичного центру в нашій країні з виконання програми наукових досліджень «Захист рослин», координує роботу близько 20-ти установ, які розташовані в різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Інститут захисту рослин був однією із провідних установ СРСР. Інформація про його досягнення регулярно знаходила своє відображення на сторінках всесоюзних науково-практичних журналів, а також книг та буклетів, присвячених ВАСГНІЛ. Існували тісні зв'язки установ колишнього СРСР з Українським науково-дослідним інститутом захисту рослин, що дозволяло успішно вирішувати широкомасштабні наукові та практичні проблеми.

Історія Інституту захисту рослин НААН пов'язана з іменами відомих вчених даної галузі: академики Національної академії наук України В.П. Поспелов, В.П. Васильєв; члени-кореспонденти НАНУ Є.В. Зверезомб-Зубовський, В.П. Муравйов, В.Г. Долін; академики НААН В.Ф. Пересипкін, М.П. Лісовий, В.П. Федоренко, О.І. Борзих, О.О. Івашенко; академік НАНУ і НААН О.О. Созінов; члени-кореспонденти НААН Д.Д. Сігарьова, Л.А. Янсе; доктори наук З.С. Голов'янка, М.А. Теленга, А.І. Зражевський, Д.Ф. Руднев, Є.С. Косматий, М.П. Дядечко, В.А. Санін, Б.А. Арешніков, В.П. При-

ставко, Г.В. Грисенко, В.М. Кавецький, В.П. Смілянець, Л.І. Бублик, С.О. Трибель, М.П. Секун, А.М. Черній, В.М. Чайка, В.Ф. Дрозда, В.Я. Мар'юшкіна, С.В. Ретьман, О.О. Стригун, Г.М. Ткаленко, О.О. Івашенко, Н.О. Козуб; кандидати наук В.Л. Ціопкало, К.А. Орлачова, Н.І. Салунська, М.О. Целле, Т.Г. Зражевська, В.А. Мархасьова, Є.М. Кітіцин, Г.Н. Жигаєв, М.Д. Тарануха, Г.М. Цибульська, Н.В. Лаппа, В.М. Гораль, С.В. Гораль, Т.О. Примака, Р.С. Красницька, К.А. Кудель, І.В. Григорович, А.С. Дегтярьова, В.І. Шкоденко, В.М. Лопатін, Л.М. Шелехова, О.К. Кондратюк, М.П. Гончаренко, В.Ю. Корнієнко, В.О. Зацерківський, Ю.В. Лагодинський, В.П. Омельюта, Б.Г. Дегтярьов, М.Г. Гарнага, І.М. Пластун, М.Г. Костюковський, А.М. Войтенко, Г.С. Суворова, Ж.Д. Кудіна, Л.В. Янішевська, Р.І. Чижик, М.М. Тронь, Т.М. Крижанівська, В.Л. Петрунук, А.О. Устименко, Г.І. Васечко, Д.М. Фешин, О.С. Нехай, С.В. Лисенко, Б.І. Щербак, В.С. Чабан, О.В. Манько, Т.І. Горбач, В.А. Гродський, О.Г. Власова, Н.М. Кошевська, О.В. Бакланова, В.Г. Сергієнко, Н.В. Скрипник, Л.Л. Гаврилюк, І.М. Сторчоус, О.А. Грикун, С.М. Бабич, Т.П. Панченко, Г.М. Лісова, М.В. Круть, А.В. Федоренко; провідні фахівці В.П. Анохіна, В.П. Конверська, Р.П. Лямцева, М.П. Федоряк, О.Н. Марченко, Л.Г. Рогоча, Г.Л. Мельникова, В.О. Дульгерова, Т.М. Неверовська, Н.К. Філатова, В.І. Гнатуш, О.А. Коровін, Л.В. Райчук, З.М. Довгаль, І.Д. Бакай, В.М. Лобко та багато інших. До складу Вченої ради Інституту на початковому етапі його діяльності входили відомі вчені із інших установ — член-кореспондент НАНУ Т.Д. Страхов, академік НАНУ П.О. Свириденко, доктори біологічних наук, професори І.Д. Білановський, С.Ф. Морочковський.

Інститут очолювали: академік АН УРСР В.П. Поспелов (1946—1948), члени-кореспонденти АН УРСР Є.В. Зверезомб-Зубовський (1949—1950), В.П. Муравйов (1950—1952), академік АН УРСР В.П. Васильєв (1953—1979), доктор біологічних наук, професор Г.В. Грисенко (1979—1985), академіки НААН М.П. Лісовий (1986—2003), В.П. Федоренко (2003—2011). З серпня 2011 р. директором є доктор сільськогосподарських наук, академік НААН О.І. Борзих.

На всіх етапах своєї історії Інститут захисту рослин НААН успішно вирішував важливі завдання, пов'язані з розробкою ефективних заходів щодо захисту сільськогосподарських культур від найбільш небезпечних шкідників та хвороб. Певний час в установі існували проблемні лабораторії по боротьбі з буриковим довгоносиком (керівник — В.П. Васильєв), колорадським жуком (М.П. Дядечко, згодом — В.А. Санін), шкідливою черепашкою (Б.А. Арешніков), пероноспорозом тютюну (В.А. Мархасьова) [3]. Розроблено і впроваджено у виробництво метод малооб'ємного обприскування польових культур та садів від шкідників, метод токсикації рослин способом обробки

насіння інсектицидами для захисту сходів від шкідників, системи захисту кукурудзи, соняшнику, сої, овочевих культур та картоплі від шкідливих організмів, способи сумісного застосування пестицидів із регуляторами росту рослин і біологічними препаратами. В галузі біологічного захисту рослин розроблено і впроваджено: технології виробництва мікробних препаратів та масового розмноження трихограми; технології комплексного застосування ентомофагів та біопрепаратів проти шкідників плодових та овочевих культур, а також біопрепаратів проти хвороб зернових та овочевих культур; інтегровану систему захисту овочевих культур закритого ґрунту з переважним використанням біологічних засобів.

Важливими досягненнями широкомасштабної наукової роботи колективу Інституту під керівництвом академіка В.П. Васильєва стали теоретичне обґрунтування економічної доцільності застосування інсектицидів для захисту сільськогосподарських культур від шкідників, розроблені економічні пороги шкідливості фітофагів, показники екологічної безпеки хімічного методу за дотримання регламентів застосування пестицидів та теоретичні основи інтегрованого захисту рослин від шкідливих організмів. Було визначено шляхи оптимального застосування сучасних методів захисту рослин (організаційно-господарського, агротехнічного, імунологічного, біологічного й хімічного), виявлено їхні реальні можливості [4, 5].

Завжди проводилася і нині проводиться величезна робота з наукового забезпечення селекції сільськогосподарських рослин на стійкість проти збудників хвороб та шкідників. Розроблено методи селекції рослин на стійкість проти основних збудників хвороб, складено карту поширення різних рас збудника бурої іржі пшениці на території України, розроблено експрес-методи оцінки й добору форм рослин з груповою стійкістю проти збудників хвороб, методику створення комплексних штучних інфекційних фонів. Створено та передано до Національного центру генетичних ресурсів рослин України бази даних ефективних генів стійкості пшениці проти місцевої популяції збудника бурої іржі, джерел резистентності пшениці озимої та ярої до дії збудників бурої іржі, септоріозу, борошнистої роси, твердої сажки, а ячменю ярого — до борошнистої роси, твердої й летючої сажок. Сумісно з іншими установами створено стійкі проти хвороб сорти пшениці (Деметра, Економка, Миронівська сторічна, МІП Дніпрянка) та гібриди огірка (Сквирський 1/27 F1) і соняшнику (Київ). Вивчено стійкість лісових насаджень проти шкідників та фактори, що її зумовлюють. В результаті багаторічних досліджень із вивчення стійкості пшениці та картоплі проти шкідників сформовано базу даних із характеристиками сучасних сортів цих культур для комп'ютерного моделювання селекційного процесу створення комплексно стійких сортів.

За потреби вирішувати нові важливі завдання в Інституті захисту рослин створювали відповідні наукові підрозділи. У зв'язку із аварією на Чорнобильській АЕС у 1987 р. було організовано лабораторію сільськогосподарської радіології, яка функціонувала впродовж 15-ти років. У 1991 р. складовою Інституту стала лабораторія нематології, у 1992 — відділ карантину рослин, 2003 — лабораторія гербології, у 2004 р. — лабораторія екологічної генетики рослин та біотехнології. 1992 року в мережу установи ввійшли Українська науково-дослідна станція карантину рослин, Дослідна станція карантину винограду і плодових культур, Закарпатський територіальний відділ карантину рослин.

Співробітники лабораторії сільськогосподарської радіології здійснили комплекс наукових досліджень із проблем контролю формування видового складу бур'янів, шкідників, збудників хвороб рослин на вилучених із сільськогосподарського користування угіддях 30-кілометрової зони ЧАЕС, а також вдосконалили еколого-безпечні методи захисту вирощуваних культур за умов радіоактивного забруднення. Було виявлено «чорнобильську» популяцію колорадського жука, яка на відміну від «київської» зорієнтована на створення більш сприятливих умов для виживання особин з меншою масою та підвищеною інтенсивністю живлення [6]. Встановлено деякі відхилення у розвитку статевих органів мишоподібних гризунів — це недорозвинення статевих залоз у самців і пухлини на них та часткова або повна атрофія яєчників у самиць [7]. Також отримано унікальні матеріали щодо впливу радіації на формування расового складу збудників хвороб зернових — борошнистої роси, бурї листової іржі. Вперше виявлено невідомі для європейського континенту раси борошнистої роси та біотики бурї листової іржі [8].

В лабораторії нематології розроблено системи моніторингу та контролю чисельності паразитичних фітонематод на пшениці озимій, картоплі, буряках цукрових, овочевих культурах закритого ґрунту, квітково-декоративних рослинах, а також взято участь у створенні понад 50-ти сортів картоплі й інших культур, стійких проти нематодозів [9, 10]. Фундатор цієї лабораторії доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НААН Д.Д. Сігарьова по суті створила сільськогосподарську нематологію як повноцінний розділ сільськогосподарської фітопатології [11]. Видано 6 монографій із проблем захисту рослин від нематодозів.

В результаті проведених численних наукових досліджень із карантину рослин Інститутом захисту рослин НААН та його мережею розроблено численні методичні рекомендації та інструкції з процедур проведення аналізу фітосанітарного ризику [12], діагностики та контролю розвитку карантинних шкідників, хвороб рослин та бур'янів,

обстеження сільськогосподарських угідь та складських приміщень на виявлення карантинних організмів, випробування сортів та гібридів рослин на стійкість, оздоровлення сортів картоплі та створення банку сортів-диференціаторів патотипів раку та видів і рас цистоутворюючих нематод [13, 14], дослідження імунологічних основ паразитизму збудників карантинних хвороб рослин. Створено також інформаційно-аналітичні бази «Відсутні в Україні карантинні організми плодівих культур і винограду. Можливість акліматизації» [15], «Карантинні види нематод, які уражують картоплю. Можливість акліматизації в південно-західному регіоні України», «Карантинні види кукурудзяних жуків. Можливість акліматизації в південно-західному регіоні України», базу даних нових шкідливих організмів — веб-сервіс, автоматизовану картографо-інформаційну систему «Інтерактивний атлас. Карантинний стан рослин Одеської області», колекцію мікропрепаратів найбільш поширених шкідливих видів нематод (включаючи карантинні види нематод). Розроблено нові та гармонізовано існуючі національні стандарти із серії «Карантин рослин», розроблено національні схеми аналізу фітосанітарного ризику з дотриманням вимог МКЗР і ЄОЗР, і це відповідає вимогам СОТ та ЄС. Таким чином, розкриваються величезні можливості для вирішення найважливіших питань щодо охорони рослинних ресурсів країни від чужинних шкідливих організмів.

У лабораторії гербології виконуються роботи щодо створення бази даних про шкідливість різних видів бур'янів на різних польових культурах, прогнозування забур'яненості посівів, удосконалення прийомів застосування гербіцидів. Це дає підстави розробляти екологічно безпечні технології захисту вирощуваних культур.

У лабораторії екологічної генетики рослин та біотехнології проводяться наукові дослідження, пов'язані з аналізами колекційного та селекційного матеріалу пшениці за допомогою молекулярно-генетичних маркерів та використанням цих маркерів для вивчення генів стійкості пшениці до збудників хвороб та шкідників. Розроблено напрями оптимізованого використання генофонду стійких до збудників хвороб та шкідників м'яких пшениць у селекційних програмах. Створені лінії пшениці м'якої озимої передано Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН та Полтавській державній аграрній академії для використання в селекційній роботі. Тим самим робиться значний внесок у процес створення стійких сортів, за використання яких у виробництві технологія вирощування культури спрощується, а пестицидне навантаження на агроєкосистему зменшується на 30—50%.

На різних етапах дослідницьких робіт із вирішення найважливіших питань щодо захисту рослин у нашій установі сформувалися наукові школи: *ентомологів* (керівники — В.П. Поспелов, М.А. Теленга, З.С. Голов'яно, Д.Ф. Руднев, В.П. Васильєв, Б.А. Арешніков,

В.Г. Долін, В.А. Санін, М.П. Дядечко, В.П. Приставко, В.П. Смілянець, М.П. Секун, С.О. Трибель, В.П. Федоренко, В.М. Чайка), *фітопатологів* (В.П. Муравйов, В.П. Пересипкін, М.П. Лісовий, С.В. Ретьман), *хіміків* (Є.С. Косматий), *екотоксикологів* (Л.І. Бублик), *нематологів* (Д.Д. Сігарьова), *гербологів* (О.О. Івашенко).

Нині в структуру Інституту захисту рослин НААН входять 13 наукових підрозділів. Інституту підпорядковані Дослідна станція карантину винограду і плодових культур (м. Одеса), Українська науково-дослідна станція карантину рослин (м. Чернівці), Державне підприємство Дослідне господарство «Тахтаулово» (м. Полтава) та ДПДГ «Зорі над Бугом» (с. Яструбинове Вознесенського району Миколаївської області). В установі працює 137 осіб, серед яких 79 — наукового персоналу (з них 10 докторів, зокрема 2 академіки, 2 члени-кореспонденти і 36 кандидатів наук).

На рахунку вчених Інституту та його мережі за останні 10 років близько 80-ти патентів та понад 200 наукових розробок, які апробовані та рекомендовані для широкого впровадження у виробництво. За цей період також видано близько 120 книг, серед яких монографії, довідники, брошури, рекомендації, визначники, підручники та посібники для вищих навчальних закладів, опубліковано понад 2000 статей у наукових збірниках, газетах і журналах. До того ж упродовж останніх 5-ти років співробітниками було опубліковано близько 40 статей, що індексуються у міжнародних наукометричних базах Scopus та Web of Science Core Collection.

За визначні досягнення в розробці теорії і практики захисту рослин вченим Інституту В.П. Васильєву, М.П. Лісовому, Н.В. Лаппі й В.М. Горалю присуджено Державні премії України в галузі науки і техніки, а В.П. Федоренку — премію імені І.І. Шмальгаузена НАНУ. До того ж В.П. Васильєв, М.П. Лісовий, В.П. Федоренко та Д.Д. Сігарьова мають почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України». Академіку В.П. Васильєву було присвоєно почесний титул Людина року (1997). В.П. Васильєву, С.О. Трибелю, М.П. Секуну як видатним діячам у галузі науки призначено Державні стипендії. З нагоди 100-річчя Національної академії наук України Д.Д. Сігарьова і С.О. Трибель були нагороджені медаллю «Народна шана українським науковцям 1918—2018».

Впродовж понад 70-річної історії Українського ентомологічного товариства Інститут захисту рослин завжди був і залишається на лідируючих позиціях у цій громадській організації. Керівники та вихідці з Інституту майже весь час її очолювали — це Є.В. Зверезомб-Зубовський, В.П. Васильєв, В.Г. Долін. Нині президентом ГО «УЕТ» є академік НААН В.П. Федоренко. Серед віце-президентів Товариства у свій час також були співробітники Інституту А.М. Черній, О.В. Пуч-

ков. В цілому дана організація сприяє розвитку науки у галузі ентомології й суміжних дисциплін і разом із тим — вирішенню проблем щодо захисту рослин та охорони довкілля.

Інститут захисту рослин НААН підтримує творчі зв'язки з науковими установами й фірмами понад 20-ти країн світу, серед яких Польща, Білорусія, Молдова, Казахстан, Грузія, Угорщина, Чехія, Франція, Німеччина, Нідерланди, Ізраїль тощо. Інститут є постійним членом Міжнародної організації біологічного захисту рослин (МОББ), бере активну участь у її роботі. Разом із мережею Інститут виконує також міжнародні проекти.

Інститут готує наукові кадри через аспірантуру. У 2016 р. для проходження освітньої діяльності на третьому (освітньо-науковому) рівні вищої освіти отримано відповідну ліцензію, якою надано право на підготовку докторів філософії за галуззю знань 20 «Аграрні науки та продовольство» зі спеціальності 202 «Захист і карантин рослин» за двома спеціалізаціями: фітопатологія та ентомологія. Тут також існує спеціалізована вчена рада із захисту кандидатських і докторських дисертацій за сільськогосподарськими науками зі спеціальностей «ентомологія» та «екологія».

Щорічно Інститутом організовуються курси підвищення кваліфікації працівників агропромислового виробництва, семінари, наради, науково-практичні конференції національного та міжнародного рівнів. Співробітники також беруть участь у роботі всеукраїнських та міжнародних конференцій, симпозіумів, з'їздів, круглих столів, Днів поля, засідань Робочих груп, семінарів, нарад, сесій.

Свої досягнення Інститут захисту рослин НААН постійно демонструє на всеукраїнських та міжнародних спеціалізованих виставках. За останні 20 років наукові досягнення Інституту й участь у виставках відзначені двома Грамотами, трьома Подяками й 46-ма Дипломами, 5 із яких підписані колишнім президентом Національної академії наук України, академіком Б.Є. Патonom.

Інститут видає науково-виробничий журнал «Карантин і захист рослин» (4 номери на рік), міжвідомчий тематичний науковий збірник «Захист і карантин рослин» (1 випуск у рік) та Український ентомологічний журнал (2 номери на рік), які нині індексуються міжнародною науково-метричною базою даних Google Scholar, і публікаціям у них присвоюється індекс DOI. В цих виданнях публікуються інформаційні та наукові статті вчених нашої й інших країн за результатами досліджень у галузях захисту та карантину рослин, загальної та прикладної ентомології, акарології й арахнології. Інститут також публікує матеріали організованих та проведених науково-практичних конференцій.

Інститут надає допомогу Державній службі України з безпечності

харчових продуктів та захисту споживачів, агрофірмам, спеціалістам-аграрникам, садівникам-дачникам консультуванням, проведенням науково-дослідних робіт, аналізів. Пропонує послуги, пов'язані з: оцінюванням фітосанітарного стану агроценозів; здійсненням ентомологічного та фітопатологічного аналізу посівного та посадкового матеріалу сільськогосподарських культур; аналізом стійкості рослин проти шкідливих організмів; обстеженням сільськогосподарських угідь, розсадників та теплиць на виявлення нематодних хвороб рослин; проведенням консультацій з питань інтегрованого захисту основних культур від шкідливих організмів, захисту овочевих та плодових культур із переважним застосуванням біологічних засобів, захисту гіркокаштана звичайного від каштанової мінуючої молі, розробки та впровадження технології малотоннажного виробництва мікробіологічних препаратів для захисту сільгоспкультур від шкідників та хвороб; контролем якості виробленої продукції та стану агроценозів за критерієм вмісту залишкових кількостей пестицидів; здійсненням аналізів пестицидних препаратів на вміст діючих речовин; аналізом фітосанітарного ризику; аналізом сортової чистоти зразків пшениці та ін.

На підставі проведених Науково-методичним центром «Захист рослин» в особі головної його установи — Інституту захисту рослин — широкомасштабних дослідницьких робіт упродовж останніх 20-ти років сформовано інвестиційно-інноваційну базу даних наукової продукції із захисту рослин, зокрема зернових культур, в Україні. Вона складається із близько 400 інновацій, широке впровадження яких дасть змогу більш достовірно прогнозувати фітосанітарний стан агроценозів, створювати стійкі сорти сільськогосподарських культур проти шкідників та збудників хвороб, успішно захищати майже всі найважливіші культури від шкідливих організмів у різних ґрунтово-кліматичних зонах країни і тим самим отримувати значну частину додаткової продукції покращеної якості. Чистий прибуток при цьому може сягати 7—13 (зернові за зрошення, ріпак, плодові культури) і навіть 60—112 тис. грн (картопля) з одного гектара, рентабельність виробництва — 74—152, максимально 200—500% (картопля).

ВИСНОВКИ

Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України на всіх етапах своєї діяльності відігравав і нині відіграє величезну роль у підвищенні ефективності агропромислового виробництва та зміцненні аграрного сектору економіки країни в цілому. Він також міцно затвердився в науковому та діловому світі.

Нині перед колективом Інституту захисту рослин НААН стоять важливі завдання щодо:

- обґрунтування стратегії і тактики захисту рослин для сучасних умов сільськогосподарського виробництва;
- проведення системного моніторингу фітосанітарного стану агроценозів;
- створення прогностичних моделей поширення основних шкідливих організмів;
- з'ясування потенційних можливостей сортів та гібридів, рівня їхньої стійкості проти найнебезпечніших хвороб та шкідників;
- проведення досліджень еколого-біологічних особливостей поведінки шкідливих організмів, їхніх трофічних зв'язків в умовах дестабілізації сільськогосподарського виробництва;
- оцінювання екологічного ризику застосування хімічного захисту сільськогосподарських культур;
- оцінювання ризику зниження врожаю основних сільськогосподарських культур у зв'язку зі змінами складу збудників хвороб, шкідників і бур'янів на території України;
- розроблення систем інтегрованого захисту рослин від шкідливих організмів з урахуванням екологічних наслідків, зокрема збереження біорізноманіття;
- випробування й оптимізації застосування сучасних пестицидів та максимальної біологізації захисних заходів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Трибель С.О.* Захист рослин: сьогодні і завтра. *Захист рослин*. 2000. № 2. С. 2—4.
2. *Чайка В.М., Сядриста О.Б., Бакланова О.В., Мельник П.П.* Шкодочиність фітофагів на озимині. *Захист рослин*. 2001. № 12. С. 1—2.
3. *Васильев В.П., Лесовой М.П.* История защиты растений от вредителей и болезней в Украине. Киев: Аграрная наука, 1996. 132 с.
4. *Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений*. В 3-х т. ; под ред. В.П. Васильева. Т. 3 : Методы и средства борьбы с вредителями, системы мероприятий по защите растений ; ред. В.П. Васильев, В.П. Омелюта. Киев: Урожай, 1989. 408 с.
5. *Довідник по захисту польових культур* ; за ред. Г.В. Грисенка, В. П. Васильева. Київ: Урожай, 1985. 360 с.
6. *Гарнага Н.Г., Смелянец В.П., Чайка В.Н., Самilenко А.Е.* Влияние радиационного загрязнения местности на колорадского жука. *Защита растений*. 1995. № 11. С. 22.
7. *Шляховий М.О.* Мишовидні гризуни в 30-кілометровій зоні. *Захист рослин*. 1999. № 7. С. 24—26.
8. *Гарнага М.Г., Самilenко А.Є., Круть В.І.* Формотворчі процеси в по-

пуляціях шкідників та збудників хвороб зернових культур у зоні відчуження ЧАЕС. *Захист рослин*. 1999. № 9. С. 5—6.

9. Борзих О.І., Сігарьова Д.Д., Пилипенко Л.А., Ковтун А.М. Найбільш небезпечні нематодози рослин та системи захисних заходів. Київ: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2017. 140 с.

10. Борзих О.І., Сігарьова Д.Д., Пилипенко Л.А., Ковтун А.М. Нематологічний моніторинг польових та квітково-декоративних рослин. Київ: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2016. 116 с.

11. Сігарьова Д.Д., Пилипенко Л.А., Борзих О.І., Ковтун А.М. Сільськогосподарська нематологія. Київ: Аграрна наука, 2017. 340 с.

12. Пилипенко Л.А., Кудіна Ж.Д., Мар'юшкіна В.Я. та ін. Аналіз фітосанітарного ризику регульованих шкідливих організмів, відсутніх в Україні. Київ: Колобіг, 2012. 56 с.

13. Шевага Г.М., Олійник Т.М. Рекомендації щодо використання набору сортів-диференціаторів стійкості до раку картоплі Української селекції ; за ред. А.Г. Зея. Чернівці: Друк Арт, 2018. 28 с.

14. Зея А.Г., Сухарева Р.Д., Зея Г.В. та ін. Методика виявлення та ідентифікації картопляних нематод *Globodera*. Чернівці: Місто, 2016. 29 с.

15. Ключковський Ю.Е., Пилипенко Л.А., Тітова Л.Г. та ін. Відсутні в Україні карантинні організми плодових культур і винограду. Можливість акліматизації ; за ред. Ю.Е. Ключковського. Одеса: ТОВ «Елтон», 2010. 365 с.

Борзых А.И., Гаврилюк Л.Л., Круть М.В.
Институт защиты растений НААН,
ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина,
e-mail: m.v.krut@ukr.net

Институту защиты растений Национальной академии аграрных наук Украины — 75 лет

Цель. *Исследование истории становления и этапов деятельности Института защиты растений Национальной академии аграрных наук Украины, его роли в повышении эффективности агропромышленного производства страны, в научном и деловом мире.* **Методы.** *Анализ архивных данных об основании современного Института защиты растений НААН, статей, посвященных деятельности учреждения, научных трудов ученых.* **Результаты.** *На всех этапах своей истории институт успешно решал важные задачи, связанные с разработкой эффективных мер по защите растений от наиболее опасных вредителей и болезней, в частности совершенствованием химического метода защиты, разработкой и внедрением биологических мер защиты. Теоретически обосновано*

вана экономическая целесообразность применения инсектицидов, разработаны экономические пороги вредоносности фитофагов, показатели экологической безопасности химического метода защиты и теоретические основы интегрированной защиты растений от вредных организмов. Проводится огромная работа по научному обеспечению селекции сельскохозяйственных растений на устойчивость против возбудителей болезней и вредителей. Осуществлен комплекс научных исследований по совершенствованию эколого-безопасных методов защиты выращиваемых культур в условиях радиоактивного загрязнения. Разработаны системы мониторинга и контроля численности паразитических фитонематод на пшенице озимой, картофеле, сахарной свекле, овощных культурах закрытого грунта. Проводятся многочисленные научные исследования по карантину растений. Есть разработки по вопросам прогнозирования засоренности посевов полевых культур и совершенствованию приемов применения гербицидов. Проводятся широкомасштабные исследования по генетике пшеницы. **Выводы.** Институт защиты растений НААН всегда играл и продолжает играть величайшую роль в повышении эффективности агропромышленного производства. Он прочно утвердился в научном и деловом мире.

сельскохозяйственная культура; вредители; болезни; сорняки; защита растений

Borzykh O., Gavryluk L., Krut M.

Institute of Plant Protection of NAAS,
33, Vasylkivska str., Kyiv, Ukraine, 03022,
e-mail: m.v.krut@ukr.net

Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine — 75 years

Goal. Research of the history of formation and stages of activity of the Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, its role in increasing the efficiency of the agro-industrial production of the country, in the scientific and business world. **Methods.** Analysis of archival data on the establishment of the modern Institute of Plant Protection of NAAS, articles on the activities of the institution, scientific works of scientists. **Results.** At all stages of its history, the Institute has successfully solved important tasks related to the development of effective plant protection measures from the most dangerous pests and diseases, in particular the improvement of the chemical method of protection, development and implementation of biological protection measures. The economic expediency of the use of insecticides is theoretically substantiated; the economic thresholds of harmfulness of phytophages, indicators of ecological safety of the chemical method of protection and the theoretic-

cal foundations of integrated plant protection from harmful organisms are developed. A huge work on scientific provision of breeding of agricultural plants to resistance against pathogens of diseases and pests is carried out. A set of scientific researches on improving ecological and safe methods of protecting cultures under radioactive contamination are carried out. Systems of monitoring and controlling the number of parasitic phytonematodes on wheat winter, potatoes, sugar beets, vegetable cultures of greenhouse are developed. Numerous scientific researches on quarantine of plants are carried out. There are developments on the forecasting of the beans of field crops and improvement of techniques of use of herbicides. Large-scale researches on wheat genetics are carried out.

Conclusions. *The Institute of Plant Protection of NAAS has always played and now plays a huge role in improving the efficiency of agro-industrial production. It is firmly established in the scientific and business world.*

agricultural crop; pests; diseases; weeds; plant protection

REFERENCES

1. Trybel S.O. (2000). Zakhyst roslyn: sohodni i zavtra. [Plant protection: today and tomorrow]. *Zakhyst roslyn*. № 2. S. 2—4. (in Ukrainian).
2. Chaika V.M., Siadrysta O.B., Baklanova O.V., Melnyk P.P. (2001). Shkodochynnist fitofahiv na ozymyni. [Harmfulness of phytophages in winter wheat]. *Zakhyst roslyn*. № 12. S. 1—2. (in Ukrainian).
3. Vasil'ev V.P., Lesovoy M.P. (1996). Istoriya zashhity rasteniy ot vreditely i bolezney v Ukraine. [History of plant protection against pests and diseases in Ukraine]. Kiev: Agrarnaja nauka. 132 s. (in Russian).
4. Vasil'ev V.P. (Ed.). (1989). Vrediteli sel'skohozyaystvennykh kul'tur i lesnykh nasazhdeniy. [Pests of agricultural crops and forest plantations]. Vol. 3: Metody i sredstva bor'by s vreditelyami, sistemy meropriyatiy po zashhite rasteniy. [Methods and means of pest control, systems of plant protection measures]. (Eds. V.P. Vasil'ev, V.P.Omeljuta). Kiev: Urozhay. 408 s. (in Russian).
5. H. V. Hrysenko, V.P. Vasyliiev. (Eds). (1985). Dovidnyk po zakhystu polovykh kultur. [Handbook for the protection of field crops]. Kyiv: Urozhai. 360 s. (in Ukrainian).
6. Garnaga N.G., Smeljanec V.P., Chajka V.N., Samilenko A.E. (1995). Vliyanie radiacionnogo zagryazneniya mestnosti na koloradskogo zhuka. [Influence of radiation pollution of the area on the Colorado potato beetle]. *Zashhita rasteniy*. № 11. S. 22. (in Russian).
7. Shliakhovyi M.O. (1999). Myshovydni hryzuny v 30-kilometrovii zoni. [Mouse-like rodents in a 30-kilometer zone]. *Zakhyst roslyn*. № 7. S. 24—26. (in Ukrainian).
8. Harnaha M.H., Samilenko A.Ie., Krut V.I. (1999). Formotvorchi protsesy v populiatsiakh shkidnykiv ta zbudnykiv khvorob zernovykh kultur u zoni vid-

chuzhennia ChAES. [Formative processes in populations of pests and pathogens of grain crops in the Chernobyl Exclusion Zone]. *Zakhyst roslyn*. № 9. S. 5—6. (in Ukrainian).

9. *Borzykh O.I., Siharova D.D., Pylypenko L.A., Kovtun A.M.* (2017). Naibilsh nebezpechni nematodozy roslyn ta systemy zakhysnykh zakhodiv. [The most dangerous nematodes of plants and systems of protective measures]. Kyiv: TOV «NVP «Interservis». 140 s. (in Ukrainian).

10. *Borzykh O.I., Siharova D.D., Pylypenko L.A., Kovtun A.M.* (2016). Nematologichnyi monitorynh polovykh ta kvitkovo-dekoratyvnykh roslyn. [Nematological monitoring of field and flower-ornamental plants]. Kyiv: TOV «NVP «Interservis». 116 s. (in Ukrainian).

11. *Siharova D.D., Pylypenko L.A., Borzykh O.I., Kovtun A.M.* (2017). Silskohospodarska nematologhiia. [Agricultural nematology]. Kyiv: Ahrarna nauka. 340 s. (in Ukrainian).

12. *Pylypenko L.A., Kudina Zh.D., Mariushkina V.Ia. et al.* (2012). Analiz fitosanitarnoho ryzyku rehulovanykh shkidlyvykh orhanizmiv, vidsutnykh v Ukraini. [Analysis of phytosanitary risk of regulated pests absent in Ukraine]. Kyiv: Kolobih. 56 s. (in Ukrainian).

13. *Shevaha H.M., Oliinyk T.M.* (Zelia A.H. Ed.). (2018). Rekomendatsii shchodo vykorystannia naboru sortiv-dyferentsiatoriv stiikosti do raku kartopli Ukrainskoi selektsii. [Recommendations for the use of a set of varieties-differentiators of resistance to potato cancer of the Ukrainian selection]. Chernivtsi: Druk Art. 28 s. (in Ukrainian).

14. *Zelia A.H., Sukhareva R.D., Zelia H.V. et al.* (2016). Metodyka vyiaвлення ta identyfikatsii kartoplianykh nematod *Globodera*. [Methods of detection and identification of potato nematodes *Globodera*]. Chernivtsi: Misto. 29 s. (in Ukrainian).

15. *Klechkovskiy Yu.E., Pylypenko L.A., Titova L.H. et al.* (Klechkovskiy Yu.E. Ed.). (2010). Vidsutni v Ukraini karantynni orhanizmy plodovykh kultur i vynohradu. Mozhlyvist aklimatyzatsii [There are no quarantine organisms of fruit crops and grapes in Ukraine. Possibility of acclimatization]. Odesa: TOV «Elton». 365 s. (in Ukrainian).

Надійшла 21.07.2021 р.

Захист і карантин рослин. 2021. Вип. 67.

УДК 543+577.4:615.9

DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.18-29>

О.І. БОРЗИХ, доктор сільськогосподарських наук

М.В. КРУТЬ, кандидат біологічних наук

Інститут захисту рослин НААН,

вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна,

e-mail: m.v.krut@ukr.net

ДО 75-РІЧЧЯ ІНСТИТУТУ ЗАХИСТУ РОСЛИН НААН УКРАЇНИ. ШКОЛА ХІМІКІВ-АНАЛІТИКІВ ТА ЕКОТОКСИКОЛОГІВ

Мета. Проаналізувати розвиток наукових досліджень лабораторії аналітичної хімії пестицидів Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України та охарактеризувати наукову школу хіміків-аналітиків і екотоксикологів. **Методи.** Аналіз відомостей про наукову діяльність вчених у галузі аналітичної хімії й екотоксикології, відображених в їх особових справах та літературних джерелах. **Результати.** Проблеми вдосконалення хімічного методу захисту рослин та наукового обґрунтування його застосування значною мірою вирішувались Інститутом захисту рослин НААН упродовж усього періоду 75-річної діяльності. Важливу роль у цьому питанні відігравала й нині відіграє лабораторія аналітичної хімії пестицидів. Засновник цієї лабораторії доктор хімічних наук Є.С. Косматий першим почав провадити наукові дослідження проблеми раціонального застосування засобів хімізації у сільському господарстві, вивчення процесів і механізмів їхньої взаємодії в об'єктах агроєкосистеми. Його справу продовжили учні — В.М. Кавецький, Л.І. Бублик, К.О. Чеботько. Доктор сільськогосподарських наук, професор Л.І. Бублик створила школу екотоксикологів, підготувавши 15 кандидатів наук, 6 із яких продовжують працювати в Інституті захисту рослин НААН та його мережі донині. Головні напрями досліджень: розробка принципів раціонального застосування пестицидів, методик визначення окремих пестицидів та їх множинних залишків в об'єктах агроценозів та ґрунті; вивчення динаміки детоксикації пестицидів в агроценозах; розробка методів екологічного оцінювання технологій хімічного захисту сільськогосподарських культур з метою прогнозу, запобігання екологічних ризиків та зменшення негативного впливу на довкілля. **Висновки.** Досягнення наукової школи хіміків-аналітиків і екотоксикологів Інституту захисту рослин НААН та його мережі є вагомим внеском у розвиток аграрної науки. Широке їх впровадження сприятиме вирішенню

проблем щодо екологічно орієнтованого хімічного методу захисту рослин і разом із тим збільшення обсягів виробництва високоякісних продуктів харчування.

сільськогосподарська культура; захист рослин; шкідливі організми; пестициди; аналітична хімія; екотоксикологія; агроєкосистема; навколишнє середовище

Захист сільськогосподарських культур від шкідливих організмів є важливою ланкою в системі вирощування врожаю та виробництва продуктів харчування. Серед методів захисту провідне місце належить хімічному. Швидкість і надійність одержання захисного ефекту за застосування пестицидів, висока технічна, господарська й економічна ефективність, а також швидкий прогрес в удосконаленні хімічних засобів є гарантією інтенсивного розвитку й застосування цього методу як у нинішній час, так і в майбутньому [1].

Традиційна система захисту із переважним використанням хімічного методу часто не є достатньо ефективною. До того ж вона екологічно небезпечна: відбувається забруднення об'єктів навколишнього середовища (грунтів, повітря, водних джерел) і разом із тим рослинницької продукції залишками пестицидів, негативний вплив на корисних комах (ентомо-, акарифагів, запилювачів рослин, особливо бджіл, тощо) та риб у водоймах, фіксуються негативні зміни біохімічних процесів й імунного статусу культурних та дикорослих рослин. Серйозним наслідком порушення екологічної рівноваги є й виникнення резистентних до пестицидів форм шкідливих організмів, що вимагає додаткових затрат на здійснення заходів захисту [2]. Тому провідні спеціалісти в галузі захисту рослин завжди порушували питання щодо вдосконалення хімічного методу захисту й наукового обґрунтування його застосування. Важливим є зменшення пестицидного навантаження на довкілля, а саме — скорочення обсягів використання високотоксичних препаратів, удосконалення асортименту пестицидів за рахунок препаратів селективної дії з малими нормами витрат, використання природних речовин із пестицидними властивостями. Ще питання безпеки вирішується нормуванням залишків пестицидів у природних середовищах, продуктах урожаю, відповідною регламентацією хімічних обробок сільськогосподарських культур.

Багато в чому названі проблеми вирішувались Інститутом захисту рослин Національної академії аграрних наук України впродовж усього періоду його 75-річної історії. Варто зазначити й діяльність лабораторії аналітичної хімії пестицидів. За проведення низки комплексу наукових досліджень із вдосконалення хімічного методу захисту рослин в установі сформувалася школа хіміків-аналітиків і екотоксикологів.

Мета роботи полягала в аналізі наукових досліджень лабораторії аналітичної хімії пестицидів Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України та охарактеризуванні наукової школи хіміків-аналітиків і екотоксикологів.

Методи. Аналіз матеріалів про життєдіяльність вчених у галузі аналітичної хімії й екотоксикології, відображених в їх особових справах та літературних джерелах.

Результати досліджень. Їз 1956 по 1978 р. з Українським науководослідним інститутом захисту рослин (нині — Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України) була пов'язана наукова діяльність **Євдокима Степановича Косматого**. Сюди він прийшов, маючи 25-річний досвід роботи в галузі хімії в різних закладах та установах. З 1958 р. й до останнього очолював лабораторію аналітичної хімії пестицидів, засновану з ініціативи директора інституту академіка АН УРСР В.П. Васильєва.

Є.С. Косматий першим почав провадити наукові дослідження з важливої і актуальної проблеми щодо раціонального застосування засобів хімізації у сільському господарстві, вивчення процесів і механізмів їх взаємодії в об'єктах агроєкосистеми [3]. Працював над розробкою хроматографічних, полярографічних методів визначення залишків пестицидів в об'єктах навколишнього середовища. Підготував і в 1976 р. успішно захистив дисертацію за темою «Хроматографічний та хроматополярографічний аналіз залишків пестицидів та вивчення перетворення їх в рослинах, ґрунті та продуктах врожаю», після чого отримав науковий ступінь доктора хімічних наук. Євдоким Степанович опублікував понад 150 наукових праць, зокрема 2 монографії. Підготував 5 кандидатів наук.

Справу Є.С.Косматого в Інституті захисту рослин НААН продовжили його учні В.М. Кавецький, Л.І. Бублик, К.О. Чеботько.

Кавецький Володимир Миколайович — вчений у галузях аналітичної хімії, агрохімії, агроєкології та екотоксикології, доктор сільськогосподарських наук, професор зі спеціальності екологія. Трудова та наукова його діяльність впродовж 1966—1992 рр. була пов'язана з лабораторією аналітичної хімії пестицидів Інституту захисту рослин НААН. Спочатку старший лаборант, з 1968 р. — молодший науковий співробітник, 1969—1972 — аспірант, з 1975 — старший науковий співробітник, а з 1978 р. — завідувач лабораторії.

В.М. Кавецький вперше застосував кінетичні методи та довів можливість їх використання для аналізу пестицидів і прогнозування швидкості їхнього розпаду в навколишньому середовищі. Підготував і в 1972 р. успішно захистив дисертацію за темою «Хроматополярографічне визначення та вивчення перетворення деяких фосфорорганічних пестицидів у рослинах» на здобуття наукового ступеня канди-

дата хімічних наук. Будучи завідувачем лабораторії, свої дослідження спрямовував на обґрунтування раціонального, екологічно безпечного застосування агрохімікатів та хімічних засобів захисту рослин. Разом з іншими науковими працівниками розробив унікальну модель оцінки екологічного ризику їх застосування в різних ґрунтово-кліматичних зонах України за агроекотоксикологічним індексом (АЕТІ). Результати численних його досліджень у цих напрямках були відображені у докторській дисертації «Моніторинг пестицидів і критерії екотоксикологічної оцінки їх застосування в агроекосистемах» (1991 р.).

З 1992 по 1994 р. В.М. Кавецький — професор кафедри агрохімії та екології Національного аграрного університету. Автор навчальних програм з агроекотоксикології та екотоксикології. У 1994—2002 рр. завідував відділом в Інституті агроекотоксикології та біотехнології УААН, у 2002—2007 рр. — в Інституті екогігієни і токсикології ім. Л.І. Медведя. Засновник напрямку досліджень з екотоксикології агроландшафтів, екотоксикологічної оцінки небезпечності застосування засобів хімізації у сільському господарстві, інтегральної оцінки небезпечності важких металів та пестицидів в агроландшафтах природно-кліматичних зон України. З 2007 по 2015 рр. (вихід на пенсію) обіймав посаду професора кафедри екології Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління Мінприроди України.

Автор близько 300 наукових праць, у тому числі 3-х монографій, 3-х довідників та понад 30-ти рекомендацій. Має 2 авторських свідоцтва й 2 патенти. Підготував 9 кандидатів наук.

Чеботько Костянтин Олексійович — вчений у галузі аналітичної хімії пестицидів та екотоксикології, кандидат хімічних наук. Закінчивши 1969 року хімічний факультет Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка, працював на посаді інженера-хіміка в Центральній лабораторії по захисту хлібних запасів Міністерства заготівель УРСР, у 1971—1979 рр. свою трудову та наукову діяльність пов'язав із Українським науково-дослідним інститутом захисту рослин. Тут він у 1973 р. при лабораторії аналітичної хімії пестицидів закінчив аспірантуру, після чого обіймав посаду молодшого наукового співробітника лабораторії токсикології та технології застосування інсектоакарицидів.

Костянтин Олексійович провадив дослідження, пов'язані з розробкою високочутливих і точних аналітичних методів визначення залишків пестицидів у різних біологічних об'єктах. На підставі одержаних матеріалів підготував і 1978 року успішно захистив дисертацію за темою «Хроматографічне дослідження деяких хлорорганічних і похідних дипіридилових пестицидів та їх аналіз у зовнішньому середовищі». Виконав також великий розділ роботи з обґрунтування безпеки пестицидів залежно від способу їх застосування.

У подальшому К.О. Чеботько працював у Всесоюзному науково-дослідному інституті цукрових буряків, Укргіпрпроводгоспі, Національному університеті біоресурсів і природокористування України, інших установах та організаціях.

Автор понад 100 опублікованих наукових праць, зокрема 2-х монографій, 4-х навчальних посібників і 3-х підручників для вищих навчальних закладів, численних рекомендацій. Має 5 патентів.

Бублик Людмила Іванівна — вчена у галузі аналітичної хімії та екотоксикології, доктор сільськогосподарських наук, професор зі спеціальності екологія. По закінченні в 1964 р. Московського інституту тонкої хімічної технології ім. М.В. Ломоносова за фахом «хімічна технологія біологічно активних сполук» свою трудову й наукову діяльність пов'язала з лабораторією аналітичної хімії пестицидів Інституту захисту рослин НААН. Спочатку працювала молодшою науковою співробітницею, у 1967—1970 рр. навчалася в аспірантурі, 1971—1989 — старша, згодом — провідна наукова співробітниця, 1992—2015 — завідувачка лабораторії, а з 2021 р. — головна наукова співробітниця.

Основними напрямками наукової роботи Л.І. Бублик були і є такі: розробка методів аналізу; вивчення поведінки пестицидів у навколишньому середовищі; екотоксикологічне обґрунтування їх застосування; управління якістю навколишнього середовища за інтенсивної хімізації сільського господарства способом визначення оптимального співвідношення потреб суспільства у виробництві продуктів харчування та гігієнічними вимогами до їхньої якості, а також чистоти повітря, води й ґрунту; розробка профілактичних заходів з охорони природних об'єктів і здоров'я людини; розробка комп'ютерних моделей екологічно безпечного застосування пестицидів у різних ґрунтово-кліматичних зонах. Нею вперше було доведено залежність екотоксичної дії пестицидів в агроценозах від їхніх фізико-хімічних властивостей як функції молекулярної будови пестицидних сполук, розроблено алгоритм систематичного аналізу пестицидів у рослинах, ґрунті й воді за допомогою сучасних фізико-хімічних методів — хроматографічних, вольтамперометричних та ін.

У 1971 р. Л.І. Бублик захистила дисертацію за темою «Хромато-осцилополярографічне вивчення та визначення деяких хлорорганічних інсектицидів у різних матеріалах» на здобуття наукового ступеня кандидата хімічних наук, а 1995 року — докторську дисертацію «Георетичні основи та методи моніторингу пестицидів в агроекосистемі». Вона є автором понад 250-ти наукових праць, опублікованих у вітчизняних та зарубіжних виданнях, співавтором 10-ти книг, понад 50-ти методичних рекомендацій. Має 7 патентів на винаходи та 1 авторське свідоцтво. Підготувала 15 кандидатів наук зі спеціальності екологія.

Багато з учнів Людмили Іванівни всю свою діяльність також пов'язали з лабораторією аналітичної хімії пестицидів Інституту захисту рослин НААН — це кандидати сільськогосподарських наук Л.Л. Гаврилюк, Г.Г. Андрієнко, Н.В. Федоренко, Т.П. Панченко, О.Д. Чергіна, Л.М. Черв'якова, О.В. Цуркан. З інших її учнів у цій установі та її мережі нині працюють О.В. Шевчук та В.М. Гунчак.

Андрієнко Галина Георгіївна розробляла методи аналізу пестицидів у середовищі, групові методи. Вивчала транслокацію й трансформацію хімічних речовин у рослинах і ґрунті. За результатами досліджень підготувала й успішно захистила дисертацію за темою «Моніторинг гетероциклічних пестицидів у сільськогосподарських культурах», опублікувала майже 40 наукових статей та розробила 6 методичних вказівок. Має також деклараційний патент на винахід.

Федоренко Наталія Вікторівна займалася розробкою методів визначення пестицидів різних хімічних груп та їх метаболітів в об'єктах навколишнього середовища, сумішей препаратів, що застосовувались при вирощуванні сільськогосподарських культур. Вивчала транслокацію та трансформацію пестицидів у рослинах і ґрунті, визначала сполуки групи хлорованих біфенілів і діоксинів — техногенних токсичних забруднювачів довкілля. Результати її багаторічних наукових досліджень знайшли своє відображення у підготовленій та захищеній дисертації за темою «Обґрунтування екологічно безпечного застосування пестицидів при вирощуванні рису в Україні», у майже 60-ти друкованих наукових працях, зокрема 20-ти методичних вказівках, рекомендаціях, інструкціях, 2-х патентах.

Наукова робота **Гаврилюк Людмили Леонідівни** тривалий час була спрямована на розробку алгоритму систематичного аналізу визначення різнополярних сполук в об'єктах агроценозів, розробку методик визначення нових хімічних сполук і їх метаболітів у рослинах, урожаї та ґрунті, встановлення закономірностей динаміки транслокації та трансформації пестицидів в об'єктах агроценозу, розробку регламентів застосування пестицидів сучасного асортименту для захисту рослин у різних ґрунтово-кліматичних зонах України. Нею проведено дослідження з обґрунтування раціонального застосування пестицидів для захисту буряків цукрових у зоні Лісостепу, здійснено систематичний аналіз післядії застосування комплексу пестицидів при вирощуванні цієї культури, оцінено ступінь екологічної небезпеки хімічних засобів та обґрунтовано безпечне їх застосування в агроценозі буряків цукрових. Одержані результати послужили матеріалом для підготовки й успішного захисту в 1999 р. кандидатської дисертації за темою «Моніторинг пестицидів в агроценозі цукрового буряка». Опубліковано понад 70 наукових праць, зокрема 16 методичних вказівок. В доробку також 4 деклараційних патенти на винаходи. З 2001 р. Л.Л. Гаври-

люк обіймає посаду вченого секретаря, а нині вона заступник директора — вчений секретар Інституту захисту рослин НААН. Донині бере участь у науково-дослідній роботі лабораторії аналітичної хімії пестицидів.

Панченко Тетяна Павлівна здійснила широкий спектр наукових досліджень із визначення дипольних моментів сучасних пестицидів різних хімічних класів, характеристики їх фізико-хімічних та екологічних властивостей за полярністю, розробки алгоритму визначення різнополярних пестицидів і методики систематичного аналізу малополярних пестицидів у черешні й сливі, вивчення процесу детоксикації, проведення оцінки ступеня небезпечності пестицидів та ризику їх застосування для захисту сливи та черешні в Лісостепу України. На підставі одержаних матеріалів підготувала дисертацію за темою «Методи моніторингу та екотоксикологічний ризик застосування пестицидів в агроценозах плодових культур». Є автором і співавтором понад 40-ка наукових праць, 14-ти патентів, 10-ти методичних вказівок.

Чергіна Олена Данилівна охарактеризувала властивості пестицидів різних класів — піретроїдів, бензимидазолів, триазолів, фосфорорганічних сполук. Розробила та уніфікувала методики визначення пестицидів у рослинах, зерні пшениці озимої та ячменю ярого, вивчила динаміку їх вмісту та швидкості детоксикації. Визначила ступінь небезпеки застосування різнополярних пестицидів при вирощуванні зернових колосових культур. Одержані матеріали послужили підставою для підготовки дисертації за темою «Екотоксикологічне обґрунтування застосування пестицидів при вирощуванні зернових колосових в Лісостепу та Степу України».

Черв'якова Лариса Миколаївна провела екотоксикологічний моніторинг протруйників насіння буряків цукрових в умовах Центрального Лісостепу України. Охарактеризувала фізико-хімічні та екотоксикологічні властивості пестицидів різних хімічних класів за полярністю. Розробила алгоритм систематичного аналізу різнополярних пестицидів в об'єктах агроценозу буряків цукрових. Виявила закономірності детоксикації пестицидів, встановила числові показники й формалізувала залежність швидкості цього процесу від полярності сполук за мокрого просіювання та дражування насіння. За одержаними науковими матеріалами підготувала дисертацію на тему «Екотоксикологічне обґрунтування протруєння насіння цукрових буряків як раціонального прийому захисту від шкідників та хвороб». Є автором і співавтором понад 30-ти наукових праць, 11-ти патентів, 6-ти методичних вказівок.

Цуркан Олеся Володимирівна провела екотоксикологічний моніторинг фунгіцидів із різних класів за різних технологій їхнього застосування в агроценозах люпину та сої. За полярністю охарактеризувала їх фізико-хімічні та екотоксикологічні властивості. Згідно з алгоритмом

систематичного аналізу за величиною дипольних моментів виявила оптимальні умови визначення окремих пестицидів, комбінованих препаратів. Розробила методику систематичного аналізу множинних залишків діючих речовин в об'єктах агроценозів. Все це знайшло своє відображення в підготовленій дисертації за темою «Екотоксикологічний моніторинг пестицидів в агроценозах бобових культур в Лісостепу України». Має 2 патенти.

Нині в лабораторії аналітичної хімії пестицидів продовжують працювати Т.П. Панченко (завідувачка), Л.М. Черв'якова (провідна наукова співробітниця) та О.В. Цуркан (старша наукова співробітниця). Головними напрямками їх наукових досліджень є: розробка принципів раціонального застосування пестицидів, удосконалення та розширення їх асортименту за рахунок менш токсичних сполук, ефективних з низькими нормами витрат; розробка методик визначення окремих пестицидів та їхніх множинних залишків в об'єктах агроценозів та ґрунті; вивчення динаміки детоксикації пестицидів в агроценозах та визначення числових критеріїв процесу; розробка методів екологічного оцінювання агротехнологій хімічного захисту сільськогосподарських культур (визначення ризику застосування пестицидів за агроекотоксикологічним індексом) з метою прогнозу, запобігання екологічним ризикам та зменшення негативного впливу на довкілля.

Шевчук Ольга Василівна — вчена і спеціалістка у галузі екології, захисту рослин та програмування, кандидат сільськогосподарських наук. В Інституті захисту рослин НААН вона спочатку працювала інженером-програмістом. З 2001 р. — наукова співробітниця відділу захисту зернових культур від хвороб та шкідників, з 2005 — старша, а з 2014 — провідна наукова співробітниця лабораторії фітопатології. Наукова її робота пов'язана з проблемами оптимізації хімічного захисту сільськогосподарських культур. Нею було створено комп'ютерні моделі оцінювання екотоксикологічного ризику застосування пестицидів при вирощуванні зернових, теоретично обґрунтовано 46 систем хімічного захисту цих культур від шкідливих організмів з урахуванням доцільності й екологічної безпеки. Підготовлено дисертацію за темою «Екотоксикологічне та економічне обґрунтування систем хімічного захисту зернових культур в Лісостепу і Степу України». Нині в коло наукових інтересів О.В. Шевчук входить вивчення особливостей формування епіфітотій найбільш шкідливих хвороб основних сільськогосподарських культур та вдосконалення інтегрованого захисту рослин від хвороб.

Гунчак Володимир Михайлович — вчений у галузі захисту й карантину рослин та сільськогосподарської екології, кандидат сільськогосподарських наук. Заочно навчався в аспірантурі Інституту захисту рослин НААН при лабораторії аналітичної хімії пестицидів впродовж

2001—2005 рр. За результатами моніторингу фітосанітарного стану посівів зернових колосових культур розробив систему хімічного захисту пшениці й ячменю озимих і ярих у Лісостепу і Передгір'ї Буковини. Визначив ризик забруднення ґрунту й рослинницької продукції пестицидами як малонебезпечний. Теоретично обґрунтував і експериментально довів екологічну безпеку та економічну доцільність розробленої системи хімічного захисту зернових культур від шкідливих організмів. Розробив принципи раціонального застосування пестицидів — це впровадження сівозмін, удосконалення асортименту за рахунок більш полярних сполук з меншими нормами витрат, співвідношення сезонного навантаження пестицидів із толерантністю території. Все це знайшло своє відображення у підготовленій і захищеній дисертації за темою «Екотоксикологічне обґрунтування хімічного захисту зернових колосових культур від шкідливих організмів в Лісостепу та Передгір'ї Буковини». Нині, будучи директором Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, В.М. Гунчак свій набутий науковий досвід використовує в дослідженнях з питань розробки екологічно безпечних систем захисту сільськогосподарських культур.

ВИСНОВКИ

Досягнення наукової школи хіміків-аналітиків і екотоксикологів Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України та його мережі є вагомим внеском у розвиток аграрної науки. Широке їх впровадження сприятиме вирішенню проблем щодо екологічно орієнтованого хімічного методу захисту рослин, контролю забруднення навколишнього середовища залишками пестицидів і разом із тим збільшення обсягів виробництва високоякісних продуктів харчування.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Секун М.П. Токсикологічні принципи застосування інсектицидів в агробіоценозах. *Захист і карантин рослин*. Київ: Аграрна наука, 1996. Вип. 44. С. 47—56.
2. Соколов М.С., Монастырский О.А., Пикушова Э.А. Экологизация защиты растений ; под ред. В.А. Захаренко. Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. 462 с.
3. Бублик Л.І. Косматий Євдоким Степанович. *Карантин і захист рослин*. 2006. № 11. С. 13.

Борzych А.И., Круть М.В.

Институт защиты растений НААН,
ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина,
e-mail: m.v.krut@ukr.net

К 75-летию Института защиты растений НААН Украины.

Школа химиков-аналитиков и экотоксикологов

Цель. Проанализировать развитие научных исследований лаборатории аналитической химии пестицидов Института защиты растений Национальной академии аграрных наук Украины и охарактеризовать научную школу химиков-аналитиков и экотоксикологов. **Методы.** Анализ сведений о научной деятельности ученых в области аналитической химии и экотоксикологии, отраженных в их личных делах и литературных источниках. **Результаты.** Проблемы совершенствования химического метода защиты растений и научного обоснования его применения в значительной мере решались Институтом защиты растений НААН на протяжении всего периода 75-летней деятельности. Важную роль в этом отношении играла и играет сейчас лаборатория аналитической химии пестицидов. Основатель этой лаборатории доктор химических наук Е.С. Косматый первым начал проводить научные исследования проблемы рационального применения средств химизации в сельском хозяйстве, изучение процессов и механизмов их взаимодействия в объектах агроэкосистемы. Его дело продолжили ученики — В.М. Кавецкий, Л.И. Бублик, К.А. Чеботько. Доктор сельскохозяйственных наук, профессор Л.И. Бублик создала школу экотоксикологов, подготовив 15 кандидатов наук, 6 из которых продолжают работать в Институте защиты растений НААН и его сети по сей день. Основные направления их исследований — разработка принципов рационального применения пестицидов, методик определения отдельных пестицидов и их множественных остатков в объектах агроценозов и почве; изучение динамики детоксикации пестицидов в агроценозах; разработка методов экологического оценивания технологий химической защиты сельскохозяйственных культур с целью прогноза, предупреждения экологических рисков и уменьшения негативного влияния на окружающую среду. **Выводы.** Достижения научной школы химиков-аналитиков и экотоксикологов Института защиты растений НААН и его сети — весомый вклад в развитие аграрной науки. Широкое их внедрение будет способствовать решению проблем экологически ориентированного химического метода защиты растений и вместе с тем увеличения объемов производства высококачественных продуктов питания. **сельскохозяйственная культура; защита растений; вредные организмы; пестициды; аналитическая химия; экотоксикология; агроэкосистема; окружающая среда**

Borzykh O., Krut M.

Institute of Plant Protection of NAAS,
33, Vasylykivska str., Kyiv, Ukraine, 03022,
e-mail: m.v.krut@ukr.net

**To 75 years of Institute of Plant Protection of NAAS of Ukraine.
The school of analytical chemists and ecotoxicologists**

Goal. *To analyze the development of scientific research of the Laboratory of Analytical Chemistry of Pesticides of the Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine and to characterize the scientific school of analytical chemists and ecotoxicologists.* **Methods.** *Information about the scientific activity of scientists in the spheres of analytical chemistry and ecotoxicology, reflected in their personal files and literature.* **Results.** *Problems related to the improvement of the chemical method of plant protection and scientific substantiation of its application were largely solved by the Institute of Plant Protection of NAAS during the whole period of 75 years of activity. The Laboratory of Analytical Chemistry of Pesticides has played and still plays an important role in this respect. The founder of this laboratory Doctor Sciences (Chem.) Ye.S. Kosmaty was the first to conduct research on the problem of rational use of chemicals in agriculture, the study of processes and mechanisms of their interaction in the agro-ecosystem. His work was continued by students — V.M. Kavetsky, L.I. Bublyk, K.O. Chebot'ko. Doctor Sciences (Agr.), Professor L.I. Bublyk established a school of ecotoxicologists, preparing 15 candidates of science, 6 of whom continue to work at the Institute of Plant Protection of NAAS and its network to this day. The main directions of their research are the development of the principles of rational use of pesticides, the methods for determining individual pesticides and their multiple residues in the objects of agrocoenoses and soil; study of the dynamics of pesticide detoxification in agrocoenoses; development of methods of ecological assessment of technologies of chemical protection of agricultural crops for the purpose of forecasting, prevention of ecological risks and reduction of negative impact on the environment.* **Conclusions.** *The achievements of the scientific school of analytical chemists and ecotoxicologists of the Institute of Plant Protection of NAAS and its network are a significant contribution to the development of agricultural science. Their widespread implementation will help solve problems of ecologically oriented chemical method of plant protection and at the same time increase the production of high quality food.*

agricultural crop; plant protection; pest organisms; pesticides; analytical chemistry; ecotoxicology; agroecosystem; environment

REFERENCES

1. *Sekun M.P.* (1996). Toksykologichni pryntsypy zastosuvannia insektytsydiv v ahrobiotsenozakh. [Toxicological principles of insecticide use in agrobio-cenoses]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. Kyiv: Ahrarna nauka. V. 44. P. 47—56. (in Ukrainian).

2. *Sokolov M.S., Monastyrskiy O.A., Pikushova E.A.* (Ed. V.A. Zakharenko) (1994). Ekologizatsiya zashchity rasteniy. [Greening plant protection]. Pushchino: ONTI PNTs RAN. 462 p. (in Russian).

3. *Bublyk L.I.* (2006). Kosmatyi Yevdokym Stepanovych. [Kosmatyi Yevdokym Stepanovych]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. № 11. P. 13. (in Ukrainian).

Надійшла 26.07.2021 р.

О.І. БОРЗИХ, доктор сільськогосподарських наук

М.В. КРУТЬ, кандидат біологічних наук

Інститут захисту рослин НААН,

вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна,

e-mail: m.v.krut@ukr.net

ДО 75-РІЧЧЯ ІНСТИТУТУ ЗАХИСТУ РОСЛИН НААН УКРАЇНИ. ШКОЛИ ФІТОПАТОЛОГІВ

Мета. Проаналізувати розвиток фітопатологічних досліджень в Інституті захисту рослин Національної академії аграрних наук України та охарактеризувати наукові школи фітопатологів. **Методи.** Вивчення інформації про життєдіяльність вчених-фітопатологів, відображеної в літературних джерелах та особових справах. **Результати.** На різних етапах наукових досліджень із вирішення найважливіших питань щодо захисту рослин в Інституті захисту рослин НААН сформувалися школи фітопатологів. Серед учнів члена-кореспондента АН УРСР В.П. Мурайова кандидати наук В.М. Лопатін, В.А. Мархасьова та Ю.М. Шелудько впродовж тривалого часу працювали в установі, розв'язуючи низку фітопатологічних проблем. Учні академіка НААН В.Ф. Пересипкіна — М.П. Лісовий, П.О. Мельник, М.П. Гончаренко, В.О. Федорова, В.І. Шкоденко, Л.М. Шелехова, О.К. Кондратюк, Т.Г. Зражевська, В.С. Федоренко, В.Ю. Корнієнко, Л.С. Лобода — здійснили широкий спектр наукових досліджень з виявлення механізмів стійкості сільськогосподарських культур проти збудників найбільш небезпечних хвороб та розробки системи захисних заходів. Академік М.П. Лісовий створив школу імунологів рослин. Завдяки зусиллям члена-кореспондентки НААН Д.Д. Сігарьової сільськогосподарська нематологія стала повноцінним розділом сільськогосподарської фітопатології; сформовано наукову школу нематологів. Головний напрям досліджень школи доктора сільськогосподарських наук, професора С.В. Ретьмана — вдосконалення систем інтегрованого захисту польових культур від хвороб. Дехто із підготовлених Н.І. Салунською, В.М. Лопатиним, В.А. Мархасьовою, В.С. Чабаном, С.В. Лисенком, В.Г. Сергієнко вчених-фітопатологів пов'язали свою діяльність з Інститутом захисту рослин НААН, спрямовуючи зусилля на вирішення численних науково-практичних проблем. **Висновки.** Досягнення наукових шкіл фітопатологів Інституту захисту рослин НААН є вагомим внеском у розвиток аграрної науки. Широке їх впровадження

у виробництво значною мірою сприятиме вирішенню державних завдань щодо зміцнення продовольчої безпеки країни.

сільськогосподарські культури; хвороби рослин; збудники хвороб; нематодні захворювання; стійкість проти хвороб; імунітет; захисні заходи

Як відомо, найважливішим резервом для одержання додаткової високоякісної сільськогосподарської продукції є захист рослин, який базується на інтеграції різних методів — агротехнічного, біологічного, хімічного, біотехнічного тощо. Стосовно розробки концепції «*Інтегрований захист рослин*» значні досягнення разом з іншими установами має й Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України. В сучасному розумінні *інтегрований* — це захист рослин, спрямований на довгострокове регулювання розвитку та поширеності шкідливих організмів до економічно невідчутного рівня на основі фітосанітарного прогнозу, економічних порогів шкідливості, дії корисних організмів, енергоощадних і природоохоронних технологій [1].

1946 року у системі Академії наук УРСР було створено Інститут ентомології і фітопатології (з 1956 р. — Український науково-дослідний інститут захисту рослин; з 1992 р. — Інститут захисту рослин Української академії аграрних наук, яка в 2010 р. набула статусу Національної), завдання якого полягало у вдосконаленні методів захисту рослин та розробці захисних заходів проти найбільш небезпечних шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. На різних етапах наукових досліджень із вирішення найважливіших питань щодо захисту рослин у цій установі поряд з іншими сформувалися школи фітопатологів.

Мета роботи — аналіз фітопатологічних досліджень, проведених в Інституті захисту рослин Національної академії аграрних наук України, та наукових шкіл фітопатологів.

Методи. Вивчення архівних даних про заснування сучасного Інституту захисту рослин НААН, статей, присвячених діяльності установи, наукових праць учених.

Результати досліджень. Одним із наукових підрозділів новоствореного Інституту ентомології і фітопатології АН УРСР була лабораторія фітопатології, яку очолив видатний вчений, кандидат сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент АН УРСР **Володимир Павлович Муравйов** (1885—1963). Він мав величезний науково-виробничий досвід. У 1921—1924 рр. проводив фітопатологічні дослідження на Удицькій дослідній селекційній станції (Вінницька область), яка була підвідомчою Головцукру. Впродовж 1924—1946 рр. завідував лабораторіями фітопатології Миронівської селекційно-дослідної станції та Всесоюзного науково-дослідного інституту цукрових буряків.

З 1946 по 1956 рр. трудова та наукова діяльність В.П. Муравйова була пов'язана з Інститутом ентомології й фітопатології АН УРСР, де він обіймав посаду завідувача лабораторії фітопатології, а з 1950 по 1953 рр. — директора установи.

В.П. Муравйов вивчав найбільш шкідливі хвороби буряків цукрових (кагатна гниль, церкоспороз, пероноспороз, ризоктоніоз, борошниста роса, мозаїки листя тощо) й інших культур бурякової сівозміни. Розробив ефективні для практики сільськогосподарського виробництва заходи боротьби з хворобами буряків цукрових — це агротехнічні методи, протруювання насіння, застосування хімічних засобів для обробки рослин під час вегетації, створення й використання стійких сортів, дотримання оптимальних режимів зберігання коренеплодів у полі й на цукрових заводах. В результаті проведених ним робіт були створені високопродуктивні сорти буряків цукрових, стійкі до багатьох із вищеназваних хвороб, а також пшениці — до іржі, вівса — до сажки й іржі, проса — до сажки та інші. Обґрунтовано необхідність застосування інфекційного фону, а також штучного зараження рослин патогенними грибами при селекції сортів буряків цукрових і пшениці на стійкість проти хвороб [2].

Результати наукових досліджень В.П. Муравйова знайшли своє відображення більш як у 100 публікаціях. Він є одним із авторів фундаментальної праці «Свекловодство», третій том якої (1953) присвячений хворобам буряків цукрових. Його книги «Болезни и аномалии сахарной свеклы» (1929), «Защита сахарной свеклы от кагатной гнили» (1947) та «Система мероприятий по защите от болезней сахарной свеклы» (у співавторстві, 1959) можуть служити цінними практичними посібниками для агрономів-буряківників. Ним підготовлено багато вчених-фітопатологів. Серед його учнів кандидати наук В.М. Лопатін, В.А. Мархасова та Ю.М. Шелудько впродовж тривалого часу працювали в Інституті захисту рослин над низкою фітопатологічних проблем.

Пересипкін Володимир Федорович (1914—2004) — видатний вчений-фітопатолог, доктор біологічних наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України, іноземний член Російської академії наук, заслужений діяч науки України, лауреат Державної премії України і премії Ради Міністрів СРСР. Учень видатного вченого-фітопатолога Т.Д. Страхова. З 1946 по 1952 р. працював в Уманському сільськогосподарському інституті, згодом (до останніх днів свого життя) — в Українській сільськогосподарській академії (Національний університет біоресурсів і природокористування України), обіймаючи керівні посади. Впродовж 1957—1961 рр. за сумісництвом завідував відділом фітопатології Українського науково-дослідного інституту захисту рослин. У 1961—1962 рр. був заступником міністра сільського господарства України. В 1968—1972 рр. обіймав відповідальні посади

у Всесоюзній академії сільськогосподарських наук (ВАСГНІЛ): головний вчений секретар, голова Південного відділення.

Володимир Федорович зробив вагомий внесок у розвиток фітопатологічної науки. Під його керівництвом розроблено і широко впроваджено у виробництво комплексні системи захисту основних сільськогосподарських культур. Багато зробив він і в галузі імунітету рослин. Співавтор 7-ми сортів озимого і 6-ти — ярого ріпаку, 2-х сортів пшениці озимої з підвищеною стійкістю проти хвороб [3].

Наукові надбання В.Ф. Пересипкіна знайшли відображення у понад 350-ти друкованих працях, зокрема 28-ми книгах. Особливу увагу заслуговують тритомне видання за його редакцією «Болезни сельскохозяйственных культур» (1989—1991), підручник «Сельскохозяйственная фитопатология» (1969, 1973, 1982, 1989, 2000) та «Атлас болезней полевых культур» (1976, 1981, 1987). Він підготував 4-х докторів і більше 60-ти кандидатів наук, зокрема для країн далекого і ближнього зарубіжжя. Численна когорта учнів В.Ф. Пересипкіна пов'язали свою діяльність з Інститутом захисту рослин НААН та його мережею — це академік НААН М.П. Лісовий, доктор біологічних наук П.О. Мельник та кандидати наук М.П. Гончаренко, В.О. Федорова, В.І. Шкоденко, Л.М. Шелехова, О.К. Кондратюк, Т.Г. Зражевська, В.С. Федоренко, В.Ю. Корнієнко, Л.С. Лобода. Вони здійснили широкий спектр наукових досліджень з виявлення механізмів стійкості сільськогосподарських культур проти збудників найбільш небезпечних хвороб та розробки системи захисних заходів.

Лісовий Михайло Павлович (1935—2017) — вчений у галузі фітопатології, генетики, імунології та захисту рослин, доктор біологічних наук, професор, академік НААН, іноземний член Польської та Російської академій наук, лауреат Державної премії в галузі науки і техніки, заслужений діяч науки і техніки України. Майже вся його трудова та наукова діяльність була пов'язана з Інститутом захисту рослин НААН. Тут під науковим керівництвом В.П. Пересипкіна він навчався в аспірантурі. З 1966 по 2011 р. очолював засновану ним лабораторію імунітету сільськогосподарських рослин до збудників хвороб. Впродовж 1986—2003 рр. був директором Інституту захисту рослин, а у 2011—2017 рр. — головний науковий співробітник лабораторії імунітету сільськогосподарських рослин до хвороб.

Наукові досягнення М.П. Лісового — це розробка методів створення банку генів стійкості зернових культур проти збудників хвороб; створення банку генів вірулентності збудників хвороб; ідентифікація генів стійкості сільськогосподарських рослин проти фітопатогенів; визначення шляхів та механізмів зміни вірулентності патогенів; визначення механізмів, що призводять до втрати стійкості; розробка методів створення стійких сортів та комп'ютерного моделювання

сортів рослин з груповою стійкістю. Ним також проведено спільні дослідження з Миронівським інститутом пшениці ім. В.М. Ремесла, Інститутом рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, Сквирською дослідною станцією Інституту овочівництва та баштанництва НААН. Це дало можливість створити сорти пшениці (Деметра, Економка, Миронівська сторічна, МІП Дніпрянка) з комплексною стійкістю проти основних збудників хвороб, стійкий проти фомопсису гібрид соняшнику Кий та стійкий проти несправжньої борошнистої роси гібрид огірка Сквирський 1/27 П.

М.П. Лісовий є автором понад 300 наукових праць з питань захисту рослин та селекції на стійкість, зокрема 5-ти монографій, підручника для аграрних вищих навчальних закладів, 7-ми методичних вказівок, 10-ти авторських свідоцтв. Під його керівництвом захищено більше 30-ти кандидатських та 5 докторських дисертацій. Створено школу імунологів рослин.

Значна частина учнів М.П. Лісового на тривалий час пов'язали свою діяльність з Інститутом захисту рослин НААН — це В.К. Пантелєєв, С.В. Ретьман, А.І. Парфенюк, М.І. Кольнобрицький, В.Й. Лоханська, О.Ф. Кравець, В.М. Рипенко, О.М. Пехота, О.А. Марченко, З.М. Довгаль, Ю.М. Кононенко та інші. Нині тут працюють кандидати наук Н.В. Скрипник, Л.М. Голосна, О.Г. Афанасьєва.

Сігарьова Діна Дмитрівна — відома вчена в галузях сільськогосподарської та лісової нематології, докторша біологічних наук, професорка, член-кореспондентка НААН, заслужена діячка науки і техніки України, член Українського товариства паразитологів, Російського та Європейського товариств нематологів. У 1966—1969 рр. — аспірантка, згодом (до 1973 р.) — молодша наукова співробітниця Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена АН УРСР; 1974—1991 рр. — старша наукова співробітниця Всесоюзного науково-дослідного інституту цукрових буряків. З 1991 р. й донині її діяльність пов'язана з Інститутом захисту рослин НААН. До 2011 р. обіймала посаду завідувачки заснованої нею лабораторії нематології, нині — головна наукова співробітниця цього підрозділу.

Д.Д. Сігарьовою досліджено проблеми нематодних захворювань сільськогосподарських, лісових та декоративних культур. Виявлено регуляторні механізми нематодних угруповань як теоретичної основи для вирішення завдань обліку, прогнозування та здійснення заходів захисту рослин від фітогельмінтозів [4, 5]. Завдяки її зусиллям сільськогосподарська нематологія стала повноцінним розділом сільськогосподарської фітопатології — одного з найважливіших напрямів науки із захисту рослин [6]. Наукові розробки: системи моніторингу та контролю чисельності комплексу паразитичних нематод на пшениці озимій, бурякової нематоди на буряках цукрових, картопляних золотистої

та стеблової нематод на картоплі, галових нематод на овочевих культурах закритого ґрунту; технологія застосування стійких сортів картоплі проти золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди; технології обмеження шкідливості комплексу фітопаразитичних нематод на цукрових буряках, ріпаку та пшениці; система протинематодних заходів на овочевих культурах в тепличних господарствах. Сумісно із селекціонерами багатьох установ створено понад 50 сортів картоплі й інших культур, що характеризуються цінними господарськими ознаками.

Д.Д. Сігарьова є автором близько 300 опублікованих наукових праць, серед яких 5 колективних монографій, довідник та 7 методичних рекомендацій, ДСТУ «КАРАНТИН РОСЛИН. Методи фітогельмінтологічної експертизи об'єктів регулювання». Має 1 патент та понад 20 авторських свідоцтв на сорти рослин. Створила школу нематологів, підготувавши 17 кандидатів та 1 доктора наук. З її учнів в Інституті захисту рослин НААН нині провадять наукові дослідження кандидатки біологічних наук Т.О. Галаган, К.С. Нікішичева. Докторша біологічних наук, член-кореспондентка НААН Л.А. Янсе тривалий час обіймає керівні посади в апараті президії Національної академії аграрних наук України. Під науковим керівництвом Д.Д. Сігарьової також захистили кандидатські дисертації Т.Г. Мирошник, О.Б. Сосенко, О.М. Корма, Жилина Т.М. та інші.

Ретьман Сергій Васильович — вчений у галузі фітопатології та захисту рослин, доктор сільськогосподарських наук, професор. Закінчивши 1989 року факультет захисту рослин Української сільськогосподарської академії, до 2020 р. працював в Інституті захисту рослин НААН. З 1999 р. обіймав посаду завідувача відділу захисту зернових культур від хвороб та шкідників, з 2002 р. — заступника директора Інституту з наукової роботи та завідувача лабораторії фітопатології.

С.В. Ретьман здійснив широкомасштабні дослідження щодо некротрофних хвороб пшениці озимої в зоні Лісостепу України, зокрема піренофорозу, септоріозу, альтернаріозу, фузаріозу. Провів систематичні спостереження за динамікою розвитку цих хвороб залежно від погодних умов та стійкості сортів. В результаті багаторічних досліджень розроблено алгоритми діагностики фітопатогенів листя та колоса, математичну модель комплексної шкідливості некротрофних хвороб, екологічні прийоми управління розвитком фітоінфекції, запропоновано нові схеми застосування фунгіцидів на пшениці озимій з урахуванням змін, що відбулися в агроценозах за останні два десятиліття. Наукова робота професора С.В. Ретьмана була пов'язана з дослідженнями структури комплексів мікозів як зернових колосових культур, так і кукурудзи, соняшнику, сої, ріпаку, вівса, гарбузів у сучасних агроценозах, з розробкою методів контролю хвороб рослин та вдосконаленням систем інтегрованого захисту польових культур від хвороб.

Автор близько 200 друкованих наукових праць, зокрема 4-х монографій, 20-ти методичних рекомендацій. Має 3 патенти. Підготував одного доктора і 5 кандидатів наук, із яких С.В. Михайленко і М.А. Дзам продовжують свої наукові дослідження в Інституті захисту рослин НААН.

Крім вищеназваних керівників шкіл, вчених-фітопатологів в Інституті захисту рослин НААН у різні часи готували кандидати наук Н.І. Салунська, В.М. Лопатін, В.А. Мархасьова, В.С. Чабан, С.В. Лисенко, В.Г. Сергієнко.

Салунська Наталія Іванівна (1900—1980) — вчена і спеціалістка в галузі фітопатології та захисту рослин, кандидатка біологічних наук. З 1950 по 1965 рр. свою трудову та наукову діяльність пов'язала з Інститутом ентомології і фітопатології АН УРСР (Українським науково-дослідним інститутом захисту рослин). Спочатку молодша, а з 1951 р. — старша наукова співробітниця лабораторії (відділу) фітопатології. Певний час виконувала обов'язки завідувачки відділу. Наукова її робота була присвячена вивченню найбільш небезпечних хвороб буряків цукрових (церкоспороз, пероноспороз та інші), люцерни на насінницьких посівах, тютюну, кукурудзи (пухирчаста сажка), інших сільськогосподарських культур та розробці ефективних захисних заходів. Результати досліджень знайшли своє відображення в понад 50-ти опублікованих наукових працях. Н.І. Салунська підготувала кілька кандидатів наук, із яких Л.П. Руденко впродовж 30-ти років працювала в УкрНДІ захисту рослин.

Лопатін Валентин Матвійович (1924—2009) — відомий вчений у галузі фітопатології й захисту рослин, кандидат біологічних наук. З 1952 по 1983 рр. працював в Українському науково-дослідному інституті захисту рослин, де з 1961 р. завідував лабораторією (відділом) фітопатологічного напрямку, а з 1975 р. обіймав посаду заступника директора з наукової роботи.

Під його керівництвом та ним особисто успішно проводилися роботи з питань боротьби з вірусними хворобами картоплі, розробки методів захисту зернових культур від іржі, корневих гнилей, картоплі від фітофторозу, капусти від кили та інші. Багато уваги приділялося вивченню ролі сорту в захисті рослин від хвороб, умов вирощування сільськогосподарських культур, за яких стійкість проти збудників хвороб підвищується, імунологічній оцінці сортів картоплі щодо фітофторозу тощо. Розроблялися теоретичні основи довгострокового прогнозу розвитку фітофторозу картоплі.

Перу В.М. Лопатіна належить понад 60 наукових праць, зокрема навчальні посібники, рекомендації. Ним підготовлено 5 кандидатів наук, із яких В.С. Чабан та С.В. Лисенко пов'язали свою діяльність із Інститутом захисту рослин НААН.

Мархасьова Віра Аронівна (1907—1994) — вчена в галузі фітопатології та захисту рослин, кандидатка сільськогосподарських наук. З 1946 по 1970 рр. працювала в Інституті ентомології і фітопатології АН УРСР (Українському науково-дослідному інституті захисту рослин). Обіймала посади молодшого та старшого наукового співробітника відділу та лабораторій фітопатологічного профілю; завідувала також проблемною лабораторією пероноспорозу тютюну. Наукові її дослідження були пов'язані із вивченням розвитку хвороб сільськогосподарських культур, стійкості рослин проти хвороб, розробкою захисних заходів. Нею розроблено системи заходів боротьби з раком картоплі, пероноспорозом тютюну тощо. Результати проведених робіт відображені в дисертації за темою «Чорний зародок пшениці та заходи боротьби з ним» та численних наукових працях. Учениця В.А. Мархасьової Галина Сергіївна Суворова працювала в Інституті захисту рослин НААН впродовж 30-ти років, більшою мірою досліджуючи проблеми імунітету сільськогосподарських рослин до збудників хвороб.

Чабан Василь Сидорович (1940—2015) — вчений у галузі фітопатології та захисту рослин, кандидат сільськогосподарських наук. З 1967 по 2002 рр. його діяльність була пов'язана з Інститутом захисту рослин НААН, де він обіймав посади молодшого, старшого наукового співробітника лабораторії сільськогосподарської фітопатології, з 1983 р. — заступника директора Інституту з наукової роботи, а водночас — і завідувача названої лабораторії, яка згодом трансформувалася у відділ державних випробувань та технології застосування пестицидів. Виконував наукові дослідження з розробки заходів захисту сільськогосподарських культур від хвороб. За його безпосередньої участі було випробувано й рекомендовано до державної реєстрації понад 200 пестицидів, а наукові розробки із захисту овочевих, зернових, олійних культур від найбільш шкідливих організмів успішно впроваджувалися в аграрне виробництво країни. Автор понад 120-ти наукових праць, опублікованих в Україні та за її межами. Мав 3 авторських свідоцтва і 2 патенти. Підготовлені ним кандидати наук В.О. Недобиткін, В.М. Охрімчук, Ф.С. Мельничук, А.М. Халунов, Т.М. Кислих та Г.О. Балан свою діяльність на певний час пов'язали з Інститутом захисту рослин НААН та його мережею.

Лисенко Сергій Володимирович (1948—1998) — вчений у галузі фітопатології та захисту рослин, кандидат біологічних наук. Вся його діяльність була пов'язана з Інститутом захисту рослин НААН, де він обіймав посади молодшого, старшого, провідного наукового співробітника лабораторій сільськогосподарської фітопатології, захисту зернових культур від хвороб, а з 1991 р. й до останку — завідувача відділу захисту зернових культур від хвороб та шкідників. Спочатку провадив наукову роботу з проблем фітофторозу картоплі, результати

якої знайшли своє відображення в підготовленій та захищеній дисертації. Згодом його дослідження були пов'язані із захистом зернових культур. Він розробляв заходи щодо раціонального застосування пестицидів у складних сумішах із біологічно активними речовинами, приділяв увагу науковому обґрунтуванню системного підходу до розробки інтегрованого захисту зернових культур від шкідників, хвороб та бур'янів, зокрема проблемам комплексних порогів шкідливості. Здійснював керівництво дослідженнями з проблем захисту пшениці озимої від фузаріозу колоса.

Автор понад 100 опублікованих наукових праць. Підготував 3-х кандидатів наук. Із його вихованців в Інституті захисту рослин І.М. Сторчоус впродовж тривалого часу завідував лабораторією гербології, керівні посади обіймав і С.В. Ретьман. А О.В. Джам, отримавши досвід у цій установі, на сьогодні є представником компанії «Сингента».

Сергієнко Валентина Григорівна — вчена в галузі фітопатології та захисту рослин, кандидатка сільськогосподарських наук. З 1987 р. свою трудову та наукову діяльність пов'язала з Інститутом захисту рослин НААН. Спочатку молодша наукова, згодом — наукова співробітниця лабораторії захисту сільськогосподарських культур від хвороб, з 1996 р. — старша наукова співробітниця, у 2011—2015 рр. — завідувачка відділу державних випробувань та технології застосування пестицидів, з 2021 р. — провідна наукова співробітниця лабораторії технології застосування пестицидів. Тривалий час головним напрямом її наукових досліджень була розробка систем захисту овочевих культур, особливо огірків та томатів, від хвороб. Найважливішого значення в цьому плані набуло вдосконалення технологій хімічного захисту рослин, а також застосування екологічно безпечних засобів захисту. Нинішня дослідницька робота В.Г. Сергієнко спрямована на розроблення технологічних регламентів застосування пестицидів у посадках картоплі й посівах ріпаку проти шкідливих організмів та наукове обґрунтування концепції інтегрованої системи контролювання бур'янів у посівах сільськогосподарських культур.

Авторка 130-ти статей, опублікованих у наукових збірниках, журналах, газетах, співавторка монографії, 2-х книг, ДСТУ «Капуста білоголова для тривалого зберігання» та 5-ти патентів. Підготовлені нею кандидати сільськогосподарських наук Т.В. Райчук і Л.К. Ратушняк певний час працювали в Інституті захисту рослин НААН та його мережі.

ВИСНОВКИ

Досягнення провідних фітопатологів Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України та їх учнів є вагомим внеском у розвиток аграрної науки.

Успішна підготовка кваліфікованих вчених у галузі сільськогосподарської фітопатології значною мірою сприятиме подальшому розвитку науки із захисту рослин, а широке впровадження її досягнень у виробництво — вирішенню стратегічних завдань щодо зміцнення продовольчої безпеки країни й світу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Захист рослин*. Терміни та визначення понять : ДСТУ 4756:2007. [Чинний від 2007-10-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 38 с.
2. Чумаков А.Е., Владимирская М.Е., Хохряков М.К. Из истории отечественной микологии и фитопатологии. *Защита растений*. 1986. № 12. С. 53—56.
3. Кирик М.М., Піковський М.Й. Видатний учений фітопатолог. *Карантин і захист рослин*. 2009. № 9. С. 13.
4. Борзих О.І., Сігарьова Д.Д., Пилипенко Л.А., Ковтун А.М. Найбільш небезпечні нематодози рослин та системи захисних заходів. Київ: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2017. 140 с.
5. Борзих О.І., Сігарьова Д.Д., Пилипенко Л.А., Ковтун А.М. Нематологічний моніторинг польових та квітково-декоративних рослин. Київ: ТОВ «НВП «Інтерсервіс», 2016. 116 с.
6. Сігарьова Д.Д., Пилипенко Л.А., Борзих О.І., Ковтун А.М. Сільськогосподарська нематологія. Київ: Аграрна наука, 2017. 340 с.

Борzych А.И., Круть М.В.

Институт защиты растений НААН, ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина, e-mail: m.v.krut@ukr.net

К 75-летию Института защиты растений НААН Украины. Фитопатологические школы

Цель. Проанализировать развитие фитопатологических исследований в Институте защиты растений Национальной академии аграрных наук Украины и охарактеризовать научные школы фитопатологов. **Методы.** Изучение сведений о жизнедеятельности ученых-фитопатологов, отраженных в литературных источниках и личных делах. **Результаты.** На различных этапах проведения научных исследований по решению важнейших вопросов защиты растений в Институте защиты растений НААН сформировались школы фитопатологов. Среди учеников члена-корреспондента АН УССР В.П. Муравьева кандидаты наук В.М. Лопатин, В. А. Мархасева и Ю.М. Шелудько длительное время работали в учреждении, решая ряд фитопатологических проблем. Ученики академика НААН В.Ф. Пересыпкина — М.П. Лесовой, П.А. Мельник, Н.Ф. Гончаренко, В.А. Федорова, В.И. Шкоденко, Л.Н. Шелехова, О.К. Кондратюк, Т.Г. Зражевская,

*В.С. Федоренко, В.Ю. Корниенко, Л.С. Лобода — осуществили широкий спектр научных исследований по выявлению механизмов устойчивости сельскохозяйственных культур против возбудителей наиболее опасных болезней и разработке системы защитных мероприятий. Академик М.П. Лесовой создал школу иммунологов растений. Благодаря усилиям члена-корреспондентки НААН Д.Д. Сигаревой сельскохозяйственная нематология стала полноценным разделом сельскохозяйственной фитопатологии; сформирована научная школа нематологов. Главное направление исследований школы доктора сельскохозяйственных наук, профессора С.В. Ретьмана — совершенствование систем интегрированной защиты полевых культур от болезней. Некоторые из подготовленных Н.И. Салунской, В.М. Лопатиным, В.А. Мархасевой, В.С. Чабаном, С.В. Лысенком, В.Г. Сергиенко ученых-фитопатологов связали свою деятельность с Институтом защиты растений НААН, направляя усилия на решение многочисленных научно-практических проблем. **Выводы.** Достижения научных школ фитопатологов Института защиты растений НААН — весомый вклад в развитие аграрной науки. Широкое их внедрение в производство в значительной степени будет способствовать решению государственных задач по укреплению продовольственной безопасности страны.*

сельскохозяйственные культуры; болезни растений; возбудители болезней; нематодные заболевания; устойчивость к болезням; иммунитет; защитные мероприятия

Borzykh O., Krut M.

Institute of Plant Protection of NAAS, 33, Vasylkivska str., Kyiv, Ukraine, 03022,
e-mail: m.v.krut@ukr.net

To 75th anniversary of Institute of Plant Protection of NAAS of Ukraine. The phytopatological schools

Goal. *To analyze the development of phytopathological research at the Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine and to characterize the scientific schools of phytopathologists. **Methods.** Information about the life of phytopathologists, reflected in the literature and their personal affairs. **Results.** Schools of phytopathologists have been formed at various stages of scientific research to address the most important issues related to plant protection at the Institute of Plant Protection of NAAS. Among students of Corresponding members of NAS of Ukraine V.P. Muraviov candidates of sciences V.M. Lopatin, V.A. Markhasiova and Yu.M. Shelud'ko worked in institute during long time, solving a number of phytopathological problems. The students of Academician of NAAS V.F. Peresyphkin M.P. Lisovyi, P.O. Mel'nyk, M.P. Goncharenko, V.O. Fedorova, V.I. Shkodenko, L.M. Shelekhova, O.K. Kondratiuk, T.G. Zrazhevs'ka, V.S. Fedo-*

renko, V.Yu. Kornienko, L.S. Loboda realized the wide spectrum of scientific investigations on revealing of the mechanisms of agricultural crops' resistance against pathogens of the most dangerous diseases and working out of the system of planting measures. Academician of NAAS M.P. Lisovyi created the school of plant immunologists. Thanks to the efforts of Corresponding members of NAAS D.D. Sigariova agricultural nematology became the full section of agricultural phytopathology; the scientific school of nematologists was formed. The main direction of school of Doctor Sciences (Agr.), Professor S.V. Retman is modernization of the systems of field crop integrated protection from diseases. Some of phytopathologists, which were trained by N.I. Salun'ska, V.M. Lopatin, V.A. Markhasiova, V.S. Chaban, S.V. Lysenko, V.G. Sergienko, linked their activity with Institute of Plant Protection, directing efforts to solve numerous scientific and practice problems. **Conclusions.** The successful training of scientists on agricultural phytopathology will greatly contribute to further development of agrarian science, and a wide its introduction to production — to solve of state tasks on strengthening of food security of the country.

agricultural crops; pathogens; diseases of plant; nematode diseases; resistance against diseases; immunity; measures of protection

REFERENCES

1. Zakhyst roslyn. Terminy ta vyznachennia poniat [Plant protection. Terms and definitions] : DSTU 4756:2007. [Chynnyi vid 2007-10-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2008. 38 p. (in Ukrainian).
2. Chumakov A.E., Vladimirskaia M.E., Khokhryakov M.K. (1986). Iz istorii otechestvennoy mikologii i fitopatologii. [From the history of Russian mycology and phytopathology]. *Zashchita rasteniy*. № 12. P. 53—56. (in Ukrainian).
3. Kyryk M.M., Pikovskiy M.I. (2009). Vydatnyi uchenyi fitopatoloh. [An outstanding scientist phytopathologist]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. № 9. P. 13. (in Ukrainian).
4. Borzykh O.I., Siharova D.D., Pylypenko L.A., Kovtun A.M. (2017). Naibilsh nebezpechni nematodozy roslyn ta systemy zakhysnykh zakhodiv. [The most dangerous nematodes of plants and systems of protective measures]. Kyiv: TOV «NVP «Interservis». 140 p. (in Ukrainian).
5. Borzykh O.I., Siharova D.D., Pylypenko L.A., Kovtun A.M. (2016). Nematologichnyi monitorynh polovykh ta kvitkovo-dekoratyvnykh roslyn. [Nematological monitoring of field and flower-ornamental plants]. Kyiv: TOV «NVP «Interservis». 116 p. (in Ukrainian).
6. Siharova D.D., Pylypenko L.A., Borzykh O.I., Kovtun A.M. (2017). Silskohospodarska nematolohiia. [Agricultural nematology]. Kyiv: Ahrarna nauka. 340 p. (in Ukrainian).

Надійшла 26.07.2021 р.

Захист і карантин рослин. 2021. Вип. 67.

УДК: 543.544 + 632.911

DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.42-72>

¹О.І. БОРЗИХ, доктор сільськогосподарських наук

¹Л.І. БУБЛИК, доктор сільськогосподарських наук

¹Л.Л. ГАВРИЛЮК, кандидат сільськогосподарських наук

¹О.В. ШЕВЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

²М.В. ГУНЧАК, кандидат сільськогосподарських наук

¹Інститут захисту рослин НААН, вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна, e-mail: phytopri@ukr.net

²Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 1, с. Бояни Чернівецької обл., 60321, Україна, e-mail: gunchak00@ukr.net

ЕКОТОКСИКОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ БЕЗПЕЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ТА АДАПТАЦІЇ ХІМІЧНИХ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ВІД ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ ДО ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОЇ ПРОВІНЦІЇ КАРПАТСЬКОЇ ГІРСЬКОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Мета. Екотоксикологічне та економічне обґрунтування хімічних систем захисту яблуні від шкідливих організмів, оптимізація та адаптація до погодно-кліматичних умов і фітосанітарного стану яблуневого агроценозу в Передкарпатській провінції Карпатської гірської зони України. **Методи.** Фітосанітарний моніторинг проводили візуально та за допомогою феромонних пасток. Класифікацію пестицидів за полярністю, визначення залишків, вивчення процесів детоксикації пестицидів у яблуневому агроценозі проводили з використанням фізико-хімічних методів аналізу за офіційно затвердженими методиками. Ступінь небезпечності застосування пестицидів оцінювали за інтегральною 7-ступенневою шкалою, ризик — за агроекотоксикологічним індексом (АЕТІ). **Результати.** Визначено екотоксикологічні характеристики пестицидів сучасного асортименту, що застосовуються для захисту яблуні від шкідників і хвороб: величини дипольного моменту (μ), константу швидкості розпаду (частин за добу), період напів- та повного розпаду (T_{50} та T_{95} , діб) в яблуневому агроценозі. Здійснено класифікацію за ступенем небезпечності застосування. Найбільш небезпечними є неполярні сполуки І—3 ступеня небезпечності та частково малополярні 4 ступеня, які відносяться до І та ІІ класу небезпечності за токсичністю (LD_{50}) або

стійкістю (к). За даними моніторингу фітосанітарного стану та пестицидів в яблуневому агроценозі у 2015—2020 рр. розроблено науково-методологічні параметри екологічно безпечних ($AETI < 1$) і економічно ефективних систем хімічного захисту яблуні, адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України — інтенсивної хімічної та удосконаленої хімічної. **Висновки.** На основі співвимірювання пестицидного навантаження зі здатністю агроценозу до самоочищення розроблено модель екологічно-безпечного захисту яблуневого саду від комплексу шкідливих організмів, яка адаптована до ґрунтово-кліматичних умов та особливостей фітосанітарного стану Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України. За результатами досліджень швидкість детоксикації пестицидів у листках та плодах яблуні залежить від фізико-хімічних властивостей та корелює з полярністю сполук. Здійснено класифікацію пестицидів, що застосовуються для контролю комплексу шкідників та хвороб в агроценозі яблуні, та показано, що сучасний їх асортимент дає змогу розробити системи захисту, для яких середньозважений ступінь небезпеки знаходиться на рівні $Q=5$. Розроблено модель граничного пестицидного навантаження на яблуневий агроценоз, за якого $AETI$ не перевищує 1. Дослідження та розрахунки свідчать, що проведення хімічного захисту яблуні є екологічно та економічно виправданим. В умовах 2018—2020 рр. прибуток становив від 40 000 до 100 000 грн/га, за рентабельності 32,4—76,5%.

зональні хімічні системи захисту; яблуня; фітосанітарний стан; пестициди; полярність; стійкість; небезпечність; хімічні системи захисту; екотоксикологічні нормативи та регламенти

Сільськогосподарська наука в усьому світі визнає використання хімічного захисту рослин як одного із методів управління якістю агроценозів, що враховує економічну доцільність та екологічну безпеку. Наукові основи захисту рослин від шкідливих організмів в агроценозах були розроблені вченими Інституту захисту рослин у XX сторіччі і продовжується робота над ними у XXI. Інтегровану систему захисту рослин розглядають як розвиток комплексних заходів з управління агроценозом та популяціями шкідливих і корисних видів з метою зменшення втрат урожаю та покращення його якості, оптимізації застосування хімічних засобів за рахунок доступних методів і заходів профілактичного характеру, а також уточнення критеріїв і способів застосування пестицидів [1]. Серед вітчизняних дослідників Васильєв Вадим Петрович був першим у розробці принципів та критеріїв захисту плодів культур, зокрема яблуні [2]. Сума ефективних температур на початку відродження гусениць яблуневої плодожерки, принципи зонального районування домінантних видів шкідників та зональних

систем захисту, економічного та екотоксикологічного обґрунтування застосування хімічних засобів є основою розробки сучасної стратегії і тактики інтегрованого захисту яблуні [1].

Регулярне використання пестицидів потенційно може становити загрозу для навколишнього середовища, особливо якщо залишки зберігаються в ґрунті або мігрують за межами саду і потрапляють у водні шляхи (наприклад, через знос під час обробки або стік). Зменшення шкідливих наслідків для здоров'я та навколишнього середовища від використання пестицидів наразі є головним пріоритетом порядку денного аграрної політики в Європейському Союзі (ЄС), США, Китаї та інших країнах [3–6].

За останні десятиріччя у світі було розроблено багато інструментів оцінки ризику застосування пестицидів. Залежно від передбачуваного використання одержаних показників, вони називалися по-різному: рейтинг безпеки, коефіцієнт впливу, контрольний орієнтир, відносний рейтинг ризику, інструмент оцінки ризиків тощо [7–21]. Для оцінки ступеня безпеки всі вони використовують різні показники, які можна поділити на такі основні групи: токсичність пестицидів, доза, тривалість впливу та характеристика поведінки в довкіллі. Для визначення ризиків використовують якісні та кількісні оцінки ймовірності того, що може виникнути будь-яка з небезпек, пов'язаних з пестицидом. При цьому, як правило, використовують показники, що характеризують сукупну небезпеку застосування того чи іншого препарату.

Також, розроблено індикатори ризику, що використовуються для реалізації політики сприяння скороченню використання пестицидів [5, 6, 13, 22, 23] та з подвійною метою (наприклад, для оцінки ризику використання пестицидів та як метод оподаткування) [13].

Екологічні проблеми захисту яблуневих насаджень зумовлені особливостями агроєкосистеми: монокультурний характер вирощування багаторічних насаджень створює постійно високий інфекційний фон. У ланцюгу живлення «плодові дерева — фітофаги — хижаки та паразити» найбільш вразливою ланкою до абіотичних, біотичних та антропогенних чинників є рослини. В останні роки на продуктивність садів суттєво впливає зміна клімату — зими з різкими перепадами температур (від відлиги до сильних морозів), заморозки під час цвітіння, ґрунтові і 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 [24].

Мета досліджень — екотоксикологічне та економічне обґрунтування хімічних систем захисту яблуні від шкідливих організмів, їх оптимізація та адаптація до погодно-кліматичних умов і фітосані-

тарного стану яблуневого агроценозу в Передкарпатській провінції Карпатської гірської зони України.

Методика досліджень. Роботу виконували впродовж 2014—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 органічного землеробства та біоенергетичних культур.

Дослідження проводили в плодovому саду УкрНДСКР ІЗР (Чернівецька область, село Бояни Новоселицького району), Державного підприємства «Дослідного господарства Придністровської дослідної станції садівництва Інституту садівництва НААН» та на базі господарств (ПП Збіра І.Р. та СФГ «Бояни-Глинниця»), які займаються вирощуванням яблуневої продукції, за загальноприйнятими методиками [25, 26].

Фітосанітарний моніторинг проводили візуально та за допомогою феромонних пасток [26]. Класифікацію пестицидів за полярністю за величиною дипольного моменту, визначення залишків, вивчення процесів детоксикації пестицидів в яблуневому агроценозі проводили з використанням фізико-хімічних методів аналізу. Ступінь небезпечності застосування пестицидів оцінювали за інтегральною 7-ступеневою шкалою, ризик — за агроекотоксикологічним індексом (АЕТИ) [2, 27]. Статистичну обробку одержаних даних здійснювали з використанням комп'ютерної програми Microsoft Office Excel.

Результати досліджень та обговорення. Сучасна стратегія застосування пестицидів заснована на співвимірюванні їх властивостей та навантаження зі здатністю агроценозів до самоочищення, тобто включення пестицидів в біотичний кругообіг елементів [1]. Прогнозування забруднення яблуневих агроценозів пестицидами та розробка заходів щодо запобігання негативним наслідкам (порушення природних біоценозів і зниження саморегуляції, поява нових економічно значущих шкідників, знищення корисної флори й фауни, резистентність у шкідливих організмів, забруднення урожаю та накопичення в ґрунті залишкових кількостей, потенційна загроза здоров'ю людини) можливі лише за глибокого розуміння механізмів токсичної дії на живі організми, взаємодії пестицидів з об'єктами навколишнього середовища, встановлення критеріїв оцінки цих процесів для формування екологічно безпечного асортименту, нормування та регламентів їх застосування.

Оцінку екологічного ризику систем хімічного захисту яблуні від шкідливих організмів проводили за агроекотоксикологічним індексом (АЕТИ) [2]:

$$AETI = \frac{10V(1+V)^3}{(1+V)^4 + 5000}, \quad (1)$$

де V — прогнозоване забруднення пестицидами сільськогосподарсько-го ландшафту (умовних кг/га).

Згідно з АЕТІ ризик характеризували за 10-бальною шкалою: 0—1 — малонебезпечний, 1—4 — середньонебезпечний, 4—8 — підвищеної небезпечності, 8—10 — високонебезпечний (рис. 1).

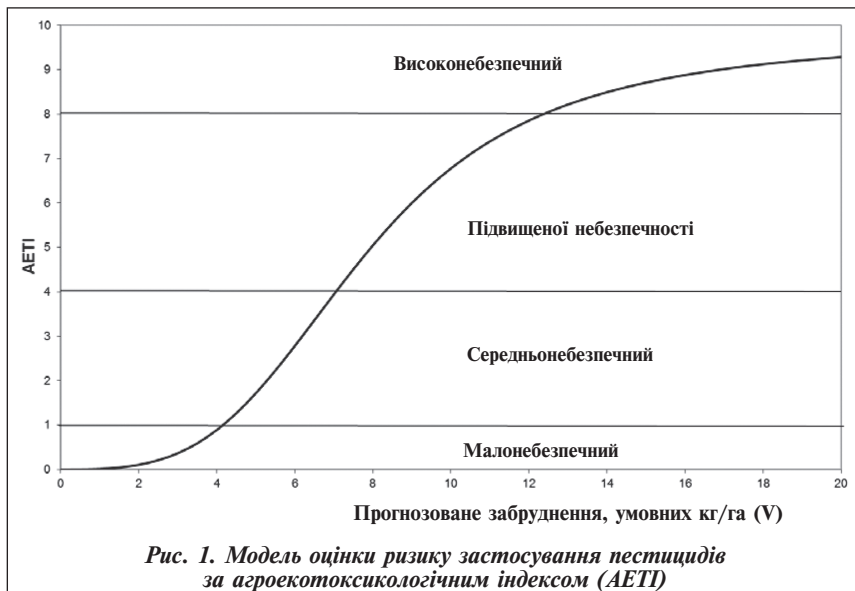


Рис. 1. Модель оцінки ризику застосування пестицидів за агроекотоксикологічним індексом (АЕТІ)

Модель (рис. 1) відображає хвилеподібну залежність ризику від пестицидного навантаження, їх властивостей та толерантності агроценозу. Спочатку з ростом навантаження крива повільно піднімається до порогового значення — 4 умовних кг/га. На цьому відрізку масове навантаження пестицидів співвимірюється зі здатністю агроценозу до самоочищення, а АЕТІ має значення від 0 до 1. Далі створюється «хвиля», коли ризик зростає пропорційно збільшенню навантаження. Висота «хвилі» лімітується потенційними можливостями виживання фауни та збереження гігієнічних нормативів якості продукції: максимально допустимий рівень в урожаї, продуктах харчування (МДР, мг/кг), гранично допустима концентрація в ґрунті, воді, повітрі (ГДК, мг/кг, мг/л, мг/м³); строки очікування до збору урожаю.

Прогнозоване забруднення (V , умовних кг/га) залежить від сезонного навантаження пестицидів на одиницю площі (ΣH , кг/га), ступеня небезпечності застосованого асортименту (Q) і розраховується за формулою:

$$V = \frac{\sum H}{k \cdot I_{\text{зон}} \cdot Q}, \quad (2)$$

де $I_{\text{зон}}$ — зональний індекс здатності території до самоочищення (оцінюється за шкалою від 0 до 1); k — коефіцієнт абсорбційної властивості листової поверхні, який змінюється залежно від типу культури і для польових культур становить 1, для плодового саду — 3.

Відповідно модель приймає вигляд:

$$\text{АЕТІ} = \frac{10 \frac{\sum H}{k \cdot I_{\text{зон}} \cdot Q} (1 + \frac{\sum H}{k \cdot I_{\text{зон}} \cdot Q})^3}{(1 + \frac{\sum H}{k \cdot I_{\text{зон}} \cdot Q})^4 + 5000}. \quad (3)$$

При плануванні хімічних заходів слід добирати асортимент пестицидів та норму їх витрати на одиницю орної площі з таким розрахунком, щоб значення АЕТІ були якомога меншими й не перевищували 1. Такому значенню АЕТІ відповідає прогнозоване забруднення в розмірі 4 умовних кг/га, тобто має виконуватися обмеження:

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

У плодовому саду толерантність агроценозу збільшується втричі за рахунок абсорбційної властивості листової поверхні, тому рівняння граничного безпечного навантаження пестицидів матиме вигляд:

$$\sum H = 12 \cdot Q \cdot I_{\text{зон}}. \quad (5)$$

Таким чином, сезонне навантаження залежить від середньозваженого ступеня небезпечності (Q) та толерантності території ($I_{\text{зон}}$).

Для оцінки препаратів за нормою витрати використовували середньозважений ступінь небезпеки (Q), який розраховували за формулою:

$$Q = (C_{n1} \times N_1 + C_{n2} \times N_2 + \dots + C_{nn} \times N_n) / \sum N, \quad (6)$$

де C_n — ступінь небезпечності пестициду за інтегральною класифікацією; $N_{i...}$ — норма витрати препарату, кг/га; $\sum N$ — сумарна норма витрати препаратів, кг/га.

Для оцінки небезпечності застосування пестицидів краще використовувати інтегральний показник — ступінь небезпечності застосування (C_n), який враховує як токсиколого-гігієнічний (K_A , I—IV клас), так і екотоксикологічний (K_B , I—IV клас) аспекти застосування пестициду. Інтегральна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності їх застосування була розроблена в Інституті захисту рослин

[2]. Вона представлена шкалою, яка містить сім ступенів, що визначають з рівняння:

$$C_n = (K_A + K_B) - 1. \quad (7)$$

Ступінь небезпечності характеризує пестициди таким чином: 1 і 2 — високонебезпечні, 3 — небезпечні, 4 і 5 — помірно небезпечні, 6 і 7 — малонебезпечні.

Ступінь небезпечності, що характеризує екотоксикологічні властивості сполук, може використовуватися для оновлення їх асортименту за рахунок помірно- та малонебезпечних пестицидів, ефективних з малими нормами витрати.

Індекс самоочищення території ($I_{\text{зон}}$) характеризує інтенсивність розпаду пестицидів залежно від ґрунтово-кліматичних умов. Він вимірюється за допомогою балів від 0,1 до 1: дуже інтенсивна — понад 0,8; інтенсивна — 0,8—0,6; помірна — 0,6—0,4; слабка — 0,4—0,2; дуже слабка — менше 0,2. Значення $I_{\text{зон}}$ корелюють із значенням ГТК [1, 2, 27].

Для сучасного асортименту пестицидів ступінь небезпеки становить 3—6. $I_{\text{зон}}$ в умовах України змінюється від 0,23 до 0,7.

Толерантність сільськогосподарських угідь до пестицидного навантаження зумовлена інтенсивністю фізико-хімічних і мікробіологічних процесів детоксикації біологічно активних сполук, яка, в свою чергу, залежить від погодно-кліматичних умов [2, 27].

Інтенсивне потепління спостерігається в Україні з 1988 р. і особливо відчутне в зимові місяці. Агроекотоксикологічне районування території України із використанням комп'ютерної програми Arc GIS дало змогу встановити, що за 20-річчя (1989—2011 рр.) зміни клімату в Україні проявились через вирівнювання та підвищення середньорічної температури, збільшення суми ефективних температур. По всій території зменшилися показники гідротермічного коефіцієнту (ГТК) та здатності до самоочищення ($I_{\text{зон}}$), особливо в умовах Лісостепу [27]. Цю тенденцію підтверджують результати досліджень у Південно-Західному Лісостепу України у 2015—2020 рр. Кліматичні умови за роки досліджень відрізняються від середніх багаторічних показників більшою контрастністю. Зміни клімату (зими з різкими перепадами температур від відлиги до морозів, заморозки в період цвітіння, ґрунтові та повітряні посухи в період росту і дозрівання плодів) впливають на продуктивність садів регіону та погіршують їх фітосанітарний стан.

У 2015 р. фенологічні фази розвитку яблуні збіглися з багаторічними. В період з кінця березня до кінця квітня вегетація яблуневих насаджень відбувалась у фенофази «набрякання бруньок» — «рожевий бутон». Період цвітіння припадав на середину третьої декади квітня — кінець першої декади травня. У травні відбувалося формування

плодів, далі — їхній ріст. Період дозрівання плодів припадав на першу — другу декаду вересня. У 2016—2017 рр., внаслідок більш високих середньодобових температур повітря на 3—5°C, розвиток яблуні у фенологічні фази «набрякання бруньок» — «рожевий бутон» проходив від 4 до 7 днів швидше, ніж у попередні роки. Цвітіння яблуні відбувалося майже на два тижні, а формування плодів — на тиждень швидше терміну, властивого даному регіону. Далі погодні умови сприяли росту плодів, а дозрівання яблук відбувалося на кілька днів швидше, ніж у попередні роки.

У 2018—2019 рр. період вегетації яблуні за фенологічними термінами був подібним до багаторічних. Період «набрякання бруньок» — «рожевий бутон» тривав з кінця березня до кінця квітня; період цвітіння — до закінчення першої декади травня; період формування плодів — до кінця другої декади травня, далі — період їх росту. Починаючи з вересня відбувалося дозрівання плодів яблуні. У 2020 р. внаслідок низьких температур повітря на початку вегетації яблуні, її розвиток не був типовим для даного регіону. Тому, фенологічні фази «набрякання бруньок» — «рожевий бутон» проходили на 5—8 днів пізніше попередніх років. Цвітіння яблуні та період «формування плодів» відбувалися майже на 10 днів пізніше та тривали до середини третьої декади травня. Далі відбувався «ріст плодів» яблуні та їхнє дозрівання.

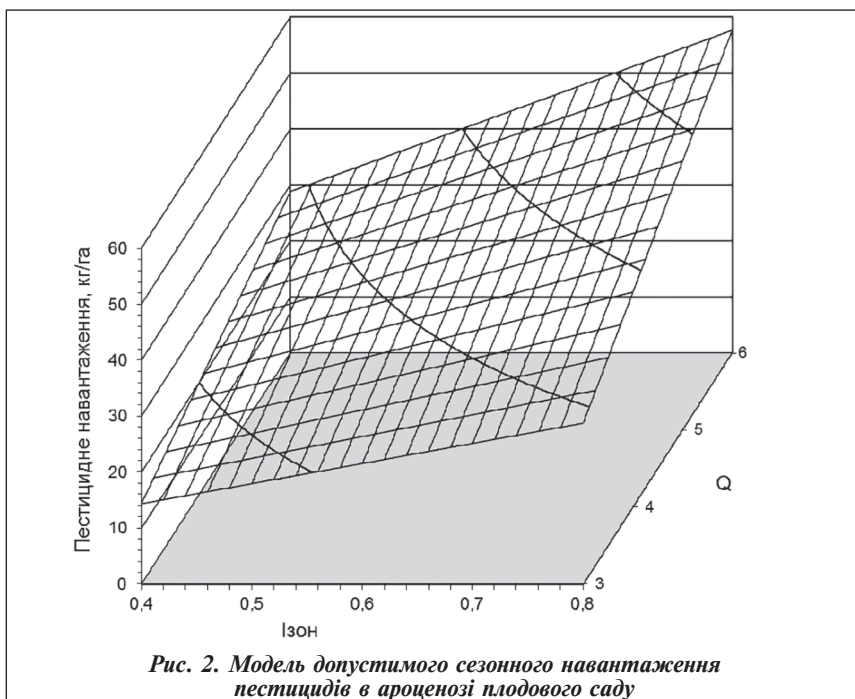
За вегетаційний період (травень — вересень) СЕТ повітря вище 10°C з початку вегетаційного періоду накопичилась, відповідно по роках з 2015 по 2020 — 3128, 3153, 2451, 2861, 3048 та 3347°C, а гідротермічний коефіцієнт становив 0,7; 0,9; 1,3; 1,1; 0,8 та 1,0.

Аналізуючи одержані дані спостерігаємо, як змінюються агрометеорологічні умови та слабшає здатність до самоочищення. У Лісостепу Буковини, де переважають чорноземи та сірі лісові ґрунти, а ГТК становить 0,7—1,3, показник здатності території до самоочищення ($I_{\text{зон}}$) дорівнює 0,6—0,45. В передгірській частині з дерново-підзолистими ґрунтами та ГТК — 1,8—2,0, $I_{\text{зон}}$ становить 0,75—0,65. Відповідно до наведених показників, здатність території до самоочищення характеризується як помірна.

Побудовано модель (рис. 2) допустимого сезонного навантаження пестицидів (ΣH , кг/га) у яблуневому агроценозі залежно від небезпечності застосованого асортименту (Q) та ґрунтово-кліматичних умов ($I_{\text{зон}}$).

Погодно-кліматичні умови сприяли розвитку шкідливих організмів. За результатами фітосанітарного моніторингу яблуневому агроценозу найбільшої шкоди завдавали такі шкідники: яблунева плодожерка (38%), попелиці (19), листовійки (13—18), кліщі (12), яблунева міль (10), оленка волохата (8).

Яблунева плодожерка розвивалася у двох повних поколіннях. По-



годні умови були сприятливими для розвитку першого та другого покоління шкідника. За період перезимівлі загинуло 10—14% гусениць, під час цвітіння (перша декада травня) чисельність гусениць першого покоління становила 1,8—2,0 екз./ловильний пояс. Початок льоту метеликів яблуневої плодожерки реєструвався в першій декаді травня за СЕТ від 143 до 307°C. Середні показники виловів на пастку становили 2 екз./пастку за 7 діб.

Максимум льоту генерації, що перезимувала, спостерігали у першій декаді червня (плід розміром ліщини) за СЕТ від 594 до 740°C. Показники виловів на пастку становили 4—7 екз. за 7 діб. Кінець льоту метеликів покоління, що перезимувало, та початок льоту літнього покоління зареєстровано у III декаді червня за СЕТ від 1124 до 1332°C.

Максимум льоту метеликів другої генерації припав на другу декаду серпня за СЕТ °C. Показники виловів дорівнювали 3—7 екз./пастку за 7 діб. Закінчення льоту II покоління метеликів зафіксовано у III декаді вересня. Показники виловів дорівнювали 3—7 екз./пастку за 7 діб. Заселеність саду яблуневою плодожеркою під час осінніх обстежень становила 2—5 гусениць на дерево. Гусениці першого покоління пошкодили 1—8%, другого — 8—12% плодів. Під час рос-

ту плодів інтенсивність льоту метелика першого покоління досягала 8 екз./феромонну пастку (ЕПШ 3 екз./пастку), а метелика другого покоління — до 7 екз./феромонну пастку (ЕПШ 5 екз./пастку) за 7 діб. Яблунева плодожерка спричиняє прямі втрати урожаю, шкідлива стадія живиться в плодах. Гусениця вигризає прямий хід до насінної камери та виїдає насіння в плоді. Проведення захисних заходів є обов'язковим для одержання високоякісних плодів. Тому феромонні пастки використовують для контролю та знищення шкідника.

Для контролю чисельності яблуневої плодожерки використовували синтетичні статеві феромони *Cydia pomonella* ((Е,Е)-8,10-dodecadien-1-ol), на всій площі саду вивішували по 10 пасток/га для масового вилову самців та по 6 контрольних пасток для вивчення фенологічних строків розвитку шкідників і визначення щільності їхньої популяції. Для препарату ґрунтується на тому, що самці першого покоління плодожерки з'являються в природі дещо раніше самиць, наприкінці цвітіння яблуні. Саме у цей час і було вивішано пастки з феромоном яблуневої плодожерки і таким чином виловлено основну кількість самців.

Сучасна інтегрована система захисту яблуневого саду від шкідливих організмів базується на інтенсивному застосуванні хімічного методу, який включає в середньому 15—18, а іноді навіть і 30 обробок фунгіцидами та інсектицидами з високими нормами витрати, не враховуючи чергування пестицидів різного механізму дії. Зменшення пестицидного навантаження на агроценоз можливе за скорочення кількості обробок та формування екологічно безпечного асортименту за параметрами фізико-хімічних та токсиколого-гігієнічних властивостей пестицидів і механізмів їхньої дії.

Фізико-хімічні властивості пестицидів є функцією електронних структур їх молекул і характеризуються за полярністю згідно з величиною дипольного моменту (μ): неполярні з величиною дипольних моментів від 0 до 2, малополярні — більше 2 до 6, полярні з величиною μ більше 6 Дебай (табл. 1). У таблиці наведено приклад визначення дипольного моменту методом тонкошарової хроматографії. В снові хроматографічного процесу лежить обмін речовин між рухомою та нерухомою фазами. Швидкість руху речовин у тонкому шарі адсорбенту характеризується величиною R_f , яка залежить від дипольного моменту сполуки (μ) та діелектричної проникності рухомої фази (ϵ) і описується рівнянням [2]:

$$R_f = V/U = S_1 t / S_2 t = (\epsilon - \mu)^{1/2} / K \quad (8)$$

де V — швидкість руху речовини; U — швидкість руху елюенту; S_1 — відстань від старту до центру хроматографічної зони; S_2 — відстань від старту до фронту елюенту; t — час хроматографування; μ — дипольний момент сполуки; ϵ — діелектрична проникність рухомої фази,

розрахована за правилом адитивності; K — коефіцієнт адсорбції чи розподілу, що залежить від хімічної природи досліджуваної сполуки та умов хроматографування.

Ця залежність була використана для визначення дипольних моментів досліджуваних сполук.

Дослідження проводили в стандартних умовах: адсорбент Silpearl (реакція рН кисла), рухома фаза — аполярний апротонний розчинник н-гексан ($\epsilon_1 = 1.89$; $\mu = 0$), до якого постійно додається полярний дипротонний розчинник ацетон ($\epsilon_2 = 21.3$; $\mu = 2.7$) для одержання систем з різною елююючою здатністю: гексан ацетон (об'єм/об'єм) — (20:1, $\epsilon = 2.82$); (10:1, $\epsilon = 3.65$); (10:1.5, $\epsilon = 4.34$); (4:1, $\epsilon = 5.77$); (3:1, $\epsilon = 6.74$); (2:1, $\epsilon = 8.36$). Швидкість руху пестицидів в адсорбенті пропорційна їх полярності. Тому, в тій самій фазі величина R_f більш полярних сполук менша, ніж у сполук з меншою полярністю.

Для кожної сполуки встановлюється залежність величини R_f від діелектричної проникності рухомої фази (ϵ). Розрахунок дипольного моменту проводиться за формулою [13]:

$$\mu = (R_{f2}^2 \epsilon_1 - R_{f1}^2 \epsilon_2) / (R_{f2}^2 - R_{f1}^2), \quad (9)$$

де R_{f2} — значення у більш полярній фазі з ϵ_2 ; R_{f1} — значення в менш полярній фазі з ϵ_1 .

Ця формула використовується для рухомих фаз з близькими значеннями діелектричної проникності, при яких коефіцієнт K має однакові значення, а залежність величини R_f від ϵ — лінійна.

За величиною дипольних моментів пестициди розділено на три групи: неполярні з μ від 0 до 2 Дебай (Д), малополярні з μ більше 2 до 6 Дебай та полярні з μ більше 6 Дебай, деякі з яких наведено в таблиці 1.

У таблиці 1 пестициди розміщені в порядку зростання величини дипольного моменту. Результати досліджень доводять, що сполуки різних органічних класів з близькими значеннями дипольних моментів мають однакові властивості. Неполярні (карбоксаміди, піретроїди, фосфорорганічні сполуки) практично нерозчинні у воді і мають контактний механізм дії. До неполярних сполук відносяться інсектициди. Із збільшенням μ сполуки краще розчиняються у воді, що зумовлює механізм їхньої дії. Сучасний асортимент інсектицидів та фунгіцидів, що застосовуються для захисту яблуні, складають малополярні сполуки контактної-системної та системної дії.

Сполуки різних хімічних класів відрізняються специфікою дії на шкідливі організми. Інсектициди з класів піретроїдів, ФОС, неонікотинної дії чинять нейротоксичну дію, блокують дихальний метаболізм, порушують обмін речовин, зумовлюють розлад функцій різних органів. Карбамати, фенілсечовини порушують процеси росту і розвитку

1. Характеристика за полярністю пестицидів, що застосовуються для захисту яблуні

Пестицид (клас сполук: призначення)	Емпірична формула	Рухома фаза		$R_f \pm 0,02$		$\mu \pm 0,05$ Д
		ϵ_1	ϵ_2	R_{f1}	R_{f2}	
Неполярні (μ від 0 до 2 Д)						
Гекситіазокс (КМ:Ін.)	$C_{17}H_{21}ClN_2O_2S$	1,89	2,82	0,32	0,44	0,85
Малополярні (μ від 2 до 6 Д)						
Метирам (Т:Ф)	$C_{12}H_{12}N_6S_{16}Zn$	3,65	4,34	0,20	0,32	3,20
Пропінеб (ДД:Ф)	$C_5H_8N_2S_4Zn$	3,65	4,34	0,10	0,18	3,95
Піриметаніл (АП:Ф)	$C_{12}H_{13}N_3$	5,77	6,74	0,15	0,19	4,10
Каптан (ФТ:Ф)	$C_9H_8Cl_3NO_2S$	5,77	6,74	0,16	0,20	4,32
Хлорантраніліпрол (А:Ін.)	$C_{18}H_{14}BrCl_2N_5O_2$	5,77	6,74	0,16	0,21	4,42
Флуопірам (ПЕ:Ф)	$C_{16}H_{11}ClF_6N_2O$	5,77	6,74	0,15	0,20	4,50
Манкоцеб (Д:Ф)	$C_8H_{12}MnN_4S_8Zn$	5,77	6,74	0,14	0,19	4,55
Спіродиклофен (К:Ін.)	$C_{21}H_{24}Cl_2O_4$	6,74	8,36	0,09	0,14	5,44
НІР ₀₅	-	-	-	-	-	0,8
Примітки: 1. А — антраніламіди, АП — анілінопіримідини, Д — дитіокарбамати, ДД — диметилдитіокарбамати, К — кетеноли, КМ — карбоксаміди, ПЕ — піридилетиламіди, Т — триазолі, ФТ — фталіміди, Ін. — інсектициди, Ф — фунгіциди; 2. $R_f \pm 0,02$ — довірчий інтервал за $P = 0,95$; $n = 5$, критерій Ст'юдента $t_{\alpha} 2,78$; 3. μ — величина дипольного моменту, Дебай.						

комах, антраніламіди знижують статеву активність метеликів, викликають параліч м'язів личинок і зупинку живлення, чинять овцідну дію [24, 28].

Таким чином величина дипольного моменту (μ) сполуки є моделлю її властивостей. Асортимент пестицидних сполук удосконалюється за рахунок включення до «Переліку ...» більш полярних препаратів, які подібні природним сполукам, що виконують виключну роль у біологічних процесах обміну речовин. Для упередження розвитку резистентності до хімічних засобів захисту у шкідників та збудників хвороб слід чергувати та комбінувати при обприскуванні препарати контактної та контактано-системної дії.

Для оцінки екотоксикологічної небезпеки застосування пестицидів вивчено особливості, швидкість та динаміку їх детоксикації в яблуневому агроценозі впродовж вегетаційного періоду.

Встановлено, що цей процес під впливом абіотичних, біотичних та антропічних чинників, відбувається за експоненційною моделлю:

$$C_t = C_0 / e^{kt}, \quad (10)$$

де C_0 — початкова концентрація; C_t — концентрація в певний момент часу t , мг/кг; k — константа швидкості детоксикації, частин за добу.

За цим рівнянням можна розрахувати кількість пестициду в будь-який момент часу, що може бути використано для нормування і регламентації раціонального, екологічно безпечного їх застосування.

Зменшення токсичного потенціалу пестицидів в агроценозах розглядається як багатофакторний процес їхньої детоксикації, що характеризується константою швидкості (k , частин за добу), періодом напіврозпаду (T_{50}) і розпаду на 95% (T_{95}). Ці показники дозволяють оцінювати інтенсивність процесу детоксикації пестицидів та прогнозувати забруднення навколишнього середовища.

Показники розраховували за наступними рівняннями першого порядку:

$$k = (2,303 \lg C_0 / C_t) / t; \quad (11)$$

$$T_{50} = 0,693 / k; \quad (12)$$

$$T_{95} = 2,999 / k. \quad (13)$$

За результатами досліджень швидкість детоксикації пестицидів в листках та плодах яблуні залежить від їх фізико-хімічних властивостей та корелює з полярністю сполук. Неполарні пестициди розпадаються зі швидкістю $0,07—0,12 \pm 0,05$ частин за добу, тобто процес детоксикації відбувається повільніше, ніж у малополярних пестицидів, швидкість розпаду яких становить $0,15—0,22 \pm 0,05$ частин за добу.

Але слід враховувати, що вихідний токсичний потенціал (вміст пестициду та термін його знаходження в агроценозі залежить від норми витрати. Зменшення початкового токсичного потенціалу можливе при застосуванні неполарних пестицидів із меншими нормами витрат у комбінаціях з більш полярними сполуками.

У листках яблуні вміст пестициду (мг/кг) після обробки у кілька разів перевищує вміст у плодах за рахунок адсорбційної властивості листової поверхні. Динаміку детоксикації різнополярних пестицидів в листках яблуні наведено на рисунку 3, що характеризує процес швидкості розпаду пестицидів та показує динаміку цього процесу з першої по тридцяті добу. На першу добу після обприскування у листі яблуні містилося від 0,31 до 8,43 мг/кг досліджуваних пестицидів. У процесі їхньої детоксикації через 30 діб після обробки їх залишки становили $0,0006—0,09$ мг/кг, що значно менше МДР.

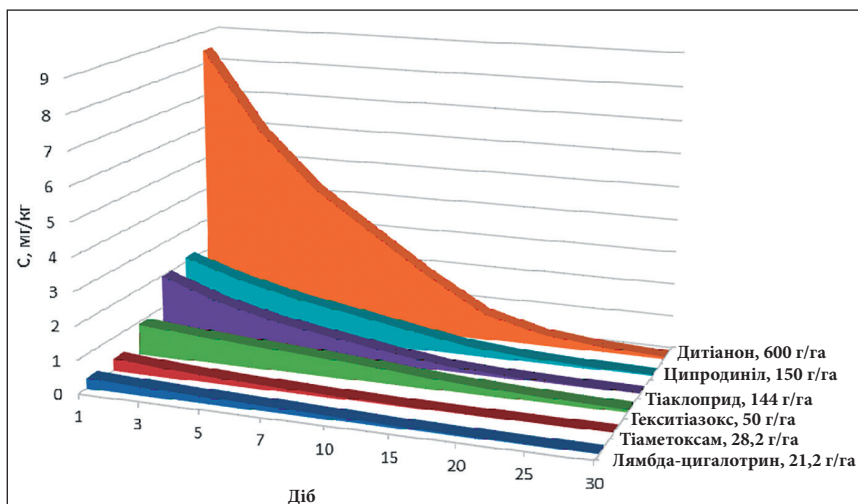


Рис. 3. Динаміка детоксикації різнополярних пестицидів у листках яблуні.

Обробка у фенофази: «**відокремлення бутонів**», I декада квітня — 1. Енжіо, 0,2 л/га (лямбда-цигалотрин, 21,2 г/га + тіаметоксам, 28,2 г/га) + 2. Делан, 0,8 кг/га (дитіанон, 600 г/га); «**рожевий бутон**», II декада квітня — 3. Делан, 0,5 кг/га (дитіанон, 350 г/га) + 4. Каліпсо, 0,3 л/га (тіаклоприд, 144 г/га) + 5. Хорус, 0,2 кг/га (ципродиніл, 150 г/га); «**кінець цвітіння**», III декада квітня — 6. Ніссоран, 0,5 кг/га (гекситіазокс, 50 г/га)

Таким чином, визначивши полярність пестицидів можна прогнозувати їхню поведінку в яблуневому агроценозі, а за константою швидкості детоксикації моделювати динаміку цього процесу, що дає змогу уникнути забруднення урожаю та навколишнього середовища.

Інсектициди, що застосовувались для захисту яблуні від шкідників, відносяться до небезпечних та помірно небезпечних препаратів. За полярністю їх діючі речовини належать до неполярних та малополярних сполук.

Найнебезпечнішими є неполярні інсектициди з класу піретроїдів та фосфорорганічних сполук, які за токсичністю або стійкістю в агроценозі відносяться до другого класу небезпечності і за інтегральною класифікацією мають ступінь небезпечності 3 (Пірінекс Супер 420 КЕ; Нурел Д; Блокбастер, КЕ) або 4 (Енжіо 247 КС). Інсектициди з класу неонікотинοїдів є малополярними сполуками і за інтегральною класифікацією мають ступінь небезпечності 4—5 (Актара 25, ВГ; Каліпсо 480, КС; Канонір Дуо, КЕ; Моспілан ВП). Специфічний акарицид контактної дії, призначений для знищення рослинної кліщі, гекситіазокс належить до неполярних сполук 4 класу небезпечності за токсичністю та до 2 класу за стійкістю в агроценозі й має 5-й ступінь

небезпечності застосування (Ніссоран, ЗП). Інсектициди з класу антраніламідів та кетоенолів (тетронікові кислоти) є більш полярними і менш токсичними сполуками. За інтегральною класифікацією мають ступінь небезпечності 6 (Кораген 20, КС; та Енвідор 240, КС). Також, для всіх досліджуваних пестицидів було розраховано вміст в урожаї на період його збору, який становив від $5,8 \times 10^{-14}$ до 0,01 мг/кг, що значно нижче максимально допустимого рівня залишків для кожного пестициду.

Малополярні фунгіциди, які застосовували для захисту яблуні, відносяться до помірно та малонебезпечних препаратів. Фунгіциди з класу анілінопіримідинів та стробілуринів відносяться до другого класу небезпечності й за інтегральною класифікацією мають ступінь небезпечності 4 (Блюз, КС; Луна Сенсейшн 500 SC, КС; Флінт Стар 520 SC, КС; Хорус 75 WG, ВГ). Їх розрахунковий вміст залишків у врожаї становив від $4,2 \times 10^{-10}$ до 0,0008 мг/кг, що значно нижче МДР. Помірно небезпечними зі ступенем небезпечності 5 є фунгіциди з класу дитіанів, анілінопіримідинів, піридилетиламідів, фталімідів та бензи-мидазолів (Делан, ВГ; Малвін 80, ВГ; Полірам ДФ, ВГ; Скала 400 SC, КС; Скор 250 ЕС, КЕ; Топсін-М, ЗП), розрахунковий вміст залишків у врожаї яких — від $2,2 \times 10^{-16}$ до 0,08 мг/кг. Фунгіциди з класу дитіокарбаматів та диметилдитіокарбаматів є мало небезпечними сполуками зі ступенем небезпечності застосування 6 (Пенкоцеб, ЗП; Антракол 70 WP, ЗП). Розрахунковий вміст залишків цих пестицидів у врожаї відповідно $4,8 \times 10^{-8}$ і $3,1 \times 10^{-5}$ мг/кг.

Виходячи з цієї класифікації, за необхідності застосування хімічного методу захисту рослин доцільно проводити обробку препаратами зі ступенем небезпечності 4—6, а пестициди зі ступенем 3, є більш небезпечними для людини та біоти і потребують детальнішої регламентації, нормування та контролю. Тому, одним із необхідних елементів раціонального та екологічно безпечного застосування хімічних засобів захисту яблуні є чергування різнополярних пестицидів контактної та системної дій з різним механізмом впливу на шкідливі організми.

Розроблено дві системи хімічного захисту яблуневого саду від шкідливих організмів, які адаптовано до погодно-кліматичних умов Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України: інтенсивна хімічна система та удосконалена хімічна система.

Інтенсивна хімічна система захисту базується на 12-ти обробках хімічними пестицидами відповідно до 12-ти основних фаз розвитку яблуні, в які найбільше шкідливі організми заселяють та шкодять садовому агроценозу: «зелений конус», «відокремлення бутонів», «рожевий бутон», «кінець цвітіння», «формування плодів», «ріст плодів» (плід розміром ліщини), «ріст плодів» (плід розміром волоського горіха), «ріст плодів» (I—II декада липня), «ріст плодів» (II—III декада

липня), «ріст плодів» (I декада серпня), «ріст плодів» (II декада серпня), «дозрівання плодів» (I—II декада вересня).

Урожайність за використання даної системи становила 25,9—27,4 т/га, що свідчить, про повну реалізацію потенціалу яблуні. Технічна ефективність даної системи захисту яблуні становила у середньому від 85,5 до 97,4% (табл. 2). Показник сезонного навантаження пестицидів (ΣH) для даної системи становив 29,5 кг/га, а середньозважений ступінь небезпеки (Q) — 5,0.

Удосконалена хімічна система захисту, яка враховує біологічні особливості розвитку шкідливих організмів та погодно-кліматичні умови у регіоні, дає можливість зменшити кількість обробок з 12 до 9 застосуванням низькотоксичних пестицидів з низькими нормами витрати (0,15—2,0 л, кг/га). За розробки даної системи було враховано всі недоліки, які були у інтенсивної хімічної системи: зменшено або виключено ті обробки, де період захисної дії препаратів після попередньої обробки був більшим, ніж період між двома обробками (Енжіо 247 SC, КС); виключено препарати, спектр дії яких у бакових сумішах направлений на один і той самий об'єкт (Скала 400 SC, КС; Малвін 80, ВГ; Канонір Дуо, КЕ); виключено ті препарати, які за ступенем інтегральної класифікації пестицидів відносяться до небезпечних та помірно небезпечних. Урожайність за використання даної системи у середньому 25,4—26,2 т/га, за технічної ефективності на рівні 90—95%. Показник сезонного навантаження пестицидів (ΣH) становив 10,5 кг/га, а середньозважений ступінь небезпеки (Q) — 4,9.

Проведено економічну оцінку вирощування яблуні за застосування хімічної системи захисту від шкідливих організмів (шкідників та хвороб) у 2018—2020 рр. Для контролю розраховували показники економічної ефективності вирощування яблуні без застосування захисних заходів (табл. 3).

Дослідження та розрахунки показали, що застосування хімічної системи захисту яблуні дозволило отримати прибуток у 2018—2020 рр. від 42488,52 до 99250,10 грн/га, за рівня рентабельності — 32,4—76,5%. Середня врожайність становила 26,8 т/га, з них 64,0% — I-го сорту. При вирощуванні яблуні без застосування захисних заходів, отримали прибуток у 2018—2020 рр. — 16628,08—38995,66 грн/га, за рівня рентабельності — 28,1—58,9%. Врожайність становила 15,8—16,1 т/га, з них 19,6% — I-го сорту. Дещо нижчі показники економічної ефективності у 2018 р. зумовлені зниженням цін на яблуневу продукцію внаслідок зростання пропозиції на вітчизняному та європейському ринках.

Було розраховано показник АЕТІ за різних індексів зональності (від 0,5 до 0,7), оскільки територія знаходиться на кордоні лісостепової і передгірської зон, а межа між ними достатньо умовна, адже

2. Інтенсивна хімічна система захисту яблуні від шкідників і хвороб та її екотоксикологічні показники
(яблуневий сад, УкрНДСКР ІЗР НААН, 2015–2020 рр.)

№ з/п	Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини, г/л, кг	Норма витрати, г, кг, л/га	Максимальна кількість обробок / назва ураженого органу	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефективність, %	T _{50±0,5*} діб*	T _{95±2,0*} діб**	Сп	МДР, мг/кг	Вміст в урожаї, мг/кг	
										експ. ***	розрах. ****
1	Зелений конус / III декада березня — I декада квітня										
	Енжіо 247 SC, КС (Ін.) лямбда-цигалотрин, 106 тіаметоксам, 141	0,15	2 / бутони	Попеліці, довгоносики, кліщі	95,3	7–8 4–5	30 13	4,7 4 5	0,03 0,1	НВ НВ	5,3×10 ^{−9} 2,2×10 ^{−15}
	Косайд 2000, ВГ (Ф) міді гідроксид, 538	2,5	3 / листки	Парша	95,5	3–4	14	5	5,0	НВ	—
2	Відокремлення бутонів / I—II декада квітня										
	Енжіо 247 SC, КС (Ін.) лямбда-цигалотрин, 106 тіаметоксам, 141	0,2	2 / бутони	Попеліці, довгоносики	94,7	7–8 4–5	30 13	4,7 4 5	0,03 0,1	НВ НВ	5,3×10 ^{−9} 2,2×10 ^{−15}
	Делан, ВГ (Ф) дитіанон, 700	0,8	3 / листки	Парша	94,8	4–5	18	5	0,004	НВ	0,0002
	Кумулос ДФ, ВГ (Ф) сірка, 800	6,0	2 / листки	Борошниста роса	94,8	3–4	13	5	50,0	НВ	—
3	Рожевий бутон / II—III декада квітня										
	Каліпсо 480 SC, КС (Ін.) тіаклоприд, 480	0,3	1 / суцвіття, листки	Листовійки, оленка волохата, молі	97,8	3–4	16	5	0,1	НВ	5,8×10 ^{−14}

Продовження табл. 2

№ з/п	Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини, г/л, кг	Норма витрати, г, кг, л/га	Максимальна кількість обробок / назва ураженого органу	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефективність, %	T _{50+0,5*} діб*	T _{95+2,0*} діб**	Сп	МДР, мг/кг	Вміст в урожаї, мг/кг	
										експ.***	розрах.***
	Хорус 75 WG, ВГ (Ф) ципродиніл, 750	0,2	4 / листки	Парша, борошниста роса	95,0	4–5	20	4	0,05	НВ	4,2×10 ⁻¹⁰
	Скала 400 SC, КС (Ф) піриметаніл, 400	0,8	3 / листки	Парша, борошниста роса	95,0	4–5	17	5	0,2	НВ	7,3×10 ⁻¹¹
	Делан, ВГ (Ф) дітіанон, 700	0,5	3 / листки	Парша	95,0	3–4	17	5	0,004	НВ	0,0002
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	96,6	7–8 9–10	30 43	3 3 3	0,5 0,2	НВ НВ	1,3×10 ⁻⁶ 0,0006
	Ніссоран, ЗП (ін.) гексипіазокс, 100	0,5	1 / листки	Кліщі	96,0	8–9	38	5	0,1	НВ	6,1×10 ⁻⁶
5	Формування плодів / I–III декада травня										
	Малвін 80, ВГ (Ф) каптан, 800	2,0	3 / листки	Парша	90,5	3–4	16	5	3,0	НВ	1,6×10 ⁻⁷
	Флінт Стар 520 SC, КС (Ф) трифлуксіетробін, 120 піриметаніл, 400	0,5	3 / листки	Парша, борошниста роса	90,5	4–5 3–4	20 17	4,8 4 5	0,1 0,2	НВ НВ	0,0008 0,0003

Продовження табл. 2

№ з/п	Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини, г/л, кг	Норма витрати, г, кг, л/га	Максимальна кількість обробок / назва ураженого органу	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефективність, %	T _{50±0,5*} діб*	T _{95±2,0*} діб**	Сп	МДР, мг/кг	Вміст в урожаї, мг/кг	
										експ.***	розрах.****
6	Ріст плодів (плід розміром ліщини) / III декада травня — I декада черня										
	Актара 25 WG, ВГ (ін.) тіаметоксам, 250	0,14	2 / листки	Попелиці, моли, листовійки, плодожерка	96,9	4—5	14	5	0,1	НВ	8,9×10 ⁻¹²
	Антракол, 70 WP, ЗП (Ф) пропінеб, 700	2,0	3 / листки	Парша	93,4	4—5	18	6	0,05	НВ	4,8×10 ⁻⁸
7	Ріст плодів (плід розміром волоського горіха) / II—III декада черня										
	Енвідор 240 SC, КС (ін.) спіродиклофен, 240	0,5	2 / листки	Кліщі	97,5	3—4	13	6	0,2	НВ	4,1×10 ⁻¹⁰
	Кораген 20, КС (ін.) хлорантранліпрол, 200	0,2	2 / листки, плоди	Плодожерка, листовійки, моли	96,8	3—4	22	6	0,5	НВ	4,9×10 ⁻⁷
	Скор 250 ЕС, КЕ (Ф) дифеноконазол, 250	0,2	4 / листки	Парша, борошниста роса	94,2	3—4	14	5	0,1	НВ	7,8×10 ⁻¹⁰
8	Ріст плодів / I—II декада липня										
	Кораген 20, КС (ін.) хлорантранліпрол, 200	0,2	2 / листки, плоди	Плодожерка, листовійки	95,4	3—4	22	6	0,5	НВ	4,9×10 ⁻⁷

Продовження табл. 2

№ з/п	Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини, г/л, кг	Норма витрати, г, кг, л/га	Максимальна кількість обробок / назва ураженого органу	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефективність, %	T _{50±0,5°} діб*	T _{95±2,0°} діб**	Сн	МДР, мг/кг	Вміст в урожаї, мг/кг	
										експ. ***	розрах. ****
	Канонір Дуо, КС (Ін.)	0,1	1 / листки, плоди	Листовійки, плодожерки, попелиці	95,4	3—4 7—8	15 30	4,8 5 4	0,03 0,07	НВ НВ	6,1×10 ⁻⁵ 2,2×10 ⁻⁷
	імдаклопрід, 300										
	лямбда-цигалотрин, 100										
	Малвін 80, ВГ (Ф)	2,0	3 / листки	Парша	96,5	3—4	16	5	3,0	НВ	1,6×10 ⁻⁷
	каптан, 800										
9	Ріст плодів / II—III декада липня										
	Нурел Д, КЕ (Ін.)	1,0	2 / листки, плоди	Листовійки, плодожерки, попелиці, молі	97,0	7—8 4—5	30 25	3,3 3 4	0,5 0,01	НВ НВ	0,005 0,0001
	хлорпірифос, 500										
	циперметрин, 50										
	Луна Сенсейшн 500 SC, КС (Ф)	0,35	2 / листки, плоди	Парша, борошніста роса, моніліоз	94,5	4—5 3—4	20 15	4,5 4 5	0,1 0,5	НВ НВ	9,6×10 ⁻⁶ 1,4×10 ⁻⁷
	трифлоріастробін, 250										
	флуопірам, 250										
10	Ріст плодів / I декада серпня										
	Кораген 20, КС (Ін.)	0,2	2 / листки, плоди	Плодожерки, листовійки	94,1	3—4	22	6	0,5	НВ	4,9×10 ⁻⁷
	хлорантраніліпрол, 200										
	Пенкоцеб, ЗП(Ф)										
	манкоцеб, 800										

Закінчення табл. 2

№ з/п	Назва препарату (призначення) вміст діючої речовини, г/л, кг	Норма витрати, г, кг, л/га	Макси- мальна кількість обробок / назва ураженого органу	Об'єкт, проти якого проводиться обробка	Технічна ефективність, %	T _{50±0,5*} дів**	T _{95±2,0*} дів**	Сн	МДР, мг/кг	Вміст в урожаї, мг/кг	
										експ. ***	розрах. ****
11	Ріст плодів / II декада серпня										
	Моспілан, ВП (Ін.) ацетаміпрід, 200	0,2	2 / листки, плоди	Плодожерки, листовійки	96,0	3—4	14	5	0,05	НВ	1,2×10 ⁻⁷
	Полірам ДФ, ВГ (Ф) метирам, 700	2,5	2 / листки, плоди	Парша	95,3	4—5	20	5	0,02	НВ	0,009
12	Дозрівання плодів / III декада серпня — I декада вересня										
	Топсін-М, ЗП (Ф) тіофанат-метил, 700	2,0	3 / листки, плоди	Парша	95,1	4—5	20	5	0,5	НВ	0,08

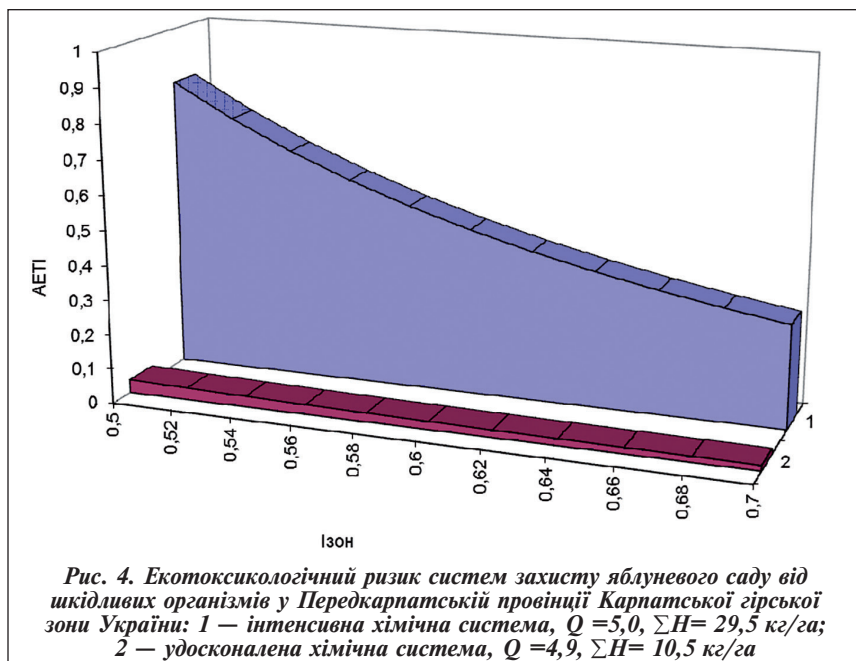
Примітки: * — тривалість захисної дії; ** — строк останньої обробки до збирання врожаю, *** — експериментальний; **** — розрахунковий; НВ — не виявлено

Примітки: * — тривалість захисної дії; ** — строк останньої обробки до збирання врожаю, *** — експериментальний; **** — розрахунковий; НВ — не виявлено

3. Економічна ефективність та урожайність хімічної системи захисту яблуні від шкідливих організмів
(яблуневий сад, СФГ «Бояни-Глинця», 2018–2020 рр.)

Показник	2018		2019		2020	
	Контроль	Хімічна система захисту	Контроль	Хімічна система захисту	Контроль	Хімічна система захисту
Вартість системи та витрати, пов'язані з її застосуванням, грн/га	—	25179,20	—	26916,40	—	27678,70
Урожайність, т/га:	16,10	27,40	15,80	25,90	15,90	27,10
у т.ч. I сорт, %	15,62	67,52	20,53	63,32	22,64	61,99
II сорт, %	40,13	25,55	38,14	26,25	35,04	27,31
нестандарт, %	44,25	6,93	41,33	10,42	42,32	10,70
Прибуток, грн/га	16628,08	42488,52	38995,66	92250,10	20788,93	63189,30
Рівень рентабельності, %	28,1	32,4	58,9	76,5	27,3	44,5

кліматичні умови, характерні для Лісостепу, характерні і для передгірської частини регіону. Агроекотоксикологічний індекс для досліджуваних систем є мало небезпечним і не перевищує 0,844 за застосування інтенсивної хімічної системи в умовах, коли $I_{\text{зон}} = 0,5$ (рис. 4).



Показник сезонного навантаження пестицидів (ΣH) для інтенсивної хімічної системи становив 29,5 кг/га, в той час як для удосконаленої — 10,5 кг/га, що є значно меншим показником. Середньозважений ступінь небезпеки (Q) в системі інтенсивного хімічного захисту становив 5,0, а для удосконаленої системи — 4,9, а це означає, що ці системи є помірно небезпечними. Агроекотоксикологічний індекс для розглянутих варіантів був меншим 1, тобто всі системи захисту є малонебезпечними та не приводять до забруднення екосистеми. Для інтенсивної системи хімічного захисту цей показник становив від 0,298 до 0,844, для удосконаленої — від 0,015 до 0,038.

Дослідження проводили в рамках ПНД 12 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» («Захист рослин»); № ДР 0116U003542 та № ДР 0119U001156.

ВИСНОВКИ

На основі співвимірювання пестицидного навантаження зі здатністю агроценозу до самоочищення розроблено модель екологічно-безпечного захисту яблуневого саду від комплексу шкідливих організмів, яка адаптована до ґрунтово-кліматичних умов та особливостей фітосанітарного стану Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України.

За результатами досліджень швидкість детоксикації пестицидів у листках та плодах яблуні залежить від їхніх фізико-хімічних властивостей та корелює з полярністю сполук. Здійснено класифікацію пестицидів, що застосовуються для контролю комплексу шкідників та хвороб в агроценозі яблуні, та показано, що сучасний асортимент дає змогу розробити системи захисту, для яких середньозважений ступінь небезпеки $Q=5$.

Розроблено модель граничного пестицидного навантаження на яблуневий агроценоз, за якого АЕТІ не перевищує 1.

Дослідження та розрахунки свідчать, що проведення хімічного захисту яблуні є економічно виправданим. В умовах 2018—2020 рр. прибуток становив від 40—100 тис. грн/га, за рентабельності 32,4—76,5%.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Стратегія і тактика захисту рослин*. т. 1: Стратегія ; за ред. В.П. Федоренка. Київ: Альфа-стевія, 2012. 500 с.
2. 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. *Агрохимия*. 1989. № 6. С. 97—102.
3. Möhring N., Bozzola M., Hirsch S., Finger R. Are pesticides risk decreasing? The relevance of pesticide indicator choice in empirical analysis. *Agricultural Economics*. 2020. V. 51. P. 429—444. <https://doi.org/10.1111/agec.12563>
4. Piwowar A. The use of pesticides in Polish agriculture after integrated pest management (IPM) implementation. *Environmental Science and Pollution Research* 2021. V. 28. P. 26628—26642. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12283-w>
5. Lee R., den Uyl R., Runhaar H. Assessment of policy instruments for pesticide use reduction in Europe; Learning from a systematic literature review. *Crop Protection*. 2019, V. 126. 104929, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104929>
6. Gill H., Garg H. Pesticides: Environmental impacts and management strategies. In: *Pesticides — Toxic Aspects*. 2014. P. 188—230. ISBN: 978-953-51-1217-4 <https://doi.org/10.5772/57399> URL: <https://www.intechopen.com/chapters/46083>
7. Kudsk P., Jørgensen L.N., Ørum, J.E. Pesticide Load — A new Danish pesti-

cide risk indicator with multiple applications. *Land Use Policy*. 2018. V. 70. P. 384—393. doi:10.1016/j.landusepol.2017.11.010

8. Cross P. Pesticide hazard trends in orchard fruit production in Great Britain from 1992 to 2008: a time-series analysis. *Pest Manag. Sci.* 2012. V. 69. P. 768—774. <https://doi.org/10.1002/ps.3436>

9. Biddinger D.J., Leslie T.W., Joshi N.K. Reduced-risk pest management programmes for Eastern US peach orchards: effects of arthropod predators, parasitoids and select pest. *J. Econ. Entomol.* 2014. V. 107. P. 1084—1091. <https://doi.org/10.1603/EC13441>

10. Tillie P., Dillen K., Rodríguez-Cerezo E. Modelling ex-ante the economic and environmental impacts of genetically modified herbicide tolerant maize cultivation in Europe. *Agric. Syst.* 2014. V. 127. P. 150—160. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.03.004>

11. Strassmeyer J., Daehmlow D., Dominic A.R. et al. SYNOPSIS-WEB, an online tool for environmental risk assessment to evaluate pesticide strategies on field level. *Crop Prot.* 2017. V. 97. P. 28—44. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.036>

12. Lindahl A.M.L., Bockstaller C. An indicator of pesticide leaching to groundwater. *Ecological Indicators*. 2012. V. 23. P. 95—108. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.03.014>

13. Pierlot F., Marks-Perreau J., Réal B. et al. Predictive quality of 26 pesticide risk indicators and one flow model: A multisite assessment for water contamination. *Science of The Total Environment*. 2017. V. 605—606. P. 655—665. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.06.112

14. Cochran R.C., Ross J.H. A method for quantitative risk appraisal for pesticide risk assessments. *Journal of Toxicology and Environmental Health*. Part A. 2016. V. 80, N 1. P. 1—17. doi:10.1080/15287394.2016.1224747

15. Schmolke A., Roy C., Brain R., Forbes V. Adapting Population Models for Application in Pesticide Risk Assessment: A Case Study with Mead's Milkweed: Plant population models for pesticide risk assessment. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 2018. V. 37, N 8. P. 2235—2245. 10.1002/etc.4172.

16. Arora S. Techniques for pesticide risk assessment. In: Pesticide risk assessment. New Delhi: ICAR, 2019. ISBN 9781780646336. doi:10.1079/9781780646336.0181

17. Köck-Schulmeyer M., Ginebreda A., González S. et al. Analysis of the occurrence and risk assessment of polar pesticides in the Llobregat River Basin (NE Spain). *Chemosphere*. 2019. V. 86. P. 8—16. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.08.034>

18. De Souza R.M., Seibert D., Quesada H.B. et al. Occurrence, impacts and general aspects of pesticides in surface water: A review. *Process Safety and Environmental Protection*. 2020. V. 135. P. 22—37. doi:10.1016/j.psep.2019.12.035

19. He J., Wu W.-Z, Kong D.-Y et al. Application of pesticide risk assessment techniques to pesticide pollution control. *Journal of Ecology and Rural Environment*. 2016. V. 32. P. 1008—1011. doi:10.11934/j.issn.1673-4831.2016.06.022

20. Zhan Yu, Zhang M. Pesticide Use Risk Evaluation (PURE), a Self-Evaluation Tool of Pesticide Use. In: Managing and Analyzing Pesticide Use Data for Pest Management, Environmental Monitoring, Public Health, and Public Policy. 2018. P. 517—534. DOI: 10.1021/bk-2018-1283

21. Oliver D., Kookana R., Anderson J. et al. Field evaluation of two risk indicators for predicting likelihood of pesticide transport to surface water from two orchards. *The Science of the total environment*. 2016. V. 571. 819—825. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.056>

22. Lamichhane J.R. Pesticide Use and Risk Reduction in European Farming Systems with IPM. *Crop Protection*. 2017. V. 97. P. 1—6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2017.01.017>

23. Durand-Réville J. Pesticide risk: prevention and reconciliation. *Environnement Risques Santé*. 2020. V. 19. P. 127—131. DOI : 10.1684/ers.2020.1407

24. Черній А.М. Проблеми фітосанітарного оздоровлення агроєкосистеми плодового саду. *Захист і карантин рослин*. 2014. № 60. С. 482—502.

25. Ретьман С.В., Борзих О.І., Кислих Т.М. та ін. Реєстраційні випробування фунгіцидів у сільському господарстві. Т. 2. ; за ред. С.В. Ретьмана. Київ: Колобіг, 2014. 352 с.

26. Шевчук І.В., Гриник І.В., Каленич Ф.С. та ін. Агроєкологічні системи інтегрованого захисту плодів і ягідних культур від шкідників і хвороб. Рекомендації. Київ: ПП Санспарель, 2021, 188 с.

27. Крук І.В. Агрокліматичне та екотоксикологічне районування території України щодо вирощування ріпаку. *Агроєкологічний журнал*. 2012. № 3. С. 67—70.

28. Секун М.П., Жеребко В.М., Лана О.М. та ін. Довідник із пестицидів. Київ: Колобіг, 2007. 360 с.

¹Борзих А.И., ¹Бублик Л.И., ¹Гаврилюк Л.Л.,

¹Шевчук О.В., ²Гунчак М.В.

¹Інститут захисту рослин НААН, ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина, e-mail: phytoppi@ukr.net

²Украинская научно-исследовательская станция карантина растений Института защиты растений НААН, ул. Научная, 1, с. Бояны Черновицкой обл., 60321, Украина, e-mail: gunchak00@ukr.net

Екотоксикологические параметры безопасного применения и адаптации химических систем защиты яблони от вредных организмов

к почвенно-климатическим условиям Предкарпатской провинции Карпатской горной зоны Украины

Цель. Экотоксикологические и экономические обоснования химических систем защиты яблони от вредных организмов, их оптимизация и адаптация к погоднo-климатическим условиям и фитосанитарному состоянию яблоневого агроценоза в Предкарпатской провинции Карпатской горной зоны Украины. **Методы.** Фитосанитарный мониторинг проводили визуально и с помощью феромонных ловушек. Классификацию пестицидов по полярности, определение остатков, изучение процессов детоксикации пестицидов в яблоневом агроценозе проводили с использованием физико-химических методов анализа по официально утвержденным методикам. Степень опасности применения пестицидов оценивали по интегральной 7-ступенчатой шкале, риск — по агроэкотоксикологическому индексу (АЭТИ). **Результаты.** Определены экотоксикологические характеристики пестицидов современного ассортимента, применяемых для защиты яблони от вредителей и болезней: величина дипольного момента (μ), константа скорости распада (частей в сутки), период полу- и полного распада (T_{50} и T_{95} , суток) в яблоневом агроценозе. Осуществлена классификация по степени опасности их применения. Наиболее опасны неполярные соединения 1—3 степени опасности и частично малополярные 4 степени, которые относятся к I и II классам опасности по токсичности ($ЛД_{50}$) или устойчивости (k). По данным мониторинга фитосанитарного состояния и пестицидов в яблоневом агроценозе в 2015—2020 гг. разработаны научно-методологические параметры экологически безопасных ($АЭТИ < 1$) и экономически эффективных систем химической защиты яблони, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Предкарпатской провинции Карпатской горной зоны Украины — интенсивной химической и усовершенствованной химической. **Выводы.** На основе соизмерения пестицидной нагрузки со способностью агроценоза к самоочищению разработана модель экологически безопасной защиты яблоневого сада от комплекса вредных организмов, которая адаптирована к почвенно-климатическим условиям и особенностям фитосанитарного состояния Предкарпатской провинции Карпатской горной зоны Украины. По результатам исследований скорость детоксикации пестицидов в листьях и плодах яблони зависит от их физико-химических свойств и коррелирует с полярностью соединений. Осуществлена классификация пестицидов, применяемых для контроля комплекса вредителей и болезней в агроценозах яблони и показано, что современный их ассортимент позволяет разработать системы защиты, для которых средневзвешенная степень опасности находится на уровне $Q = 5$. Разработана модель предельной пестицидной нагрузки на яблоневый агроценоз, при которой АЭТИ не превышает 1. Исследования и рас-

четы показывают, что проведение химической защиты яблони является экологически и экономически оправданным. В условиях 2018–2020 гг. прибыль была на уровне от 40 000 до 100 000 грн/га при рентабельности 32,4–76,5%.

зональные химические системы защиты; яблоня; фитосанитарное состояние; пестициды; полярность; устойчивость; опасность; химические системы защиты; экотоксикологические нормативы и регламенты

¹Borzykh O., ¹Bublyk L., ¹Gavrylyuk L.,
¹Shevchuk O., ²Hunchak M.

¹Institute of Plant Protection of NAAS, 33, Vasytkivska str., Kyiv, 03022, Ukraine, e-mail: phytoppi@ukr.net

²Ukrainian Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str., Boyany, Chernivtsi region, 60321, Ukraine, e-mail: gunchak00@ukr.net

Ecotoxicological parameters of safe application and adaptation of chemical protection systems against harmful organisms in apple orchards to the soil and climatic conditions of the Precarpathian province of Carpathian mountain zone of Ukraine

Goal. *Ecotoxicological and economic substantiation of chemical systems of apple protection against harmful organisms, their optimization and adaptation to weather and phytosanitary conditions of apple agroecosystem in the Precarpathian province of the Carpathian mountain zone of Ukraine.* **Methods.** *Phytosanitary monitoring was performed visually and using pheromone traps. Classification of pesticides by polarity, determination of residues, study of pesticide detoxification processes in the apple agroecosystem were performed using physico-chemical methods of analysis according to officially approved methods. The degree of hazard of pesticides was assessed by an integrated 7-point scale, the risk — by agroecotoxicological index (AETI).* **Results.** *The ecotoxicological characteristics of pesticides of modern assortment used to protect apple trees from pests and diseases were determined: the value of the dipole moment (μ), the detoxication rate constant (parts per day), the period of semi- and complete decomposition (T_{50} and T_{95} , days) in the apple agroecosystem, the classification according to the degree of hazard of their use was carried out. The most dangerous are non-polar compounds of 1–3 degrees of hazard and partially low-polar of 4 degree, which belong to the I and II class of danger in terms of toxicity (LD_{50}) or persistence (k). According to the monitoring of phytosanitary conditions and pesticides in the apple agroecosystem in 2015–2020, scientific and methodological parameters of ecologically safe ($AETI < 1$) and cost-effective systems of chemical protection of apple adapted*

to soil and climatic conditions of the Precarpathian province of the Carpathian mountain zone of Ukraine were developed: chemical, advanced chemical. **Conclusions.** Based on the co-measurement of pesticide load with the ability of agrocenosis to self-cleaning, a model of ecologically safe protection of apple orchard from a complex of pests which is adapted to soil and climatic conditions and phytosanitary conditions of Precarpathian province of Carpathian mountain zone of Ukraine was developed. According to research, the rate of detoxification of pesticides in the leaves and fruits of apple depends on their physicochemical properties and correlates with the polarity of the compounds. The classification of pesticides used to control the complex of pests and diseases in the apple agrocenosis was shown. It was shown that modern assortment of pesticides allows to develop protection systems with weighted average degree of hazard at the level $Q=5$. A model of the maximum pesticide load on the apple agrocenosis, in which the AETI does not exceed 1, has been developed. Investigations and calculations showed that the chemical protection of apple is ecologically and economically viable. In the conditions of 2018–2020, the profit was at the level from forty thousands to ten thousands UAH/ha, with a profitability of 32.4–76.5%.

zonal chemical protection systems; apple; phytosanitary condition; pesticides; polarity; resistance; hazard; chemical protection systems; ecotoxicological norms and regulations

REFERENCES

1. Fedorenko V.P. (Ed). (2012). *Stratehiia i taktyka zakhystu roslyn*. T. 1: *Stratehiia*. [Strategy and tactics of plant protection. Vol. 1: Strategy]. Kyiv: Alfa-steviiia. 500 p. (in Ukrainian).
2. Vasil'yev V.P., Kavetskiy V.N., Bublik L.I. (1989). Integral'naya klassifikatsiya pestitsidov po stepeni opasnosti zagryazneniya sozdavayemogo ikh primeneniym i otsenka opasnosti zagryazneniya okruzhayushchey sredy. [Integral classification of pesticides according to the degree of pollution hazard created by their use and assessment of the hazard of environmental pollution]. *Agrokimiya*. [Agrochemistry]. № 6. 97–102. (in Russian).
3. Möhring N., Bozzola M., Hirsch S., Finger R. (2020). Are pesticides risk decreasing? The relevance of pesticide indicator choice in empirical analysis. *Agricultural Economics*. 51. 429–444. <https://doi.org/10.1111/agec.12563>
4. Piwowar A. (2021). The use of pesticides in Polish agriculture after integrated pest management (IPM) implementation. *Environmental Science and Pollution Research*. 28, 26628–26642. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12283-w>
5. Lee R., den Uyl R., Runhaar H. (2019). Assessment of policy instruments for pesticide use reduction in Europe; Learning from a systematic literature review. *Crop Protection*. 126. 104929. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104929>

6. Gill H., Garg H. (2014). Pesticides: Environmental impacts and management strategies. In: *Pesticides — Toxic Aspects*. 188—230. ISBN: 978-953-51-1217-4. <https://doi.org/10.5772/57399> Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/46083>
7. Kudsk P., Jørgensen L. N., Ørum, J.E. (2018). Pesticide Load-A new Danish pesticide risk indicator with multiple applications. *Land Use Policy*. 70. 384—393. doi:10.1016/j.landusepol.2017.11.010
8. Cross P. (2012). Pesticide hazard trends in orchard fruit production in Great Britain from 1992 to 2008: a time-series analysis. *Pest Manag. Sci.* 69, 768—774. <https://doi.org/10.1002/ps.3436>
9. Biddinger D.J., Leslie T.W., Joshi N.K. (2014). Reduced-risk pest management programmes for Eastern US peach orchards: effects of arthropod predators, parasitoids and select pest. *J. Econ. Entomol.* 107/ 1084—1091. <https://doi.org/10.1603/EC13441>
10. Tillie P., Dillen K., Rodríguez-Cerezo E. (2014). Modelling ex-ante the economic and environmental impacts of genetically modified herbicide tolerant maize cultivation in Europe. *Agric. Syst.* 127. 150—160. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.03.004>
11. Strassemeyer J., Daehmlow D., Dominic A.R. et al. (2017). SYNOPS-WEB, an online tool for environmental risk assessment to evaluate pesticide strategies on field level. *Crop Prot.* 97. 28—44. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.11.036>
12. Lindahl A.M.L., Bockstaller C. (2012). An indicator of pesticide leaching to groundwater. *Ecol. Indicators*. 23. 95—108. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.03.014>
13. Pierlot F., Marks-Perreau J., Réal, B. et al. (2017). Predictive quality of 26 pesticide risk indicators and one flow model: A multisite assessment for water contamination. *Science of The Total Environment*. 605-606. 655-665. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.06.112
14. Cochran R.C., Ross J.H. (2016). A method for quantitative risk appraisal for pesticide risk assessments. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 80(1). 1—17. doi:10.1080/15287394.2016.1224747
15. Schmolke A., Roy C., Brain R., Forbes V. (2018). Adapting Population Models for Application in Pesticide Risk Assessment: A Case Study with Mead's Milkweed: Plant population models for pesticide risk assessment. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 37 (8). 2235—2245. <https://doi.org/10.1002/etc.4172>
16. Arora S. (2019). Techniques for pesticide risk assessment. In: *Pesticide risk assessment*. New Delhi: ICAR. ISBN 9781780646336. doi:10.1079/9781780646336.0181
17. Köck-Schulmeyer M., Ginebreda A., González S. et al. (2011). Analysis of the occurrence and risk assessment of polar pesticides in the Llobregat

River Basin (NE Spain). *Chemosphere*. 86. 8—16. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.08.034>

18. De Souza R. M., Seibert D., Quesada H. B. et al. (2020). Occurrence, impacts and general aspects of pesticides in surface water: A review. *Process Safety and Environmental Protection*. 135, 22—37. doi:10.1016/j.psep.2019.12.035

19. He J., Wu W.-Z., Kong, D.-Y. et al. (2016). Application of pesticide risk assessment techniques to pesticide pollution control. *Journal of Ecology and Rural Environment*. 32. 1008—1011. doi:10.11934/j.issn.1673-4831.2016.06.022

20. Zhan Yu, Zhang M. (2018). Pesticide Use Risk Evaluation (PURE), a Self-Evaluation Tool of Pesticide Use. In: *Managing and Analyzing Pesticide Use Data for Pest Management, Environmental Monitoring, Public Health, and Public Policy*. 517—534. DOI: 10.1021/bk-2018-1283

21. Oliver D., Kookana R., Anderson J. et al. (2016). Field evaluation of two risk indicators for predicting likelihood of pesticide transport to surface water from two orchards. *The Science of the total environment*. 571. 819—825. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.056>

22. Lamichhane J.R. (2017). Pesticide Use and Risk Reduction in European Farming Systems with IPM. *Crop Protection*. 97, 1—6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2017.01.017>

23. Durand-Réville J. (2020). Pesticide risk: prevention and reconciliation. *Environnement Risques Santé*. 19. 127—131. DOI : 10.1684/ers.2020.1407

24. Chernii A.M. (2014) Problemy fitosanitarnoho ozdorovlennia ahroekosystemy plodovoho sadu. [Problems of phytosanitary improvement of agro-ecosystem of orchard]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. [Plant protection and quarantine]. № 60. P. 482—502. (in Ukrainian).

25. Retman S.V., Borzykh O.I., Kyslykh T.M. et al. (S.V. Retman Ed.). (2014). Reiestratsiini vyprobuvannia funhitsydiv u silskomu hospodarstvi. V.2. [Registration tests of fungicides in agriculture]. V. 2. Kyiv: Kolobih, 352 p. (in Ukrainian)

26. Shevchuk I.V., Hrynyk I.V., Kalenych F.S. et al. (2021) Ahroekologichni systemy intehrovanoho zakhystu plodovykh i yahidnykh kultur vid shkidnykiv i khvorob. [Agroecological systems of integrated protection of fruit and berry crops from pests and diseases]. Kyiv: PP Sansparel. 188 p. (in Ukrainian).

27. Kruk I.V. (2012). Ahroklimatychni ta ekotoksykologichne raionuvannia terytorii Ukrainy shchodo vyroshchuvannia ripaku. [Agroclimatic and ecotoxicological zoning of the territory of Ukraine for rapeseed cultivation]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika*. [Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics]. № 23. P. 67—70. (in Ukrainian).

28. Sekun M.P., Zhrebko V.M., Lapa O.M. et al. (2007). Handbook of pesticides. [Dovidnyk iz pestytsydiv]. Kyiv: Kolobih. 360 p. (in Ukrainian).

Надійшла 03.08.2021 p.

Т.О. АНДРІЙЧУК, старший науковий співробітник

А.М. СКОРЕЙКО, кандидат біологічних наук

О.Я. КУВШИНОВ, молодший науковий співробітник

Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 1, с. Бояни Новоселицького р-ну Чернівецької обл., 60321, Україна, e-mail: tatyjana58@gmail.com

ОЦІНКА ФІТОСАНІТАРНОГО СТАНУ ПОСІВІВ СОНЯШНИКУ В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мета. Встановити видовий склад збудників грибних хвороб соняшнику та дослідити динаміку розвитку найшкідливіших з них в умовах Західного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводили впродовж 2018—2019 рр. на дослідному полі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин з використанням лабораторних (ідентифікація патогенів) та польових (обстеження посівів соняшнику з відбором проб рослинного матеріалу) методів. **Результати.** Аналіз статистичних даних показав, що з 40-х років минулого століття площі посівів соняшнику в Україні зросли майже у 10 разів: з 669 тис. га у 1939 р. до 5034 тис. га у 2017 р. Основні посіви культури (75—80%) розміщені у Степу, а близько 20% — у Лісостеповій зоні. За масштабної зміни клімату посіви соняшнику пересуваються дедалі на захід України, де площі його зросли за 2015—2017 рр. в 1,7—6,4 раза. Однак, нестабільність погодних умов у цьому регіоні та порушення правил агротехніки призводять до ураження рослин соняшнику хворобами різної етіології. Дослідження розвитку грибних хвороб соняшнику показали, що загрозу для посівів культури становили: ембелізія (ураження рослин у фазі жовтого кошика становило 73,3—100% за розвитку хвороби 36,7—75,5%); альтернаріоз (ураження рослин — 100% за розвитку хвороби 45—65%), вертицильоз (кількість уражених рослин досягла 35%), іржа (за 100-відсоткової кількості уражених рослин інтенсивність ураження соняшнику становила 3 бали за п'ятибальною шкалою); поширення фомозу і фомопсису впродовж двох років не перевищувало 43,5%, а розвиток — 15,4%. **Висновки.** В умовах західного регіону Лісостепу України найбільш поширеними впродовж досліджуваного періоду (2018—2019 рр.) були: альтернаріоз (*Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.), ембелізія (*Alternaria helianthi* Tub. et Nish.), вертицильоз (*Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold,

V. dahliae Kleb.), фомоз (*Phoma oleraceae* var. *helianthi* Sacc.) та фомопсис (*Phomopsis helianthi* Munt. Cvet. et al.).

соняшник; патоген; динаміка поширення; грибні хвороби

Соняшник — одна з найважливіших та найбільш рентабельних сільськогосподарських культур. Площі посівів соняшнику в Україні невинно розширюються з кожним роком. Якщо у 1939 р. під посівами соняшнику в Україні було зайнято 669,2 тис. га [1], то у 1990 р. — 1636 тис. га, у 2000 — 2943, у 2010 — 4572, у 2017 р. — 6034 тис. га [2].

Основні посівні площі соняшнику — 75–79% зосереджуються у зоні Степу, а близько 20% — у Лісостеповій зоні [3]. Масштабна зміна клімату (за останнє століття середня річна температура повітря в Україні підвищилася більше, ніж на 0,9°C) призвела до стабільного перевищення в Україні середньомісячної норми температури за вегетаційний період на +0,3–3,4°C. Зменшилась зона достатнього зволоження ґрунту. Багаторічна норма ГТК у зоні Степу становила 0,9, а за останні роки цей показник знизився до 0,8. У Лісостепу норма ГТК становила 1,3, що характеризувало зону, як зону достатньої вологості, але нині цей показник вже становить 1,2, що відповідає характеристичній зоні недостатньої вологості. Межа зони достатнього зволоження піднімається вище на північ [4, 5].

Зі зміною кліматичних умов посіви соняшнику пересуваються дедалі на захід, де нині складаються відносно сприятливі умови для вирощування культури. Саме у західних областях спостерігається різке збільшення посівних площ під соняшник. Всього за кілька останніх років (з 2015 по 2017 рр.) площі під посіви соняшнику зросли: у Чернівецькій області в 1,7 раза, Тернопільській — у 2,7, Хмельницькій — 3,7, Рівненській — 5,9, Львівській — 3,2, Івано-Франківській — 2,6, у Волинській — в 6,4 раза. Однак, нестабільність погодних умов у цьому регіоні (сильні короточасні зливи, які чергуються з посухою) та порушення правил агротехніки (недотримання сівозміни, строків сівби, невдалі попередники тощо) призводять до ураження соняшнику хворобами різної етіології [6–10].

Мета досліджень — вивчити комплекс збудників грибних хвороб соняшнику та дослідити динаміку розвитку найбільш шкідливих з них в умовах західного регіону України.

Методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2018–2019 рр. на дослідному полі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин на природному інфекційному фоні.

Роки проведення досліджень відрізнялися між собою умовами вирощування рослин. У 2018 р. соняшник висіяли наприкінці третьої декади травня за сильної посухи (кількість опадів у квітні та травні

становила 28 та 70% від багаторічної середньомісячної норми відповідно). У 2019 р. сівбу провели на місяць раніше — наприкінці квітня. У цьому році ранній посів збігся із холодною і затяжною весною з підвищеною кількістю опадів (у квітні випало 102%, а в травні — 171% багаторічної середньомісячної суми опадів) (табл. 1).

1. Метеорологічні показники за вегетаційний період 2018—2019 рр.

Місяць	Середньомісячна температура повітря, °С					Середньомісячна сума опадів, мм				
	норма	фактична		відхилення, ±°С		норма	фактична		% норми	
		2018	2019	2018	2019		2018	2019	2018	2019
Березень	2,7	−0,2	6,8	−2,9	+4,1	32	76	23	238	74
Квітень	9,2	+14,7	10,0	+5,5	+0,8	47	13	48	28	102
Травень	14,9	+17,6	14,8	+2,7	−0,1	76	53	129	70	171
Червень	18,0	+19,4	21,8	+1,4	+3,8	88	201	99	228	112
Липень	19,8	+20,7	20,3	+0,9	+0,5	96	97	75	99	79
Серпень	19,1	+21,5	21,4	+2,4	+2,3	75	29	36	38	47
Вересень	14,3	+16,5	16,4	+2,2	+2,1	50	19	25	39	50

Норма висіву насіння становила 45,5 тис. росл./га. Появу сходів зафіксували через 8 днів у 2018 р. та через 10 — у 2019 р. Попередньою культурою у 2018 р. була пшениця озима, у 2019 — соя. Для протруювання насіння використовували препарат Максим XL 035 FS, т.к.с. (6,0 л/т).

Облік хвороб та оцінку ступеня їхнього розвитку на рослинах здійснювали на 10-ти ділянках, розташованих по 40 рослин в 1 ряду в 10-ти місцях, які знаходились на однаковій відстані по 2-х діагоналях поля. Підраховували кількість рослин, уражених кожною хворобою окремо. Для стеблової та прикореневої форми білої гнилі, несправжньої борошнистої роси, вертицильозного в'янення оцінювали тільки поширення хвороби (% уражених рослин).

Для визначення інтенсивності ураження рослин плямистостями (альтернаріоз, фомоз) використовували шкалу Т.Н. Селиванової, В.В. Зятеминої [11].

0 — здорові рослини;

1 — уражено до 10% поверхні рослини (органів);

2 — уражено 11—25% поверхні рослини (органів);

3 — уражено 26—50% поверхні рослини (органів);

4 — уражено понад 50% поверхні рослини (органів).

Для визначення ступеня ураження іржею використовують іншу шкалу:

- 0 — здорові рослини;
- 1 — окремі пустули на всій рослині;
- 2 — окремі групи пустул на листках, більш інтенсивне ураження з нижнього боку;
- 3 — численні пустули, які часом можуть зливатися, на листках середнього ярусу;
- 4 — суцільний розвиток крупних пустул на листках середнього ярусу, які зливаються.

Поширення хвороб визначали за формулою:

$$\Pi = \frac{n \times 100}{N},$$

де Π — поширення хвороби, %; n — кількість хворих рослин у пробі (або ж окремих органів); N — загальна кількість обстежених рослин (окремих органів).

Ступінь розвитку хвороб визначали за формулою:

$$P = \frac{\sum(a \times b)}{N \times k} \times 100,$$

де P — розвиток хвороби, %; $\sum(a \times b)$ — сума добутків числа рослин на відповідний бал ураження; N — загальна кількість облікових рослин; k — вищий бал шкали обліку.

Результати та обговорення. Вивчення розвитку грибних хвороб соняшнику показало, що найшкідливішими та найбільше поширеними хворобами в умовах західного регіону України впродовж досліджуваного періоду були: альтернаріоз (*Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.), ембелізія (*Alternaria helianthi* Tub. et Nish.), вертицильоз (*Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold, *V. dahliae* Kleb.), фомоз (*Phoma oleraceae* var. *helianthi* Sacc.), фомопсис (*Phomopsis helianthi* Munt. Cvet. et al.), іржа соняшнику (*Puccinia helianthi* Schw.), несправжня борошниста роса (*Plasmopara helianthi* Novot. f. *helianthi*), біла гниль (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary).

Час появи та ступінь розвитку хвороби, яку викликає той чи інший патоген, значною мірою визначається метеорологічними умовами року, строками сівби соняшнику та біологічними особливостями самих грибів.

Біла гниль (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) — є однією з найпоширеніших в Україні. Збудник її — поліфаг, що може спричиняти захворювання багатьох видів рослин, зокрема сої (остання в досліді була попередником у 2019 р.). Низькі температури навесні 2019 р. зі зливовими дощами (табл. 1) у період появи сходів соняшнику сприяли розповсюдженню інфекції.

Ураження посівів соняшнику прикореневою формою білої гнилі було виявлено в умовах підвищеної вологості у першій половині вегетації: стебло уражених рослин знизу доверху набувало бурого кольору, рослини в'янули, листки та тканини стебла засихали. Поширення хвороби на посівах соняшнику становило 2,3% (станом на 28.05.19). У фазі бутонізації кількість уражених рослин сягала 5,4%. У 2018 р. знаходили лише поодинокі рослини, уражені білою гниллю.

Несправжня борошниста роса соняшнику (*Plasmopara helianthi* Novot. f. *helianthi*). Перше ураження несправжньою борошнистою росою у 2018 р. було виявлено у фазі 8—10 справжніх листків на поодиноких рослинах, а у 2019 — вже у фазі 3—4 пар справжніх листків. Рослини відставали в рості, мали вкорочені стебла та недорозвинені міжвузля, листки були гофровані, з верхнього боку вкриті хлоротичними плями, з нижнього — білим нальотом спороношення патогена. До фази цвітіння більшість уражених рослин загинула. Поширення хвороби у фазі 3—4 пар листків становило 2,7%, а до періоду цвітіння досягло 8,3%.

Різке підвищення температури у червні (мінімальні значення якої становили 13,2—20,2°C до 17 червня) з перевищенням багаторічної середньомісячної норми на 1,4—3,8°C протягом двох років та мізерні опади з 2-ї декади червня сприяли розвитку альтернаріозу та ембелізії.

Альтернаріоз (*Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.). Перші ознаки хвороби у 2018 р. з'явилися тільки на початку липня (табл. 2), а у 2019 — на нижніх листках вже на початку червня (7.06). На них утворювалися темно-бурі плями, обмежені жилками. На плямах формувалися концентричні зони — результат поширення патогена в тканинах листка. Станом на 18.06.2019 р. (фаза зірочки) (табл. 3) поширення хвороби вже становило 52,5%, а розвиток її становив 7,2%. Пізніше захворювання переходило на черешок, який засихав разом з листком. На стеблi утворювалися плями у вигляді рисочок, завдовжки 5—6 см. Впродовж вегетаційного періоду спостерігалось наростання ураження

2. Динаміка розвитку грибних хвороб на посівах соняшнику
(УкрНДСКР ІЗР, 2018 р.)

Патоген	Дата обстеження									
	26.07		18.08		13.09		25.09		8.10	
	У	Р	У	Р	У	Р	У	Р	У	Р
Ембелізія	22,7	7,5	35,5	10,0	42,8	25,3	58,2	31,5	73,3	36,7
Фомоз	—	—	—	—	10,2	3,1	20,0	12,7	43,5	15,0
Альтернаріоз	25,5	10,2	38,4	20,7	75,2	32,7	85,3	37,1	100,0	45,5
Фомопсис	—	—	—	—	5,2	2,5	12,5	5,2	30,0	11,1
Примітка: У — ураження рослин, %; Р — розвиток хвороби, %										

**3. Розвиток грибних хвороб на посівах соняшнику впродовж вегетаційного періоду
(Україна ДСРП ІЗР, 2019 р.)**

Патоген	Дата обстеження									
	18.06.		9.07.		15.07		8.08.		3.09.	
	У	Р	У	Р	У	Р	У	Р	У	Р
Ембелізія	16,7	10,6	27,3	17,5	50,0	35,6	100,0	37,2	100,0	75,5
Фомоз	—	—	3,5	1,5	8,8	5,5	10,0	7,4	15,6	12,2
Альтернاریоз	52,5	7,2	60,6	15,7	85,0	25,0	100,0	45,3	100,0	65,0
Фомопсис	—	—	5,3	3,4	7,8	5,5	10,2	7,1	25,6	15,4
Іржа	—	—	—	—	100,0	1 бал*	100,0	2 бали**	100,0	3 бали***
Примітка: У — ураження рослин, %; Р — розвиток хвороби, %; 1 бал* — окремі пустули на всій рослині; 2 бали** — окремі групи пустул на листках, більш інтенсивне ураження на нижньому боці; 3 бали*** — численні пустули, які часом можуть зливатися, на листках середнього ярусу.										

рослин, яке до закінчення вегетації охопило всі рослини і у фазі жовтого кошика становило 100% (розвиток хвороби досяг 65,0%). Значно меншим був прояв альтернاریозу у 2018 р. — у фазі жовтого кошика розвиток хвороби становив 45,5%.

Ембелізія (*Alternaria helianthi* Tub. et Nish.). Ця хвороба уражує всі надземні органи рослин і останніми роками набула значного поширення. Перші ознаки хвороби проявилися, як і за ураження альтернاریозом, на нижніх листках у вигляді невеликих коричневих плям, що згодом збільшувались і набували форми концентричних кілець. Станом на 18.06.2019 р. (фаза зірочки) ураження рослин становило 16,7% за розвитку хвороби 10,6%. У подальшому спостерігали засихання та відмирання листків. Поширення хвороби досягло 50% за її розвитку 25,6%. На черешках, стеблах та кошиках утворювалися продовгуваті еліптичної форми темно-коричневі некрози, які пізніше розтріскувалися. Зісподу кошиків плями зливалися і вкривали всю поверхню, в осередку ураження тканини розривалися, утворюючи некротичні виразки. Максимальне ураження рослин спостерігали у 2019 р. за умов підвищеної вологості та за високих температур (24—27°C) в період наливу насіння, яке досягло 100%, а розвитку хвороби — 75,5%.

Фомоз (*Phoma oleraceae* var. *helianthi* Sacc.). Патоген здатний уражувати всі органи рослин впродовж вегетаційного періоду. Перші ознаки фомозу зафіксували 9.07.2019 на листках соняшнику у вигляді темно-бурих плям, які поступово збільшуючись, переходили на черешок, далі на стебло, де в місці його прикріплення утворювалися темно-ко-

ричневі плями. Однак, значного розвитку, у зв'язку з посушливими погодними умовами, хвороба не набула. Тільки наприкінці вегетації з підвищенням вологості повітря було виявлено 29,6% уражених рослин (в середньому за два роки) за розвитку хвороби 13,6%.

Фомопсис (*Phomopsis helianthi* Munt. Svet. et al.). Хвороба надзвичайно шкідлива і за сприятливих умов (достатня кількість вологи і тепла) швидко поширюється аерогенно, призводячи до спустошливих наслідків. Рослини можуть уражуватись фомопсисом, починаючи з фази двох справжніх листків і до закінчення вегетації. У зоні проведених досліджень перше ураження рослин фомопсисом спостерігали у фазі бутонізації — на початку цвітіння сояшнику. На нижніх листках виникали некрози з хлоротичною облямівкою, які починались з кінчика листка і поширювались по головній жилці, призводили до його всихання. Біля ураженого черешка утворювались округло-довгасті плями сіро-бурого кольору. Значного розвитку хвороби у період проведених досліджень не було, що пов'язано з відсутністю опадів та спекотною погодою. Поширення хвороби впродовж двох років не перевищувало 30%, а розвиток — 15,4%. Зламаних стебел в результаті ураження патогеном не виявлено.

Вертицильоз (*Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold, *V. dahliae* Kleb.). Перші ознаки захворювання виявили у фазі бутонізації (9.07.2019 р.), а найбільш характерними вони були в період цвітіння (15.07.2019 р.) та дозрівання сояшнику (8.08.2019). На початку ураження окремі ділянки листків між жилками втрачали тургор, стали блідо-зеленими, потім жовтіли. З часом уражені ділянки починали відмирати, набуваючи коричневого забарвлення. Плями, у більшості випадків, були оточені жовтою облямівкою. Зливаючись, вони поширювались на черешок та стебло, утворюючи чорні плями, що поступово збільшувались. Часто спостерігалось однобічне в'янення рослин, коли уражувались листки, розташовані на одній стороні стебла. У цих випадках спостерігали і однобічне ураження листка. Збудник є типовим трахеоміцетом, який розвивається в судинній системі рослин, спричиняючи закупорку судин. Нестача ґрунтової та повітряної вологи сприяла значному поширенню хвороби. Кількість уражених рослин наприкінці вегетації досяга 35%.

Іржа сояшнику (*Puccinia helianthi* Schw.). У 2019 р. спостерігалось значне ураження сояшнику іржею (табл. 3). Перші симптоми захворювання проявились на сім'ядольних листках сходів падалиці у вигляді жовто-оранжевих опуклих плям, ще до сівки сояшнику. З верхнього боку листків на плямах формувалися кулясті спермогонії, а з нижнього — оранжеві ецидії, щільно прилягаючі одне до одного. Пізніше, (станом на 15.07.2019, фаза цвітіння) в результаті зараження сояшнику ецидіоспорами на нижньому боці листків розвивалися

іржаво-коричневі подушечки — уредопустули з уредоспорами. Впродовж вегетаційного періоду гриб може давати кілька поколінь уредоспор, що підсилює розвиток хвороби. У фазі наливу насіння на всіх рослинах з'явилися окремі групи пустул, поширення хвороби сягало 100%. Інтенсивність ураження хворобою швидко наростала і у фазі жовтого кошика становила 3 бали.

Дослідження проводили в рамках ПНД 12 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); номер державної реєстрації № ДР 0116U002554.

ВИСНОВКИ

Дослідження розвитку грибних хвороб соняшнику показали, що найбільш поширеними хворобами в умовах західного регіону України впродовж досліджуваного періоду були: несправжня борошниста роса (*Plasmopara helianthi* Novot. f. *helianthi*), біла гниль (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary), альтернаріоз (*Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.), ембелізія (*Alternaria helianthi* Tub. et Nish.), вертицильоз (*Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold, *V. dahliae* Kleb.), фомоз (*Phoma oleraceae* var. *helianthi* Sacc.), фомопсис (*Phomopsis helianthi* Munt. Cvet. et al.), іржа соняшнику (*Puccinia helianthi* Schw.).

Найзагрозливішими для посівів були: ембелізія (ураження рослин становило 100% за розвитку хвороби 75,5%); альтернаріоз (ураження рослин становило 100% за розвитку хвороби 65,0%), вертицильоз (кількість уражених рослин досягла 35%); іржа (за 100-відсоткової кількості уражених рослин, інтенсивність ураження соняшнику становила 3 бали за п'ятибальною шкалою).

Недостатність опадів у другій фазі вегетації рослин зупинила розвиток фомозу та фомопсису, ураження якими не перевищувало 43,5 та 30% відповідно.

Використання сої, як попередника, сприяло поширенню прикореневої форми білої гнилі, склеротії якої зберігаються у ґрунті тривалий час і можуть спричиняти ураження рослин, починаючи з ранніх етапів їх розвитку.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Посібник по сільському господарству* ; за ред. В.Ф. Старченка. Київ: Державне видавництво сільськогосподарської літератури, 1946. С. 470—474.
2. *Сільське господарство України. Статистичний збірник 2018. Державна служба статистики України, 2019. IV. Рослинництво*. Київ, 2019. С. 77—124. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/09/Zb_sg_2018%20.pdf
3. Оверченко Б. Выращивание подсолнечника в климатических усло-

виях України. *АгроПерспектива*. 2005. № 2. URL: http://www.citynews.net.ua/8/1755_1.html

4. Як змінюється клімат в Україні. Підготовлено за матеріалами Українського Гідроцентру та АПД (Німецько-український агрополітичний діалог) 06.05.2020. URL: <https://ecolog-ua.com/news/yak-zminyuyetsya-klimat-v-ukrayini>

5. Федоренко А.В., Бахмут О.О., Неверовська Т.М. Прогноз фітосанітарного стану зернових колосових культур. *Захист і карантин рослин*. 2016. Вип. 62. С. 260—268. URL: <file:///C:/Users/tata/AppData/Local/Temp/113-Article%20Text-226-1-10-20200908.pdf>

6. Markell S., Harveson R., Block C., Gulya T., Fargo N.D., Febina M. Sunflower Disease Diagnostic Series (PP1727, Reviewed Jan.). 2018. URL: <https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/sunflower-disease-diagnostic-series>

7. Mathew F., Harveson R., Gulya T., Thompson S., Block C., Markell S. Phomopsis Stem Canker of Sunflower. Plant Health Instructor. 2018. DOI: 10.1094/PHI-I-2018-1103-01

8. Prasad S.L. Seed Transmission of *Alternaria helianthi*, Incitant of Leaf Blight of Sunflower. 2010. URL: https://www.researchgate.net/publication/264166740_Seed_Transmission_of_Alternaria_helianthi_Incitant_of_Leaf_Blight_of_Sunflower. DOI:10.13140/2.1.2018.8800

9. Kgatle M.G., Truter M., Ramusi M., Flett B. *Alternaria alternata*, the causal agent of leaf blight of sunflower in South Africa. *European Journal of Plant Pathology*. 2018. 151(2). DOI: 10.1007/s10658-017-1402-7

10. Flett B. *Alternaria* leaf blight and seed infection. Pest control. 2017. URL: [https://www.arc.agric.za/arc-gci/News Articles Library/Alternaria leaf blight and seed](https://www.arc.agric.za/arc-gci/News%20Articles%20Library/Alternaria%20leaf%20blight%20and%20seed).

11. Селиванова Т.Н., Затицина В.В. Методы учета болезней, вредителей сорняков на подсолнечнике. *Защита растений*. 1996. №5.

Андрійчук Т.А., Скорейко А.Н., Кувшинов А.Я.

Українська науково-дослідницька станція карантину рослин
Інститута захисту рослин НААН, ул. Научная, 1, с. Бояны
Новоселицького р-на Черновицької обл., 60321, Україна,
e-mail: tatyjana58@gmail.com

Оценка фитосанитарного состояния посевов подсолнечника в Западной Лесостепи Украины

Цель. Установить видовой состав возбудителей болезней подсолнечника и исследовать динамику развития наиболее вредных из них в условиях Западной Лесостепи Украины. **Методы.** Исследования проводили в

течение 2018—2019 гг. на опытном поле Украинской научно-исследовательской станции карантина растений Института защиты растений с использованием лабораторных (идентификация патогенов) и полевых (обследование посевов подсолнечника с отбором проб растительного материала) методов. **Результаты.** С 40-х годов прошлого века площади посевов подсолнечника в Украине выросли почти в 10 раз: с 669 тыс. га в 1939 г. до 5034 тыс. га в 2017. Основные посевы культуры (75—80%) размещены в зоне Степи, а около 20% — в Лесостепной. Вследствие масштабного изменения климата посевы подсолнечника передвигаются все дальше на запад Украины, где площади его выросли за 2015—2017 гг. в 1,7—6,4 раза. Однако, нестабильность погодных условий в регионе и нарушение правил агротехники приводят к поражению растений подсолнечника болезнями различной этиологии. Исследования по изучению развития грибных болезней подсолнечника показали, что угрозу для посевов составляли: эмбелизия (поражение растений в фазе желтой корзинки составляло 73,3—100% при развитии болезни 36,7—75,5%); альтернариоз (поражение растений составило 100% при развитии болезни 45—65,0%), вертициллез (количество пораженных растений достигало 35%), ржавчина — при 100-процентном количестве пораженных растений, интенсивность поражения подсолнечника составляла 3 балла (по пятибалловой шкале), распространение фомоза и фомопсиса в течение двух лет не превышало 43,5%, а развитие — 15,4%. **Выводы.** В условиях западного региона Лесостепи Украины наиболее распространенными в течение исследуемого периода (2018—2019 гг.) были: альтернариоз (*Alternaria alternata* (Fr.Fr) Keissl.), эмбелизия (*Alternaria helianthi* Tub. et Nish.), вертициллез (*Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold, *V. dahliae* Kleb.), фомоз (*Phoma oleraceae* var. *helianthi* Sacc.) и фомопсис *helianthi* Munt.Cvet. et al).

подсолнечник; патоген; динамика распространения; грибные болезни

Andriichuk T., Skoreiko A., Kuvshynov O.

Ukrainian Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str., Boyany, Novoselytsky district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine, e-mail: tatyjana58@gmail.com

Evaluation of phytosanitary condition of sunflower crops in the Western Forest-Steppe of Ukraine

Goal. To determine the species pathogens composition of sunflower diseases and to study the dynamics of development of the most harmful in the conditions of the western Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** The research was carried out during 2018—2019 in the research field of the Ukrainian Scientific Research Station on Plant Quarantine of Institute of Plant Protection

using laboratory (pathogen identification) and field (examination of sunflower crops with sampling of plant material) methods. **Results.** Since the 1940s, the sunflower area in Ukraine has increased almost 10 times: from 669 thousand hectares in 1939 to 5034 thousand hectares in 2017. The main crops — 75—80% are located in the steppe, and about 20% — in the Forest-Steppe zone. The sunflower crops are moving further to the west of Ukraine, where its areas increased in 2015—2017 by 1.7—6.4 times with large-scale climate change. However, the instability of weather conditions in this region and violations of the rules of agricultural technology lead to the defeat of sunflower plants by diseases of various etiologies. Researches studying the development of fungal diseases of sunflower have shown that the threat to crops was: *embelizia* (plant damage in the yellow basket phase was 73.3—100% with the development of the disease 36.7—75.5%); *Alternaria* (plant damage was 100% with the development of the disease 45—65.0%), verticillium wilt — the number of affected plants reached 35%, rust — for 100% of the affected plants, the intensity of sunflower damage was 3 points (for 5 score scale); the prevalence of phomosis and phomopsis for two years did not exceed 43.5%, and development — 15.4%. **Conclusions.** The most common during the study period (2018—2019) were: *Alternaria alternata* (Fr.Fr) Keissl.), *embelizia* (*Alternaria helianthi* Tub. et Nish.), verticillium wilt *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold, *V. dahliae* Kleb., phomoses (*Phoma oleraceae* var. *helianthi* Sacc.) and phomopsis (*Phomopsis helianthi* Munt. Cvet. et al) in the western region of the Forest-Steppe of Ukraine.

sunflower; pathogen; dynamics of distribution; fungal diseases

REFERENCES

1. Starchenko V.F. (1946). Posibnyk po silskomu hospodarstvu. [Handbook of Agriculture]. Kyiv: Derzhavne vydavnytstvo silskohospodarskoi literatury. S. 470—474. (in Ukrainian).
2. Sils'ke gospodarstvo Ukraïny. Statystychnyj zbirnyk (2018). Derzhavna sluzhba statystyky Ukraïny, 2019. IV. Roslynnnyctvo. Kyiv. 2019. S. 77—124. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/09/Zb_sg_2018%20.pdf (in Ukrainian).
3. Overchenko B. (2005). Vyrashchivanie podsolnechnika v klimaticheskikh usloviyakh Ukrainy. [Cultivation of sunflower in the climatic conditions of Ukraine]. *AgroPerspektiva*. No 2. URL: http://www.citynews.net.ua/8/1755_1.html (in Russian).
4. Yak zminiuietsia klimat v Ukraini. (2020). [How the climate in Ukraine is changing]. *Pidhotovleno za materialamy Ukrainskoho Hidrometsentru ta APD (Nimetsko-ukrainskyi ahropolitychnyi dialoh)* 06.05.2020. URL: <https://ecolog-ua.com/news/yak-zminyuyetsya-klimat-v-ukrayini> (in Ukrainian).

5. Fedorenko A.V., Bakhmut O.O., Neverovska T.M. (2016). Prohnoz fitosani-tarnoho stanu zernovykh kolosovykh kultur. [Forecast of phytosanitary condition of cereals]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. Vyp. 62. P. 260—268. URL:file:///C:/Users/seata/AppData/Local/Temp/113-Article%20Text-226-1-10-20200908.pdf
6. Markell S., Harveson R., Block C., Gulya T., Fargo N.D., Febina M. (2018). *Sunflower Disease Diagnostic Series* (PP1727, Reviewed Jan. 2018). URL: <https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/sunflower-disease-diagnostic-series>
7. Mathew F., Harveson R., Gulya T., Thompson S., Block C., Markell S. (2018). Phomopsis Stem Canker of Sunflower. *Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2018-1103-01
8. Prasad S.L. (2010). Seed Transmission of *Alternaria helianthi*, Incitant of Leaf Blight of Sunflower. URL: https://www.researchgate.net/publication/264166740_Seed_Transmission_of_Alternaria_helianthi_Incitant_of_Leaf_Blight_of_Sunflower. DOI:10.13140/2.1.2018.8800
9. Kgatle M.G., Truter M., Ramusi M., Flett B. (2018). *Alternaria alternata*, the causal agent of leaf blight of sunflower in South Africa. *European Journal of Plant Pathology*. 151(2). DOI:10.1007/s10658-017-1402-7
10. Flett B. (2017). *Alternaria* leaf blight and seed infection. Pest control. URL: [https://www.arc.agric.za/arc-gci/News Articles Library/Alternaria leaf blight and seed](https://www.arc.agric.za/arc-gci/News%20Articles%20Library/Alternaria%20leaf%20blight%20and%20seed).
11. Selivanova T.N., Zatyamina V.V. (1996). Metody ucheta bolezney, vreditel'ey sornyakov na podsolnechnike [Methods for recording diseases, pests of weeds on sunflower]. *Zashchita rasteniy*. No 5. (in Russian).

Надійшла 14.07.2021 р.

¹Л.О. БАРАНЕЦЬ, кандидат сільськогосподарських наук

²Г.О. БАЛАН, кандидат сільськогосподарських наук

¹О.О. ПЕРЕПЕЛИЦЯ, аспірант

¹А.О. ЛЕЩЕНКО, науковий співробітник

¹Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства ім. В.Є. Таїрова», вул. 40-річчя Перемоги, 27, смт Таїрова, 65496, Україна

²Одеський державний аграрний університет, вул. Пантелеймонівська, 13, м. Одеса, 65039, Україна, e-mail: ¹iviv_nnc@ukr.net, ²fitoizr@gmail.com

ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ВІНОГРАДНОГО ТРИПСА (*DREPANOTHrips REUTERI* UZEL.) У ВІНОГРАДНИХ АГРОЦЕНОЗАХ ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я УКРАЇНИ

Мета. Вивчити динаміку чисельності виноградного трипса (*Drepanothrips reuteri* Uzel.) та визначити чинники, які впливають на його збільшення у виноградних агроценозах Північного Причорномор'я України. **Методи.** Польові та лабораторні. Обстеження виноградних насаджень та обліки чисельності шкідників здійснювали в умовах господарств ДП «ДГ ім. В.О. Суворова» та ДП «ДГ Таїровське» ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» впродовж 2017–2020 рр. Лабораторну діагностику проводили у відділі фітопатології та захисту рослин ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» за загальноприйнятими методиками. **Результати.** Встановлено, що в умовах Північної Причорноморської зони України спостерігається збільшення видового складу і розширення ареалу сисних фітофагів у виноградних агроценозах, зокрема деяких рослиноідних видів трипсів. Серед поширених для цієї зони видів — виноградного (*Drepanothrips reuteri* Uzel.) і тютюнового (*Thrips tabaci* Lind.), з'явилося ще кілька інших шкідливих видів трипсів: різноідний (звичайний) (*Frankliniella intonsa* Trybom), жовтий (*Thrips flavus* Schrank), пасльоновий (*Thrips fuscipennis* Haliday), грушевий (*Taeniothrips inconsequens* Uzel.) та оранжереєвий (*Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche). Чисельність трипсів на листках винограду впродовж періоду вегетації невисока — 0,3–4,8 рухливих особин на 100 см² листової поверхні (що відповідає одному середньому листку), але різниця між сприйнятливими та толерантними сортами простежується навіть за невеликої наявності трипсів. Найбільший ступінь заселення та пошкодження листя фіксували на сортах винограду без опушення або зі слабким опушенням листя. **Висновки.** За результатами багато-

річного (2017—2020 рр.) моніторингу фітосанітарного стану промислових виноградних насаджень Північного Причорномор'я встановлено, що серед сисних шкідників важливе місце займають трипси (*Thysanoptera*), серед яких найбільше поширений виноградний трипс (*Drepanothrips reuteri* Uzel.), масовий розвиток якого фіксується кожного року у період цвітіння винограду. Дослідженнями встановлено, що сортовий склад виноградних насаджень та особливості кліматичних умов регіону Північного Причорномор'я України сприяють поширенню та накопиченню чисельності різних видів рослиноїдних трипсів. Тому потрібен постійний моніторинг та визначення біофенології для розробки ефективних заходів регулювання чисельності і зменшення шкідливості.

***Drepanothrips reuteri* Uzel.; виноградна рослина; сезонна динаміка; чисельність трипсів; шкідливість; сприйнятливність сортів**

В останні роки в Україні спостерігається погіршення фітосанітарного стану виноградних агроценозів. Це зумовлено дією екологічних та економічних чинників, що призвело до різкого збільшення рівня чисельності та розширення зон шкідливості не тільки основних шкідників, але й маловідомих, які стають більш поширеними та економічно небезпечними. Особливо гостро це простежується на прикладі сисних комах — трипсів і цикадок [1—3]. Отже, в сучасних умовах виноградарства маємо додатково дві проблеми — розвиток трипсів та цикадок, які необхідно вивчати та розробляти проти них ефективні заходи захисту.

До недавнього часу трипси не завдавали відчутної шкоди виноградній лозі, але у зв'язку з різними обставинами, а саме інтродукцією зараженого садивного матеріалу, зміною асортименту інсектицидів, зміною структури захисних заходів від шкідників винограду, кліматичних змін ці види набувають дедалі більшого економічного значення. В результаті, поступово збільшується чисельність популяцій, розширюється видовий склад, поширення, що потребує постійного моніторингу та контролю їхнього розвитку [4—6].

Шкідники заселяють як промислові виноградні насадження, знижуючи кількість та якість урожаю, так і молоді виноградники та шкільки, пошкоджуючи листя, негативно впливаючи на визрівання лози. Самиці трипсів зимують в дорослому стані в рослинних рештках, на інших багаторічних культурах в тріщинах кори, але з настанням періоду вегетації повертаються на виноградники, де активно розмножуються. Великих збитків трипси можуть завдати навесні та на початку літа — під час розпускання бруньок, зростання молодих пагонів і цвітіння винограду. Шкоджають дорослі трипси та всі личинкові стадії. Личинки, німфи й дорослі особини, концентруючись в точках зростання, висмоктують сік з молодих органів, порушують нормаль-

ну функцію, негативно впливаючи на продуктивність рослин [7, 8]. В результаті пошкоджень бруньки або не розпускаються, або розпускаються потворно, пошкоджена лоза сильно запізнюється в розвитку. На молодому листі верхівок пагонів трипси викликають появу дрібних голчастих некротичних плям або червонуватих доріжок. У процесі росту листя рветься, деформується. За сильного заселення кущів спостерігається характерний тип ушкоджень — коротковузля пагонів з дрібним листям [9—11].

У зв'язку з відсутністю відомостей про поширення трипсів на виноградниках Північного Причорномор'я виникла нагальна потреба у проведенні моніторингу, встановленні видового складу, вивченні динаміки чисельності та їхньої сортової вибірковості.

Мета. Вивчити динаміку чисельності виноградного трипса (*Drepanothrips reuteri* Uzel.) та виявити чинники, які впливають на її збільшення у виноградних агроценозах Північного Причорномор'я України.

Методи досліджень — польові та лабораторні. Особливості сезонної динаміки чисельності трипсів та видовий склад досліджували впродовж 2017—2020 рр. на виноградних насадженнях дослідних господарств Національного наукового центру «Інститут виноградарства і виноробства ім. В.Є. Таїрова» (ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова»), в типових ґрунтово-кліматичних умовах Північного Причорномор'я України: в дослідному господарстві ДП «ДГ ім. В.О. Суворова» на виноградному масиві сорту Мускат жемчужний, загальною площею 8 га; в ДП «ДГ «Таїровське» ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» на 15-ти сортах винограду столового та технічного напрямку. Об'єктами досліджень були сисні шкідники, особливу увагу приділяли трипсам. Обліки проводили шляхом експедиційних маршрутних обстежень методом візуальної діагностики за загальноприйнятими методиками. Для визначення динаміки чисельності та ступеня заселення виноградних насаджень трипсами щодавно (починаючи з травня) відбирали листя по 30 шт. (3 повторення по 10 шт. у кожній) кожного сорту. Потім в лабораторних умовах за допомогою біокулярного мікроскопа підраховували загальну кількість рухливих особин у кожній пробі й кількість їх на одиницю поверхні або на один листок. Для визначення ступеня пошкодження та рівня заселення виноградних насаджень трипсами оглядали по 20 кущів кожного сорту. Видовий склад встановлювали методом відловлювання особин на кольорові клейові пастки [12—14].

Результати досліджень та обговорення. Встановлено видовий склад рослиноїдних трипсів на виноградних насадженнях. Крім поширених в агроценозах Північного Причорномор'я видів трипсів — виноградного (*Drepanothrips reuteri* Uzel.) і тютюнового (*Thrips tabaci* Lind.)

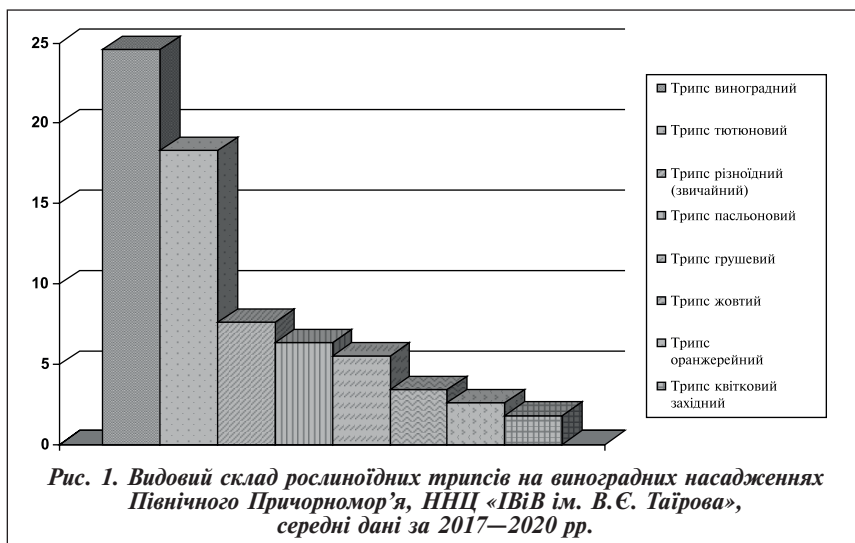
з'явилося ще кілька рослинотних видів трипсів: різноїдний (звичайний) (*Frankliniella intonsa* Trybom), жовтий (*Thrips flavus* Schrank), пасльоновий (*Thrips fuscipennis* Haliday), грушевий (*Taeniothrips inconsequens* Uzel) та оранжерейний (*Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche). На рисунку 1 відображено відсоток заселення виноградних насаджень різними видами рослинотних трипсів.

Видовий склад трипсів та їх поширення на обстеженій площі виноградників розподіленні таким чином: трипс виноградний — 24,6%, трипс тютюновий — 18,3, трипс різноїдний (звичайний) — 7,6, трипс пасльоновий — 6,3, трипс грушевий — 5,5, трипс жовтий — 3,4, трипс оранжерейний — 2,6, трипс квітковий західний — 1,8%.

За чотири роки досліджень відзначено зростання чисельності вказаних видів трипсів, іноді в досить великих осередках із значним проявом шкідливості. Найчастіше вони утворюють з виноградним трипсом, який є домінуючим і найбільш шкідливим видом, змішані популяції, а частка їх у цих комплексах варіює залежно від агроекологічної зони, кліматичних умов року та сортового складу насаджень.

Щорічно фіксували від 1-го до 3-х піків чисельності рослинотних трипсів: перший (рідко) — в травні на молодих зростаючих пагонах; другий (щороку) — в червні під час цвітіння в суцвіттях; третій (щороку) — в липні під час росту ягід на 3—4-му молодому листі верхівков пагонів.

Встановлено, що в умовах дослідного господарства ДП «ДГ ім. В.О. Суворова» ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» на виноградно-



му масиві сорту Мускат жемчужний загальною площею 8 га, перший пік чисельності трипса відбувся під час цвітіння винограду (10—15.06), другий пік розвитку спостерігали в середині липня (10—15.07) в період інтенсивного росту ягід винограду (рис. 2). Проаналізувавши погодні умови, визначили, що відносна вологість нижче 50% та високі температури повітря (вище $+27...+29^{\circ}\text{C}$) пригнічували розвиток шкідника у серпні місяці.

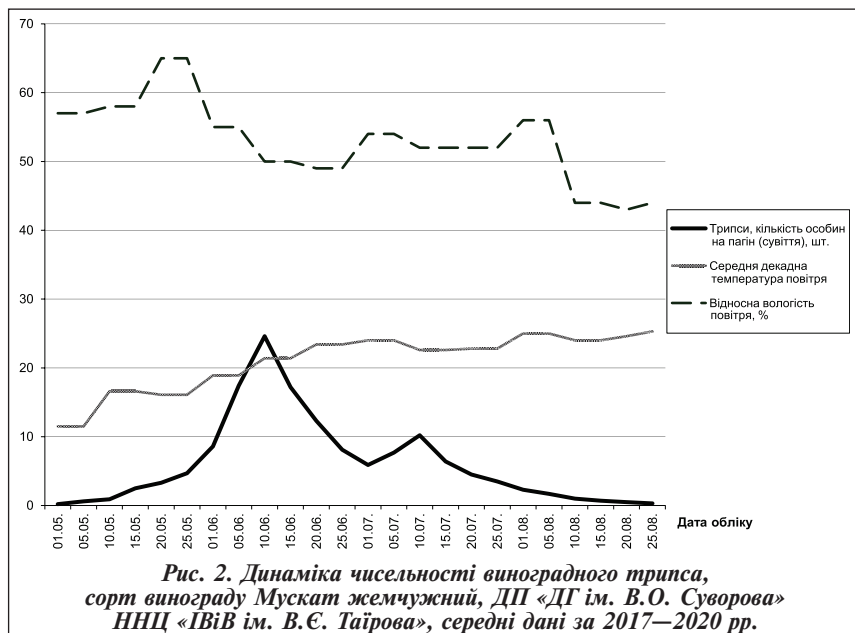


Рис. 2. Динаміка чисельності виноградного трипса, сорт винограду Мускат жемчужний, ДП «ДГ ім. В.О. Суворова» ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», середні дані за 2017—2020 рр.

В результаті пошкоджень значна частина квіток не утворювала зав'язі та опадала, а на частині квіток з'являлася недорозвинена зав'язь, у подальшому утворювались ненаповнені грона, на яких розвивалися дрібні ягоди (рис. 3). Подальше живлення трипсів на зростаючих ягодах призводило до утворення характерного малюнка — пробкової ділянки у вигляді світло-коричневої сітки. На листках з'являлись характерні пошкодження — світлі плями, які за зовнішнім виглядом схожі на ушкодження листковим кліщем (рис. 4). Потім на плямах розвивався некроз, відбувалася деформація і розрив листової пластинки.

За даними моніторингу, який проводили на селекційних насадженнях ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» та виноградних насадженнях дослідного господарства ДП «ДГ Таїровське», стосовно заселення рослиноідними трипсами виноградних рослин, шляхом відбору листя та його аналізу в лабораторних умовах було встановлено середню дина-



*Рис. 3. Гроно винограду, пошкоджене трипсами
(оригінальне фото ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова»)*



*Рис. 4. Листя винограду, пошкоджене трипсами
(оригінальне фото ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова»)*

міку накопичення чисельності шкідника на різних сортах столового та технічного винограду (табл.).

За даними проведених обліків чисельність трипсів на листках винограду впродовж всього періоду вегетації була невисокою та сягала в середньому 0,3—4,8 рухливих особин на 100 см² листової поверхні (що відповідає одному середньому листку), але різниця між сприйнятливими та толерантними сортами простежувалася навіть за невеликої наявності трипсів. За результатами чотирьох річних досліджень найбільш заселеними були два сорти — Мускат жемчужний (2,5—4,8 особ./100 см²) та Кардішах (2,2—4,1 особ./100 см²). Листя у цих сортів має слабе опушення, характерне для групи з гололистими сортами винограду, відповідно ступінь пошкодження був найвищим — численні некрози між жилками, деформації і розриви листової пластинки, які займали до 60% поверхні листка (4-й бал ушкодження). Дещо менше були заселені шкідником сорти Кишмиш

*Середня динаміка чисельності трипсів на різних сортах винограду
(ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», ДП «ДГ «Таїровське»,
середні дані за 2017—2020 рр.)*

№ п/п	Сорти винограду	Середня кількість трипсів (імаго і личинок) на 100 см ² листової поверхні				
		травень	червень	липень	серпень	вересень
1	Мускат жемчужний (контроль)	2,6	3,7	4,8	3,5	2,5
2	Кардішах	2,2	3,5	4,1	3,4	2,4
3	Кишмиш таїровський	1,7	2,9	3,8	2,9	1,8
4	Оригінал	1,5	2,8	3,4	2,6	1,7
5	Дунав	1,8	2,7	3,3	2,8	1,6
6	Мускат таїровський	1,3	2,4	3,2	2,4	1,5
7	Ркацителі	1,2	2,3	3,1	2,3	1,4
8	Аркадія	1,2	2,3	2,7	2,2	1,4
9	Загадка	0,9	2,2	2,9	2,2	1,3
10	Каберне Совіньон	0,3	1,6	1,9	1,6	0,7
11	Флора	0,7	1,9	1,7	1,4	0,5
12	Одеський чорний	0,3	1,4	1,8	1,4	0,6
13	Сухолиманський білий	0,6	1,8	1,5	1,3	0,4
14	Шардоне	0,3	1,2	1,6	1,3	0,4
15	Одеський сувенір	0,4	1,1	1,3	0,9	0,3
НСР ₀₅		0,11	0,13	0,09	0,12	0,05

таїровський (1,7—3,8 особ./100 см²), Оригінал (1,5—3,4), Дунав (1,6—3,2 особ./100 см²) та ін. На листі цих сортів спостерігали середню ступінь пошкодження — сліди живлення шкідника (уколи, некрози, незначні розриви і деформації), що займають до 40% поверхні листа (3-й бал ушкодження).

Найменша кількість трипсів виявлялася на листках винограду сортів Каберне Совіньон (0,3—1,9 особ./100 см²), Флора (0,5—1,9), Одеський чорний (0,3—1,8), Сухолиманський білий (0,4—1,8), Шардоне (0,3—1,6) та Одеський сувенір (0,3—1,3 особ./100 см²), які мають середнє або більш інтенсивне опушення листя. На листі цих сортів відзначали слабкий ступінь пошкодження листя — поодинокі місця уколів трипсів у вигляді точкових некротів, що займають до 20% поверхні листка (бал ушкодження 1 і 2).

Отже, чим вищий ступінь опушення листя, тим нижчий рівень їх заселення трипсами і відповідно менше ушкодження листя, що підтверджується дисперсійним аналізом оцінки вірогідності різниці середніх показників та доводить, що трипси надають перевагу сортам винограду зі слабким опушенням листя або взагалі без нього.

ВИСНОВКИ

За результатами 4-річних досліджень встановлено, що серед звичайних для агроценозів Північного Причорномор'я рослиноїдних трипсів виноградного (*Drepanothrips reuteri* Uzel.) і тютюнового (*Thrips tabaci* Lind.) є й інші види трипсів-фітофагів: різноїдний (*Frankliniella intonsa* Trybom), жовтий (*Thrips flavus* Schrank), пасльоновий (*Thrips fuscipennis* Haliday), грушевий (*Taeniothrips inconsequens* Uzel), оранжевий (*Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche). Тому потрібен постійний моніторинг присутності шкідника.

Моніторингом сезонної динаміки чисельності виноградного трипса встановлено, що перший пік чисельності шкідника відбувається під час цвітіння винограду, другий — в період інтенсивного росту ягід винограду (на початку другої декади липня).

За сучасного фітосанітарного стану виноградних насаджень всі обстежені сорти заселені різними видами рослиноїдних трипсів, але найбільший ступінь заселення та ушкодження листя фіксували на сортах винограду без опушення або зі слабким опушенням листя, що є сортовою вибірковістю винограду.

Найбільш заселеними були сорти: Дунав, Кардішах, Кишмиш таїровський, Мускат жемчужний, Оригінал (в діапазоні 1,2—4,8 особ./100 см²). Найменшу кількість трипсів виявляли на листі винограду: Каберне Совіньон, Загадка, Одеський сувенір, Одеський чорний, Сухолиманський білий, Флора та Шардоне (в діапазоні 0,3—2,5 особ./100 см²), які мають середнє або більш інтенсивне опушення листя.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Баранець Л.О., Хоменко О.О. Основні сисні шкідники промислових виноградних насаджень та управління їхньою чисельністю. *Садівництво і виноградарство. Технології та інновації*. 2019. № 2. С. 96—101.

2. Юрченко Е.Г. Комплекс фитофагов в экосистемах виноградников Западного Предкавказья. *Защита и карантин растений*. 2011. № 12. С. 38—39.

3. Бурдинская В.Ф. Сосущие вредители винограда. *Защита и карантин растений*. 2007. № 6. С. 41—44.

4. Константинова М.С. Біологічний контроль шкідливих видів трипсів на виноградних насадженнях в умовах Північного Причорномор'я. *Виноградарство і виноробство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. 2014. Вип. 50. С. 127—131.

5. Юрченко Е.Г. Структурные изменения комплекса фитофагов в современных ампелоценозах Западного Предкавказья. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2010. № 4 (3). С. 30—36.

6. Радіоновська Я.Е. Нові економічно значущі фітофаги винограду в Криму. *Виноградарство и виноделие*. Магараç. 2012. № 2. С. 9—10.

7. Sabah Razi, Farid Bounaceur, Fatima Zohra Bissaad, Bahia Doumandji Mitiche. Seasonal occurrence of thrips on table grapes in northern Algerian vineyards. Conference: VII International Scientific Agriculture Symposium «Agrosym 2016» Jahorina, October 06—09, 2016, Bosnia and Herzegovina. DOI:10.7251/AGRENG1607238

8. Emmanouil Roditakis. Assessment of the damage potential of three thrips species on white variety table grapes. In vitro experiments. *Crop Protection*. 2007. 26(4) P. 476—483. DOI:10.1016/j.cropro.2006.04.020

9. G. Jenser, Éva Szita, Ágnes Szenasi, G. Voros and M. Toth. Monitoring the Population of Vine Thrips (*Drepanothrips reuteri* Uzel) (Thysanoptera: Thripidae) by Using Fluorescent Yellow Sticky Traps. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*. Vol. 45 (2). 2010. P. 329—335. DOI:10.1556/APhyt.45.2010.2.10

10. Якушина Н.А., Радионовская Я.Э. Особенности развития трипсов на виноградниках Южного берега Крыма. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. Умань, 2011. Вип. 75. Ч. 1: Агрономія. С. 286—294.

11. Юрченко Е.Г. Биологические особенности растительноядных трипсов и цикадок в виноградных агроценозах Западного Предкавказья. *Виноделие и виноградарство*. 2011. № 12. С. 44—46.

12. Юрченко Е.Г. Методические рекомендации по фитосанитарному мониторингу растительноядных трипсов на винограде. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСИВ, 2012. 38 с.

13. Методические рекомендации по агротехническим исследованиям в

виноградарстве Украины ; под ред. А.М. Авидзба. Ялта: ИВиВ «Магарач», 2004, 264 с.

14. Довгань С.В. та ін. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур: підручник. Київ: Агроосвіта, 2014. 279 с.

¹Баранец Л.А., ²Балан Г.А., ¹Перепелица О.О., ¹Лещенко А.А.

¹Национальный научный центр «Институт виноградарства и виноделия им. В.Е. Таирова», ул. 40-летия Победы, 27, пгт Таирова, 65496, Украина

²Одесский государственный аграрный университет, ул. Пантелеймоновская, 13, г. Одесса, 65039, Украина, e-mail: ¹iviv_nnc@ukr.net, ²fitoizr@gmail.com

Динамика численности виноградного трипса (*Drepanothrips reuteri* Uzel.) в виноградных агроценозах Северного Причерноморья Украины

Цель. Изучить динамику численности виноградного трипса (*Drepanothrips reuteri* Uzel.) и выявить факторы, которые влияют на увеличение его численности и вредоносности в виноградных агроценозах Северного Причерноморья Украины. **Методы.** Полевые и лабораторные. Обследования виноградников и учеты численности вредителей осуществляли в условиях хозяйств ГП «ОПХ им. В.А. Суворова» и ГП «ОПХ Таировское» ННЦ «ИВиВ им. В.Е. Таирова» в течение 2017–2020 гг. Лабораторную диагностику проводили в отделе фитопатологии и защиты растений ННЦ «ИВиВ им. В.Е. Таирова» по общепринятым методикам. **Результаты.** Установлено, что в условиях Северной Причерноморской зоны Украины, в виноградных агроценозах наблюдается увеличение видового состава и расширение ареала сосущих фитофагов, в частности некоторых растительноядных видов трипсов. Среди распространенных для этой зоны видов — виноградного (*Drepanothrips reuteri* Uzel.) и табачного (*Thrips tabaci* Lind.), появились еще несколько других вредных видов трипсов: разноядный (обыкновенный) (*Frankliniella intonsa* Trybom), желтый (*Thrips flavus* Schrank), пасленовый (*Thrips fuscipennis* Haliday), грушевый (*Taeniothrips inconsequens* Uzel.) и оранжевый (*Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche). Численность трипсов на листьях винограда в период вегетации невысокая и составляет в среднем от 0,3 до 4,8 подвижных особей на 100 см² листовой поверхности (что соответствует одному среднему листу), но разница между восприимчивыми и толерантными сортами прослеживается даже при небольшом наличии трипсов. Наибольшая степень заселения и проявления их вредоносности фиксируется на сортах винограда без опушения или со слабым опушением листьев. **Выводы.** По результатам многолетнего (2017–2020 гг.) мо-

мониторинга фитосанитарного состояния промышленных виноградников Северного Причерноморья установлена тенденция изменений в составе вредной фауны агроценозов. Среди сосущих вредителей на виноградниках важное место занимают трипсы (Thysanoptera), среди которых наиболее распространенным является виноградный трипс (*Drepanothrips reuteri* Uzel.), массовая численность которого фиксируется каждый год в период цветения винограда. Исследованиями установлено, что сортовой состав виноградников и особенности климатических условий региона Северного Причерноморья Украины благоприятны для распространения и накопления численности различных видов растительноядных трипсов, что требует постоянного мониторинга и составления биофенологии для разработки эффективных мероприятий регулирования их численности и уменьшения вредоносности.

***Drepanothrips reuteri* Uzel.; виноградное растение; сезонная динамика; численность трипсов; вредоносность; восприимчивость сортов**

¹Baranets' L., ²Balan H., ¹Perepelytsya O., ¹Leshchenko A.

¹National Science Center «V.Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking», 27, 40-richchia Peremohy str., Tairove, Odesa, 65496, Ukraine

²Odesa State Agrarian University,
13, Panteleymonivska str., Odesa, 65039, Ukraine

e-mail: ¹iviv_nnc@ukr.net, fitoizr@gmail.com

Dynamics of the number of grape thrips (*Drepanothrips reuteri* Uzel.) in grape agroecosystems of the Southern Black Sea region of Ukraine

Goal. To study population dynamics of grape thrips (*Drepanothrips reuteri* Uzel.) and determine the factors influencing the increase in the number and harmfulness in grape agroecosystems of the southern Black Sea region of Ukraine.

Methods. Field surveys of vine plantations and counts of the number of pests were carried out according to generally accepted methods during 2017–2020 in conditions of research farms SE «EF Suvorov's» and SE «EF Tairove» NSC «V.Ye. Tairov Institute of Viticulture and Winemaking». **Results.** It was found that in the conditions of the southern Black Sea zone of Ukraine there is an increase in the species composition and area of sucking phytophages in grape agroecosystems, especially some species of thrips. Among herbivorous thrips, species characteristic of this zone grape (*Drepanothrips reuteri* Uzel.) and tobacco (*Thrips tabaci* Lind.), several more harmful species appeared: variegated (*Frankliniella intonsa* Trybom), yellow (*Thrips flavus* Schrank), nightshade (*Thrips fuscipennis* Haliday), pear (*Taeniothrips inconsequens* Uzel.) and greenhouse (*Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche). The number of thrips on grape leaves during the growing season is low — 0.3–4.8 motile indi-

viduals per 100 cm² of leaf surface (corresponding to one average leaf), but the difference between susceptible and tolerant varieties can be traced even with a small presence of thrips. The highest degree of infestation and leaf damage was recorded in grape varieties without pubescence or with weakly pubescent leaves. **Conclusions.** Based on the results of the long-term (2017–2020) monitoring of the phytosanitary state of industrial grape plantations in the southern Black Sea region, it has been established that Thrips (Thysanoptera) occupy an important place among pests, the most common are grape thrips (*Drepanothrips reuteri* Uzel.), The mass development of which occurs every year during the flowering period of grapes. Research has established that the varietal composition of grape plantations and features climatic conditions of the southern Black Sea coast of Ukraine are favorable for overwintering, development, distribution and accumulation of numbers grape thrips and other sucking pests. It makes you spend constant monitoring, determination of bio-phenology in order to develop effective methods of regulating their quantity and harmfulness.

***Drepanothrips reuteri* Uzel.; grape plant; population dynamics; harmfulness; susceptibility of varieties**

REFERENCES

1. Baranets' L.O., Homenko O.O. (2019). Osnovni sysni shkidnyky promyslovykh vynohradnykh nasadzhzen ta upravlinnia yikhnoiu chyselnistiu. [The main sucking pests of industrial grape plantations and their number management]. *Gardening and viticulture. Technologies and innovations*. № 2. P. 96–101. (in Ukrainian).
2. Yurchenko E.G. (2011). Kompleks fitofagov v ekosistemakh vinogradnikov Zapadnogo Predkavkaz'ya. [Complex of phytophages in ecosystems of vineyards of Western Ciscaucasia]. *Zashchita i karantin rasteniy*. [Plant protection and quarantine]. № 12. P. 38–39. (in Russian).
3. Burdinskaya V.F. (2007). Sosushchie vrediteli vinograda. [Grape-sucking pests]. *Plant protection and quarantine*. № 6. P. 41–44. (in Russian).
4. Konstantynova M.S. (2014). Biologichnyi kontrol shkidlyvykh vydiv trypsiv na vynohradnykh nasadzhenniakh v umovakh Pivnichnoho Prychornomoria. [Biological control of harmful species of thrips on grape plantations in the Northern Black Sea region]. *Vynohradyarstvo i vynorobstvo: Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk*. [Viticulture and winemaking: Interdepartmental thematic scientific digest]. Vol. 50. P. 127–131. (in Ukrainian).
5. Yurchenko E.G. (2010). Strukturnie izmeneniya kompleksa fytofahov v sovremennikh ampelotsenozakh Zapadnogo Predkavkazia. [Structural changes in the complex of phytophages in modern ampelocenoses of the Western Ciscaucasia].

casia]. *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*. № 4 (3). P. 30—36. (in Russian).

6. Radionovska Ya.E. (2012) Novi ekonomichno znachushchi fitofahy vynohradu v Krymu. [New economically significant phytophages of grapes in Crimea]. *Vynohradarstvo y vynodelye. Maharach*. [Viticulture and winemaking]. № 2. P. 9—10. (in Ukrainian).

7. Sabah Razi, Farid Bounaceur, Fatima Zohra Bissaad, Bahia Doumandji Mitiche. (2016). Seasonal occurrence of thrips on table grapes in northern Algerian vineyards. Conference: VII International Scientific Agriculture Symposium «Agrosym 2016» Jahorina, October 06—09, Bosnia and Herzegovina. P. 1582—1584. DOI:10.7251/AGRENG1607238

8. Emmanouil Reditakis. (2007). Assessment of the damage potential of three thrips species on white variety table grapes. In vitro experiments. *Crop Protection*. 26(4). P. 476—483. DOI:10.1016/j.cropro.2006.04.020

9. G. Jenser, Éva Szita, Ágnes Szenasi, G. Voros and M. Toth. (2010). Monitoring the Population of Vine Thrips (*Drepanothrips reuteri* Uzel) (Thysanoptera: Thripidae) by Using Fluorescent Yellow Sticky Traps. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*. Vol. 45 (2). P. 329—335. DOI:10.1556/APhyt.45.2010.2.10

10. Yakushina N.A., Radionovskaya Ya.E. (2011). Osobennosti razvityia trypsov na vynohradnykh Yuzhnoho bereha Krima. [Features of the development of thrips in the vineyards of the southern coast of Crimea]. *Digest of Science Practitioners of the Uman National University of Gardens*. Uman, Vol. 75. P. 1: Agronomy. P. 286—294. (in Russian).

11. Yurchenko E.G. (2011). Byolohycheskye osobennosti rastytelnoidnykh trypsov y tsykladov v vynohradnykh ahrotsenozakh Zapadnoho Predkavkazia. [Biological features of herbivorous thrips and leafhoppers in grape agroecosystems of the Western Ciscaucasia]. *Winemaking and viticulture*. № 12. P. 44—46. (in Russian).

12. Yurchenko E.G. (2012). Metodicheskiye rekomendatsyy po fytozanytar-nomu monitoryngu rastytelnoidnykh trypsov na vynohrade. [Phytosanitary monitoring of leafhoppers on grapes: guidelines]. Krasnodar: GNU SKZNIISiV. P. 38. (in Russian).

13. Avidzba A.M. (Ed.). (2004). Metodicheskiye rekomendatsyy po ahrotekhnycheskym yssledovaniyam v vynohradarstve Ukraini. [Methodical recommendations for agrotechnical research in viticulture of Ukraine]. Yalta: IVandW «Magarach». 264 p. (in Russian).

14. Dovhan S.V. et al. (2014). Monitoryng shkidnykh silskohospodarskykh kultur: pidruchnyk. [Monitoring of pests of agricultural crops: a textbook]. Kyiv: Ahrosvita, 279 s. (in Ukrainian).

Надійшла 11.08.2021 р.

Захист і карантин рослин. 2021. Вип. 67.

УДК 632.951

DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.98-114>

О.Г. ВЛАСОВА, кандидат сільськогосподарських наук

М.П. СЕКУН, доктор сільськогосподарських наук

М.Д. ЗАЦЕРКЛЯНА, науковий співробітник

Інститут захисту рослин НААН,

вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна,

e-mail: toxicology_ipp@ukr.net

ТОКСИКОЛОГІЯ ІНСЕКТИЦИДІВ — ТЕОРІЯ, ВТІЛЕНА В ПРАКТИКУ

Мета. Еколого-токсикологічне обґрунтування удосконалення хімічного захисту сільськогосподарських культур і багаторічних насаджень від шкідливих членистоногих на основі оновленого асортименту інсектоакарицидів, властивостей хімічних препаратів та особливостей шкідливих видів комах і кліщів у технологіях вирощування стратегічних культур. **Методи.** Чутливість фітофагів досліджували на природних популяціях, зібраних на посівах певних культур, і визначали за різних методів отруєння, прийнятих у токсикології. Коефіцієнт вибірковості інсектициду у системі фітофаг — ентомофаг розраховували відношенням $СК_{50}$, % д.р. для фітофага до $СК_{50}$, % д.р. до ентомофага. Вплив Сечовини на властивості робочих розчинів хімічних і мікробіологічних препаратів вивчали у їх суміші за спеціальними для цього методиками. **Результати.** Дослідженнями виявлено різну чутливість природних популяцій членистоногих до сучасних інсектицидів, які проявляють різну вибірккову дію стосовно ентомофагів. Коефіцієнт вибірковості становив від 15 до 560. Удосконалено антирезистентну систему захисту сільськогосподарських культур від шкідливих членистоногих. Узагальнено інформацію про можливість сумісного застосування інсектицидів різної природи із Сечовиною у єдиному технологічному процесі, що призводить до істотного зниження випаровування крапель розчину з обробленої поверхні. **Висновки.** Розширення асортименту пестицидів, особливо з іншим механізмом токсичної дії, дає змогу попередити або загальмувати процес розвитку резистентності у членистоногих до інсектицидів. Удосконалена антирезистентна система захисту сільськогосподарських культур від шкідливих членистоногих забезпечує зниження токсичного навантаження на агроценоз і реверсію резистентності до початкових показників. Сечовина є активним антивипаровувачем робочих розчинів інсектицидів різної природи.

членистоногі; пестициди; середньосмертельна концентрація;

**резистентність; антирезистентна система; робочий розчин;
антивипаровувач**

Захист сільськогосподарських культур і багаторічних насаджень від шкідливих організмів є важливим елементом у загальній системі виробництва продукції. Серед методів захисту провідне місце займає хімічний. Хоча він і має деякі недоліки, він є і буде найбільш надійним, керованим людиною засобом управління процесами саморегуляції агроєкосистеми. На думку Р. Меткалфа пестициди настільки важливі для людства, що жоден кваліфікований спеціаліст не візьметься прогнозувати, коли відпаде необхідність у їх застосуванні. Швидкість і надійність захисного ефекту при застосуванні пестицидів, висока технічна й економічна ефективність та виключно швидкий прогрес в удосконаленні хімічних засобів є гарантією інтенсивного розвитку цього методу і в майбутньому.

Більш ніж столітнє практичне використання речовин хімічної природи для захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів дало змогу набутися певні знання і досвід у галузі аграрної токсикології пестицидів. Токсикологія (toxicon — отрута, logos — наука) — наука про отрути і їх дію на живі організми. Складовою первісної структури Інституту ентомології і фітопатології АН УРСР (1946 р.) була лабораторія фізіології й токсикології комах, якою керував директор установи академік АН УРСР В.П. Поспелов. Для випробувань хімічних засобів було створено мережу токсикологічних лабораторій, у тому числі чотири в Україні (при Українському науково-дослідному Інституті захисту рослин (УкрНДІЗР) — Українська, при Інституті цукрових буряків, Одеська і Кримська).

Історія розвитку токсикологічних досліджень в Інституті пов'язана з іменами академіка НАНУ В.П. Васильєва, професорів М.П. Секуна, В.А. Саніна, кандидатів наук І.В. Паліохи, М.Д. Таранухи, К.А. Орлачової, В.Л. Цюпкала, Н.М. Сікури, О.П. Борсук, Т.І. Горбач, К.А. Кудель, Я.Ф. Красюкової, Н.М. Кошевської, О.С. Нехая, В.А. Гродського, О.В. Манька, О.Г. Власової, Л.М. Лютко, Т.В. Захарової, Р.В. Яковлева, наукових співробітників Е.Я. Когосової, В.М. Лобко, Г.Л. Мельникової, М.Д. Зацеркляної, Л.М. Соловйової, Н.Д. Сокурена та інших.

Сучасна лабораторія організована 1986 року, її завідувачем до 2012 р. був доктор сільськогосподарських наук, професор М.П. Секун. У 2012—2013 рр. лабораторію очолювала кандидат сільськогосподарських наук, старша наукова співробітниця Л.М. Лютко. З 2013 р. і по нині її завідувачкою є кандидат сільськогосподарських наук, старша наукова співробітниця О.Г. Власова.

Агрономічна токсикологія — розділ загальної токсикології з ви-

вчення особливостей хімічних речовин, їхньої дії на організми членистоногих, грибів, бактерій, вірусів, рослин, на екологічні системи і агробіоценози в цілому. Основним її завданням є створення теоретичних основ для цілеспрямованого синтезу нових пестицидів за токсикологічними, санітарно-гігієнічними, екологічними параметрами з метою формування і удосконалення їх асортименту на стратегічних культурах, максимального використання властивостей пестицидів і біологічних особливостей шкідливих та корисних організмів, можливостей сумісного застосування з іншими хімічними речовинами або з комплексом корисних організмів в інтегрованій системі захисту рослин. Таким чином, агрономічна токсикологія є основою хімічного методу захисту рослин.

Реорганізація системи землекористування, послаблення ролі організаційно-господарських та агрономічних методів, спрощення систем обробітку ґрунту, зміни клімату призвели до перебудови агробіоценозів та зумовили необхідність удосконалення хімічного методу в загальних системах захисту рослин від шкідливих організмів.

Мета роботи. Еколого-токсикологічне обґрунтування удосконалення хімічного захисту рослин від шкідливих організмів в інтегрованих системах.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в лабораторії токсикології пестицидів Інституту захисту рослин НААН. Об'єкти досліджень — звичайний павутинний кліщ, колорадський жук, звичайна злакова попелиця, хрестоцвіті блішки, шкідлива черепашка, сонечко семикрапкове, зібрані на посівах відповідних культур.

Схема дослідів включала варіанти з інсектицидами різних хімічних класів і контроль. Отруєння членистоногих проводили методом занурювання заселених шкідниками листків рослин у водні розчини препаратів різних концентрацій. Обліки проводили через 24 години. Токсикологічні параметри розраховували за допомогою комп'ютерної програми PROBAN [1].

Показники резистентності ПР розраховували за формулою:

$$ПР = \frac{СК_{50}, \% \text{ д.р. для популяції, що обробляється}}{СК_{50}, \% \text{ д.р. для чутливої популяції}}$$

Коефіцієнт вибірковості інсектицидів розраховували відношенням $СК_{50}, \% \text{ д.р. для ентомофага}$ до $СК_{50}, \% \text{ д.р. для фітофага}$.

Результати досліджень та обговорення. Хімічний метод — це застосування отруйних речовин, які в результаті взаємодії з живими організмами викликають у них ті чи інші анатомічні зміни, порушення фізіологічних, біохімічних функцій організму, що спричиняють їхню загибель.

В Україні на практиці використовувати дію інсектицидів на чле-

нистоногих почали з неорганічних препаратів. Механізм дії препаратів цієї групи, які впродовж тривалого періоду складали арсенал хімічного захисту, ґрунтувався тільки на руйнуванні базальної мембрани середньої кишки комах [2]. Тому вони мали чітко виражену кишкову, проте нетривалу дію. Такі особливості препаратів давали змогу використовувати їх тільки для пригнічення чисельності шкідників, які ведуть відкритий спосіб життя і мають гризучий ротовий апарат.

На початку 40-х років минулого століття з'явилися інсектициди органічного синтезу, симптоми отруєння якими дали підставу віднести їх до групи препаратів нервової дії (гіперактивність, втрата координації). Першими інсектицидами з такими ознаками отруєння були хлорорганічні сполуки, серед яких відомі ДДТ та Гексахлоран. Поява цих препаратів відкрила необмежені перспективи використання їх для хімічного захисту рослин. Водночас виникла необхідність дослідити фізіологію сутності отруєння комах хлорорганічними препаратами, реакцію живих організмів на ці препарати, токсикологічні особливості. На дослідях звичайного і сірого довгоносиків доведена можливість підвищення токсичності препаратів за рахунок синергізму їх сумішей і температурного фактора [3]. Але препарати цього хімічного класу були заборонені внаслідок високої персистентності, кумулятивних властивостей і можливостей адсорбуватися на органічних речовинах, де вони тривалий час можуть бути в незмінному вигляді.

На зміну їм у практику хімічного захисту рослин почали запроваджувати фосфорорганічні сполуки, отруєння якими значною мірою схоже з токсичною дією антихолінестеразних речовин. У перших дослідях, присвячених вивченню механізму дії цих сполук, було зроблено спробу пов'язати розвиток симптомів при отруєнні зі ступенем пригнічення активності холінестерази — ферменту, що присутній у нервовій тканині комах і теплокровних та відповідальний за гідроліз ацетилхоліну. Проте, одержані згодом нові дані дали змогу зробити висновок про різноманітність дії фосфорорганічних препаратів на живі організми, пояснити яку не можна тільки з точки зору антихолінестеразної теорії. На прикладі колорадського жука, шкідливої черепашки, бурякового довгоносика, лускокрилих проведено оцінку фізіологічної і біологічної дії та післядії інсектицидів [4]. З'ясування загальних закономірностей впливу інсектицидів на комах і виявлення основних факторів, відповідальних за підвищення токсичності хімічних препаратів, стали основою для розробки рекомендацій із захисту картоплі, пшениці озимої і буряків цукрових.

Останнім часом сталися значні зміни в асортименті інсектицидів, різко зросли економічні й екологічні вимоги до них, змінилися стратегія і тактика застосування, відбувся перехід від максимального пригнічення чисельності популяції шкідливих видів членистоногих

до інтегрованої системи регулювання фітосанітарного стану агробіоценозу (табл. 1).

1. Зміни в асортименті інсектицидів за роками, %

Клас хімічних сполук	2000	2008	2014	2020
Карбамати	10,5	—	—	—
Фосфорорганічні	21,0	25,0	19,0	13,6
Піретроїди	25,4	25,8	26,8	18,0
Неонікотинοїди	12,8	20,0	24,6	31,2
Фенілпіразоли	2,6	3,1	2,6	3,3
Антрапіламіди	—	—	2,6	3,3
Інші класи	27,7	26,1	26,4	30,6

На 1—2 порядки зменшилися норми витрат інсектицидів. Поліпшилась і гігієнічна характеристика препаратів: середній клас небезпеки — 2,79 у 2000 р. та 3,11 — у 2020 р., а середня токсичність для щурів відповідно становить 998 та 1446 мг/кг.

За останні 6 років піретроїди поступились неонікотинοїдам пріоритетністю та масштабами застосування, а саме:

- не мають вираженої перехресної резистентності з фосфорорганічними і піретроїдними сполуками;
- вибірково діють та добре акумулюються рецепторами комах і не впливають на рецептори людини та інших теплокровних;
- стійкі до гідролізу [5].

Значно розширився й асортимент цієї групи препаратів. На 2020 р. він налічував 51 найменування на основі діючих речовин імідаклоприду, тіометоксану, ацетоліприду, клотіанідину, тіаклоприду. Деякі з них (Гаучо, т.н.; Круїзер, т.к.с.; Ін Сет, в.г.) за своїми властивостями відповідають вимогам як протруйники-інсектициди. Крім загальних володіють і додатковими властивостями: добре проникають у рослини через вегетуючі органи, коріння, насіння; накопичуються у них у необхідній кількості і зберігаються тривалий час; згодом розкладаються і знешкоджуються. Препарати цієї групи виявляють токсичні властивості у широких межах температури і вологості ґрунту [6, 7].

Дослідами, проведеними у різні періоди з інсектицидами різних хімічних груп, встановлено однаковий характер дії препаратів на обмінні процеси в організмі комах [8]. Внаслідок гіперактивності за безпосередньої дії хімічної сполуки на нервову систему порушується респіраторна функція в організмі отруєних комах, зростає газообмін, підвищується активність окислювальних ферментів (каталази, пероксидази) майже у 2 рази порівняно з контролем.

Одним із проявів патогенезу є порушення водного балансу, що пов'язано з порушенням респіраторної функції. Об'єктивним критерієм стану, як окремих особин комах, так і популяції в цілому є вміст загальних жирів — переважним енергетичним джерелом у несприятливих умовах. Вміст їх в організмі шкідливої черепашки протягом перших діб після отруєння зменшується на 12—20% від контролю. Причому, зменшення вмісту жирів в основному відбувається за рахунок ненасичених жирних кислот, що відіграють важливу роль у стійкості комах до несприятливих умов в тому числі і до інсектицидів. Відбувається зниження вмісту білків, вуглеводів, дегідратація організму. Це стало для деяких авторів основою для твердження, згідно з яким зниження енергетичних запасів є причиною загибелі комах [9].

Спостерігаються кількісні та якісні зміни у гемолімфі: значно зменшується кількість гемоцитів, що виконують трофічну та кровотворну функції, відбуваються патологічні зміни у структурі самих клітин, поява у протоплазмі великої кількості вакуолей, децентралізація ядер, розрив оболонки клітини.

Функціональні порушення в організмі позначаються на фізіологічному стані комах, що зумовлює чутливість їх до умов зовнішнього середовища і виживання у зимовий період. Так, смертність клопів шкідливої черепашки і колорадського жука після отруєння Децисом, к.е. і Волатоном, к.е. була майже у два рази вищою, ніж у контрольних особин.

Під час дослідження біологічної післядії інсектицидів на шкідливі види комах спостерігали два протилежних результати: накопичення чисельності окремих видів шкідників або депресування їхнього розвитку. Так, самиці, що вижили після отруєння Хлорофосом і Поліхлорпіненом, мали підвищену плодючість і виживання личинок [10]. На противагу наведеному факту були одержані дані про можливість використання фосфорорганічних і піретроїдних інсектицидів у сублетальних дозах інтенсивного пригнічення розвитку ряду генерацій звичайної злакової попелиці, колорадського жука та шкідливої черепашки. Незалежно від класу хімічних сполук на інсектицидних фонах спостерігається зменшення значень таких основних популяційних параметрів, як плодючість, виживання, швидкість розвитку. Порушення, що виникають, негативно позначаються і на показниках швидкості розмноження та росту популяції. Коефіцієнт природного збільшення чисельності популяції на посівах пшениці озимої без інсектицидних обробок становив у середньому 0,1472, а на оброблених він варіював за варіантами і роками від 0,0861—0,0984 до 0,1283—0,1408.

Така неоднорідність післядії інсектицидів зайвий раз підтверджує необхідність більш ретельного і глибокого вивчення інсектицидів всіх хімічних класів, що пропонуються для практичного використання.

Таким чином, ефект дії та післядії інсектицидів виявляється як в

кількісних змінах динаміки чисельності комах, так і в якісних (фізіологічних) змінах, що характерні для окремих популяцій виду, і це дає змогу розширити уявлення про роль токсикантів у регуляції чисельності членистоногих.

Крім пошуку інсектицидів нових класів хімічних сполук з оптимальними властивостями вкрай важливими є дослідження щодо пошуку засобів використання токсикантів, що сприяють максимальному прояву позитивних ефектів.

Однією із властивостей інсектицидів є їхня реакція на температурний режим середовища. В лабораторних і польових дослідах встановлено, що у більшості інсектицидів з підвищенням температури зростає їхня токсичність. На прикладі шкідливої черепашки, злакових попелиць, колорадського жука встановлено, що з підвищенням температури повітря з 10 до 30°C токсичність фосфорорганічних препаратів підвищується в 1,6—3,9 раза, а для піретроїдів найбільш висока токсичність спостерігається за температури близько 22—25°C. Температурний коефіцієнт токсичності для перших дорівнює 0,76—0,84, для других 0,58—0,66.

Практичний результат даного дослідження — визначення можливості в польових умовах вибору препарату, його норми витрат та періоду застосування залежно від температури повітря.

В сучасних умовах виникає необхідність створення таких систем регулювання чисельності шкідливих організмів у агроценозах, які б забезпечували збереження врожаю і його якості за раціонального застосування інсектицидів і максимального використання ентомофагів. Першорядного значення набувають дослідження токсикологічних властивостей інсектицидів, вивчення вибіркової (селективної) дії токсичних сполук та їх препаративних форм на ентомофауну агроценозу.

Поняття вибіркова (селективна) токсичність стосовно інсектицидів означає різницю у токсичній дії препаратів на людину, тварину, культурні рослини, бур'яни, шкідливі комахи та їхніх ентомофагів, комплекс інших корисних та шкідливих організмів, що населяють агробіоценози [11]. Всі пестициди за ступенем вибіркової дії діляться на три групи: сполуки з вибірковою дією для ссавців; сполуки, що діють вибірково на комах; сполуки позбавлені вибіркової дії.

Вибіркова токсичність препаратів до різних видів членистоногих оцінюється за коефіцієнтом вибіркової дії (КВ), який виражає відношення середньолетальної концентрації (дозы) на рівні $СК_{50}$, % або $ЛД_{50}$ мг/г діючої речовини для ентомофагів і фітофагів.

Одним із складних і різноманітних проявів вибіркової дії пестицидів є фізіологічний, який визначається хімічною природою і препаративною формою препарату, закономірностями проникнення, накопичення і розподілу в тканинах і органах членистоногих, спрямуванням і швидкістю метаболізму в організмі, а також особливостями дії на

фізіологічні та біохімічні процеси у членистоногих різних систематичних груп [12].

Результати проведення токсикологічної оцінки дії інсектицидів із різних класів хімічних сполук на комах свідчать про різницю у видовій їх чутливості та особливості дії препаратів (табл. 2).

2. Порівняльна токсичність інсектицидів для черемхово-злакової попелиці та сонечка семикрапкового

Інсектицид	СК ₅₀ , % д.р.		Коефіцієнт вибірковості
	черемхово-злакова попелиця	сонечко семикрапкове	
Базудин, в.с.	$4,23 \cdot 10^{-4}$	$6,42 \cdot 10^{-3}$	15
Маврик, фло	$1,03 \cdot 10^{-3}$	$1,45 \cdot 10^{-1}$	141
Піримор, в.г.	$1,75 \cdot 10^{-3}$	$9,8 \cdot 10^{-1}$	560
Золон, к.е.	$2,78 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	4
Ацтек, к.е.	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$8,8 \cdot 10^{-1}$	419
Бі-58 новий, к.е.	$1,9 \cdot 10^{-3}$	$7,6 \cdot 10^{-3}$	4

Спектр вибірковості інсектицидів зумовлений спектром їхньої дії. Високий коефіцієнт вибірковості характерний для специфічних сполук (афіциди), а низький — для сполук, спектр дії яких не обмежується вузьким колом об'єктів.

Механізми вибіркової дії на комах на біохімічному рівні вивчено на фосфорорганічних сполуках. Важлива роль при цьому належить специфічності їхньої дії на деякі естерази.

У лабораторних дослідах лабораторії токсикології пестицидів на прикладі систем (черемхово-злакова попелиця — сонечко семикрапкове; капустяна совка — трихограма звичайна; білан капустяний — апантелес) встановлено видову специфічність комах стосовно чутливості їх ферментних систем до впливу ксенобіотиків.

Одержані дані свідчать, що вибіркова токсичність специфічних афіцидів Ацтек і Піримор зумовлюється антихолінестеразною активністю сполук. У системах вибірковості фосфорорганічного препарату Бі-58 новий головна роль належить карбоксилесеразі.

Антикарбоксилестеразна активність Маврика (піретроїд) також лежить в основі механізму його токсичності для цих систем.

Вважається, що коефіцієнт (карбоксил) естеразної дії є основним показником вибірковості інсектицидів на біохімічному рівні, за яким вже в лабораторних умовах можна проводити попередню оцінку хімічних сполук.

У серії дослідів з гусеницями 3-го віку капустяного білана, черемхово-злакової попелиці, апантелеса, імаго сонечка семикрапкового та-

кож виявлено видову специфічність проникнення інсектицидів через покриви, що пов'язано з будовою зовнішніх покривів комах, ступенем склеротизації, хімічним класом сполуки. Встановлено, що розраховані константи швидкості проникнення Бі-58 нового фактично однакові для дослідних комах ($12,1-22,0 \text{ хв}^{-1} \cdot 10^{-3}$). Інша картина спостерігається в дослідях з Мавриком 2ф і Ацтеком. Константа швидкості проникнення Маврика через покриви капустияного білана у 3,2 раза вища ніж через покриви апантелеса, а Ацтека у 2,2 раза вища у попелиці, ніж у сонечка, що узгоджується також ступенем токсичності у першому і другому випадках.

Порівняльні результати досліджень з одночасним визначенням токсиметричних показників і вивченням впливу інсектицидів на біохімічні системи організму комах забезпечують більш повну інформацію про складні механізми, що лежать в основі вибіркової чутливості комах.

У загальній системі пошуку нових шляхів раціонального використання інсектицидів широкого розвитку набувають дослідження комплексного застосування хімічних і мікробіологічних препаратів. З практичної точки зору це дає можливість знизити норми витрат хімічних препаратів, зменшити вміст отруйних залишків у продуктах урожаю, а також сприяє розв'язанню проблеми виникнення резистентності шкідливих членистоногих до інсектицидів.

Бінарні суміші (Драгуна з Актофітом і Лепідоцидом; Карате з Актофітом; Актелліка і К-Обіоля з Бітоксикациліном) виявили високу технічну і економічну ефективності проти шкідників генеративних органів ріпаку озимого, акацієвої вогнівки і звичайного павутинного кліща на сої, шкідників запасів зерна в період зберігання. В основі дії сучасних хімічних препаратів з мікробіологічними лежить фізіологічне послаблення членистоногих, що створює сприятливі умови для успішного розвитку мікроорганізмів.

Покращити фізико-хімічні властивості робочої рідини, підвищити її ефективність можна домішуванням безпосередньо перед використанням поверхнево-активної речовини та антивипаровувача. В лабораторних дослідях доведено, що додавання до суспензій та емульсій робочих розчинів інсектицидів (Бі-58 новий, Карате Зеон, Кораген, Конфідор), мікробіологічних препаратів (Бітоксикацилін, Лепідоцид) і Сечовини у кількості 3,0—4,0 кг/га підвищує токсичність препаратів, токсикологічні якості робочих розчинів (підвищується однорідність крапель та їх утримання на поверхні об'єкту, що обробляється, зменшується випаровування краплин більш, ніж у 1,5 раза [13]. Це важливо в умовах потепління клімату та особливо під час малооб'ємного та ультрамалооб'ємного обприскування. При цьому Сечовина істотно не впливає на поверхневий натяг та реакцію розчину.

Не знімається, а навпаки, загострюється проблема резистентності членистоногих до інсектицидів у зв'язку з реєстрацією нових фактів про набуту стійкість шкідливих організмів до пестицидів. Неминучими наслідками формування резистентних популяцій є зниження ефективності препаратів, підвищення норми витрат і кількості обробок. Проблема резистентності входить до кола питань, що належать до токсикологічної екології, і залишається однією з центральних у зв'язку з необхідністю у майбутньому широкого використання хімічного методу захисту рослин. Цій проблемі протягом багатьох років приділяється пильна увага. В 60—70-х роках в Україні було вперше виявлено чутливі раси звичайного бурякового довгоносики і колорадського жука до хлорорганічних препаратів. Цілеспрямовані дослідження у цьому напрямі дали змогу встановити резистентність природних популяцій тетраніхових кліщів, злакових попелиць, ріпакового квіткоїда, хрестоцвітних блішок, звичайного павутинного кліща до сучасних інсектицидів: Конфідор, Децис Профі, Карате Зеон, Корраген, Актара, Каліпсо, Форс [14—16].

З нових аспектів слід відзначити важливість визначення швидкості розвитку резистентності залежно від пестицидного навантаження, що пов'язано із сучасною стратегією використання хімічних препаратів — не повне знищення шкідливих видів, а зниження їхньої чисельності до економічно невідчутного рівня. Дані, одержані у дослідях із звичайною злаковою попелицею, свідчать, що більш простий відбір (більша норма витрат, концентрація) прискорює розвиток резистентності у порівнянні з лише жорстким відбором. Водночас одержано і інший важливий висновок: стійкість у шкідників розвивається швидше до більш стійких (персистентних) препаратів. З практичного боку важливою є розробка антирезистентної системи захисту рослин від шкідливих членистоногих. Вона базується на підходах, які сприяють максимальному зниженню токсичного навантаження на агроценози при збереженні ефективності захисних заходів на задовільному рівні та забезпеченню реверсії резистентних популяцій до інсектицидів на рівні початкових показників.

На основі результатів досягнень лабораторії і узагальнення даних літератури з питань запобігання резистентності до інсектицидів популяціями шкідників сільськогосподарських культур розроблені положення, з урахування яких повинні базуватись антирезистентні системи. Основні з цих положень:

- раннє виявлення процесу розвитку резистентності до інсектоакарицидів у популяціях економічно значущих видів членистоногих. Визначення типу резистентності до препаратів споріднених та інших хімічних класів;
- формування асортименту інсектицидів з різних хімічних класів, які характеризуються різним механізмом токсичної дії і

спектром активності для систем хімічного захисту культури від комплексу фітофагів;

- постійний моніторинг чутливості природних популяцій до інсектицидів для своєчасного виключення з системи захисту препаратів, що втратили ефективність, та включення в них більш ефективних токсикантів-замінників із споріднених або іншого хімічного класу, а також використання сумішей інсектицидів;
- чергування (ротація) інсектоакарицидів з різних хімічних класів, підібраних з розрахунком знищення резистентних особин, які містяться в популяціях шкідників;
- скорочення кількості хімічних обробок за рахунок обробки посівного матеріалу (токсикація сходів), включення у систему захисту інших методів (біологічного, імунологічного), що сприяють зниженню токсикологічного навантаження на популяції шкідливих видів і відповідно гальмують процес подальшого розвитку резистентності за збереження високої ефективності засобів захисту рослин;
- вибіркове застосування інсектицидів відповідно до показників ЕПШ, характеру розподілу шкідників на посівах зменшує розміри площ, що обробляються, та чисельність популяції шкідників, що підлягають дії токсикантів. Все це сприяє сповільненню швидкості відбору резистентних особин, а також збереженню корисних членистоногих, як природних регуляторів чисельності фітофагів.

Аналіз результатів вивчення закономірностей формування резистентності дозволяє рекомендувати вибір того чи іншого заходу залежно від показників її розвитку, окремих препаратів або їх груп в конкретних популяціях.

У початковий період розвитку резистентності, або так званої толерантності, яка перевищує природну чутливість особин у 2—5 разів, можна обмежитися підбором ефективної норми витрат препарату (в межах регламенту), чергуванням інсектицидів цього хімічного класу, використанням сумішей препаратів.

У другий період стрімкого зростання резистентності, коли стійкість популяції перевищує початковий рівень у 80—100 разів, виправданим є вибір заходів, які сприяють ослабленню пестицидного навантаження: використання ЕПШ, стійких сортів (гібридів), локальні обробки, чергування інсектицидів різних хімічних класів, використання сумішей інсектицидів з біопрепаратами.

Третій період характеризується стабілізацією резистентності на максимальному для даного препарату і даного організму рівні. Показники резистентності досягають високого рівня (ПР понад 100). Інсектициди стають неефективними за різних норм витрат. Необхідне

повне виключення цих інсектицидів із системи захисту рослин і перехід на альтернативні методи.

Дослідження проведено в рамках ПНД 12 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); № ДР 0116U003531.

ВИСНОВКИ

Токсикологія інсектицидів, як наука, має досить тривалий шлях формування. В її основу покладено в одному ритмі з розвитком хімічного захисту рослин наукові погляди медиків, фізіологів та біохіміків. Дослідження токсикології інсектицидів дає можливість науково обґрунтувати дію і післядію хімічних препаратів на шкідливих членистоногих, коли відбуваються кількісні і якісні зміни енергетичних запасів в організмі, що негативно впливають на біотичний потенціал особин. Встановлено, що інсектициди різної хімічної будови та механізму дії зумовлюють однаковий характер біологічної післядії, яка проявляється в пригніченні розвитку і розмноження комах.

Вибіркова токсичність інсектицидів у системі комах фітофаг — ентомофаг зумовлюється комплексом чинників, серед яких важливу роль мають проникнення їх через покриви комах, депонування та розподіл в тканинах та органах, метаболізм і виділення, активність основних ферментних систем детоксикації. У вивчених інсектицидів встановлено не однаковий прояв вибіркової токсичності на домігантних паразитів і хижаків.

Найвищу вибірковість проявляють специфічні інсектициди (Піримор, Ацтек, Маврик), коефіцієнт вибіркової для яких може сягати 141—560. Серед політоксичних препаратів не проявляють вибіркової дії фосфорорганічні і піретроїдні препарати, для яких коефіцієнт вибіркової не перевищує 15.

Моніторинг формування резистентності популяцій шкідників до інсектицидів свідчить про різну чутливість природних популяцій до сучасних препаратів. Виявлено перехресну резистентність. Однак, за такого рівня резистентності застосування інсектицидів ще не позначається на їхній ефективності. За подальшого використання слід змінювати тактику застосування препаратів, яка дасть змогу гальмувати подальший розвиток резистентності.

Для запобігання появи резистентних популяцій (особливо множинної) запропоновано антирезистентну систему захисту рослин від шкідливих членистоногих, яка базується на принципах, що сприяють максимальному зниженню токсикологічного навантаження на агроценози при збереженні ефективності захисних заходів на задовільному рівні та забезпеченню реверсії резистентних популяцій на рівні початкових показників.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Мониторинг* резистентности к пестицидам в популяциях вредных членистоногих. Методические указания. СПб, 2004. 127 с.
2. Пилат М.В. Гистологическое исследование действия инсектицидов на кишечник насекомых. *Труды по защите растений*. ИЗД-3, 1936. Вып. 7. С. 55—79.
3. Орлячова К.А., Циопкало В.Л. Об устойчивости свекловичного долгоносика к инсектицидам. *Сб. Химические средства защиты растений*. Киев. 1963. С. 92—114.
4. Сикура Н.М., Борсук О.П. Биологическое последствие применения инсектицидов на примере колорадского жука. *Защита растений*. Киев. 1984. Вып. 31. С. 22—26.
5. Секун М.П. Неонікотинοїди в аграрному виробництві. *Захист і карантин рослин*. 2012. Вип. 58. С. 180—191.
6. Яковлев Р.В. Ефективність інсектицидів при різних методах їхнього застосування проти шкідників сходів гірчиці. *Бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2007. Вип. 12. С. 263—267.
7. Секун М.П., Власова О.Г., Журавський В.С. Ефективність нових інсектицидів для захисту ріпаку ярого від хрестоцвітних блішок. *Захист і карантин рослин*. 2015. Вип. 61. С. 228—235.
8. Лютко Л.М. Особливості дії та післядії інсектицидів на комах фітофагів. *Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України*. Київ. 2011. Вип. 132. С. 46—123.
9. Пайкин Д.М., Гампер Н.М. Действие инсектицидов на вредных насекомых и клещей. *Вестник сельскохозяйственных наук*. 1993. № 7. С. 44—47.
10. Мельникова Г.Л., Секун Н.П. Последствие инсектицидов на биологические параметры популяции вредной черепашки. *Сельскохозяйственная биология*. 2002. № 5. С. 150—154.
11. Альберт Э. Избирательная токсичность. Москва: Мир, 1991. 381 с.
12. Zakharowa T., Sekun N. Anticholinesterase effect of the organophosphorus and pyrethroid insecticides to some phiohages species their predators and parasites. *Archives of phytopathology and plant protection*. 2009. № 6 p. 491—498.
13. Секун М.П., Березовська-Бригас В.В. Оцінка впливу Сечовини на деякі фізико-хімічні властивості робочих розчинів інсектицидів. *Агробіологія*. Біла Церква, 2017. № 1. С. 188—193.
14. Секун М.П., Манько О.В. Резистентність шкідливих членистоногих до сучасних інсектоакарицидів та шляхи подолання формування резистентних популяцій. *Інтегрований захист на початку ХХІ століття. Матер. міжнар. наук.-практ. конференції*. Київ, 2004. С. 294—298.
15. Секун М.П., Власова О.Г., Березовська-Бригас В.В. Моніторинг форму-

вання резистентності популяцій шкідників сільськогосподарських культур до інсектицидів. *Захист і карантин рослин*, 2019. Вип. 65. С. 149—160.

16. Березовська-Бригас В.В., Яковлев Р.В., Дмитренко Н.М. Моніторинг резистентності до інсектицидів колорадського жука. *Методичні рекомендації*. Київ, 2017. 32 с.

Власова О.Г., Секун Н.П., Зацеркляная М.Д.

Институт защиты растений НААН,
ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина,
e-mail: toxicology_ipp@ukr.net

Токсикология инсектицидов — теория, вплощенная в практику

Цель. Эколого-токсикологическое обоснование совершенствования химической защиты сельскохозяйственных культур и многолетних насаждений от вредных членистоногих на основе обновленного ассортимента инсектоакарицидов, свойств химических препаратов и особенностей вредных видов насекомых и клещей в технологиях выращивания стратегических культур. **Методы.** Чувствительность фитофагов исследовали на естественных популяциях, собранных на посевах определенных культур и определяли их различными методами отравления, принятыми в токсикологии. Коэффициент избирательности инсектицида в системе фитофаг — энтомофаг рассчитывали отношением $СК_{50}$, % д.в. для фитофага к $СК_{50}$, % д.в. для энтомофага. Влияние Мочевины на свойства рабочих растворов химических и микробиологических препаратов изучали в их смеси по специальным для этого методиками. **Результаты.** Исследованиями выявлена различная чувствительность природных популяций членистоногих к современным инсектицидам, которые проявляют разное избирательное действие в отношении энтомофагов. Коэффициент избирательности составлял от 15 до 560. Усовершенствована антирезистентная система защиты сельскохозяйственных культур от вредных членистоногих. Обобщена информация о возможности совместного применения инсектицидов различной природы с Мочевинной в едином технологическом процессе, что приводит к существенному снижению испарения капель раствора с обработанной поверхности. **Выводы.** Расширение ассортимента пестицидов, особенно с другим механизмом токсического действия, позволяет предупредить или затормозить процесс развития резистентности у членистоногих к инсектицидам. Усовершенствованная антирезистентная система защиты сельскохозяйственных культур от вредных членистоногих обеспечивает снижение токсической нагрузки на агроценоз и реверсию резистентности к исходным показа-

телями. Мочевина является активным антииспарителем рабочих растворов инсектицидов различной природы.

членистоногие; пестициды; средняя смертельная концентрация; резистентность; антирезистентная система; рабочий раствор; антииспаритель

Vlasova O., Sekun M., Zatserkliana M.

Institute of Plant Protection of NAAS,
33, Vasylkivska str., Kyiv, 03022, Ukraine,
e-mail: toxicology_ipp@ukr.net

Toxicology of insecticides — theory, implemented in practice

Goal. *Ecological and toxicological substantiation of improving the chemical protection of agricultural crops and perennial plantations from harmful arthropods based on the updated assortment of insectoacaricides, the properties of chemicals and the characteristics of harmful insect and mite species in the technology of growing strategic crops.* **Methods.** *The sensitivity of phytophages was investigated on natural populations collected on crops of certain crops and determined by various methods of poisoning adopted in toxicology. The coefficient of selectivity of the insecticide in the phytophage — entomophage system was calculated by the ratio CK_{50} , % a.v. for phytophage to SC_{50} , % a.v. for an entomophage. The effect of urea on the properties of working solutions of chemical and microbiological preparations was studied in their mixture using special techniques.* **Results.** *Studies have shown different susceptibility of natural arthropod populations to modern insecticides, which have different selective effects on entomophages. The selectivity factor ranged from 15 to 560. Improved anti-resistance system to protect crops from harmful arthropods. The information on the possibilities of joint application of insecticides of different nature with Urea in a single technological process is generalized, which leads to a significant reduction in the evaporation of drops of solution from the treated surface.* **Conclusions.** *Expansion of the range of pesticides, especially those with a different mechanism of toxic action, makes it possible to prevent or slow down the development of resistance in arthropods to insecticides. An improved anti-resistance system for protecting agricultural crops from harmful arthropods provides a decrease in the toxic load on the agocenosis and a reversal of resistance to the initial parameters. Urea is an active anti-evaporation agent for working solutions of insecticides of various nature.*

arthropods; pesticides; average lethal concentration; resistance; anti-resistance system; working solution; anti-vaporizer

REFERENCES

1. *Monitoring rezistentnosti k pestitsidam v populyatsiyakh vrednykh chlenistonogikh*. [Monitoring of pesticide resistance in populations of harmful arthropods]. *Metodicheskie ukazaniya*. SPb, 2004. 127 s. (in Russian).
2. Pilat M.V. (1936). Gistologicheskoe issledovanie deystviya insektitsidov na kishechnik nasekomykh. [Histological study of the effect of insecticides on the intestines of insects]. *Trudy po zashchite rasteniy*. IZD-3, Vyp. 7. S. 55—79. (in Russian).
3. Orlachova K.A., Tsiopkalo V.L. (1963). Ob ustoychivosti sveklovichnogo dolgonosika k insektitsidam. [On the resistance of the beet weevil to insecticides]. *Sb. Khimicheskie sredstva zashchity rasteniy*. Kiev. S. 92—114. (in Russian).
4. Sikura N.M., Borsuk O.P. (1984). Biologicheskoe posledeystvie primeneniya insektitsidov na primere koloradskogo zhuka. [Biological after-effects of insecticides on the example of the Colorado potato beetle]. *Zashchita rasteniy*. Kiev. Vyp. 31. S. 22—26. (in Russian).
5. Sekun M.P. (2012). Neonikotynoidy v aharnomu vyrobnytstvi. [Neonictinoids in agricultural production]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. V. 58. P. 180—191. (in Ukrainian).
6. Yakovlev R.V. (2007). Efektyvnist insektytsydiv pry riznykh metodakh yikhnoho zastosuvannia proty shkidnykiv skhodiv hirchytisi. [The effectiveness of insecticides in various methods of their use against pests of mustard seedlings]. *Biuleten Instytutu oliynykh kultur NAAN*. V. 12. P. 263—267. (in Ukrainian).
7. Sekun M.P., Vlasova O.H., Zhuravskiy V.S. (2015). Efektyvnist novykh insektytsydiv dlia zakhystu ripaku yarocho vid khrestotsvitykh blishok. [Efficacy of new insecticides to protect spring rape from cruciferous fleas]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. V. 61. P. 228—235. (in Ukrainian).
8. Lyutko L.M. (2011). Osoblyvosti dii ta pisliadii insektytsydiv na komakh fitofahiv. [Features of action and aftereffects of insecticides on phytophagous insects]. *Naukovyi visnyk natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. Kyiv: V. 132. P. 46—123. (in Ukrainian).
9. Paykin D.M., Gamper N.M. (1993). Deystvie insektitsidov na vrednykh nasekomykh i kleshchey. [The effect of insecticides on harmful insects and mites]. *Vestnik sel'skokhozyaystvennykh nauk*. № 7. S. 44—47. (in Russian).
10. Mel'nikova G.L., Sekun N.P. (2002). Posledstvie insektitsidov na biologicheskie parametry populyatsii vrednoy cherepashki. [The effect of insecticides on the biological parameters of the population of the harmful turtle]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*. 2002. № 5. S. 150—154. (in Russian).
11. Al'bert E. (1991). Izbirateľnaya toksichnost'. [Selective toxicity]. Moskva: Mir, 1991. 381 s. (in Russian).
12. Zakharova T., Sekun N. (2009). Anticholinesterase effect of the organo-

phosphorus and pyrethroid insecticides to some phlophages species their predators and parasites. *Archives of phytopathology and plant protection*. № 6. P. 491—498. (in English).

13. Sekun M.P., Berezovska-Bryhas V.V. (2017). Otsinka vplyvu Sechovyny na deiaiki fizyko-khimichni vlastyvyty robochykh rozchyniv insektytsydiv. [Evaluation of the effect of Urea on some physicochemical properties of working solutions of insecticides]. *Ahrobiolohiia*. Bila Tserkva, № 1. S. 188—193. (in Ukrainian).

14. Sekun M.P., Manko O.V. (2004). Rezystentnist shkidlyvykh chlenystonohykh do suchasnykh insektoakarytsydiv ta shliakhy podolannia formuvannia rezystentnykh populiatsii. Intehrovanyi zakhyst na pochatku XXI stolittia. [Resistance of harmful arthropods to modern insecticides and ways to overcome the formation of resistant populations. Integrated protection at the beginning of the XXI century]. *Mater. mizhnar. nauk.-prakt. konferentsii*. Kyiv. S. 294—298. (in Ukrainian).

15. Sekun M.P., Vlasova O.H., Berezovska-Bryhas V.V. (2019). Monitorynh formuvannia rezystentnosti populiatsii shkidnykiv silskohospodarskykh kultur do insektytsydiv. [Monitoring the formation of resistance of populations of agricultural pests to insecticides]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. V. 65. S. 149—160. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2019.65.149-160> (in Ukrainian).

16. Berezovska-Bryhas V.V., Yakovlev R.V., Dmytrenko N.M. (2017). Monitorynh rezystentnosti do insektytsydiv koloradskoho zhuka. [Monitoring of Colorado potato beetle insecticide resistance]. *Metodychni rekomendatsii*. Kyiv. 32 s. (in Ukrainian).

Надійшла 08.07.2021 р.

Р.А. ГУТЯНСЬКИЙ, кандидат сільськогосподарських наук

С.І. ПОПОВ, доктор сільськогосподарських наук

Н.В. КУЗЬМЕНКО, кандидат біологічних наук

О.М. ГЛУБОКИЙ, науковий співробітник

Інститут рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН, просп. Московський,
142, м. Харків, 61060, Україна, e-mail: rammale@ukr.net

ВПЛИВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ, УДОБРЕННЯ ТА ГЕРБІЦИДІВ НА ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ПОСІВІВ ГОРОХУ НА ЗЕРНО В СТАЦІОНАРНІЙ СІВОЗМІНІ

Мета. Встановити вплив способів основного обробітку ґрунту, системи удобрення та гербіцидів на забур'яненість посівів гороху на зерно за вирощування в стаціонарній паро-зерно-просапній сівозміні східної частини Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводили шляхом маршрутних обстежень посівів гороху на зерно в польовій сівозміні. **Результати.** За даними досліджень 2016—2018 рр. у посівах гороху на зерно після попередника ярі зернові колосові культури (ячмінь ярий, пшениця яра, тритикале яре) виявлено 52 види бур'янів і засмічувачів (ярих ранніх і пізніх — 54%; зимуючих, озимих і дворічних — 23%; багаторічних — 23%). Найбільшу кількість зафіксовано на органічно-мінеральному фоні (післядія ґною, $30 \text{ т/га} + N_{30}P_{30}K_{30}$) за внесення добрив під оранку (33 види) та чизельної обробки ґрунту (35 видів). Виявлені в посівах гороху на зерно бур'янові рослини належали до 20-ти родин, з яких найбільшою мірою була представлена родина айстрових (17 видів). Основними видами бур'янів у посівах культури були: *Setaria glauca* (L.) Beauv., *Echinochloa crus-galli* (L.) Roem. et Schult., *Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Solanum nigrum* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Stachys annua* L., *Xanthium strumarium* L., *Galium aparine* L., *Viola arvensis* Murr., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Sonchus arvensis* L. та *Convolvulus arvensis* L. Застосування гербіцидів та їх композицій при вирощуванні гороху на зерно значною мірою впливало на показники домінування та субдомінування окремих видів бур'янів у роки досліджень. Система удобрення та способи основного обробітку ґрунту в сівозміні мали суттєвий вплив на тип і рівень забур'яненості посівів. Тип забур'яненості посівів на контролі (без добрив) істотно відрізнявся від органічного та органічно-мінерального фонів удобрення. Здебільшого у варіанті з чизельним об-

робітком ґрунту спостерігали вищий рівень забур'яненості порівняно з оранкою. **Висновки.** Способи основного обробітку ґрунту, система удобрення та гербіциди суттєво впливають на забур'яненість посівів гороху на зерно в паро-зерно-просапній сівозміні, що потрібно враховувати сільгоспвиробникам за розробки способів її контролювання в умовах східної частини Лісостепу України.

горох на зерно; бур'яни; сівозміна; обробіток ґрунту; добрива; гербіциди

Науково обґрунтовані сівозміни є біологічним чинником захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів та дієвим фактором підвищення рівня урожайності [1]. В умовах інтенсивного використання земельних ресурсів і низького рівня ресурсного забезпечення важливе місце в підвищенні продуктивності сівозміни та відновленні показників родючості ґрунту має насичення структури посівних площ зернобобовими культурами [2].

Ґрунтово-кліматичні умови України сприятливі для вирощування гороху (*Pisum sativum* L.), особливо в зонах Степу та Лісостепу. Ця особливість, а також цінність даної зернобобової культури у виробництві високобілкового насіння та біологічного азоту, дає змогу вирішити проблему рослинного білка та поліпшити родючість ґрунтів [3]. Однією з головних проблем при вирощуванні сучасних сортів гороху на зерно з вусатим типом листка є забур'яненість посівів, що пояснюється кращою освітленістю поверхні ґрунту під покривом культури завдяки відсутності полеглих стебел гороху [4].

Залежно від ґрунтово-кліматичної зони вирощування, в посівах гороху найпоширенішими бур'янами є: лобода біла (*Chenopodium album* L.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), редька дика (*Raphanus raphanistrum* L.), вівсюг звичайний (*Avena fatua* L.), мишій зелений (*Setaria viridis* (L.) Beauv.), мишій сизий (*Setaria glauca* (L.) Beauv.), просо куряче (*Echinochloa crus-galli* (L.) Roem. et Schult.), осот жовтий (шорсткий) (*Sonchus asper* (L.) Hill), осот жовтий польовий (*Sonchus arvensis* L.), осот рожевий (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), пирій повзучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski), березка польова (*Convolvulus arvensis* L.), свинорій пальчастий (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.). Окрім цих видів, у посівах гороху проблемними бур'янами можуть бути: гірчиця польова (*Sinapis arvensis* L.), паслін чорний (*Solanum nigrum* L.), підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.), гірчак березкоподібний (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Love), жабрій звичайний (*Galeopsis tetrahit* L.), курячі очка польові (*Anagallis arvensis* L.), гірчак розлогий (*Polygonum lapathifolium* L.). Шкідливість зазначених бур'янів на посівах зберігається до завершення вегетації гороху [5].

У комплексі заходів обмеження чисельності бур'янів сівозміна ві-

діграє першочергове значення. Контроль бур'янів за допомогою раціонального чергування культур гармонійно пов'язується із обробітком ґрунту, внесенням добрив і доглядом за посівами [6]. Використання плоскорізного обробітку ґрунту в сівозміні зумовлює збільшення забур'яненості посівів [7]. В умовах семипільної польової сівозміни заміна полицевої оранки на 20—22 см мілким обробітком ґрунту на 10—12 см призводить до збільшення забур'яненості посівів як однорічними, так і багаторічними коренепаростковими видами. Поєднання в сівозміні оранки під просапні культури з мілким обробітком під зернові та зернобобові культури дає змогу суттєво зменшити кількість бур'янів, а безполцевого розпушування на 20—22 см — підтримувати забур'яненість посівів у сівозміні на рівні не вище щорічної полицевої оранки [8].

Встановлено, що систематичне проведення впродовж чотирьох ротацій дев'ятипільної сівозміни дискового та плоскорізного обробітків призводить до збільшення потенційної забур'яненості ґрунту на 22—50%, порівняно зі щорічною оранкою. Використання органо-мінеральної та органічної систем удобрення призводить до збільшення чисельності бур'янів у шарі 0—20 см у 1,2—1,5 раза, порівняно з не-удобреним фоном [9].

В умовах стаціонарної польової п'ятипільної зерно-просапної сівозміни із 100% насиченням зерновими і зернобобовими культурами виявлено, що засміченість ґрунту насінням бур'янів та забур'яненість посівів є найнижчими на фоні комбінованого обробітку, найвищими — за систематичного безполцевого. За систематичного полицевого та тривалого мілкого обробітку ці показники, порівняно з комбінованим, дещо вищі. За збільшення норм добрив засміченість ґрунту насінням бур'янів та забур'яненість посівів значно знижуються [10].

Встановлено, що в зерновій сівозміні з чергуванням культур горох — пшениця озима — кукурудза на зерно — ячмінь ярий, фон живлення ($N_{50}P_{70}K_{40}$, $N_{100}P_{140}K_{80}$) не виявив суттєвого впливу на бур'янові рослини в посівах гороху, а мав значення вибір обробітку ґрунту. Застосування оранки і мілкого обробітку ґрунту забезпечило найнижчий рівень забур'яненості посівів гороху. Переважним компонентом тут були малорічні бур'яни. Нульовий обробіток ґрунту призводив до збільшення бур'янового компонента в посівах з переважанням зимуючих і багаторічних бур'янів. Ця обставина пов'язана з вільним розвитком кореневої системи зимуючих і багаторічних бур'янів на останньому варіанті, в той час як за мілкого обробітку, і особливо, на оранці, відбувалось їх виснаження та механічне знищення [11].

Вирощування гороху незалежно від регіону однозначно потребує захисту його посівів від бур'янів. Гербіциди здатні успішно впоратися з цим завданням [12]. Загалом проблему забур'яненості на горосі

бажано вирішити до фази 20 см у культури, оскільки пізніші строки застосування гербіцидів сильно пригнічують культурні рослини [13]. Дослідження В.П. Борони та співавторів показують, що застосування гербіциду на основі діючої речовини імазетапір, 100 г/га (0,5 л/га) у фазу 3—5 справжніх листків гороху дозволяє зменшити кількість бур'янів на 75%, а їх масу — на 84% [14].

Поряд з наведеними факторами на ступінь забур'яненості посівів гороху впливає норма висіву. Зокрема, через зрідженість посіву культурні рослини не можуть пригнічувати розвиток бур'янів. В умовах Полтавської області за норми висіву гороху 0,8; 1,0 і 1,2 млн шт./га чисельність бур'янів перед збиранням урожаю становила відповідно 34,3; 26,1 і 21,7 шт./м² [15]. Крім того, у зріджених посівах гороху досягти зменшення конкуренції бур'янів до безпечного рівня можна лише за допомогою послідовного внесення ґрунтового та післясходового гербіцидів. За оптимальної густоти стояння для досягнення ефекту достатньо застосувати один із гербіцидів [16].

Мета досліджень — встановити вплив способів основного обробітку ґрунту, системи удобрення та гербіцидів на забур'яненість посівів гороху на зерно за вирощування у стаціонарній сівозміні східної частини Лісостепу України.

Методика та умови досліджень. Дослідження проводили впродовж 2016—2018 рр. у стаціонарній дев'ятипільній паро-зерно-просапній сівозміні відділу рослинництва та сортовивчення Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН (Харківська область). Чергування культур у сівозміні наступне: чорний пар — пшениця озима — буряки цукрові — ярі зернові колосові — горох на зерно — пшениця озима — кукурудза на зерно $\frac{1}{2}$ + соя $\frac{1}{2}$ — ярі зернові колосові — соняшник. У сівозміні ділянками першого порядку були фони живлення, другого порядку — способи основного обробітку ґрунту. Схема дослідів включала варіанти: 1 — без добрив (контроль) — агрофон, що утворився за рахунок чергування культур сівозміни; 2 — органічний фон (внесення гною 30 т/га під кукурудзу на зерно та в полі чорного пару, що склало 6,6 т гною на 1 га сівозмінної площі); 3, 4 — органо-мінеральний фон (післядія гною + $N_{30}P_{30}K_{30}$). На варіантах 2 і 3 добрива вносили під оранку, а на варіанті 4 — під безполицевий обробіток ґрунту (чизелювання). Ґрунт — чорнозем типовий середньогумусний слабковилужений.

У роки досліджень на посівах гороху на зерно застосовували наступні гербіциди та їх композиції: 2016 р. — бакова суміш Базагран, в.р. (бентазон, 480 г/л), 3,0 л/га + Фюзілад Форте 150 ЕС, к.е. (флуазифоп-П-бутил, 150 г/л), 1,0 л/га (у фазу 5—6 листків культури); 2017 р. — Датоніт Голд, КЕ (метолахлор, 960 г/л), 2,0 л/га (до сходів) + Флагман, РК (бентазон, 480 г/л), 3,0 л/га (у фазу 3—5 листків куль-

тури) + Фюзілад Форте 150 ЕС, к.е. (флуазифоп-П-бутил, 150 г/л), 1,0 л/га (перед початком цвітіння культури); 2018 р. — Селефіт, КС (прометрин, 500 г/л), 5,0 л/га (до сходів) + Флагман, РК (бентазон, 480 г/л), 3,0 л/га (у фазу 3—5 листків культури) + Квін Стар Макс, КЕ (хізалофоп-П-етил, 125 г/л), 1,2 л/га (перед початком цвітіння культури).

Обстежували посіви гороху на зерно на забур'яненість перед збиранням урожаю за методикою В.С. Зузи, Р.А. Гутянського [17]. Для кожного варіанту було виділено окремий бланк, в який після обстеження заносили виявлені види бур'янів або засмічувачів (здебільшого падалицю з насіння польових культур). Домінантну роль кожного виду оцінювали окомірно, виходячи з його частки у формуванні загальної маси сегетального угруповання у варіанті. Домінуючими вважали ті види, маса яких перевищувала 10% загальної маси всіх бур'янів, субдомінуючими — відповідно 3—10%. За визначення типу забур'яненості в його назві на перше місце ставили ту групу, яка була найбільше представлена в загальній масі бур'янів, а на друге або третє — групи бур'янів відповідно до їх кількості в сегетальному угрупованні. Рівень забур'яненості на кожному полі визначали за питомою часткою бур'янів у загальній масі агрофітоценозу: до 1% — дуже слабкий; 1—5% — слабкий; 6—15% — середній; 16—45% — сильний; більше 45% — дуже сильний.

Результати досліджень та їх обговорення. Обстеження посівів гороху на зерно, розміщених в паро-зерно-просапній сівозміні після попередника ярі зернові колосові культури (ячмінь ярий, пшениця яра, тритикале яре) показали, що бур'янові рослини були представлені 20-ма родинами: тонконогові (Poaceae) — 7 видів; капустяні (Brassicaceae) — 3 види; лободові (Chenopodiaceae) — 1 вид; щирицеві (Amaranthaceae) — 1 вид; пасльонові (Solanaceae) — 1 вид; портулакові (Portulacaceae) — 1 вид; глухокропивові (Lamiaceae) — 2 види; айстрові (Asteraceae) — 17 видів; руткові (Fumariaceae) — 1 вид; гречкові (Polygonaceae) — 4 види; повитицеві (Cuscutaceae) — 1 вид; мальвові (Malvaceae) — 1 вид; квасеницеві (Oxalidaceae) — 1 вид; бобові (Fabaceae) — 5 видів; маренові (Rubiaceae) — 1 вид; фіалкові (Violaceae) — 1 вид; гвоздикові (Caryophyllaceae) — 1 вид; березкові (Convolvulaceae) — 1 вид; подорожникові (Plantaginaceae) — 1 вид; ранникові (Scrophulariaceae) — 1 вид.

У таблиці 1 узагальнено результати трирічних досліджень, де наведено основні види бур'янів, які за часткою поширення віднесені від дуже широко (76—100 %) до широко (51—75 %) поширених видів на посівах гороху на зерно. Серед них на всіх варіантах щорічно були присутні мишій сизий, щириця звичайна та осот рожевий. Крім того, відповідно до варіантів досліді щорічно зустрічались: на варіанті 1 —

плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* (L.) Roem. Et Schult.), лобода біла, осот жовтий польовий та березка польова; на варіанті 2 — плоскуха звичайна, лобода біла, паслін чорний, осот жовтий польовий та березка польова; на варіанті 3 — нетреба звичайна (*Xanthium strumarium* L.); на варіанті 4 — мишій зелений, лобода біла, паслін чорний, амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), чистець однорічний (*Stachys annua* L.), нетреба звичайна, калачики занедбані (*Malva neglecta* Wallr.), осот жовтий польовий та березка польова.

До категорії помірно поширених (26—50%) бур'янових рослин за часткою поширення виду в посівах гороху на зерно увійшли: мишій зелений, жабрій звичайний, гірчак розлогий, фалопія березкоподібна (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Love), калачики занедбані, гірчак звичайний або пташиний (спориш) (*Polygonum aviculare* L.), соняшник однорічний (*Helianthus annua* L.), тритикале яре (*Triticosecale* Witt.), латук компасний (*Lactuca serriola* L.) та кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Web. et Wigg).

У категорію малопоширених (1—25%) видів у посівах культури увійшли: просо посівне (*Panicum miliaceum* L.), гірчиця польова, портулак городній (*Portulaca oleracea* L.), рутка лікарська (*Fumaria officinalis* L.), чорношир нетреболистий (*Cyclachaena xanthifolia* (Nutt.) Fresen.), квасениця рогата (*Oxalis corniculata* L.), осот жовтий городній (*Sonchus oleraceus* L.), галінсога дрібноквіткова (*Galinsoga parviflora* Cav.), ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.), пшениця яра (*Triticum* L.), соя (*Glycine max* (L.) Merrill.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), ромашка непахуча (*Matricaria inodora* L.), талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.), злинка канадська (*Erigeron canadensis* L.), куколиця біла (*Melandrium album* (Mill.) Garcke), горошок волохатий (*Vicia villosa* Roth.), будяк акантоподібний (*Carduus acanthoides* (L.) Pall.), буркун лікарський (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.), лопух великий (*Lappa major* Gaertn.), подорожник великий (*Plantago major* L.), полин звичайний (*Artemisia vulgaris* L.), конюшина лучна (*Trifolium pratense* L.), льонок звичайний (*Linaria vulgaris* Mill.), полин гіркий (*Artemisia absinthium* L.), люцерна посівна (*Medicago sativa* L.), шавель кучерявий (*Rumex crispus* L.), молокан татарський (*Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey) та повитиця польова (*Cuscuta campestris* Juncker), яка паразитувала на рослині гірчаку розлогого.

Загалом, згідно з дослідженнями 2016—2018 рр., у посівах гороху на зерно після ярих зернових колосових культур було виявлено 52 види бур'янів і засмічувачів. Серед них переважали ярі види. До групи ярих ранніх і пізніх бур'янових рослин було віднесено 28 видів: мишій сизий, мишій зелений, плоскуха звичайна, просо посівне, гірчиця польова, лобода біла, щириця звичайна, паслін чорний, портулак городній, жабрій звичайний, рутка лікарська, амброзія полинолиста,

гірчак розлогий, повитиця польова, чистець однорічний, фалопія безрезоподібна, нетреба звичайна, чорношир нетреболистий, калачики занедбані, гірчак звичайний або пташиний (спориш), квасениця рогата, осот жовтий городній, галінсога дрібноквіткова, соняшник однорічний, тритикале яре, ячмінь ярий, пшениця яра та соя. Групу зимуючих, озимих і дворічних бур'янів представляли 12 видів: латук компасний, грицики звичайні, підмаренник чіпкий, ромашка непахуча, талабан польовий, фіалка польова, злинка канадська, куколиця біла, горошок волохатий, будяк акантоподібний, буркун лікарський та лопух великий. До групи багаторічних бур'янів входили також 12 видів: осот рожевий, осот жовтий польовий, березка польова, подорожник великий, полин звичайний, кульбаба лікарська, конюшина лучна, льонок звичайний, полин гіркий, люцерна посівна, щавель кучерявий та молокан татарський.

Найбільшу чисельність бур'янового компонента зафіксовано на органо-мінеральному фоні за основного внесення добрив під оранку (варіант 3) та чизельного обробітку ґрунту (варіант 4). У варіантах 1, 2, 3 і 4 виявлено відповідно 28, 30, 33 і 35 видів бур'янів і засмічувачів. У зазначених варіантах частка ярих ранніх і пізніх видів становила відповідно 54, 53, 61 і 57%, зимуючих, озимих і дворічних — 21, 23, 21 і 20%, багаторічних — 25, 23, 18 і 23%.

Асортимент гербіцидів для захисту посівів гороху на зерно від бур'янів щорічно відрізнявся, що впливало на показники домінування та субдомінування окремих видів бур'янових рослин у роки досліджень. У 2016 р. після внесення бакової суміші протидовольного гербіциду Базагран з грамініцидом Фюзілад Форте 150 ЕС на посівах гороху на зерно домінуючі та субдомінуючі позиції серед дводольних бур'янів займали лобода біла, шириця звичайна, амброзія полинолиста, чистець однорічний і осот рожевий, а серед злакових видів — мишій сизий і плоскуха звичайна. Це було зумовлено проявом антагонізму між вказаними гербіцидами в баковій суміші, що призвело до зниження ефективності їх дії на злакові та дводольні бур'яни. Крім того, всі названі дводольні види є середньочутливими до гербіциду Базагран. У 2017 р. на посівах гороху на зерно найбільш поширеними виявилися лобода біла та осот рожевий. Це було тісно пов'язано з системою захисту культури від бур'янів, оскільки лобода біла і осот рожевий є середньочутливими до гербіцидів відповідно Датоніт Голд і Флагман, а протизлаковий гербіцид Фюзілад Форте 150 ЕС взагалі не впливає на ці види бур'янів. У 2018 р. найбільшого розповсюдження у посівах культури набули шириця звичайна, осот рожевий і осот жовтий польовий, що також пов'язано з асортиментом гербіцидів, який застосовували при вирощуванні гороху. Зокрема, названі вище бур'яни є середньочутливими до гербіциду Флагман, а ґрунтовий гер-

1. Видовий склад, домінуюча роль та частка трапляння основних бур'янів у посівах гороху на зерно залежно від умов вирощування в сівозміні, 2016–2018 рр.

Види бур'янів	Варіант														Частка трапляння, %	
	1			2			3			4						
	д	с	п	д	с	п	д	с	п	д	с	п				
Мишій сизий (<i>Setaria glauca</i> (L.) Beauv.)	1	—	3	1	—	3	—	1	3	—	1	3	—	1	3	100
Плоскуха звичайна (<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Roem. et Schult.)	—	—	3	—	—	3	—	1	2	—	1	2	—	1	2	83
Лобода біла (<i>Chenopodium album</i> L.)	—	—	3	—	2	3	1	1	2	1	1	1	1	1	3	92
Шириця звичайна (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	—	1	3	—	1	3	2	—	3	2	—	3	2	—	3	100
Паслін чорний (<i>Solanum nigrum</i> L.)	—	—	2	—	—	3	—	—	2	—	—	2	—	—	3	83
Амброзія полинолиста (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)	—	—	2	—	—	2	—	—	2	1	—	3	—	—	3	75
Чистець однорічний (<i>Stachys annua</i> L.)	—	1	2	—	—	1	—	—	1	—	—	3	—	—	3	58
Нетреба звичайна (<i>Xanthium strumarium</i> L.)	—	—	2	—	—	2	—	—	3	—	—	3	—	—	3	83
Підмаренник чіпкий (<i>Galium aparine</i> L.)	—	—	2	—	—	2	—	—	2	—	—	2	—	—	2	67
Фіалка польова (<i>Viola arvensis</i> Murr.)	—	—	2	—	—	2	—	—	2	—	—	2	—	—	2	67
Осот рожевий (<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.)	2	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	1	1	3	100
Осот жовтий польовий (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	—	2	3	—	1	3	—	—	2	—	—	3	—	—	3	92
Березка польова (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)	—	—	3	—	—	3	—	—	2	—	—	3	—	—	3	92

Примітка: домінування (д), субдомінування (с) та присутність (п) бур'янових рослин на посівах гороху на зерно впродовж 1 — одного року, 2 — двох, 3 — трьох років досліджень; «—» — вид не мав домінуючого або субдомінуючого впливу

біцид Селефіт і протизлаковий препарат Квін Стар Макс взагалі не впливають на осоти рожевий і жовтий польовий.

Встановлено, що тип забур'яненості на посівах гороху на зерно залежав від умов вирощування в сівозміні. У 2016 р. на варіантах 3 і 4 формувався дводольномалорічно-злаковооднорічно-коренепаростковий тип забур'яненості, а на варіантах 1 і 2 — відповідно злаковооднорічно-коренепаростково-дводольномалорічний та злаковооднорічно-дводольномалорічно-коренепаростковий. 2017 року у варіанті 1 був коренепаростково-дводольномалорічно-злаковооднорічний, а на інших — дводольномалорічно-коренепаростково-злаковооднорічний тип забур'яненості. У 2018 р. на варіантах 3 і 4 формувався відповідно злаковооднорічно-дводольномалорічно-коренепаростковий та дводольномалорічно-коренепаростково-злаковооднорічний тип забур'яненості, а на інших — коренепаростково-дводольномалорічно-злаковооднорічний. Загалом, упродовж трьох років досліджень у посівах гороху на зерно формувалось 5 складних типів забур'яненості (табл. 2).

Згідно з аналізом типу забур'яненості посівів гороху на зерно за варіантами встановлено, що впродовж більшості років досліджень на контролі (варіант 1) у загальній масі бур'янів переважали коренепаросткові види, на інших варіантах — дводольні малорічні види. Це свідчить про те, що тип забур'яненості посівів на контрольному варіанті здебільшого відрізнявся від інших варіантів дослідів.

Рівень забур'яненості посівів гороху на зерно у 2016 р. на варіантах 1—3 (оранка) був середнім, тоді як на варіанті 4 (чизелювання) — сильним. 2017 р. у варіантах 1 і 3 показник був сильним здебільшого

2. Тип забур'яненості посівів гороху на зерно залежно від умов вирощування в сівозміні

Варіант	Рік досліджень		
	2016	2017	2018
1	Злаковооднорічно-коренепаростково-дводольномалорічний	Коренепаростково-дводольномалорічно-злаковооднорічний	Коренепаростково-дводольномалорічно-злаковооднорічний
2	Злаковооднорічно-дводольномалорічно-коренепаростковий	Дводольномалорічно-коренепаростково-злаковооднорічний	Коренепаростково-дводольномалорічно-злаковооднорічний
3	Дводольномалорічно-злаковооднорічно-коренепаростковий	Дводольномалорічно-коренепаростково-злаковооднорічний	Злаковооднорічно-дводольномалорічно-коренепаростковий
4	Дводольномалорічно-злаковооднорічно-коренепаростковий	Дводольномалорічно-коренепаростково-злаковооднорічний	Дводольномалорічно-коренепаростково-злаковооднорічний

за рахунок домінування на цих варіантах осоту рожевого та лободи білої відповідно, а на варіанті 4 — дуже сильним, насамперед, за сумісного домінування цих двох видів бур'янів. У 2018 р. на всіх варіантах був середній рівень забур'яненості. Тобто, протягом двох із трьох зазначених років досліджень у варіанті безполицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні (чизелювання) спостерігався вищий рівень забур'яненості, порівняно з оранкою (табл. 3).

3. Рівень забур'яненості посівів гороху на зерно залежно від умов вирощування в сівозміні

Варіант	Рік досліджень		
	2016	2017	2018
1	Середній	Сильний	Середній
2	Середній	Середній	Середній
3	Середній	Сильний	Середній
4	Сильний	Дуже сильний	Середній

Дослідження проводили в рамках ПНД 12 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); № ДР 0116U003526.

ВИСНОВКИ

В умовах східної частини Лісостепу України за вирощування гороху на зерно в стаціонарній дев'ятипільній паро-зерно-просапній сівозміні після попередника ярі зернові колосові культури (ячмінь ярий, пшениця яра, тритикале яре) виявлено 52 види бур'янів і засмічувачів (здебільшого падалиця з насіння польових культур). Вони належали до 20-ти родин, з яких найбільшою мірою була представлена родина айстрових (17 видів). У посівах переважали ярі види бур'янових рослин (ярі ранні та пізні — 54%; зимуючі, озимі та дворічні — 23%; багаторічні — 23%).

Основними видами бур'янів у посівах гороху на зерно були мишій сизий (*Setaria glauca* (L.) Beauv.), плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* (L.) Roem. et Schult.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), паслін чорний (*Solanum nigrum* L.), амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), чистець однорічний (*Stachys annua* L.), нетреба звичайна (*Xanthium strumarium* L.), підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.), фіалка польова (*Viola arvensis* Murr.), осот рожевий (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), осот жовтий польовий (*Sonchus arvensis* L.) та березка польова (*Convolvulus arvensis* L.). Застосування на посівах гербіцидів та їх композицій у роки

досліджень значно впливало на показники домінування та субдомінування окремих видів бур'янів.

Система удобрення та способи основного обробітку ґрунту суттєво впливали на показники забур'яненості посівів гороху на зерно в сівозміні. Найбільшу кількість різновидів бур'янів і засмічувачів було виявлено на органо-мінеральному фоні (післядія гною, 30 т/га + $N_{30}P_{30}K_{30}$) за внесення добрив під оранку (33 види) та чизелювання (35 видів). Тип забур'яненості посівів на фоні без добрив (контроль), що утворився за рахунок чергування культур у сівозміні, відрізнявся від типу забур'яненості на більшості інших варіантів. За чизельного обробітку ґрунту здебільшого спостерігався вищий рівень забур'яненості, порівняно з варіантами на фоні оранки.

Отже, на підставі одержаних даних можна стверджувати, що способи основного обробітку ґрунту, система удобрення та застосування гербіцидів у паро-зерно-просапній сівозміні суттєво впливають на забур'яненість посівів при вирощуванні гороху на зерно, що слід враховувати за розробки способів її контролювання. Подальші дослідження слід спрямувати на більш ретельне вивчення рівня забур'яненості посівів сучасних вусатих сортів гороху на зерно залежно від системи удобрення та способів основного обробітку ґрунту в сівозміні.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Коваленко Н.П. Історичні аспекти фітосанітарної ролі сівозмін України 70-х років XX та у XXI столітті. *Карантин і захист рослин*. 2012. № 8. С. 15—17.
2. Материнський П.В. Агротехнічне значення зернобобових культур у короткоротаційних сівозмінах. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 67. С. 82—87.
3. Камінський В.Ф., Голодна А.В., Гресь С.А. Значення погодно-кліматичних умов у виробництві зернобобових культур в Україні. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 38—48.
4. Зуза В. Горох без бур'янів. *The Ukrainian Farmer*. 2013. № 3. С. 100—102.
5. Сторчоус І. Десикація гороху як елемент контролю бур'янів перед жнивками. *Пропозиція*. 2020. № 6 (297). С. 58—61.
6. Вавринович О.В., Качмар О.Й., Дубицький О.Л., Дубицька А.О. Вплив сівозмінного фактора на гербологічний стан посівів зернових та зернобобових культур. *Захист і карантин рослин*. 2018. Вип. 64. С. 24—33. doi: 10.36495/1606-9773.2018.64.24-33
7. Манько Ю.П., Цюк О.А. Зміни забур'яненості та продуктивності ріллі під впливом тривалого застосування систем основного обробітку ґрунту в сівозміні. *Науковий вісник НАУ*. 2002. № 47. С. 18—23.
8. Курдюкова О.М. Засміченість посівів сівозміни в залежності від об-

робітку ґрунту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 1. С. 51—54.

9. Ткачук В.П., Саяк О.А., Плотницька Н.М., Гурманчук О.В., Павлюк І.О. Вплив способів основного обробітку ґрунту та системи удобрення на забур'яненість посівів польових культур. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 70—73. doi: 10.31210/visnyk2018.01.11

10. Ображій С.В. Забур'яненість посівів залежно від систем основного обробітку і рівнів удобрення ґрунту в зернопросапній сівозміні Центрального Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2014. Вип. 85. Ч. 1: Агрономія. С. 84—92.

11. Котлярова О.Г., Котлярова Е.Г., Лубенцов С.М. Динамика сорной растительности в посевах гороха в зависимости от интенсивности обработки почвы и минерального питания. *Вестник Курской ГСХА*. 2012. № 7. С. 51—53.

12. Лаптиева А.Б., Голубев А.С. Современное состояние ассортимента средств защиты посевов гороха от сорной растительности. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2018. № 3 (27). С. 25—34. doi: 10.24411/2309-348X-2018-11028

13. Охота Н. Горох: баланс між урожайністю та прибутковістю. *Agroexpert*. 2019. № 1 (126). С. 42—45.

14. Борода В.П., Карасевич В.В., Первачук М.В., Шкатула Ю.М. Комплексне контролювання бур'янів у короткоротаційних сівозмінах. *Корми і кормовиробництво*. 2004. Вип. 53. С. 168—174.

15. Шокало Н.С., Бажан Б.О., Озаров А.С. Формування насінневої продуктивності гороху залежно від норми висіву. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 1. С. 61—66. doi: 10.31210/visnyk2020.01.06.

16. Танчик С.П., Івченко В.М. Захист посівів гороху від однорічних дводольних бур'янів. *Карантин і захист рослин*. 2013. № 6. С. 22—23.

17. Зуза В.С., Гутянський Р.А. Гербологічний моніторинг полів сільськогосподарських підприємств. Харків: Магда LTD, 2012. 22 с.

Гутянський Р.А., Попов С.И., Кузьменко Н.В., Глубокий А.Н.

Институт растениеводства имени В.Я. Юрьева НААН, просп. Московский, 142, г. Харьков, 61060, Украина, e-mail: rammale@ukr.net

Влияние основной обработки почвы, удобрения и гербицидов на засоренность посевов гороха на зерно в стационарном севообороте

Цель. Установить влияние способов основной обработки почвы, системы удобрения и гербицидов на засоренность посевов гороха на зерно при выращивании в стационарном паровозернопропашном севообороте

восточной части Лесостепи Украины. **Методы.** Исследования проводили путем маршрутных обследований посевов гороха на зерно в полевом севообороте. **Результаты.** По данным исследований 2016—2018 гг., в посевах гороха на зерно после предшественника яровые зерновые колосовые культуры (ячмень яровой, пшеница яровая, тритикале яровое) обнаружено 52 вида сорняков и засорителей (яровых ранних и поздних — 54%; зимующих, озимых и двухлетних — 23%; многолетних — 23%). Наибольшее их количество отмечено на органо-минеральном фоне (последствие навоза, $30 \text{ т/га} + N_{30}P_{30}K_{30}$) при внесении удобрений под вспашку (33 вида) и чизельную обработку почвы (35 видов). Обнаруженные в посевах гороха на зерно сорные растения принадлежали к 20-ти семействам, из которых в наибольшей степени было представлено семейство астровых (17 видов). Основными видами сорняков в посевах культуры были: *Setaria glauca* (L.) Beauv., *Echinochloa crus-galli* (L.) Roem. et Schult., *Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Solanum nigrum* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Stachys annua* L., *Xanthium strumarium* L., *Galium aparine* L., *Viola arvensis* Murr., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Sonchus arvensis* L. и *Convolvulus arvensis* L. Применение гербицидов и их композиций при выращивании гороха на зерно в значительной степени влияло на показатели доминирования и субдоминирования отдельных видов сорняков в годы исследований. Система удобрения и способы основной обработки почвы в севообороте имели существенное влияние на тип и уровень засоренности посевов. При этом тип засоренности посевов на контроле (без удобрений) существенно отличался от органического и органо-минерального фонов удобрения. В основном на варианте с чизельной обработкой почвы наблюдался высокий уровень засоренности по сравнению со вспашкой. **Выводы.** Способы основной обработки почвы, система удобрения и гербициды существенно влияют на засоренность посевов гороха на зерно в парозернопропашном севообороте, что нужно учитывать сельхозпроизводителям при разработке способов ее контроля в условиях восточной части Лесостепи Украины.

горох на зерно; сорняки; севооборот; обработка почвы; удобрения; гербициды

Hutianskyi R., Popov S., Kuzmenko N., Hlubokyi O.

Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS, 142,
Moskovskiy avenue, Kharkiv, Ukraine, 61060, e-mail: rammale@ukr.net

Influence of basic tillage, fertilizers and herbicides on weediness of pea crops for grain in stationary crop rotation

Goal. To establish the influence of the methods of basic tillage, fertilization system and herbicides on the weediness of pea crops for grain during cultiva-

tion in a stationary steam-grain-row crop rotation of the eastern part of the Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** The research was carried out by route surveys of pea crops for grain in the field crop rotation. **Results.** According to the research of 2016–18, 52 types of weeds and contaminants (spring early and late were 54%; wintering, winter and biennials were 23%; perennials were 23%) were found in pea crops for grain after spring cereal crops (spring barley, spring wheat, spring triticale) as forecrop. The largest number of them was noted on the organic-mineral background (manure aftereffect, 30 t/ha + $N_{30}P_{30}K_{30}$) for the application of fertilizers for plowing (33 species) and chisel tillage (35 species). The weeds found in the pea crops for grain belonged to 20 families, of which the aster family (17 species) was the most represented. The main weeds in the crops were *Setaria glauca* (L.) Beauv., *Echinochloa crus-galli* (L.) Roem. et Schult., *Chenopodium album* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Solanum nigrum* L., *Ambrosia artemisiifolia* L., *Stachys annua* L., *Xanthium strumarium* L., *Galium aparine* L., *Viola arvensis* Murr., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Sonchus arvensis* L. and *Convolvulus arvensis* L. The use of herbicides and their compositions in the cultivation of peas for grain has significantly influenced the dominance and subdominance of certain weed species in the years of research. The fertilization system and the methods of basic tillage in crop rotation had a significant impact on the type and level of weediness of crops. The type of weed control crops (without fertilizers) differed significantly from organic and organo-mineral fertilizer backgrounds. For the most part, the version with chisel tillage had a higher level of weeding compared to plowing. **Conclusions.** Methods of basic tillage, fertilizer system and herbicides significantly affect the weediness of pea crops for grain in steam-grain-row crop rotation, which should be taken into account by farmers when developing methods of its control in the eastern part of the Forest-Steppe of Ukraine.

peas for grain; weeds; crop rotation; tillage; fertilizers; herbicides

REFERENCES

1. Kovalenko N.P. (2012). Istorychni aspekty fitosanitarnoi roli sivozmin Ukrainy 70-kh rokiv XX ta u XXI stolitti. [Historical aspects of the phytosanitary role of crop rotations in Ukraine in the 70s of the XX and in the XXI century]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 8. 15–17. (in Ukrainian).
2. Materynskyi P.V. (2010). Ahrotekhnichne znachennia zernobobovykh kultur u korotkorotatsiinykh sivozminakh. [Agrotechnical significance of legumes in short-rotation crop rotations]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 67. 82–87. (in Ukrainian).
3. Kaminskyi V.F., Holodna A.V., Hres S.A. (2004). Znachennia pohodno-klimatychnykh umov u vyrobnytstvi zernobobovykh kultur v Ukraini. [The importance of weather and climatic conditions in the production of legumes in Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 53. 38–48. (in Ukrainian).

4. Zuza V. (2013). Horokh bez burianiv [Peas without weeds]. *The Ukrainian Farmer*. 3. 100—102. (in Ukrainian).

5. Storchous I. (2020). Desykatsiia horokhu yak element kontroliu burianiv pered zhnyvamy. [Pea desiccation as an element of weed control before harvest]. *Propozytsiia*. 6 (297). 58—61. (in Ukrainian).

6. Vavrynovych O.V., Kachmar O.I., Dubytskyi O.L., Dubytska A.O. (2018). Vplyv sivozminnogo faktora na herbolohichniy stan posiviv zernovykh ta zernobobovykh kultur. [Influence of crop rotation factor on herbolohical condition of crops of cereals and legumes]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. 64. 24—33. DOI: 10.36495/1606-9773.2018.64.24-33 (in Ukrainian).

7. Manko Yu.P., Tsiuk O.A. (2002). Zminy zaburianenosti ta produktyvnosti rilli pid vplyvom tryvaloho zastosuvannia system osnovnogo obrobittu gruntu v sivozmini. [Weed changes and arable land productivity under the influence of long-term use of main tillage systems in crop rotation]. *Naukovyi visnyk NAU*. 47. 18—23. (in Ukrainian).

8. Kurdiukova O.M. (2011). Zasmichenist posiviv sivozminy v zalezhnosti vid obrobittu gruntu. [Clogging of crop rotations depending on tillage]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 1. 51—54. (in Ukrainian).

9. Tkachuk V.P., Saiuk O.A., Plotnytska N.M. et al. (2018). Vplyv sposobiv osnovnogo obrobittu gruntu ta systemy udobrennia na zaburianenist posiviv polovykh kultur. [Influence of basic tillage methods and fertilization system on weediness of field crops]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii* 1. 70—73. DOI: 10.31210/visnyk2018.01.11 (in Ukrainian).

10. Obrazhii S.V. (2014). Zaburianenist posiviv zalezhno vid system osnovnogo obrobittu i rivniv udobrennia gruntu v zernoprosapnii sivozmini Tsentralnogo Lisostepu Ukrainy. [Weediness of crops depending on the systems of basic cultivation and levels of soil fertilization in grain sowing crop rotation of the Central Forest-Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho NUS*. 85. 1: Ahronomiia. 84—92. (in Ukrainian).

11. Kotlyarova O.G., Kotlyarova Ye.G., Lubentsov S.M. (2012). Dinamika sornoy rastitel'nosti v posevakh gorokha v zavisimosti ot intensivnosti obrabotki pochvy i mineral'nogo pitaniya. [The dynamics of weeds in pea crops depending on the intensity of soil cultivation and mineral nutrition]. *Vestnik Kurskoy GSKHA*. 7. 51—53. (in Russian).

12. Laptiyev A.B., Golubev A.S. (2018). Sovremennoye sostoyaniye assortimenta sredstv zashchity posevov gorokha ot sornoy rastitel'nosti. [The current state of the range of pea crop protection products from weeds]. *Zernobobovyie i krupyanyie kul'tury*. 3 (27). 25—34. DOI: 10.24411/2309-348X-2018-11028 (in Russian).

13. Okhota N. (2019). Horokh: balans mizh urozhainistiu ta prybutkovistiu.

[Peas: the balance between yield and profitability]. *Agroexpert*. 1 (126). 42—45. (in Ukrainian).

14. Borona V.P., Karasevych V.V., Pervachuk M.V., Shkatula Yu.M. (2004). Kompleksne kontroliuvannia burianiv u korotkorotatsiinykh sivozminakh [Integrated weed control in short-rotation crop rotations]. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 53. 168—174. (in Ukrainian).

15. Shokalo N.S., Bazhan B.O., Ozarov A.S. (2020). Formuvannia nasinnievoi produktyvnosti horokhu zalezhno vid normy vysivu. [Formation of seed productivity of peas depending on sowing rate]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 1. 61—66. DOI: 10.31210/visnyk2020.01.06 (in Ukrainian).

16. Tanchyk S.P., Ivchenko V.M. (2013). Zakhyst posiviv horokhu vid odnorichnykh dvodolnykh burianiv. [Protect pea crops from annual dicotyledonous weeds]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 6. 22—23. (in Ukrainian).

17. Zuza V.S., Hutianskyi R.A. (2012). Herbolohichni monitorynh poliv silskohospodarskykh pidpriemstv. [Herbological monitoring of fields of agricultural enterprises]. Kharkiv: Mahda LTD, 22 p. (in Ukrainian).

Надійшла 05.07.2021 р.

М.А. ДЖАМ, кандидат сільськогосподарських наук

С.В. МИХАЙЛЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут захисту рослин НААН, вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022,

Україна, e-mail: mayadzham@gmail.com, mvszveta@gmail.com

ВИДОВИЙ СКЛАД ГРИБІВ РОДУ *FUSARIUM* НА ПШЕНИЦІ ОЗИМІЙ У ЗОНІ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Мета. Уточнити видовий склад грибів роду *Fusarium* на пшениці озимій та встановити їхню питому частку в даному комплексі. **Методи.** Польовий та лабораторний. Фітопатологічний аналіз зерна пшениці озимої, зібраного з виробничих посівів у зоні Правобережного Полісся України (Житомирська обл.). За обстеження посівів на ураження фузаріозом колоса були відібрані зразки (50 шт. ураженого колосся) з типовими ознаками. Обліки та відбір проводили наприкінці фази молочно-воскової стиглості. Зібраний матеріал гербаризували та етикетували (із зазначенням сорту, місця збирання, фази розвитку рослин). В лабораторних умовах за ідентифікації враховували морфолого-культуральні ознаки, форми конідій та наявність хламідоспор. Дослідження проводили на середовищі Чапека та КГА. За відсутності типового спорношення застосовували метод мікрокультури. Досліджуваний матеріал фотографували за допомогою фотонасадки Nikon FX-35 DX на мікроскопі Nikon. **Результати.** На зерні пшениці озимої у 2019–2020 рр. ідентифіковано 5 видів та різновидностей грибів роду *Fusarium*, які належать до 4-х секцій роду *Fusarium*. Із секції *Diskolor* виявлено два види — *F. graminearum* та *F. culmorum*. Секція *Roseum* була представлена одним видом *F. avenaceum*, секція *Sporotrichiella* — видом *F. roae*; секція *Elegans* — видом *F. fujikuroi* (за класифікацією В.Й. Білай). На інфікованому зерні домінуюче положення займав вид *F. culmorum* (42%). Частка колонізованого зерно видами *F. avenaceum* та *F. roae* становила відповідно 24% та 21%. Незначну частку колонізували види *F. fujikuroi* (8%) та *F. graminearum* (5%). **Висновок.** Лабораторними дослідженнями встановлено, що в Правобережному Поліссі України основними збудниками фузаріозу колоса пшениці озимої були види: *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. roae*, *F. fujikuroi*, *F. graminearum*. Серед них домінуюче положення займав вид *F. culmorum*, середня частота ізоляції якого становила 42%.

**фузаріоз; пшениця озима; видовий склад; питома частка;
ідентифікація**

Збудниками фузаріозу колоса зернових культур є гриби роду *Fusarium* (переважно *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. sambucinum*, *F. gibbosum* і т.д.), які належать до родини *Tuberculariaceae*, порядку *Hyphomycetales*, класу недосконалих грибів *Deuteromycetes*. За характером взаємодії з вищими рослинами фузарії належать до факультативних паразитів.

Гриби роду *Fusarium* розповсюджені в природі. Більшість представників цього роду є сапрофітами, але здатні за певних умов паразитувати на різних сільськогосподарських рослинах. Завдяки наявності в життєвому циклі патогенів сапротрофної фази, вони мають здатність до високої життєздатності та широкого поширення. Фузарії розповсюджені майже в усіх ґрунтових біоценозах, відіграють роль мінералізаторів мертвої рослинної органіки. Оптимальною для росту міцелію і споруутворення багатьох грибів роду *Fusarium* є температура 24—26°C і вологість повітря понад 70% [1].

Вид *F. graminearum* має здатність розвиватися у помірному та субтропічному кліматі із сумою позитивних температур вегетаційного періоду рослин 2200—8000°C. Ріст конідій та аскоспор відбувається у межах температурного режиму від 8 до 32°C, а міцелію — за температури 4—34°C [2, 3]. Формування перитеціїв спостерігається за температури 5—35°C, а утворення аскоспор — за температури 13—33°C (оптимальна температура 25—28°C).

Веgetативний ріст представників роду *Fusarium* може проходити в широких межах рН (2,0—11,0), але найкраще при лужній та нейтральній реакції середовища [4]. Згідно з даними російських вчених, більшість досліджених ними штамів фузаріїв мають підвищену здатність до токсиноутворення, а рівень забруднення завжди залежить від поліморфності популяції патогенів з різним рівнем токсикогенності [5].

Є всі підстави стверджувати, що фузаріотоксини можуть відігравати численні функції, які спрямовані на забезпечення виживання мікроміцетів у різних екологічних нішах. Важливою з яких є зміна проникності мембран і полегшення процесу поглинання грибом рослинних метаболітів. У такому випадку успіх колонізації збудником рослинних тканин може прямо залежати від біосинтезу мікотоксинів [6].

Гриби роду *Fusarium* є одними з найрозповсюдженіших, найчисленніших та найрізноманітніших серед мікроскопічних грибів. Нині хворобу, викликану цими патогенами, зафіксовано в усіх регіонах світу, де вирощують зернові колосові культури. Всього ідентифіковано 17 видів, які можуть спричиняти це захворювання. Серед них виділяють три основних види, які домінують повсюдно (*F. graminearum*,

F. culmorum, *F. avenaceum*) та два види, що набувають все більшого поширення у Європі (*F. poae*, *Microdochium nivale*). Географію розповсюдження видів пов'язують з кліматичними умовами того чи іншого регіону. В Центральній Європі, Австралії, на Півдні США та Канаді домінує *F. graminearum*. В умовах помірного клімату Північної Європи переважає *F. culmorum*, водночас значне місце займають *F. poae* та *M. nivale*. Винятком є вид *F. avenaceum*, який, хоч і в незначній кількості, але трапляється в усіх регіонах світу [7, 8].

В Україні останніми роками найбільшого поширення набули *F. graminearum*, *F. sporotrichiella*, *F. culmorum*, *F. sambucinum* Fuck. Інші види і різновидності зустрічаються в невеликих кількостях. Особливо зросла шкідливість фузаріозу колоса на посівах пшениці озимої в зонах Лісостепу і Полісся та зрошуваних землях Степу і Криму [9].

На зернових культурах шкідливість фузаріозів пов'язують із їх проявами на колосі й зерні та утворенням мікотоксинів, небезпечних для здоров'я людини і тварин. На фоні ураження такими хворобами як борошниста роса і септоріоз, фузаріоз може призвести до втрат 16—70% урожаю залежно від ступеня ураження рослин. Шкідливість хвороби виявляється насамперед у зниженні посівних якостей зерна (схожість може зменшуватися до 70%), підвищується можливість ураження рослин фузаріозною кореневою гниллю [10].

За даними літературних джерел при ураженні фузаріозом колоса формується майже 80% несхожих білих зерен, непридатних для сівби, а тим більше на фураж. Недобір урожаю при ураженні всього колоса становить 82%, половини — 76%, третини — 44%. Крім того, фузаріоз впливає на фізичні, хімічні й технологічні властивості. Якість клейковини в зерні з уражених фузаріозом посівів погіршується, оскільки знижується її еластичність. Хвороба також впливає на зменшення напухання зерна, погіршує скловидність, впливає на технологічні і хімічні якості борошна. Об'єм хліба, спекеного із борошна з неуряженого зерна, становить 380 см³, а з ураженого — 311 см³. Крім зменшення об'єму, хліб з ураженого фузаріозом зерна має темнозабарвлений м'якуш із низькою еластичністю [11].

На зернових культурах увагу дослідників привертають не втрати, які спричиняють патогени, а небезпека, яка чекає на людину чи тварину після споживання отруєного мікотоксинами зерна. Відомо, що всі види грибів роду *Fusarium* здатні спричиняти утворення токсинів у зерні. Слід зазначити, що токсини, продуковані грибами, умовно поділяють на 2 групи: мікотоксини (або зоотоксини) і фітотоксини [12].

Прояв фузаріозу колоса пшениці озимої значною мірою залежить від видового складу збудників, які викликають це захворювання. Крім того, визначення видового складу і співвідношення окремих домінуючих видів збудників хвороби допоможе розробити науково-обгрун-

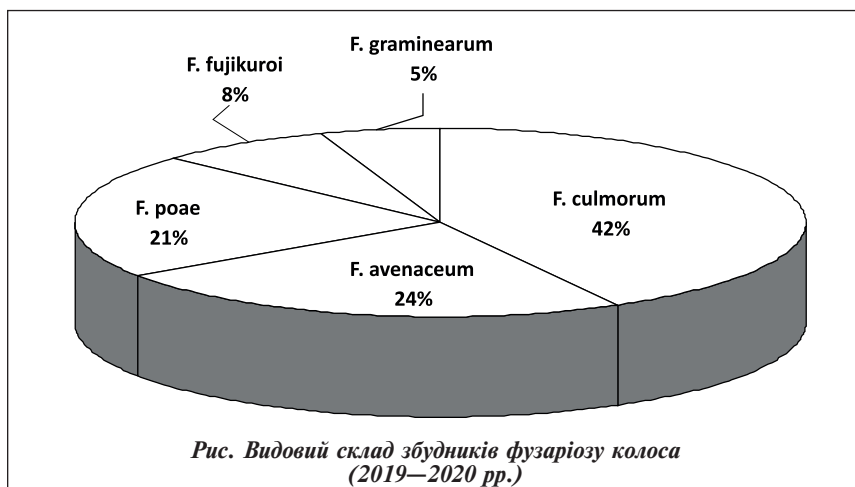
тований прогноз контамінації зерна фузаріотоксинами в епіфітотній ситуації.

Мета досліджень — ідентифікація видового складу грибів роду *Fusarium* на пшениці озимій та визначення їхньої питомої частки.

Матеріали та методи. Зразки зерна пшениці озимої для фітопатологічного аналізу відбирали з виробничих посівів зони Правобережного Полісся України (Житомирська обл.) у 2019—2020 рр. Обстежили посіви на ураження фузаріозом колоса наприкінці фази молочно-воскової стиглості і відібрали 50 шт. зразків ураженого колосся з типовими ознаками. Зібраний матеріал гербаризували та етикетували (із зазначенням сорту, місця збирання, фази розвитку рослин). В лабораторних умовах за ідентифікації враховували морфолого-культуральні ознаки [13, 14]. Дослідження проводили на середовищі Чапека та КГА. За відсутності типового спороношення застосовували метод мікрокультури. Досліджуваний матеріал фотографували за допомогою фотонасадки Nikon FX-35 DX на мікроскопі Nikon.

Результати та обговорення досліджень. Ідентифіковано 5 видів грибів роду *Fusarium*, які належать до 4-х секцій роду *Fusarium*: *Diskolor*, *Rozeum*, *Sporotrichiella*, *Elegans* (за класифікацією В.Й. Білай). Серед інфікованого зерна домінує положення займав вид *F. culmorum* (42%) (рис.). Значний відсоток зерна колонізували види *F. avenaceum* (24%) та *F. poae* (21%). Види *F. fujikuroi* та *F. graminearum* зайняли у структурі відповідно 8 та 5%.

Секція *Rozeum* представлена одним видом *F. avenaceum*. Ізоляти мали добре розвинений повітряний міцелій жовтого, червоного, охряно-коричневого, біло-рожевого кольору, майже завжди з чіткою



вираженим порошкоподібним скупченням. Конідієносці гриба були як прості, так і розгалужені. Макроконідії — тонкі, ниткоподібні, злегка серпоподібно-вигнуті з однаковим діаметром на всій довжині. З обох боків мали загострену добре виражену ніжку біля основи. Розмір макроконідій з трьома перетинками становив $20,8\text{--}61,4 \times 2,070\text{--}5,4$ мкм, з п'ятьма — $33,4\text{--}81,4 \times 2,4\text{--}6,4$ мкм. Мікроконідії типових не виявлено. Лише в повітряному міцелії утворювалися конідії перехідного типу ланцетоподібної форми з трьома перетинками. Хламідоспори були відсутні.

Із секції *Diskolor* виявлено два види — *F. graminearum* та *F. culmorum*. Перший мав добре розвинений міцелій, пухкий, охряно-темно-червоний, біло-жовтий. В міцелії утворювались червоні, охряні, оранжево-червоні спори. Макроконідії в повітряному міцелії були біло-рожевого кольору, мали веретено-серпоподібну форму, що поступово звужувалася, з дещо видовженою верхньою клітиною та чітко вираженою біля основи ніжкою. Більшість конідій мали п'ять перетинок і розмір $50,1\text{--}70,1 \times 2,8$ мкм.

Ізоляти *F. culmorum* формували добре розвинений пухнастий міцелій від блідо-оливково-жовтого до охряно-червоного кольору. В повітряному міцелії утворювались жовті, червоно-охряні спори. Макроконідії були веретеноподібними та серпоподібними за формою і утворювались в спородохіях та повітряному міцелії. Верхня клітина конідій звужена і коротка. Ввігнута сторона в середній частині конідій майже пряма, з короткою верхньою клітиною. Більшість із них мали 3—5 перетинок. Розміри конідій знаходилися в межах $22\text{--}86 \times 4,7\text{--}12,7$ мкм. Мікроконідії відсутні.

Представником секції *Elegans* був єдиний вид — *F. moniliforme*. Ізоляти мали добре розвинений пухнастий міцелій біло-рожевого кольору. Макроконідії утворювались безбарвні, шилоподібні чи серпоподібні, зігнуті або майже прямі, що поступово звужувались з обох кінців. Конідії мали 3—7 поперечних перетинок, розмір яких $20\text{--}90 \times 2,0\text{--}4,4$ мкм. Мікроконідії спостерігались веретеноподібні, безбарвні, одно- або двоклітинні. Верхня частина їх майже вдвічі перевищувала нижню. Конідії були розміром $4\text{--}30 \times 1,5\text{--}5,0$ мкм.

Секцію *Sporotrichiella* представляв вид *F. poae*, що мав міцелій білувато-рожевого кольору. Ізоляти рідко утворювали макроконідії. Спостерігалось масове формування мікроконідій, що мали грушоподібно-лимоноподібні форми. Конідії були здебільшого одноклітинні, інколи з 1—2 перетинками. Їхні розміри становили $3,8\text{--}9,5 \times 3,8\text{--}6,1$ мкм. Хламідоспори частіше були відсутніми.

Дослідження проводили в рамках ПНД 12 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); № ДР 0116U003526.

ВИСНОВКИ

В Правобережному Поліссі України основними збудниками фузаріозу колоса були види *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. fujikuroi*, *F. graminearum*. Серед них домінуюче положення займав вид *F. culmorum*, середня частота ізоляції якого становила 42%.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Иващенко В.Г., Шипилова Н.П. Биологические и фитосанитарные аспекты исследования фузариоза колоса. *Микология и фитопатология*. 1997. Т. 31, в. 2. С. 58—63.
2. Билай В.И. Фузариї. Київ: Наукова думка, 1977. 443 с.
3. Лисенко С.В., Райчук Л.В. Фузаріоз колоса. *Захист рослин*. 1996. № 2. С. 8—9.
4. Nyvall R.F. Chlamydospores of *Fusarium roseum* «Graminearum» survival structures. *Phytopathology*. 1970. V. 60. P. 1233—1235.
5. Монастырский О.А. Токсины фитопатогенных грибов. *Защита растений*. 1996. № 3. С. 12.
6. Чкаников Д.И., Соколова Г.Д. Роль дезоксиниваленола на ранней стадии развития *Fusarium graminearum* Schwabe. *Микология и фитопатология*. 1997. Т. 31, в. 2. С. 78—83.
7. Sutton J.C. Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. *Canadian journal of plant pathology*. 1982. V 4. P. 195—209.
8. Иващенко В.Г., Назаровская Л.А. Географическая распространенность и особенности биоэкологии *F. graminearum* *Микология и фитопатология*. 1998. Т. 32, № 5. С. 1—10.
9. Кислих Т.М. Фузаріоз колоса на озимих зерновых колосовых культурах в условиях Лисостепу України: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. 2000. 16 с.
10. Монастырский О.А., Евтушенко Л.А., Кузнецова Е.В., Монастырская Э.И., Рябова И.М. Токсикообразование видов и штаммов фузариев, поражающих колос пшеницы. Сообщ. 1. Токсигенность видов и штаммов фузариев, выделенных с колосьев и зерна фузариозной пшеницы. *Агрохимия*. 1997. № 1. С. 73—75.
11. Захарова Т.И., Чумаков А.Е. Вредоносность основных грибных болезней зерновых культур. *Микология и фитопатология*. 1986. Т. 20, Вып. 2. С. 143—153.
12. Крючкова Л.О. Фузариї. *Захист рослин*. 2000. № 7. С. 8—9.
13. Билай В.И. Основы общей микологии. Киев: Высшая школа, 1982. 550 с.
14. Nirenberg H.A. simplified method for identifying *Fusarium* spp. occurring on wheat. *Can. J. Bot.* 1981. V. 59. P. 1599—1609.

Джам М.А., Михайленко С.В.

Институт защиты растений НААН, ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина, e-mail: mayadzhm@gmail.com, mvsvzeta@gmail.com

Видовой состав грибов рода *Fusarium* на пшенице озимой в зоне Правобережного Полесья Украины

Цель. Уточнить видовой состав грибов рода *Fusarium* на пшенице озимой и установить их удельную часть в данном комплексе. **Методы.** Полевой и лабораторный. Фитопатологический анализ зерна пшеницы озимой, собранного на производственных посевах в зоне Правобережного Полесья Украины (Житомирская обл.). При обследовании посевов на поражение фузариозом колоса отобрали образцы (50 шт. пораженного колоса) с типичными признаками. Учеты и отбор проводили в конце фазы молочно-восковой спелости. Собранный материал гербаризировали и этикетировали (с указанием сорта, места сбора, фазы развития растений). В лабораторных условиях при идентификации учитывали морфолого-культуральные признаки, формы конидий и наличие хламидоспор. Исследования проводили на среде Чапека и КГА. При отсутствии типичного спороношения применяли метод микрокультуры. Исследуемый материал фотографировали с помощью фотонасадкы Nikon FX-35 DX на микроскопе Nikon. **Результаты.** На зерне пшеницы озимой в 2019–2020 гг. идентифицировали 5 видов и разновидностей грибов рода *Fusarium*, которые относятся к 4-м секциям рода *Fusarium*. Из секции *Diskolor* обнаружены два вида — *F. graminearum* и *F. culmorum*. Секция *Roseum* была представлена одним видом *F. avenaceum*, секция *Sporotrichiella* — видом *F. roae*, секция *Elegans* — видом *F. fujikuroi* (по классификации В.И. Билай). На инфицированном зерне доминирующее положение занимал вид *F. culmorum* (42%). Часть колонизированного зерна видами *F. avenaceum* и *F. roae* составила соответственно 24 и 21%. В незначительном количестве присутствовали виды *F. fujikuroi* (8%) и *F. graminearum* (5%). **Выводы.** Лабораторными исследованиями установлено, что в Правобережном Полесье Украины основными возбудителями фузариоза колоса пшеницы озимой были виды *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. roae*, *F. fujikuroi*, *F. graminearum*. Среди них доминирующее положение занимал вид *F. culmorum*, средняя частота изоляции которого составляла 42%.

фузариоз; пшеница озимая; видовой состав; удельный вес; идентификация

Dzham M., Mykhailenko S.

Institute of Plant Protection of NAAS, 33, Vasylkivska str., Kyiv, Ukraine, 03022, e-mail: mayadzhm@gmail.com, mvsvzeta@gmail.com

Species composition of *Fusarium* spp. on winter wheat in the Right Bank Polissya of Ukraine

Goal. To clarify the species composition of fungi of the genus *Fusarium* on winter wheat and to establish their share in this complex. **Methods.** Field and laboratory. Phytopathological analysis of winter wheat grain collected from industrial crops in the area of the Right-Bank Polissya of Ukraine (Zhytomyr region). During the examination of crops for fusariosis of the ear, samples (50 pieces of the affected ear) were taken with typical features. Accounting and selection were performed at the end of the phase of milk-wax ripeness. The collected material was herbariumed and labeled (indicating the variety, place of harvest, phase of plant development). In the laboratory, morphological and cultural features, forms of conidia and the presence of chlamydospores were taken into account during identification. The studies were performed on the environment of Chapek and KGA. In the absence of typical sporulation, the microculture method was used. The test material was photographed using a Nikon FX-35 DX photoresist on a Nikon microscope. **Results.** In 2019–2020, 5 species and varieties of fungi of the genus *Fusarium*, which belong to 4 sections of the genus *Fusarium*, were identified on the grain of winter wheat. Two species were found from the *Diskolor* section — *F. graminearum* and *F. culmorum*. Section *Roseum* was represented by one species of *F. avenaceum*, section *Sporotrichiella* — species *F. poae*; section *Elegans* — species *F. fujikuroi* (according to the classification of V.Y. Bilay). On the infected grain, the dominant position was occupied by the species *F. culmorum* (42%). The share of colonized grain by *F. avenaceum* and *F. poae* was 24% and 21%, respectively. A small proportion were colonized by *F. fujikuroi* (8%) and *F. graminearum* (5%). **Conclusion.** Laboratory studies have shown that in the Right Bank Polissya of Ukraine the main causative agents of winter wheat fusariosis were species: *F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. fujikuroi*, *F. graminearum*. Among them, the dominant position was occupied by the species *F. culmorum*, the average frequency of isolation of which was 42%.

fusarium wilt; winter wheat; species composition; specific share; identification

REFERENCES

1. Ivashchenko V.G., Shipilova N.P. (1997). Biologicheskie i fitosanitarnye aspekty issledovaniya fuzarioza kolosa. [Biological and phytosanitary aspects of the study of fusarium head blight]. *Mikologiya i fitopatologiya*. [Mycology and phytopathology]. 31 (2), 58—63. (in Russian).
2. Bilaj V.I. (1977). Fuzarii. [Fusaria]. Kyiv: Naukova dumka, 443 p. (in Russian).

3. Lysenko S.V., Raichuk L.V. (1996). Fuzarioz kolosa. [Fusarium head blight]. *Zakhyst roslyn*. [Plant protection]. 2, 8—9. (in Ukrainian).

4. Nyvall R.F. (1970). Chlamydospores of *Fusarium roseum* «Graminearum» survival structures. *Phytopathology*. 60, 1233—1235.

5. Monastyrskij O.A. (1996). Toksiny fitopatogennyh gribov. [Toxins of plant pathogens]. *Zashhita rastenij*. [Plant protection]. 3, 12. (in Russian).

6. Chkanikov D.I., Sokolova G.D. (1997). Rol' dezoksinivalenola na ranney stadii razvitiya *Fusarium graminearum* Schwabe. [The role of deoxynivalenol in the early developmental stage of *Fusarium graminearum* Schwabe]. *Mikologiya i fitopatologiya*. T. 31, (2). 78—83. (in Russian).

7. Sutton J.C. (1982). Epidemiology of wheat head blight and maize ear rot caused by *Fusarium graminearum*. *Canadian journal of plant pathology*. 4, 195—209.

8. Ivashhenko V.G., Nazarovskaja L.A. (1998). Geograficheskaja rasprostranennost' i osobennosti bioekologii *F. graminearum*. [Geographical spread and peculiarities of bioecology of *F. graminearum*]. *Mikologiya i fitopatologiya*. [Mycology and phytopathology]. 32 (5), 1—10. (in Russian).

9. Kyslykh T.M. (2000). Fuzarioz kolosa na ozymykh zernovykh kolosovykh kulturakh v umovakh Lisostepu Ukrainy. [Fusarium head blight on winter cereals under conditions of Forest-Steppe of Ukraine]: Abstract of a dissertation of candidate of agricultural sciences. 16 p. (in Ukrainian).

10. Monastyrskij O.A., Evtushenko L.A., Kuznecova E.V., Monastyrnaja Je.I., Rjabova I.M. (1997). Toksinoobrazovanie vidov i shtammov fuzarij, porazhajushhih kolos pshenicy. Soobshh. 1. Toksinogennost' vidov i shtammov fuzarij, vydelennyh s kolosov i zerna fuzarioznoj pshenicy. [Toxin formation of *Fusarium* species and strains affecting the ear of wheat. Message 1. Toxinogenicity of *Fusarium* species and strains isolated from ears and grain of fusarium wheat]. *Agrohimija*. [Agrochemistry]. 1, 73—75. (in Russian).

11. Zaharova T.I., Chumakov A.E. (1986). Vredonosnost' osnovnyh gribov boleznej zernovykh kul'tur. [Harmfulness of the main fungal diseases of cereals]. *Mikologiya i fitopatologiya*. [Mycology and phytopathology]. 20 (2), 143—153. (in Russian).

12. Kriuchkova L.O. (2000). Fuzarii. [Fusaria]. *Zakhyst roslyn*. [Plant protection]. 7, 8—9. (in Ukrainian).

13. Bilaj V.I. (1982). Osnovy obshhej mikologii. [Fundamentals of General Mycology]. Kyiv: Vyshcha shkola, 550 p. (in Russian).

14. Nirenberg H. (1981). A simplified method for identifying *Fusarium* spp. occurring on wheat. *Can. J. Bot.* 59, 1599—1609.

Надійшла 22.07.2021 р.

В.В. ДУДЧЕНКО, доктор економічних наук

Д.П. ПАЛАМАРЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

О.С. ДОВБУШ, кандидат сільськогосподарських наук

Л.М. ЦІЛИНКО, науковий співробітник

А.В. ПАЛАМАРЧУК, науковий співробітник

Інститут рису НААН,

вул. Студентська, 11, с. Антонівка, Скадовський р-н, Херсонська обл.,
75705, Україна, e-mail: instofrice@gmail.com

ВПЛИВ РІВНЯ ТА ТРИВАЛОСТІ ЗАБУР'ЯНЕНOSTІ ПОСІВІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ РИСУ

Мета. Визначити вплив кількості та тривалості періоду присутності бур'янів у посівах рису на рівень урожайності. **Методи.** Використовували загальні методи вивчення фітосанітарного стану агроценозів: гербологічний, кількісно-ваговий, лабораторно-польовий, розрахунковий, математично-статистичний. Вплив забур'яненості досліджували за чисельності курячого проса 10, 20 та 30 шт./м², термін конкуренції — 20, 40, 80 діб, та до збирання. Варіант чистого посіву, а також всі види бур'янів без прополювань і без обробок. Облік бур'янів проводили водночас з обліком інших шкідливих організмів на одних і тих же облікових майданчиках у відповідні строки. Підраховували кількість бур'янів за видами і їхню загальну кількість, визначали висоту, фазу розвитку і біомасу. В період вегетації визначали наростання сирової маси бур'янів та урожайності рису. Розмір дослідної та облікової ділянок — 1 м², сорт рису — Україна 96. **Результати.** Найбільш конкурентним видом за елементи живлення та світло в посівах рису є представники з роду *Echinochloa*. Існують різні думки щодо зниження урожайності рису від чисельності бур'янів та термінів їх конкуренції в посівах. В літературних джерелах є дані, що рівень забур'янення просом курячим в кількості 30—40 рослин на 1 м² знижує урожайність рису на 10—15%, збільшення чисельності до 200 і більше рослин на 1 м² призводить до зниження урожайності на 50% і більше. У 2016—2018 рр. в досліді було сформовано чисельність бур'яну, що є найбільшим конкурентом в одержанні врожаю рису на території України — просо куряче (ЕПШ 10 шт./м²). Дослідження впливу забур'яненості проводили за чисельності 10, 20 та 30 шт./м², термін конкуренції — 20, 40, 80 діб та до збирання, а також варіант чистого посіву. Установлено, що на урожайність рису негативно впли-

ває як чисельність бур'янів так і тривалість забур'янення (конкуренції). Вивчено залежність маси зерна рису від маси бур'янів без формування чисельності, тобто всіх, які були присутні в посівах з моменту сходів у різні періоди (20, 40, 80 діб) та до збирання врожаю. **Висновки.** Визначено втрати врожаю рису за різної чисельності проса курячого та різної тривалості сумісного проростання, особливості росту та розвитку проса курячого в умовах конкуренції, загальну засміченість ґрунту в рисових чеках. Мінімальні втрати порівняно з чистими посівами становлять 5,8% за умови, якщо чисельність проса курячого становить 10 шт./м², а тривалість конкуренції — лише 20 діб. За чисельності 10 шт./м², 20 та 30 шт./м² проса курячого і їх конкуренції до збирання врожаю втрати сягають — 68,7 %, 81,4 % і 73,9 % відповідно у порівнянні з чистими посівами. Збільшення маси бур'янів прямопропорційне зменшенню маси зерна. Установлено достовірний сильний зворотній зв'язок між збільшенням маси бур'янів і маси зерна $r = -0,901$.

рис; просо куряче; забур'яненість; шкідливість; конкуренція

Потенційна продуктивність сучасних сортів рису — 10—12 т/га і більше, а фактична урожайність в рисових господарствах України становить лише 5,8 т/га. Проведені дослідження з реалізації потенційної продуктивності сортів в рисових господарствах свідчать, що вона реалізується на 52,7% в Україні. Під дією різних чинників втрачається понад 47,3% урожайності культури, де важливу роль відіграють бур'яни [1].

Забур'яненість посівів сільськогосподарських культур навіть в одній ґрунтово-кліматичній зоні, має свою специфіку. Ці особливості насамперед пов'язані з умовами, що створюються в посівах різних культур, початком і тривалістю їх вегетації, структурою потенційного засмічення ґрунту насінням бур'янів та органами вегетативного розмноження, особливостями обробітку ґрунту. Різні види бур'янів потребують певних умов для росту та розвитку.

Вирощування рису в період вегетації потребує наявності шару води, що в свою чергу також впливає на специфіку забур'янення посівів. Комплекс бур'янів, присутніх у рисовому агроценозі, за літературними даними становить близько 260 видів. В Україні до числа найбільш шкідливих відносяться 26 видів, але найбільше конкурують з культурними рослинами за елементи живлення та світло рослини з роду *Echinochloa* [1]. Просо куряче в процесі конкуренції витісняє за період вегетації, при значній чисельності, інші види бур'янів [2]. Тому дослідження були направлені на визначення впливу саме рослин проса курячого в різній чисельності та за різної тривалості сумісного проростання на продуктивність рослин рису.

В літературних джерелах є посилання, що рівень забур'янення

просом курячим у кількості 30—40 рослин на 1 м² знижує урожайність рису на 10—15%, збільшення чисельності до 200 і більше рослин на 1 м² призводить до зниження урожайності на 50% і більше [3].

Альошин Є.П. з колегами за результатами своїх досліджень встановили, що втрати врожаю рису на засмічених полях можуть становити від 10 до 80% [3, 4].

У наших дослідженнях формували чисельність бур'яну, що є найбільшим конкурентом в одержанні врожаю рису на території України — просо куряче (ЕПШ 10 шт./м²). Досліджували вплив забур'яненості за чисельності курячого проса 10, 20 та 30 шт./1 м², термін конкуренції — 20, 40, 80 діб та до збирання. Варіанти — чистого посіву (урожайність 1,512 кг/м²) та всі види бур'янів без пропювань і без обробок. У дослідженнях використовували кількісно-ваговий метод визначення забур'яненості посівів. Облік бур'янів проводили водночас з обліком інших шкідливих організмів на одних і тих же облікових майданчиках у відповідні строки. Підраховували кількість бур'янів за видами і їх загальну кількість, визначали висоту, фазу розвитку і біомасу. В період вегетації визначали наростання сирової маси бур'янів та урожайність рису [5—8]. Розмір дослідної та облікової ділянок — 1 м², сорт рису — Україна 96.

Дослідженнями встановлено, що просо куряче у кількості 10, 20, 30 шт./м² здатне сформувати за конкуренції 20 діб після сходів 0,012, 0,040 та 0,659 кг сирової маси відповідно (рис. 1).

За період 40 діб така ж кількість проса курячого формує — 0,470,

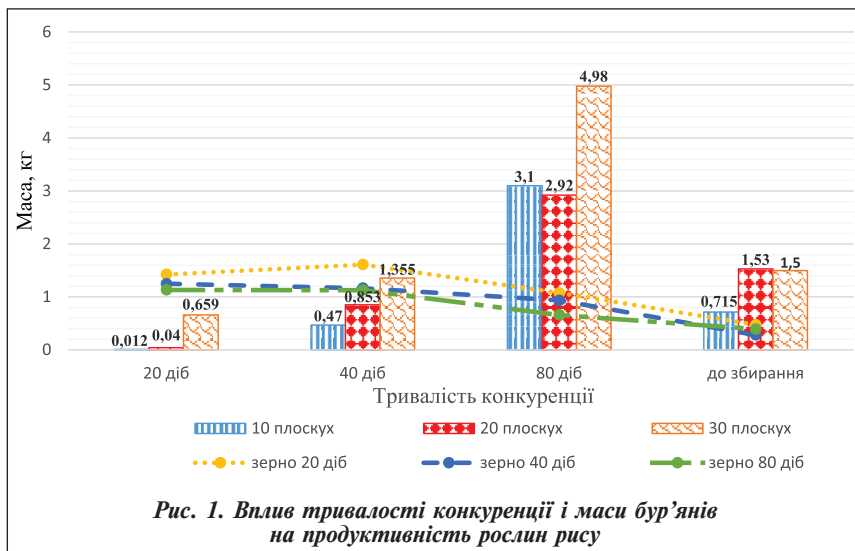


Рис. 1. Вплив тривалості конкуренції і маси бур'янів на продуктивність рослин рису

0,853 і 1,355 кг/м² сирової маси відповідно. До збирання маса бур'янів становила — 0,715, 1,530 та 1,500 кг/м² відповідно. Графік (рис. 1) показує чітку залежність впливу чисельності бур'янів на масу зерна рису від тривалості конкуренції культурних рослин та бур'янів. Рослини рису за період конкуренції 20 діб з чисельністю бур'янів 10, 20, 30 шт./м² сформували урожай в межах 1,424, 1,248, та 1,133 кг/м² відповідно. З подовженням тривалості конкуренції до 40 діб урожайність — знижувалась до 1,161, 1,164, 1,128 кг/м², до 80 діб — 1,075, 0,935, 0,659 кг/м² відповідно. За умови, коли чисельність бур'янів 10, 20, 30 шт./м² зберігалася до збирання врожаю, одержали відповідно 0,474, 0,281, 0,394 кг/м² зерна рису.

Стає очевидним, що для рослин рису чисельність проса курячого 10—30 шт./м² за період конкуренції 20—40 діб не є критичною, але подальша конкуренція рису та бур'янів призводить до зниження продуктивності. За тривалості конкуренції впродовж 80 діб продуктивність рису становить 1,075, 0,935, 0,659 кг/м² при чисельності проса курячого 10, 20 і 30 шт./м², а до збирання — 0,474, 0,281, 0,394 кг/м² відповідно.

Розрахунок втрат врожаю від чисельності та тривалості конкуренції свідчить, що втрати продуктивності у рису за чисельності від 10 до 30 шт./м² проса курячого знаходяться в межах 5,8—81,4% (табл.). Лише за умови, якщо чисельність проса курячого становить 10 шт./м², а тривалість конкуренції лише 20 діб, втрати мінімальні — 5,8% чистих посівів.

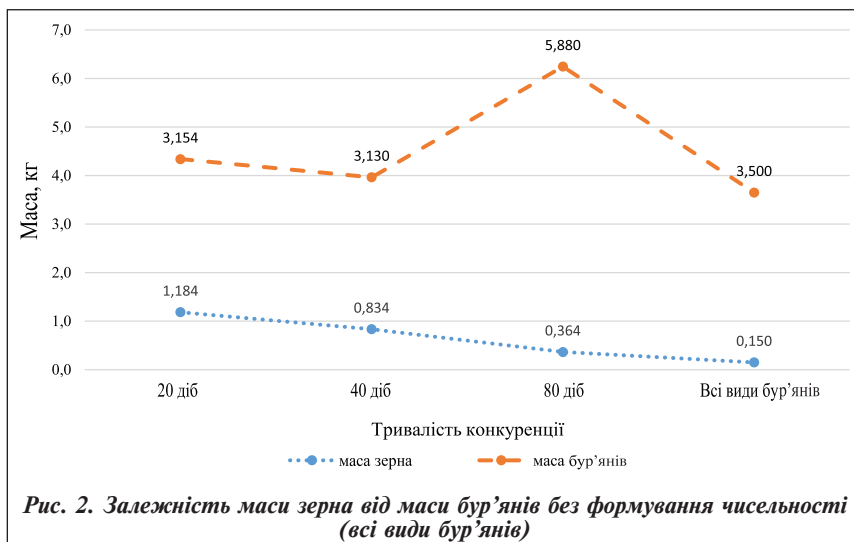
Рослини рису за чисельності 10 шт. рослин проса курячого та тривалості конкуренції з рисом 80 діб знизили продуктивність рису на 28,9% порівняно з чистими посівами. А за умови наявності до 30 рослин проса курячого продуктивність рису знизилась за період 80 діб до 56,4%, що перевищує втрати, описані в літературі. В цілому чисельність бур'янів 10—30 шт./м² здатна істотно знижувати продуктивність культури за весь період вегетації від 68,7 до 81,4%.

Втрати врожаю рису залежно від чисельності та тривалості конкуренції з курячим просом, %

Кількість проса курячого, шт.	20 діб	40 діб	80 діб	До збирання
10	5,8	23,2	28,9	68,7
20	17,5	23	38,2	81,4
30	25,1	25,4	56,4	73,9
Всі види бур'янів	21,7	44,8	75,9	90,1
Чисті посіви	0	0	0	0,0

На урожайність рису негативно впливає як тривалість забур'янення (конкуренції) так і чисельність бур'янів. За чисельності 10 шт./м² проса курячого (ЕПШ 10 шт./м²) та тривалості конкуренції до збирання врожаю втрати сягають 68,7%, що перевищує втрати, описані в літературі — 10—15% від цієї ж кількості [3].

Також вивчено залежність маси зерна рису від маси бур'янів без формування чисельності, тобто всіх, які були присутні в посівах з моменту сходів у різні періоди (20, 40, 80 діб) та до збирання врожаю (рис. 2).



Збільшення маси бур'янів прямопропорційне зменшенню маси зерна. Присутність бур'янів у чисельності 258 шт./м² в рисовому полі впродовж всього періоду вегетації не дала можливості рослинам рису сформувати урожай. Втрати врожаю у порівнянні з варіантом чистого посіву становлять 90,1%. Установлено достовірний сильний зворотній зв'язок між збільшенням маси бур'янів і маси зерна та тривалістю конкуренції терміном 80 діб — $r = -0,901$. Після 80 діб до збирання врожаю маса бур'янів зменшилася у зв'язку з дозріванням, біологічним відмиранням рослин та їхньою деструкцією.

Дослідження проведено за рахунок коштів державного бюджету України.

ВИСНОВКИ

Установлено, що на урожайність рису негативно впливає як чисельність бур'янів так і тривалість забур'янення (конкуренції). Міні-

мальні втрати, порівняно з чистими посівами, становлять 5,8% за умови, якщо чисельність проса курячого становить 10 шт./м², а тривалість конкуренції — лише 20 діб. За чисельності 10 шт./м², 20 та 30 шт./м² проса курячого (ЕПШ 10 шт./м²), та їх конкуренції до збирання врожаю втрати сягають — 68,7%, 81,4 і 73,9% відповідно у порівнянні з чистими посівами.

Визначено залежність маси зерна рису від маси бур'янів без формування чисельності, тобто всіх, які були присутні в посівах з моменту сходів у різні періоди та до закінчення вегетації. Збільшення маси бур'янів прямопропорційне зменшенню маси зерна. Установлено достовірний сильний зворотній зв'язок між збільшенням маси бур'янів і маси зерна $r = -0,901$.

Отже, проведення заходів захисту має базуватися на систематичному контролі фітосанітарного стану полів, а також економічних порогів шкідливості бур'янів.

Дотримання сівозмін, комплексна механізація та раціональна система обробітку ґрунту в післязбиральний та допосівний періоди з урахуванням біологічних особливостей бур'янів дають змогу значно знизити забур'яненість рисових полів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Дудченко Т.В. Основні елементи технології вирощування та захист рису від шкідливих організмів: монографія. Херсон: Грінх Д.С., 2015. 260 с.
2. Дудченко В.В., Дудченко Т.В. Захист посівів рису від бур'янів. Скадовськ, 2008. 52 с.
3. Агарков В.Д. Теория и практика химической защиты посевов риса. Краснодар, 2000. 336 с.
4. Алешин Е.П., Сметанин А.П., Елагин И.Н. Передовые приемы возделывания риса. Москва: Колос, 1972. 152 с.
5. Шабанов А.К., Раскин М.С., Спиридонов Ю.Я. Методика определения вредности сорных растений в посевах зерновых культур. Химия в сельском хозяйстве. Т. XX. 1982. № 8. С. 38—40.
6. Мальцев А.И. Сорная растительность СССР и меры борьбы с ней. [3-е изд.]. Ленинград: Сельхозгиз, 1936. 317 с.
7. Станчавичюс А.С. К методике оценки засоренности посевов и почвы. Засоренность и борьба с сорняками. Вильнюс, 1976. С. 3—8.
8. Туликов А.М. Сорные растения и борьба с ними. Москва: Московский рабочий, 1982. 158 с.
9. Зуза В.С. Забур'яненість та гербологічний моніторинг. Оптимізація інтегрованого захисту польових культур (довідник). Харків: 2006. С. 7—18.
10. Nilda R. Burgos. Whole-Plant and Seed Bioassays for Resistance Confirmation. Weed Science Society of America, 2015. № 63 (sp1). P. 152—165.

11. Ушкаренко В.О. Методика польового досліджу. Херсон: Гринь Д.С., 2014. 448 с.

12. Омелюта В.П., Григорович В., Чабан В.С. та ін. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур ; за ред. В.П. Омелюти Київ: Урожай, 1986. 296 с.

**Дудченко В.В., Паламарчук Д.П., Довбуш Е.С.,
Целинко Л.Н., Паламарчук А.В.**

Институт риса НААН, ул. Студенческая, 11, с. Антоновка,
Скадовский р-н, Херсонская область, 75705, Украина,
e-mail: instofrice@gmail.com

Влияние уровня и продолжительности засоренности посевов на урожайность риса

Цель. Определить влияние количества и длительности периода присутствия сорняков в посевах риса на уровень урожайности. **Методы.** Использовали общие подходы к изучению фитосанитарного состояния агроценозов: гербологический, лабораторно-полевой, расчетный, математически-статистический. Влияние засоренности исследовали при численности куриного проса 10, 20 и 30 шт./м², срок конкуренции — 20, 40, 80 суток, и до уборки, варианты чистого посева, а также все виды сорняков без прополок и обработок. Учет сорняков проводили одновременно с учетом других вредных организмов на одних и тех же учетных площадках в соответствующие сроки. Подсчитывали количество сорняков по видам и их общее количество, определяли их высоту, фазу развития и биомассу. В период вегетации определяли нарастание сырой массы сорняков и урожайность риса. Размер опытного и учетного участка — 1 м², сорт риса — Украина 96. **Результаты.** Наиболее конкурентным видом за элементы питания и свет на посевах риса — это представители рода *Echinochloa*. Существуют разные мнения относительно снижения урожайности риса от количества сорняков и длительности их конкуренции в посевах. В литературных источниках есть данные, что уровень засоренности просом куриным в количестве 30—40 растений на 1 м² сокращает урожайность на 10—15%, а увеличение численности до 200 и более растений на 1 м² приводит к снижению урожайности на 50% и более. В 2016—2018 гг. в опыте была сформирована численность сорняка, который наиболее конкурентный в получении урожая риса на территории Украины, — проса куриного (ЭПВ 10 шт./м²). Влияние засоренности изучали при численности 10, 20 и 30 шт./м², период конкуренции — 20, 40, 80 суток и до уборки, а также вариант чистого посева. Установлено, что на урожайность риса отрицательно влияет как численность сорняков, так и продолжительность

засоренности (конкуренции). Изучена зависимость массы зерна риса от массы сорняков без формирования численности, то есть всех, которые присутствовали в посеве с момента всходов в разные периоды (20, 40, 80 суток) и до уборки урожая. **Выводы.** Определены потери урожая риса при разной численности проса куриного и разной длительности совместного произрастания, особенности роста и развития проса куриного в условиях конкуренции, общая загрязненность почвы в рисовых чеках. Минимальные потери, в сравнении с чистыми посевами, составляют 5,8% при условии, если численность проса куриного 10 шт./м², а продолжительность конкуренции лишь 20 суток. При численности 10 шт./м², 20, 30 шт./м² проса куриного, и их конкуренции до уборки урожая потери составляют — 68,7%, 81,4% и 73,9% соответственно в сравнении с чистыми посевами. Увеличение массы сорняков прямо пропорционально уменьшению массы зерна. Установлена достоверная сильная связь между увеличением массы сорняков и массы зерна $r = -0,901$.

рис; просо куриное; засоренность; вредоносность; конкуренция

**Dudchenko V., Palamarchuk D., Dovbush O.,
Tsilynko L., Palamarchuk A.**

Institute of rice of NAAS, Students'ka str., v. Antonivka,
Skadovs'kiy district, Khersons'ka region, 75705, Ukraine,
e-mail: instofrice@gmail.com

Influence of the level and duration of infestation of crops on rice yield

Goal. Determine the effect of the number and duration of the period of presence of weeds in rice crops on the level of yield. **Methods.** We used general approaches to the study of the phytosanitary state of agrocenoses: herbological, laboratory-field, calculated, mathematical-statistical. Weed exposure studies were performed at 10, 20 and 30 pieces of chicken millet/1 m², competition period — 20, 40, 80 days, and before harvest. Option of pure sowing, as well as all types of weeds without weeding and without treatments. Weeds were recorded at the same time as other pests at the same sites at the appropriate times. The number of weeds by species and their total number were counted, and their height, phase of development and biomass were determined. During the growing season, the increase in raw weed mass and rice yield were determined. The size of the experimental and accounting area is 1 m², rice variety Ukraine 96. **Results.** The most competitive species for nutrients and light on rice crops are representatives of the genus *Echinochloa*. There are different data regarding the decrease in rice yield from the number of weeds and the duration of their competition in crops. In the literature there are references that the level of infestation with chicken millet in the amount of 30–40 plants per 1 m² reduces the yield by 10–15%, an increase in the number to 200 or more

plants per 1 m² leads to a decrease in yield by 50 % or more. In 2016–2018 In the experiment, the number of weeds was formed, which is the most competitive in obtaining a harvest of rice on the territory of Ukraine — chicken millet (ELH 10 pcs/m²). Studies of the influence of weediness were carried out at the number of 10, 20 and 30 pcs/1 m², the competition period was 20, 40, 80 days and before harvesting, as well as the option of clean sowing. It was found that the yield of rice is negatively affected by both the number of weeds and the duration of infestation (competition). The dependence of the weight of rice grain on the weight of weeds was studied without the formation of the number, that is, all that were present in the sowing from the moment of germination in different periods (20, 40, 80 days) and before harvesting. **Conclusions.** Rice yield losses were determined with different numbers of chicken millet and different duration of joint growth, peculiarities of growth and development of chicken millet under competitive conditions, general soil contamination in rice paddies. The minimum losses in comparison with clean crops are 5.8 %, provided that the number of chicken millet is 10 pcs/m², and the duration of the competition is only 20 days. With the number of 10 pcs/m², 20, 30 pcs/m² of chicken millet, and their competition before harvesting, the losses are — 68.7%, 81.4% and 73.9%, respectively, in comparison with clean crops. An increase in weed weight is directly proportional to a decrease in grain weight. A reliable strong relationship was established between an increase in the mass of weeds and the mass of grain $r = -0.901$.

rice; chicken millet; weediness; harmfulness; competition

REFERENCES

1. Dudchenko T.V. (2015). Osnovni elementy tekhnolohii vyroshchuvannya ta zakhyst rysu vid shkidlyvykh orhanizmv: monohrafiia. [The main elements of technology for growing and protecting rice from pests: a monograph]. Kherson: Hrin D.S. 260 s. (in Ukrainian).
2. Dudchenko V.V., Dudchenko T.V. (2008). Zakhyst posviv rysu vid burianiv. [Protection of rice crops from weeds]. Skadovsk. 52 s. (in Ukrainian).
3. Agarkov V.D. (2000). Teoriya i praktika khimicheskoy zashchity posevov risa. [Theory and practice of chemical protection of rice crops]. Krasnodar: 336 s. (in Russian).
4. Aleshin YE.P., Smetanin A.P., Yelagin I.N. (1972). Peredovye priyemy vozde-lyvaniya risa. [Rice Cultivation Best Practices]. Moskva: Kolos. 152 s. (in Russian).
5. Shabanov A.K., Raskin M.S., Spiridonov Yu. Ya. (1982). Metodika opredele-niya vredonosnosti sornykh rasteniy v posevakh zernovykh kul'tur. [Method for determining the harmfulness of weeds in grain crops]. Khimiya v sel'skom khozyay-stve. Moskva. № 8. S. 38—40. (in Russian).
6. Mal'tsev A.I. (1936). Sornaya rastitel'nost' SSSR i mery bor'by s ney. [Weed

vegetation of the USSR and measures to combat it]. [3-e izd.]. Leningrad: Sel'khozgiz. 317 s. (in Russian).

7. *Stanchavichyus A.S.* (1976). K metodike otsenki zasorennosti posevov i pochvy. [To the methodology for assessing contamination of crops and soil]. *Zasorennost' i bor'ba s sornyakami*. Vil'nyus. S. 3—8. (in Russian).

8. *Tulikov A.M.* (1982). Sornyye rasteniya i bor'ba s nimi. [Weeds and their control]. Moskva: Moskovskiy rabochiy. 158 s. (in Russian).

9. *Zuza V.S.* (2006). Zaburianenist ta herbolohichniy monitorynh. Optymizatsiia intehrovanoho zakhystu polovykh kultur (dovidnyk). [Weeding and herbolohical monitoring. Optimization of integrated field crop protection (handbook)]. Kharkiv: S. 7—18. (in Ukrainian).

10. *Nilda R. Burgos.* (2015). Whole-Plant and Seed Bioassays for Resistance Confirmation. *Weed Science Society of America*. № 63 (sp1). 152—165. (in English).

11. *Ushkarenko V.O.* (2014). Metodyka polovoho doslidu. [Methods of field experiment]. Kherson: Hrin D.S. 448 s. (in Russian).

12. *Omeliuta V.P., Hryhorovych V., Chaban V.S. et al.* (Omeliuta V.P. Ed.). (1986). Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur. [Accounting for pests and diseases of crops]. Kyiv: Urozhai. 296 s. (in Ukrainian).

Надійшла 03.08.2021 р.

А.Г. ЗЕЛЯ, кандидат біологічних наук

Т.Й. МАКАР, молодший науковий співробітник

Г.В. ЗЕЛЯ, науковий співробітник

Українська науково-дослідна станція карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 1, с. Бояни, Новоселицький р-н Чернівецької обл., 60321, Україна, e-mail: avrelia.zelya@gmail.com

ГАРМОНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВИЯВЛЕННЯ ЗБУДНИКА РАКУ КАРТОПЛІ *SYNCHYTRIIUM* *ENDOBIIOTICUM* (SCHILB.) PERC.

Мета. Гармонізація системи виявлення збудника раку картоплі згідно з вимогами Євросоюзу зі встановленням ступеня інфекційного навантаження в осередках поширення в Україні. **Методи.** Обстеження вогнищ на виявлення збудника раку картоплі здійснювали за стандартом ЕРРО РМ 3/59(3) та згідно з методичними рекомендаціями з відбору проб у процесі карантинного огляду та експертизи (Омелюта В.П. та ін., 1996). Екстракцію зимуючих зооспорангіїв збудника здійснювали, використовуючи каолін і кальцій хлористий (ЕРРО РМ 7/28(2) (2017)), та флотацією у розчині натрію йодистого. **Результати.** В обстежених 14-ти населених пунктах 4-х областей України встановлено високий рівень зараженості ґрунту зооспорангіями збудника хвороби: від 39-ти до 43-х зооспорангіїв на 1 г ґрунту у Івано-Франківській області, 49-ти — у Львівській; 65-ти — у Закарпатській та Чернівецькій областях. У процесі відбору зразків ґрунту за європейським стандартом ЕРРО РМ 3/59(3) (20 виїмок на 0,1 га) виявлено найбільшу кількість зооспорангіїв збудника раку (до 65). В обстежених вогнищах із зразків ґрунту методом флотації у розчинах кальцію хлористого та каоліну виявлено до 97,6% зооспорангіїв раку картоплі. Для кращої ідентифікації патогену з вогнищ з високим інфекційним навантаженням збудника хвороби масу досліджуваного зразка ґрунту зменшували у два, або в чотири рази. Оскільки каолін — це біла глина, яка забарвлює зооспорангії у світлий колір та маскує їх, для визначення життєздатності збудника його знебарвлювали 3% розчином перекису водню та фарбували 0,5% розчином Coomassie Blue. У випадку виявлення зооспорангіїв збудника раку флотацією у розчині натрію йодистого, водночас визначали і життєздатність патогену, оскільки натрій йодистий фарбує їх в інтенсивний жовтий колір. **Висновки.** Відбір зразків ґрунту за європейським стандартом

EPPO PM 3/59(3) виявився найбільш ефективним для виявлення зооспорангіїв збудника раку. Для виділення збудника раку картоплі в осередках поширення хвороби найбільш прийнятною є методика з використанням розчину натрію йодистого, яка дає змогу водночас виділяти та визначати життєздатність зимуючих зооспорангіїв патогену. За використання європейської методики флотації патогену у розчинах кальцію хлористого та каоліну рекомендовано зменшувати досліджувану наважку ґрунту в 2—4 рази і для подальшої оцінки життєздатності зимуючих зооспорангіїв проводити їх фарбування 0,5% розчином Coomassie Blue.

рак; вогнища; зооспорангії; виявлення; флотація; навантаження; життєздатність

Найнебезпечнішою хворобою картоплі для України є рак, який викликає внутрішньоклітинний облігатний патоген *Synchytrium endobioticum* Schilbersky Percival [1]. Він здатний зменшувати урожай картоплі на 80—90% і тим самим завдає значної шкоди картоплярству [2]. Ступінь шкідливості хвороби залежить від природно-господарських умов зони [3], рівня застосовуваної агротехніки, стійкості сорту, родючості ґрунту, впровадження прогресивних технологій, рівня ведення насінництва, системи захисних прийомів та інших факторів [4].

За даними Європейської та Середземноморської організації карантину і захисту рослин (ЄОКЗР), рак картоплі включено до переліку карантинних захворювань у 53-х країнах світу [5]. Нині в світі вже зареєстровано 39 патотипів збудника [6—8].

На 1 січня 2021 р. в Україні хвороба поширена у 4-х областях, 21-му районі, 205-ти населених пунктах, 7796-ти присадибних ділянках загальною площею 2307,2 га [9], що свідчить про потенційну загрозу галузі картоплярства у разі відсутності належного контролю за патогеном [1].

Нині в Україні зареєстровано звичайний (далемський) патотип збудника раку (D1), розповсюджений у Чернівецькій області, та 4 агресивних: 11(M1) — Міжгірський, 13(R2) — Рахівський, 18(Ya) — Ясінівський, що поширені у Закарпаській області, та 22(B1) — Бистрецький, поширений у Івано-Франківській області [10, 11].

Для виділення збудника хвороби з ґрунту використовували різні методи його екстракції. Переважна кількість методик екстракції зооспорангіїв збудника раку із зразків ґрунту заснована на методах флотації у різних органічних речовинах: хлороформі, діброметані, чотирихлористому вуглеці [12—14], але вони є сильними канцерогенами і за їх використання у працюючого персоналу виникають запаморочення та кровотечі. Для визначення життєздатності патогену пропонували фарбувати їх флуоресуючими барвниками: акридиновим помаранчевим [15] та бромистим тидієм [16].

Нині за існуючими стандартами ЄОЗКР пропонується здійснювати екстрацію зооспорангіїв збудника раку картоплі за використання розчину кальцію хлористого з питомою вагою 1,4 та каоліну [17].

В Україні розроблено, запатентовано та впроваджено в обласних фітосанітарних лабораторіях експрес-метод екстракції зооспорангіїв збудника раку з використанням розчинів натрію йодистого [18, 19]. Для діагностування та ідентифікації збудника раку за кордоном широко використовують молекулярно-генетичні методи [20—22]. У практиці діагностичних лабораторій світу набув поширення метод полімеразно-ланцюгової реакції (ПЛР) у реальному часі, який виявився більш чутливим [23].

Мета досліджень — порівняння ефективності методів відбору, екстракції та визначення життєздатності зимуючих зооспорангіїв збудника раку, а також встановлення рівня інфекційного навантаження хвороби в осередках поширення раку України.

Методика відбору зразків ґрунту, виявлення зооспорангіїв раку картоплі. Для контрольної перевірки відібрали зразки ґрунту з вогнищ, де і раніше була виявлена хвороба. Всього було обстежено 14 населених пунктів з чотирьох областей України — Чернівецької, Івано-Франківської, Закарпатської та Львівської.

Відбирали зразки ґрунту для виявлення збудника раку картоплі за стандартом ЕРРО РМ 3/59 (3) для *Synchytrium endobioticum* [24]. Із кожних 0,1 га відбирали 60 вихідних зразків, з яких формували одну змішану пробу об'ємом 20 кг. Для лабораторних досліджень з кожної середньої проби відбирали 2 проби для лабораторного аналізу об'ємом 200 г кожна.

Відбирали зразки ґрунту також згідно з методичними рекомендаціями з відбору проб у процесі карантинного огляду та експертизи (метод конверта — 5 виїмок на 0,01 га) В.П. Омелюти та ін. [25]. Для цього використовували удосконалений бур [26]. Геолокацію відбору зразків ґрунту з осередків поширення раку встановлювали за допомогою GPS навігатора eTrex Vista HCx (Garmin (Europe) Ltd.) [27].

Для екстракції зооспорангіїв за українською методикою проби ґрунту сушили за кімнатною температурою, просіювали крізь сита 0,75; 0,50; 0,25 та 0,03 мм [18, 19]. У пробу ґрунту з останнього сита додавали 35% розчин натрію йодистого з питомою вагою 1,1 і центрифугували впродовж 3 хв на центрифугі LC-425 (BVG, Угорщина) за 3000 об./хв. Легкі домішки спливали на поверхню, супернатант з домішками виливали, а в осад додавали розчин натрію йодистого, але з питомою вагою 1,4 і знову центрифугували в тих же умовах. Зооспорангії спливали на поверхню, після чого їх збирали на годинникове скельце, під мікроскопом Bio Light 300 (DELTA, optical, Poland) (120[×]) визначали їхню життєздатність. Розчин натрію йодистого

дав змогу водночас і виділяти зооспорангії і фарбувати життєздатні у інтенсивний жовтий колір. Нежиттєздатні зооспорангії не фарбовані, пусті [28].

Екстракцію зооспорангіїв за європейською методикою проводили згідно зі стандартом EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. (2017) [17]. Проби ґрунту сушили за кімнатної температури, просіювали крізь сита з вічками 0,75; 0,50 та 0,25 мм. У пробу ґрунту додавали 20% розчин каоліну і центрифугували впродовж 3 хв на центрифугі LC-425 (BVG, Угорщина) за 3000 об./хв. Флотацію зооспорангіїв збудника проводили у 40% розчині кальцію хлористого у тих же умовах. Зооспорангіїв збудника хвороби ідентифікували за візуальною оцінкою.

Виявляли осередки поширення збудника раку картоплі на підставі даних власних обстежень та обласних фітосанітарних служб. Результати досліджень опрацьовували за використання статистичного аналізу [29].

Результати та обговорення досліджень. Виявлено збудника раку картоплі *S. endobioticum* в смт Берегомет Вижницького р-ну, у двох населених пунктах Путильського р-ну Чернівецької обл., де і раніше була виявлена хвороба, також у м. Сторожинець, де попередньо у 2019 р. було виявлено нове вогнище збудника раку на площі 0,2 га [11, 30].

За використання європейського методу відбору зразків ґрунту (60 виїмок на 0,1 га; 6 виїмок на 0,01 га) інфекційне навантаження в осередках поширення хвороби варіювало у межах 40—63 зооспорангіїв/г ґрунту. За використання українського методу відбору зразків ґрунту (метод конверта — 5 виїмок на 0,01 га) інфекційне навантаження збудника раку у вогнищах хвороби було на рівні 36—58 зооспорангіїв/г ґрунту, що становило 69,9—89,9%. Найбільшу кількість зооспорангіїв виявлено у випадку відбору проб ґрунту зі збільшеною кількістю виїмок. При цьому було виділено до 65 зооспорангіїв збудника хвороби (табл. 1).

1. Ефективність методів відбору зразків ґрунту для виявлення зооспорангіїв збудника раку картоплі в осередках поширення хвороби в Україні (2018—2020 рр.)

№ п/п	Місце осередку поширення хвороби	Кількість зооспор у зразках, відібраних методом конверта, $M \pm m$	Кількість зооспор у зразках, відібраних європейським методом, $M \pm m$	Ефективність методу, %
1	сmt Берегомет Вижницького р-ну Чернівецької обл.	50,1 $\pm$ 0,1	56,1 $\pm$ 0,03	85,9
2	с. Тораки Путильського р-ну Чернівецької обл.	48,6 $\pm$ 0,08	52,2 $\pm$ 0,03	89,7

№ п/п	Місце осередку поширення хвороби	Кількість зооспор у зразках, відібраних методом конверта, $M \pm m$	Кількість зооспор у зразках, відібраних європейським методом, $M \pm m$	Ефективність методу, %
3	с. Паркулина Путильського р-ну Чернівецької обл.	46,2±0,06	51,2±0,06	88,3
4	м. Сторожинець Чернівецької обл.	58,3±0,09	65,0±0,03	89,2
5	с. Майдан Міжгірського р-ну Закарпатської обл.	36,2±0,07	40,2±0,05	87,8
6	с. Верхній Бистрий Міжгірського р-ну Закарпатської обл.	36,3±0,1	40,3±0,1	85,2
7	с. Торунь Міжгірського р-ну Закарпатської обл.	36,6±0,09	43,0±0,06	84,9
8	с. Сурупи Рахівського р-ну Закарпатської обл.	46,8±0,07	52,8±0,07	88,1
9	с. Ясіня Рахівського р-ну Закарпатської обл.	56,8±0,1	63,3±0,06	87,2
10	с. Кваси Рахівського р-ну Закарпатської обл.	12,8±0,1	16,8±0,1	69,9
11	с. Їльці Верховинського р-ну Івано-Франківської обл.	36,7±0,1	40,7±0,07	88,2
12	с. Бистрець Верховинського р-ну Івано-Франківської обл.	39,1±0,09	45,1±0,05	84,4
13	с. Красник Верховинського р-ну Івано-Франківської обл.	37,9±0,2	41,9±0,09	87,9
14	м. Турка Львівської обл.	42,3±0,1	49,0±0,04	86,1
НІР _{0,5}		0,05	0,08	—

За використання української методики екстракції із зразків ґрунту зимуючих зооспорангіїв *S. endobioticum* (флотацією у розчині натрію йодистого) встановлено високий рівень інфекційного навантаження в цих вогнищах, який становив 41—65 життєздатних зооспорангіїв в 1 г ґрунту. Майже такий рівень інфекційного навантаження встановлено і за використання європейської методики (екстрагування за допомогою розчину кальцію хлористого та каоліну) — 41—65 життєздатних зооспорангіїв в 1 г ґрунту, що вказує на 96,5—99,9% ефективність такої методики у порівнянні із українською (табл. 2).

**2. Ефективність європейського методу виявлення
зооспорангіїв збудника раку картоплі у вогнищах хвороби України
(2018—2020 рр.)**

№ п/п	Назва вогнища	Кількість зооспорангіїв, виділені NaI (M±m)	Кількість зооспорангіїв, виділені CaCl ₂ + каолін (M±m)	Ефективність методу, %
1	смт Берегомет Вижницького р-ну Чернівецької обл.	58,3±0,06	56,1±0,03	96,5
2	с. Тораки Путильського р-ну Чернівецької обл.	54,2±0,05	52,2±0,03	96,9
3	с. Паркулина Путильського р-ну Чернівецької обл.	52,3±0,03	51,2±0,06	98,0
4	м. Сторожинець Чернівецької обл.	65,3±0,08	65,0±0,03	99,8
5	с. Майдан Міжгірського р-ну Закарпатської обл.	41,2±0,06	40,2±0,05	97,3
6	с. Верхній Бистрий Міжгірського р-ну Закарпатської обл.	42,6±0,1	42,3±0,1	97,6
7	с. Торунь Міжгірського р-ну Закарпатської обл.	43,1±0,05	43,0±0,06	99,7
8	с. Сурупи Рахівського р-ну Закарпатської обл.	53,1±0,06	52,9±0,07	99,1
9	с. Ясіня Рахівського р-ну Закарпатської обл.	65,1±0,07	63,3±0,06	96,9
10	с. Кваси Рахівського р-ну Закарпатської обл.	18,3±0,1	15,8±0,1	86,3
11	с. Їльці Верховинського р-ну Івано-Франківської обл.	41,6±0,04	40,7±0,07	97,5

№ п/п	Назва вогнища	Кількість зооспорангіїв, виділені NaI (M±m)	Кількість зооспорангіїв, виділені CaCl ₂ + каолін (M±m)	Ефективність методу, %
12	с. Бистрець Верховинського р-ну Івано-Франківської обл.	46,3±0,08	45,1±0,05	98,6
13	с. Красник Верховинського р-ну Івано-Франківської обл.	43,1±0,1	41,9±0,09	94,8
14	м. Турка Львівської обл.	49,1±0,3	49,0±0,04	99,9
НІР _{0,5}		0,05	0,09	0,1

У перевірених вогнищах Чернівецької області за використання української методики виявлено 52—65 зооспорангіїв в 1 г ґрунту та 51—65 — за використання європейської методики. Ефективність методу становить 96,5—99,8%.

В обстежених вогнищах Закарпатської області рівень інфекційного навантаження ґрунту становив 40—65 життєздатних зооспорангіїв/г ґрунту (рис.) за використання української методики проти 40—63 — за європейською методикою (ефективність методу 96,9—99,1%).

Перевірка інфекційного навантаження збудника раку картоплі в обраних вогнищах Івано-Франківської області за методом флоатції

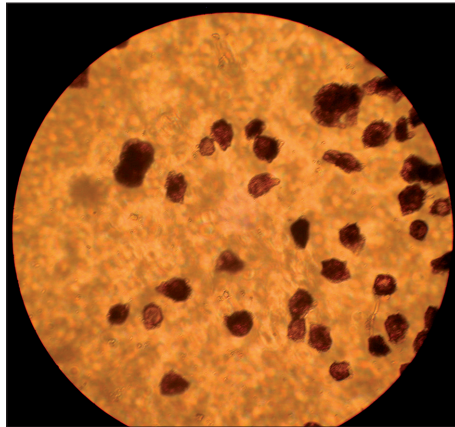


Рис. Зооспорангії збудника раку картоплі (Міжгірський р-н Закарпатської області), виявлені флоатцією у розчині натрію йодистого (120×)

у розчині натрію йодистого показала наявність 41—46 життєздатних зооспорангіїв/г ґрунту, та 40—44 — за європейською методикою (ефективність методу 95,6—97,5%).

У зразках ґрунту, відібраних у м. Турка Львівської обл., виявлено до 49-ти життєздатних зооспорангіїв на 1 г ґрунту за використання як української, так і європейської методик (ефективність методу 99,9%).

Отже, за високого рівня інфекційного навантаження ґрунту (41—65 зимуючих зооспорангіїв на 1 г ґрунту) не встановлено достовірних відмінностей ефективності двох порівнюваних методів екстракції: методом флотації у розчині натрію йодистого та за використання кальцію хлористого і каоліну. Ефективність варіювала у межах 97,3—99,9%. За середнього рівня інфекційного навантаження (15—18 зооспорангіїв/1 г ґрунту) вона становила 86,3% (табл. 2).

Дослідження показали, що за аналізу зразків ґрунту із високим рівнем інфекційного навантаження ефективність європейської та української методик була достовірно однаковою. Але проводити візуальну ідентифікацію зооспорангіїв за європейською методикою складно, оскільки після осадження органічних речовин каоліном зооспорангії збудника набувають сірого кольору. Тому зооспорангії необхідно знебарвлювати 3% розчином перекису водню та фарбувати 0,5% розчином Coomassie Blue. Крім цього, після флотації у 40% розчині кальцію хлористого разом зі зооспорангіями виділялись й інші рештки з ґрунту з однаковою масою, що заважало точному підрахунку зооспорангіїв. У осередках з високим інфекційним навантаженням досліджувану наважку ґрунту зменшували в два, або в чотири рази. Оскільки в Україні в осередках поширення хвороби переважають ґрунти з низьким вмістом органічних речовин, то для виявлення зооспорангіїв не рекомендовано використовувати каолін, а лише 40% розчин кальцію хлористого для їх флотації. Використання українського методу флотації у 48% розчині натрію йодистого дає змогу водночас виділяти та визначати життєздатність зимуючих зооспорангіїв.

З початку ХХІ століття провадився активний контроль за поширенням цієї небезпечної карантинної хвороби по всій Україні. Завдяки вирощуванню стійких проти раку сортів картоплі повністю було ліквідовано осередки поширення інфекції в колективних господарствах Вінницької, Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської, та Чернівецької областей. Знезаражували ґрунт згідно з рекомендаціями науковців Української науково-дослідної станції карантину рослин ІЗР НААН та спеціалістів обласних інспекцій з карантину рослин — карбамідом ($1,5 \text{ кг/м}^2$) та сумішшю карбаміду ($0,075 \text{ кг/м}^2$) з мідним купоросом ($0,025 \text{ кг/м}^2$). [30]. Також рекомендовано вирощувати стійкі проти раку сорти картоплі: Божедар, Слов'янка, Скарбниця, Водограй, Луговська.

ВИСНОВКИ

Дослідження з гармонізації системи виявлення збудника раку картоплі показали, що відбір зразків ґрунту за європейським стандартом EPPO PM 3/59(3) виявився найбільш ефективним для виявлення зооспорангіїв збудника раку. Для виділення збудника раку картоплі у вогнищах хвороби найбільш прийнятною є методика з використанням розчину натрію йодистого, яка дозволяє водночас виділяти та визначати життєздатність зимуючих зооспорангіїв патогену. За використання європейської методики флотації патогену у розчинах кальцію хлористого та каоліну рекомендовано зменшували досліджувану наважку ґрунту в 2—4 рази і для подальшого оцінювання життєздатності зимуючих зооспорангіїв фарбувати їх 0,5% розчином Coomassie Blue.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Мельник П.О. Етіологія раку картоплі, біоекологічне обґрунтування заходів його профілактики та обмеження розвитку. Чернівці: Прут, 2003. 284 с.
2. Zelya A.G., Zelya G.V., Oliynyk T.M., Pylypenko L.A., Solomyiciuk M.P., Kordulean R.O., Skoreyko A.M., Bunduc Yu.M., Ghunchak V.M. Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in Western region of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2018. Vol. 5, No 3. P. 3—11. DOI:10.15407/agrisp5.03.003.
3. Fiers M., Chatot C., Edel-Hermann V., Le Hingrot Y. Potato soil-borne diseases. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2012. 32(1), 93—132. DOI:10.1007/s13593-011-0035-z
4. Бондарчук А.А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні. Біла Церква, 2010. 400 с.
5. EPPO (2018) EPPO Global Database (available online). URL: <https://gd.eppo.int>
6. Obidiegwu J.E., Flath K., Gebhardt C. Managing potato wart: a review of present research status and future perspective. *Theoretical and applied genetics*. 2014. Vol. 27, No4. P. 763—780. DOI:10.1007/s00122-014-2268-0
7. Przetakiewicz J. First report of new pathotype 39 (P1) of *Synchytrium endobioticum* causing potato wart disease in Poland. *Plant Disease*. 2015. Vol. 99 (2). P. 285.2. DOI:10.1094/PDIS-06-14-0636-PDN
8. Przetakiewicz J. Sampling, maintenance and pathotype identification of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *Plant Breeding and Seed Science*. 2017. Vol. 76. P. 29—36. DOI: 10.1515/plass-2017-0018
9. Огляд поширення карантинних організмів в Україні станом на 01.01.2021 р. URL: http://www.consumer.gov.ua/ContentPages/Oglyad_Poshirennya_Karantinnikh_Organizmiv_V_Ukraini/219/

10. Зеля А.Г. Ідентифікація патотипів збудника раку картоплі. *Захист і карантин рослин*. 2014. № 10—11. С. 16—19. file:///C:/Users/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D1%83%D0%B2%D0%B0%D1%87/Downloads/Kizr_2014_10-11_8%20(1).pdf

11. Зеля А.Г., Гунчак В.М., Мельник А.Т. та ін. Фітосанітарний стан вогнищ раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. у Карпатському регіоні України. *Карантин і захист рослин*. 2020. 4-6 (261):9-15. DOI: 1036495/2312-0614/2020/4-6-9-15

12. Pratt M. The Longevity of Resting Sporangia of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in Soil. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 1976. Vol. 6, No2. P. 107—108. DOI: 10.1111/j.1365-2338.1976.tb02026.x

13. Владимирская Н.И. «Пленочный» метод определения зараженности супесчаных почв возбудителем рака картофеля. Методические указания. Ленинград. 1982. 36 с.

14. Голик И.В. Методика выделения и фракционирования зооспорангиев возбудителя рака картофеля. *Труды ВИЗР*. 1993. Вып. 36. С. 112—117.

15. Сурнакова Н.Е. Выделение нативных зооспорангиев *Synchytrium endobioticum* (Shilb). Perc. Микология и фитопатология. 1992. Том 16, Вып. 4. С. 313—314.

16. Яковлева В.А. Изучение жизнеспособности возбудителя рака картофеля. Методы диагностики карантинных болезней. 1985. Москва. С. 41—58.

17. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. (2017). *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2017. Vol. 47, No 3. P. 420—440. DOI:10.1111/epp.12441

18. Zelya A.G., Melnik P.A. Detection methods for *Synchytrium endobioticum*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 1998. Vol. 28, No 4. P. 543—544. DOI:10.1111/j.1365-2338.1998.tb00769.x

19. Зеля А.Г., Мельник П.О., Шевченко Н.Г. та ін. Експрес-метод виявлення збудника раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *Карантин і захист рослин*. 2005. № 10. С. 13—15.

20. van den Boogert P.H.J.F., van Gent-Pelzer M.P.E., Bonants P.J.M., De Boer S.H., Wander J. G.N., Lévesque C. A., Baayen R.P. Development of PCR-based detection methods for the quarantine phytopathogen *Synchytrium endobioticum*, causal agent of potato wart disease. *European Journal of Plant Pathology*. 2005. 113(1), 47—57. DOI:10.1007/s10658-005-0297-x

21. van de Vossen B., Westenberg M., Adams I., Afanasenko O., Beniusis A., Besheva A., Boerma M., Bonants P., Choiseul J., Dekker T., Flath K., Heungens K., Karelov A., Przetakiewicz J., Schlenzig A., Yakovleva V., van Leeuwen G. EUPHRES-CO Sento: An international laboratory comparison study of molecular tests for *Synchytrium endobioticum* detection and identification. *European Journal of Plant Pathology*. 2018. 151: P. 757—766. DOI:10.1007/s10658-017-1411-6

22. Bonants P.J.M., van Gent-Pelzer M.P.E., van Leeuwen G.C.M., van der Lee, T.A.J. A real-time TaqMan PCR test to discriminate between pathotype 1 (D1) and non-pathotype 1 (D1) isolates of *Synchytrium endobioticum*. *European Journal of Plant Pathology*. 2015. 143, 495—506. DOI: 10.1007/s10658-015-0702-z

23. van Gent-Pelzer M.P., Krijger M., Bonants P.J. Improved real-time PCR assay for detection of the quarantine potato pathogen, *Synchytrium endobioticum*, in zonal centrifuge extracts from soil and in plants. *European journal of plant pathology*. 2010. 126(1), 129—133. DOI;10.1007/s10658-009-9522-3

24. EPPO phytosanitary procedures PM 3/59(3) *Synchytrium endobioticum*: descheduling of previously infested plots. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2017. Vol. 47, No 3. P. 366—368. DOI:10.1111/epp.12441

25. Омелюта В.П., Устинов І.Д., Філатова Н.К., Соловйова Л.М. Продукція сільськогосподарська рослинна. Методи відбору проб у процесі карантинного огляду та експертизи. Київ. 1996. 25 с.

26. Зеля А.Г., Мельник П.О., Мацьків Т.І., Мовчан М.О. Виявлення збудника раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. в агроценозах та вантажах. Чернівці: Місто, 2004. 13 с.

27. Пат. № 97733, Україна, МПК (2015) G01N 33/00. Спосіб локалізації вогнищ карантинних організмів. А.Г. Зеля, В.М. Гунчак. Г.В. Зеля, М.П. Соломійчук, Р.О. Кордулян, О.І. Борзих, Д.Д. Сігарьова. Л.А. Пилипенко. Н.В. Скрипник ; заявник і патентовласник УкрНДСКР ІЗР НААН. № a2013 14274 ; заявл. 06.12.2013 ; опубл. 10.04.2015. Бюл. № 7.

28. Пат. № 125771 Україна, МПК (2018) G01N 1/30, G01N 21/25.C12N 1/06 (2006/01) Спосіб виявлення зооспорангіїв збудника раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilb. Perc.). А.Г. Зеля, В.М. Гунчак. Г.В. Зеля, Т.Й. Макара, О.Я. Кувшинов, У.С. Кочмаровська ; заявник і патентовласник УкрНДСКР ІЗР НААН. № u2017 12453 ; заявл. 15.12.2017 ; опубл. 25.06.2018. Бюл. № 10.

29. Маслов Ю.И. Статистическая обработка данных биохимических исследований. Методы биохимического анализа растений. Ленинград, 1978. С. 163—178.

30. Зеля А.Г., Гунчак В.М., Мацьків Т.І. та ін. Збудник раку картоплі у Чернівецькій області. *Карантин і захист рослин*. 2012. № 9. С. 25—27. URL: <http://kr.ipp.gov.ua/index.php/journal/issue/view/74/9-2012-pdf>

Зеля А.Г., Макара Т.Й., Зеля Г.В.

Украинская научно-исследовательская станция карантина растений
Института защиты растений НААН, ул. Научная, 1, с. Бояны
Новоселицкого р-на Черновицкой обл., 60321, Украина,
e-mail: avrelia.zelya@gmail.com

Система выявления возбудителя рака картофеля *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.

Цель. Гармонизация системы выявления возбудителя рака картофеля согласно с требованиями Евросоюза с установлением степени инфекционной нагрузки в очагах Украины. **Методы.** Обследование очагов на выявление возбудителя рака картофеля проводили согласно стандарту ЕРРО РМ 3/59(3) и методических рекомендаций по отбору проб в процессе карантинного осмотра и экспертизы. Экстракцию зимних зооспорангиев патогена проводили с применением каолина и кальция хлористого и флотацией в растворе натрия йодистого. **Результаты.** В обследованных 14-ти населенных пунктах 4-х областей Украины установлен высокий уровень зараженности почвы зооспорангиями возбудителя болезни: от 39 до 43 зооспорангиев на 1 г почвы — в Ивано-Франковской области; 49 — во Львовской; 65 — в Закарпатской и Черновицкой областях. При отборе образцов почвы согласно с европейским стандартом ЕРРО РМ 3/59(3) (20 выемок на 0,1 га) выявлено наибольшее количество зооспорангиев возбудителя рака (до 65). В обследованных очагах с образцов почвы методом флотации в растворах кальция хлористого и каолина выявлено до 97,6%. Для лучшей идентификации патогена из очагов с высокой инфекционной нагрузкой возбудителя болезни массу исследуемого образца почвы уменьшали в два или в четыре раза. Поскольку каолин — это белая глина, окрашивающая зооспорангии в серый маскирующий цвет, для определения жизнеспособности проводили обесцвечивание 3% раствором перекиси водорода затем окрашивание 0,5% раствором Coomassie Blue. В случае выявления зооспорангиев возбудителя рака флотацией в растворе натрия йодистого, одновременно определяли и жизнеспособность патогена, поскольку натрий йодистый окрашивает их в интенсивный желтый цвет. **Выводы.** Отбор образцов почвы по европейскому стандарту ЕРРО РМ 3/59(3) наиболее эффективен для выявления зооспорангиев возбудителя рака. Для выделения возбудителя рака картофеля в очагах болезни наиболее благоприятной оказалась методика с применением раствора натрия йодистого, которая позволяет одновременно и выделять и определять жизнеспособность зимних зооспорангиев патогена. При применении европейской методики флотации патогена в растворах кальция хлористого и каолина рекомендовано массу исследуемого образца почвы снижать в 2—4 раза и для последующей оценки жизнеспособности зимних зооспорангиев проводить их окраску 0,5% раствором Coomassie Blue.

рак; очаги; зооспорангии; выявление; флотация; нагрузки; жизнеспособность

Zelya A., Makar T., Zelya G.

Ukrainian Research Plant Quarantine Station of Institute
of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str, v. Boiany, Novoselitsa district,
Chernivtsy region, 60321, Ukraina
e-mail: avrelia.zelya@gmail.com

**System for detection potato wart *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.
causative agent**

Goal. Harmonization system for determining potato wart causative agent as European union requirements for determination infectious load degree in Ukrainian sources. **Methods.** The field inspection was conducted as per the Standard PM3/59(3) and as per methodological recommendations for the samples extraction during the process of quarantine inspection and expertise. The winter zoosporangia causative agents conducted with calcium chloride and kaolin solution usage and flotation in sodium iodide solution. **Results.** The highest infectious load by zoosporangium disease pathogen was determined in observed 11 settlements in 4 regions of Ukraine from 39 to 43 zoosporangium on 1g of soil in Ivano-Frankivsk region, 49 in Lviv region, 65 — in Zakarpattia and Chernivtsi regions. The highest quantity of potato wart zoosporangium (to 65) was determined during the soils samples extraction as per the Protocole PM3/59(3) There were determined to 97.6% of potato wart zoosporangium in soil's samples by flotation method in solutions with calcium chloride and kaolin. The researched soil's sample weight decreased in twice or four times for the best pathogen identification in sources with high infectious load of disease agent. So kaolin is a white clay it paints zoosporangium in white color with next their masking That is why the causative agent viability determining treated by 3% hydrogen peroxide and painting by Coomassie Blue solution. The flotation method in sodium iodide with simultaneous determining pathogen viability, because sodium iodide painted them in intensive yellow colour. **Conclusions.** Soil samples extraction as per European Standard EPPO PM 3/59(3) was the most effective for determining potato wart zoosporangium. The technique for determining sodium iodide usage was the most favorable for extraction potato wart zoosporangium in disease sources. This technique allowed to determine and identify viability of pathogen winter zoosporangium. It was necessary to recommend the decrease the soil load in 2—4 times and for the next viability evaluation of winter zoosporangium with next painting by 0.5% solution of Coomassie Blue during the usage of solution calcium chloride and kaolin.

wart; sources; zoosporangium; determination; flotation; loads; viability

REFERENCES

1. Melnyk P.O. (2003). Etiolohiia raku kartopli, bioekolohichne obhruntuvania zakhodiv yoho profilaktyky ta obmezhenia rozvytku. [Potato wart etiology, bioecological justification of measures, its prevention and restriction of development]. Chernivtsi: Prut. 284 p. (in Ukrainian).
2. Zelya A.G., Zelya G.V., Oliynyk T.M., Pylypenko L.A., Solomyiciuk M.P., Kordulean R.O., Skoreyko A.M., Bunduc Yu.M., Ghunchak V.M. (2018). Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in Western region of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2018. 5(3). 3-11. DOI:10.15407/agrisp5.03.003
3. Fiers M., Chatot C., Edel-Hermann V., Le Hingrot Y. (2012). Potato soil-borne diseases. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 32(1), 93-132. DOI:10.1007/s13593-011-0035-z.
4. Bondarchuk A.A. (2010). Naukovi osnovi nasinnytstva kartopli v Ukraini. [Scientific fundamentals of potato seed production]. Bila Tserkva, 400 p. (in Ukrainian).
5. EPPO (2018) EPPO Global Database (available online). <https://gd.eppo.int>.
6. Obidiegwu J.E., Flath K., Gebhardt C. (2014). Managing potato wart: a review of present research status and future perspective. *Theoretical and applied genetics*. 27(4). 763-780. DOI:10.1007/s00122-014-2268-0.
7. Przetakiewicz J. (2015). First report of new pathotype 39 (P1) of *Synchytrium endobioticum* causing potato wart disease in Poland. *Plant Disease*. 99 (2). 285.2. DOI:10.1094/PDIS-06-14-0636-PDN.
8. Przetakiewicz J. (2017). Sampling, maintenance and pathotype identification of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *Plant Breeding and Seed Science*. 2017. 76. 29-36. DOI: 10.1515/plass-2017-0018
9. Ohliad poshyrennia karantynnykh orhanizmiv v Ukraini stanom na 01.01.2020 r. [Review of quarantine pests spread in Ukraine on 01.01.2020]. (in Ukrainian).
10. Zelia A.H. (2014). Identyfikatsiia patotypiv zbudnyka raku kartopli. [Potato wart agents pathotypes identification]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. №10—11. P. 16—19. (in Ukrainian).
11. Zelia A.H., Hunchak V.M., Melnyk A.T. et al. (2020). Fitosanitarnyi stan vohnyshch raku kartopli *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. u Karpatskomu rehioni Ukrainy. [The phytosanitary term of old sources potato wart *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.in Ukraine]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. № 4—6 P. 9—15. DOI: 1036495/2312-0614/2020/4-6.9-15 (in Ukrainian).
12. Pratt M. (1976). The Longevity of Resting Sporangia of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in Soil. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. Vol. 6, No2. P. 107—108. DOI: 10.1111/j.1365-2338.1976.tb02026.x.

13. Vladymyrskaia N.Y. (1982). «Plenochnyi» metod opredeleniya zarazhenosti supeschanykh pochv vzbudytelem raka kartofelia. [«Film» method for potato wart determination in soapy soil. Metodicheskiye ukazaniya]. Leningrad. 36 s. (in Russian).
14. Holyk Y.V. (1993). Metodyka vydeleniya y fraktsyonyrovaniya zoosporanyhev vzbudytelia raka kartofelia. [Technique for determining and fractionating potato wart zoosporangia causative agent]. *Trudy VYZR*. 36. 112—117. (in Russian).
15. Surnakova N.E. (1992). Vydelenye natyvnykh zoosporanyhev *Synchytrium endobioticum* (Schilb). Perc. [Determination native zoosporangia *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.]. *Mykologiya y fytopatologiya*. 16(4). 313—314. (in Russian).
16. Iakovleva V.A. (1985). Yzuchenye zhyznesposobnosti vzbudytelia raka kartofelia. [The potato wart causative agent viability study]. *Metody dyahnostyky karantynnykh boleznei*. 41—58. (in Russian).
17. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. (2017). *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 47(3). 420—440. DOI:10.1111/epp.12441
18. Zelya A.G., Melnik P.A. (1998). Detection methods for *Synchytrium endobioticum*. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 28(4). 543—544. DOI:10.1111/j.1365-2338.1998.tb00769.x
19. Zelia A.H., Melnyk P.O., Shevchenko N.H. et al. (2005). Ekspres-metod vvyavlennia zbudnyka raku kartopli *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. [Express method for detecting the pathogen of potato cancer *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 10. 13—15. (in Ukrainian).
20. van den Boogert P.H.J.F., van Gent-Pelzer M.P.E., Bonants P.J.M., De Boer S.H., Wander J.G.N., Lévesque C.A., Baayen R.P. (2005). Development of PCR-based detection methods for the quarantine phytopathogen *Synchytrium endobioticum*, causal agent of potato wart disease. *European Journal of Plant Pathology*, 113(1), 47—57. DOI:10.1007/s10658-005-0297-x
21. van de Vossen B., Westenberg M., Adams I., Afanasenko O., Beniusis A., Besheva A., Boerma M., Bonants P., Choiseul J., Dekker T., Flath K., Heungens K., Karelov A., Przetakiewicz J., Schlenzig A., Yakovleva V., van Leeuwen G. (2018). EUPHRESO Sento: An international laboratory comparison study of molecular tests for *Synchytrium endobioticum* detection and identification. *European Journal of Plant Pathology*. 151: 757—766. DOI:10.1007/s10658-017-1411-6
22. Bonants P.J.M., van Gent-Pelzer M.P.E., van Leeuwen G.C.M., van der Lee, T.A.J. (2015). A real-time TaqMan PCR test to discriminate between pathotype 1 (D1) and non-pathotype 1 (D1) isolates of *Synchytrium endobioticum*. *European Journal of Plant Pathology*, 143, 495—506. DOI: 10.1007/s10658-015-0702-z
23. van Gent-Pelzer M.P., Krijger M., Bonants P.J. (2010). Improved real-time PCR assay for detection of the quarantine potato pathogen, *Synchytrium endobi-*

oticum, in zonal centrifuge extracts from soil and in plants. *European journal of plant pathology*. 126(1), 129—133. DOI:10.1007/s10658-009-9522-3

24. EPPO phytosanitary procedures PM 3/59(3) *Synchytrium endobioticum*: descheduling of previously infested plots. (2017). *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2017. Vol. 47, No 3. P. 366—368. DOI:10.1111/epp.12441

25. Omeliuta V.P., Ustynov I.D., Filatova N.K., Soloviova L.M. (1996). Produkt-siia silskohospodarska roslynnna. Metody vidboru prob u protsesi karantynnoho ohliadu ta ekspertyzy. [Technique of probes extraction during quarantine examination process and expertise]. Kyiv. 25 s. (in Ukrainian).

26. Zelia A.H., Melnyk P.O., Matskiv T.I., Movchan M.O. (2004). Vyivlennia zbudnyka raku kartopli *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. v ahro-tsenozakh ta vantazhakh. [Determination potato wart pathogen *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in agrocenoses and cargos]. Chernivtsi: Misto. 13 s. (in Ukrainian).

27. Pat. № 97733, Ukraina, MPK (2015). G01N 33/00. Sposib lokalizatsii vohnyshch karantynnykh orhanizmiv. [The method of localization of foci of quarantine organisms]. A.H. Zelia, V.M. Hunchak, H.V. Zelia, M.P. Solomiichuk, R.O. Kordulian, O.I. Borzykh, D.D. Siharova, L.A. Pylypenko, N.V. Skrypnyk ; zaiavnyk i patentovlasnyk UkrNDSKR IZR NAAN. № a2013 14274 ; zaiavl. 06.12.2013 ; opubl. 10.04.2015. Biul. № 7. (in Ukrainian).

28. Pat. № 125771, Ukraina, MPK (2018). G01N 1/30. G01N 21/25.S12N 1/06 (2006/01) Sposib vyivlennia zoosporanhiiv zbudnyka raku kartopli *Synchytrium endobioticum* (Schilb. Perc.). [Method of detecting zoosporangia of potato cancer pathogen *Synchytrium endobioticum* (Schilb. Perc.).]. A.H. Zelia, V.M. Hunchak. H.V. Zelia, T.Y. Makar, O.Ya. Kuvshynov, U.S. Kochmarovska ; zaiavnyk i patentovlasnyk UkrNDSKR IZR NAAN. № u2017 12453 ; zaiavl. 15.12.2017 ; opubl. 25.06.2018. Biul. № 10. (in Ukrainian).

29. Maslov Yu. Y. (1978). Statystycheskaia obrabotka dannykh byokhymycheskykh yssledovanyi. Metody byokhymycheskoho analiza rastenyi. [Data statistical treating of biochemical researches. Plant biochemical analysis method]. Lenynhrad, S. 163—178. (in Russian).

30. Zelia A.H., Hunchak V.M., Matskiv T.I. et al. (2012). Zbudnyk raku kartopli u Chrenivetskii oblasti. [Agent of potato wart disease *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in Chernivetska region]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. №9. S. 25—27. URL: <http://kr.ipp.gov.ua/index.php/journal/issue/view/74/9-2012-pdf> (in Ukrainian).

Надійшла 14.07.2021 р.

Г.М. ЛІСОВА, кандидат біологічних наук
Інститут захисту рослин НААН,
вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна,
e-mail: mail_gl@ukr.net

ХАРАКТЕРИСТИКА СТІЙКОСТІ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ПРОТИ ЗБУДНИКІВ ЛИСТКОВИХ ХВОРОБ, ТИПОВИХ ДЛЯ ЗОНИ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мета. Охарактеризувати стійкість сортів пшениці ярої різного еколого-географічного походження на природних інфекційних фонах основних збудників листкових хвороб, типових для зони Правобережного Лісостепу України. **Методи.** Польові — створення провокаційних фонів збудників хвороб та оцінка стійкості колекції сортів проти даних патогенів; аналітичні — аналіз одержаних даних, співставлення з вже відомими даними. **Результати.** У 2020—2021 рр. на 19-ти сортах пшениці ярої з колекцій Національного центру генетичних ресурсів рослин України Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН було проведено оцінку стійкості проти основних збудників листкових хвороб: борошнистої роси *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f. sp. tritici Em. Marchal, бурої іржі *Puccinia recondita* f. sp. tritici Rob. Et Desm. (син. *Puccinia tritici*), септоріозу пшениці *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvlieg & Crous, 2011 (син. *Septoria tritici* Roberge ex Desm.). Колекція включала сорти української, російської, казахської чеської та німецької селекції. Оцінку стійкості проти збудників бурої іржі та септоріозу пшениці проводили на природному інфекційному фоні, а проти збудника борошнистої роси — на посиленому (провокаційному) природному інфекційному фоні у період максимального розвитку хвороби. Сорти характеризували за ступенем стійкості, використовуючи 9-бальову імунологічну шкалу. За результатами досліджень встановлено ступінь стійкості проти збудників листкових хвороб: борошниста роса + бура іржа + септоріоз пшениці — сортів Анилаг (UKR), Воронежская 20, Оренбургская 22, Экада 97 (RUS); борошниста роса + бура іржа — Елегія миронівська, МІП Соломія, Струна миронівська, Етюд, Анилаг, Провінціалка, Панянка, Черемшина (UKR), Воронежская 20, Оренбургская 22, Оренбургская 23, Павлограда, Экада 97 (RUS), Ракансам, Рамса, Степная 50, Степная 62 (KAZ), Anabel (CZE), KWS Akvilon (DEU); борошниста роса +

септоріоз пшениці — Анилаг (UKR), Оренбургская 22, Экада 97 (RUS).

Висновки. Дослідження колекції з 19-ти сортів пшениці ярої різного еколого-географічного походження виявило ряд сортів з показниками моно-видової та групової стійкості, які можуть використовуватися в якості джерел стійкості. Зокрема, цінними джерелами стійкості є сорти Анилаг (UKR), Оренбургская 22, Экада 97 (RUS) із стійкістю проти групи збудників хвороб борошнистої роси, бурої іржі та септоріозу пшениці, типових для зони Правобережного Лісостепу України. Перспективним є залучення до селекційного процесу і сортів з помірним проявом стійкості проти збудника септоріозу пшениці на фоні високої стійкості проти збудників бурої іржі та борошнистої роси — Елегія миронівська, Струна миронівська, Етюд, Провінціалка, Панянка, Черемшина (UKR), Воронежская 20, Оренбургская 23 (RUS).

**стійкість; сорти пшениці ярої; патогени; борошниста роса;
бура іржа; септоріоз листя пшениці; природний інфекційний фон**

Сорти пшениці, які вводяться у широке виробництво, повинні мати стійкість, потенціал якої сприятиме зниженню росту чисельності збудників хвороб, знижуватиме агресивність патогенів та стримуватиме процес швидкої її втрати новими сортами, а також запобігатиме збільшенню хімічного навантаження на агроценоз і на довкілля.

Саме стійкість є важливим елементом інтенсивної системи захисту рослин та забезпечення збільшення врожаю, а також необхідною складовою для створення і розповсюдження сортів, які будуть екологічно перспективним способом розвитку агро-виробничого комплексу України [1]. Стійкий сорт повинен відповідати вимогам за ознаками адаптивності, величини і якості врожаю, інакше ймовірність вирощування його у великих масштабах дуже мала [2]. Тому одним з головних елементів у селекції пшениці є створення сортів з високою і тривалою в часі стійкістю. Не можна не погодитися з думкою, що поновлення набору стійких сортів, що зберігають ефективність у різних агроєко-системах, за умов територіального планування їхнього розміщення в посівах сприяло б ефективному забезпеченню захисту від мікопатогенів і максимально довго підтримувало умови, що не є сприятливими для розповсюдження нових генів патогенності збудників хвороб [3]. До того ж бажано, щоб стійкість зберігала свою ефективність у різних агросистемах за сприятливих для розвитку хвороб умов не менше ніж 10 років [4].

Важливим аспектом селекції є створення сортів і гібридів з груповою стійкістю проти патогенів, яка потребує вичерпних відомостей про: екологічні наслідки їхнього вирощування та внутрішньопопуляційну структуру збудників хвороб, що зумовлюють рівень їхньої патогенності і характер змін у просторі й часі; імунологічні властивості

джерел і донорів стійкості; наявність методів створення жорстких природних провокаційних та штучних інфекційних фонів [2].

Науково обґрунтована селекція на стійкість пшениці проти збудників грибних хвороб триває вже понад 70 років, проте, актуальність її не втрачена. Навпаки, через низку процесів у популяціях патогенів, перенесення інфекційного матеріалу аерогенними шляхами з інших регіонів, залучення до виробництва сортів з обмеженим спектром генів стійкості, відсутність ефективної сівозміни у виробництві та застосування хімічних засобів захисту рослин збудники хвороб накопичують у своєму арсеналі найбільш вірулентні та агресивні раси (штами), які сприяють швидкій втраті стійкості.

Дослідження імунологічного статусу світових ресурсів пшениці щодо основних збудників хвороб є важливим у забезпеченні науково обґрунтованої селекції сортів з груповою стійкістю проти найбільш небезпечних хвороб. Необхідність і актуальність його проведення зазначали в своїх роботах багато науковців світу. Відсутність належного вивчення імунологічного статусу світових ресурсів пшениці гальмує створення сортів з груповою стійкістю проти патогенів. Опрацьовані результати попередніх досліджень доводять необхідність розширення пошуку стійкого матеріалу серед колекційних зразків. Необхідно проводити планові наукові дослідження світових ресурсів [5].

Тенденція до вирощування сортів пшениці озимої і ярої з однаковим набором генів стійкості несе загрозу швидкої втрати стійкості. Є дані, що внаслідок широкого розповсюдження таких сортів виявлено накопичення і поширення (у тому числі й мігруючими спорами) в популяціях патогенів нових генів вірулентності, що, як наслідок, призвело до сильного ураження раніше стійких сортів [6, 7].

Необхідно враховувати, що посіви пшениці ярої підпадають під більше інфекційне навантаження, позаяк на ній вже розвиваються генерації збудників хвороб, які пройшли відповідні цикли на пшениці озимій, а це сприяє накопиченню інфекції в агроценозі. У деяких державах, особливо на територіях Східного Сибіру і Північного Казахстану, площі ярої пшениці займають у загальному близько 17 млн га [8]. В Україні посівні площі пшениці ярої займали у 2021 р. близько 200 тис. га [9] проти 6907,5 тис. га посівів пшениці озимої [10]. Деякі збудники хвороб поширюються на інші території повітряними масами. Тому розповсюдження інфекційного матеріалу з цих регіонів є значною загрозою для агроценозів України, враховуючи напрямки повітряних потоків Євразійського континенту.

В Україні у Миронівському інституті пшениці ім. В.М. Ремесла НААН (МІП) створено сорти пшениці м'якої ярої з комплексною стійкістю проти збудників хвороб *Erysiphe graminis* та *Puccinia recondita* — МІП Злата, Героїня, Панянка, Сімкода миронівська,

Ясна; проти *Erysiphe graminis* та *Septoria tritici* — Koksa. [11]. Внаслідок складного схрещування іноземних сортів та вітчизняного селекційного матеріалу з використанням методу педігрі створено сорти пшениці м'якої ярої з пшенично-житньою транслокацією Струна минонівська та МІП Соломія, які мають стійкість і помірну стійкість проти групи збудників хвороб [12].

За результатами аналізу світової колекції Всеросійського науково-дослідного інституту рослинництва ім. М.І. Вавилова (ВІР) виявлено сорти пшениці м'якої ярої селекцій Швеції (Canon і SW Vinyet), Польщі (Banti), Канади (Marquis), США (Chris), Болгарії (Димитровка 5—14), Китаю (лінії PS 131, PS 133, PS 96), Австралії (Cunnigharn, Scua, Ellison, Binnu), російської селекції (Тулайковская 10, Тулайковская 100, Тулайковская 108, Воевода, Фаворит, Челяба 75, Юлія, Добрыня та ін.), які мали високу стійкість проти одного чи комплексу збудників листових хвороб [7].

Проведено дослідження у 2005—2018 рр. 264 сортів пшениці озимої та 143 сортів пшениці ярої на наявність польової та ювенільної стійкості. Встановлено, що 5% сортів пшениці озимої і 30% сортів пшениці ярої мали ефективну ювенільну стійкість. Майже 40% сортів пшениці озимої мали різний рівень польової стійкості. Встановлено гени стійкості дорослих рослин, які забезпечують ефективну польову стійкість пшениці озимої і ярої. Рекомендовано використовувати їх у якості джерел та донорів стійкості [13].

Враховуючи вище викладене, питання стійкості пшениці ярої проти збудників хвороб є актуальним і своєчасним. Саме визначення нових джерел стійкості серед сортів пшениці ярої різного еколого-географічного походження допоможе у вирішенні задач стійкості і, як наслідок, буде сприяти збільшенню об'ємів врожаю і його якості.

Мета досліджень — провести оцінку стійкості сортів пшениці ярої різного еколого-географічного походження на природних інфекційних фонах основних збудників листових хвороб, типових для зони Правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методи досліджень. Пошук джерел стійкості пшениці м'якої ярої проти основних збудників хвороб проводили впродовж 2020—2021 рр. на дослідній ділянці лабораторії імунітету сільськогосподарських рослин до хвороб Інституту захисту рослин НААН у Дослідно-виробничому відділі Інституту фізіології та генетики НАНУ (с. Глеваха, Фастівського р-ну Київської обл.). Проаналізовано 19 сортів пшениці ярої різного еколого-географічного походження з колекцій Національного центру генетичних ресурсів рослин України Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН. Оцінювали стійкість проти основних збудників листових хвороб: борошнистої роси — *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer *f. sp. tritici* Em. Marchal,

бурої іржі — *Puccinia recondita f. sp. tritici* Rob. et Desm. (син. *Puccinia triticina*), септоріозу листя — *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvlieg & Crous, 2011 (син. *Septoria tritici* Roberge ex Desm.). Колекція включала сорти української, російської, казахської, чеської та німецької селекції. В якості стандарту використовували сорт Елегія Миронівська.

Імунологічну оцінку стійкості здійснювали на природних інфекційних фонах збудників бурої іржі та септоріозу на підсиленому природному (провокаційному) інфекційному фоні борошністої роси. Обліки стійкості рослин пшениці ярої проти збудників листових хвороб проводили від фази прапорцевого листка до максимального їх розвитку у фазу молочно-воскової стиглості за 9-бальною імунологічною шкалою [14].

Результати досліджень та обговорення. Впродовж 2020—2021 рр. досліджували колекцію сортів пшениці ярої на стійкість проти основних збудників листових хвороб, поширених у зоні Правобережного Лісостепу України. В таблиці наведено загальні бали за результатами етапної оцінки стійкості сортів.

У вегетаційний період 2020 р. склались посушливі умови, що вплинуло на інтенсивність розвитку збудника бурої іржі. З посівів пшениці озимої на яру перейшла незначна кількість інфекційного матеріалу (уредініоспор). Рання вегетація озимих зумовила уникнення рослинами поширення збудника. Тому 2020 року зафіксовано найвищі бали стійкості на всіх досліджуваних сортах, за винятком сортів МІП Соломія (стійкість 6 балів, інтенсивність уредініопустул до 15%), Струна миронівська (стійкість 7—8 балів, інтенсивність уредініопустул до 5—10%), Ракансам (стійкість 7 балів, інтенсивність уредініопустул до 10% на листках рослин). У 2021 р. зафіксовано високий розвиток патогену, але не епіфітотійного рівня. Сорт Ракансам був стійким — бал 6, інтенсивність уредініопусту до 15%. Сорт Струна миронівська трохи знизив рівень стійкості — до 7—6 балів, інтенсивність уредініопустул до 15%. Дуже високу стійкість зберегли сорти Воронежская 20, Павлограда та Степная 50 — бал 9. Решта сортів мали незначне зниження рівня стійкості — до 8—7 балів з інтенсивністю уредініопустул до 10%.

Відомо, що сорт Етюд містить ген стійкості Lr24 та житньо-пшеничну транслокацію 1AL.1RS [15]. Згідно з нашими даними, ген Lr24 був ефективним проти дії місцевої популяції збудника бурої іржі [16] і станом на 2021 р. все ще не втратив ефективності після епіфітотії 2018 р. (ефективний впродовж 2016—2021 рр.). Майже ізогенна лінія сорту Thatcher, яка містить ген стійкості Lr24, проявляла стійкість не тільки проти збудника бурої іржі, а й проти місцевих популяцій збудників борошністої роси та септоріозу пшениці (незначне ураження в межах стійкості). Транслокація 1AL.1RS містить в собі ген стійкості

Результати оцінювання стійкості сортів пшениці м'якої ярої різного еколого-географічного походження до природного фону збудників листових хвороб, типових для зони Правобережного Лісостепу України в 2020—2021 рр.

Назва сорту	Країна походження	Стійкість проти видів збудників за роками досліджень, бал					
		борої іржі		борошністої роси		септоріозу листя	
		2020	2021	2020	2021	2020	2021
Елегія Миронівська (St)	UKR	8*	9	6	6–7	6–7	6–5
МІП Соломія	UKR	6	8–7	6	8–9	7–8	5
Струна миронівська	UKR	7–8	7–6	6–7	7–8	5	6–5
Етюд	UKR	8	9	7	8	5	6–5
Аншлаг	UKR	9	8–9	7–8	7	7–6	6
Провінціалка	UKR	9	8	7–8	7	6	6–5
Паїянка	UKR	9	8	8	8–7	6	6–5
Черемшина	UKR	8	8–7	7–8	7	6	6–5
Воронежская 20**	RUS	9	9	9	8	6	5
Оренбургская 22	RUS	9	8	9	8	6	6
Оренбургская 23	RUS	9	7	9	8–7	5	6
Павлограда	RUS	9	9	7	6	5	5
Жада 97	RUS	9	8	9	9	6	6
Ракансам	KAZ	7	6	9	9	4	4
Рамса	KAZ	9	8–7	9	8–9	4	5–4
Степная 50	KAZ	9	9	9	9	4	6
Степная 62	KAZ	9	8–7	9	9	4	6–5
Anabel	CZE	9	7	9	8	4	5
KWS Akvilon	DEU	9	8–7	9	8	6	5
Ts*6/Agent (Lr24)	MEX	9	9	7	6–7	6	6–7

Примітка: * — жирним шрифтом виділено бали, що позначають дуже високу (бал 9); високу (бал 8) та стійкість (бали 7 і 6) за Уніфікованою шкалою [14];

** — на сорті відзначено значний розвиток збудника піренофорозу

проти збудника борошнистої роси Pm17, який забезпечує помірну стійкість проти патогену. Сорт Етюд виявився стійким проти дії збудника борошнистої роси в 2020—2021 рр. Можливо він містить ще більш ефективні гени стійкості проти цього патогену. Щодо стійкості проти збудника септоріозу пшениці, то сорт Етюд виявився стійким — помірно-сприйнятливим, тоді як майже ізогенна лінія з геном стійкості Lr24 була стійкою проти патогену. Можливо, що в геномі сорту Етюд міститься ряд генів стійкості проти септоріозу пшениці, які не є ефективними проти місцевої популяції цього збудника хвороби.

У 2020 р. рівень розвитку збудника борошнистої роси на природному провокаційному інфекційному фоні у зоні Правобережного Лісостепу України був низьким через недостатню кількість опадів. За таких умов всі сорти проявили високу стійкість проти дії патогену. Незначне ураження нижніх листків рослин у 2020 р. мали сорти Елегія миронівська (стандарт), МІП Соломія, Струна миронівська, а у 2021 р. тільки стандарт Елегія миронівська. Сорт Павлограда був стійким — бал 7, помірне ураження листків нижнього ярусу рослин. У 2021 р., незважаючи на достатній рівень опадів у травні, червні і частково в липні, зафіксовано помірний розвиток збудника.

Впродовж двох років досліджень склалися сприятливі умови для розвитку збудника септоріозу. Стійкими проти дії місцевої популяції патогену протягом двох років були сорти Аншлаг, Оренбургская 22, Экада 97 — бал 6, помірна стійкість. Останній сорт за даними літературних джерел містить ген стійкості проти збудника бурої іржі Lr48 [17] і є рецесивним геном стійкості дорослих рослин на відміну від домінантного гена ювенільної стійкості Lr24 та забезпечує помірну стійкість проти більшості рас збудника бурої іржі [18]. Саме сорт Экада 97 проявив високу стійкість впродовж двох років досліджень проти всіх збудників хвороб. Можливо сорт містить інші ефективні гени стійкості проти дії місцевої популяції збудника бурої іржі. Потребує подальших досліджень і уточнень ефективність цього гена стійкості в умовах зони Правобережного Лісостепу України.

2021 року на сорті Оренбургская 22 виявлено розвиток збудника піренофорозу в межах 4 балів — помірна сприйнятливість за шкалою оцінки стійкості проти *Pyrenophora tritici-repentis* [14].

Отже, за результатами оцінки стійкості в 2020—2021 рр. серед 19-ти сортів різного еколого-географічного походження пшениці ярої встановлено високий потенціал стійкості проти дії місцевих популяцій збудників хвороб, типових для зони Правобережного Лісостепу України.

Сорти, що характеризуються стійкістю проти збудників хвороб:

- **бурої іржі пшениці** — Елегія миронівська, Етюд, Аншлаг, Провінціалка, Панянка, Черемшина (UKR), Воронежская 20, Пав-

лограда (RUS), Степная 50 (KAZ), Оренбургская 22, Экада 97 (RUS), Рамса, Степная 62 (KAZ), Anabel (CZE), KWS Akvilon (DEU), Оренбургская 23 (RUS). Сорт Ракансам (KAZ) проявив стійкість (бал 7—6) і має тенденцію до зниження стійкості;

- **борошністої роси** — Елегія миронівська, МІП Соломія, Струна миронівська, Етюд, Аншлаг, Провінціалка, Панянка, Черемшина (UKR), Воронежская 20, Оренбургская 22, Оренбургская 23, Эскада 97 (RUS), Ракансам, Рамса, Степная 50, Степная 62 (KAZ), Anabel (CZE), KWS Akvilon (DEU). Сорт Павлограда (RUS) проявив стійкість (бали 9—6);
- **септоріозу пшениці** — Аншлаг (UKR), Оренбургская 22, Экада 97 (RUS) проявили стійкість — помірну стійкість (бали 7—6). Потребує подальшого дослідження потенціал стійкості сортів МІП Соломія (UKR), Оренбургская 23 (RUS), Степная 50, Степная 62 (KAZ) і KWS Akvilon (DEU), які проявляють коливання в показниках стійкості між помірною стійкістю — слабкою сприйнятливістю (бали 6—5) та сприйнятливістю (бал 4).

Сорти, що характеризуються груповою стійкістю проти збудників хвороб:

- **борошніста роса + бура іржа + септоріоз пшениці** — Аншлаг (UKR), Воронежская 20, Оренбургская 22, Экада 97 (RUS);
- **борошніста роса + бура іржа** — Елегія миронівська, МІП Соломія, Струна миронівська, Етюд, Аншлаг, Провінціалка, Панянка, Черемшина (UKR), Воронежская 20, Оренбургская 22, Оренбургская 23, Павлограда, Экада 97 (RUS), Ракансам, Рамса, Степная 50, Степная 62 (KAZ), Anabel (CZE), KWS Akvilon (DEU);
- **борошніста роса + септоріоз пшениці** — Аншлаг (UKR), Оренбургская 22, Экада 97 (RUS).

Радимо звернути увагу на потенціал стійкості цих сортів для проведення селекційних робіт пшениці ярої в зоні Правобережного Лісостепу України.

Робота виконувалась в межах бюджетного фінансування за НДР 12.01.00.24.П «Особливості стійкості рослин-господарів до дії основних збудників грибних хвороб в зоні Правобережного Лісостепу України» № ДР 01916U001145 в 2020 р., що входила до ПНД 12 Наукові основи технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів — («Захист рослин») Підпрограма 01. Закономірності формування фітопатогенного комплексу та теоретичні аспекти створення стійких сортів проти хвороб («Фітопатологія») та 24.01.01.02Ф «Визначення джерел стійкості зразків сільськогосподарських культур до основних збудників грибних хвороб на природних і штучних інфекційних фонах в зоні Правобережного Лісостепу України»

№ ДР 0121U000085 в 2021 р., що входить до ПНД 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» («Захист рослин»), Підпрограма 01. «Формування фітопатогенного комплексу та створення стійких сортів рослин проти хвороб» («Фітопатологія»).

ВИСНОВКИ

Дослідження колекції з 19-ти сортів пшениці ярої різного еколого-географічного походження виявило низку сортів з показниками моновидової та групової стійкості, які можуть використовуватися в якості джерел стійкості. Зокрема, цінними джерелами стійкості є сорти Аншлаг (UKR) та Оренбургская 22, Экада 97 (RUS) із стійкістю проти групи збудників хвороб борошнистої роси, бурої іржі та септоріозу пшениці, типових для зони Правобережного Лісостепу України. Перспективним є залучення до селекційного процесу також сортів з помірним проявом стійкості проти збудника септоріозу пшениці на фоні високої стійкості проти збудників бурої іржі та борошнистої роси — Елегія миронівська, Струна миронівська, Етюд, Провінціалка, Панянка, Черемшина (UKR), Воронежская 20, Оренбургская 23 (RUS). Рекомендуємо їх залучати до селекційного процесу, як джерела стійкості проти групи листових збудників хвороб. Інші сорти, які проявили високу стійкість як проти окремих збудників хвороб, так і проти групи патогенів, також мають цінність для селекційного процесу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Kovalyshyna H., Dmytrenko Y., Tonkha O., Makarchuk O., Demydov O., Humeniuk O., Kozub N., Karelov A., Sozinov I., Mushtruk M. Diversity of winter common wheat varieties for resistance to leaf rust created in the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Science*. 2020. V. 14. P. 1001—1007. URL: <https://doi.org/10.5219/1447>.
2. Лісовий М.П., Лісова Г.М. Екологічний аналіз складових інтегровано-го методу захисту рослин у ХХІ столітті. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 2. С. 25—28.
3. Киселева М.И., Коломиец Т.М., Пахолкова Е.В., Жемчужина Н.С., Любич В.В. Дифференциация сортов озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) по устойчивости к наиболее вредоносным возбудителям грибных болезней. *Сельскохозяйственная биология*. 2016. Т. 51. № 3. С. 299—309. doi: 10.15389/agrobiology.2016.3.299rus
4. Коваленко Е.Д., Жемчужина А.И., Киселева М.И., Коломиец Т.М., Щербик А.А. Стратегия селекции пшеницы на устойчивость к ржавчинным заболеваниям. *Защита и карантин растений*. 2012. № 9. С. 19—22.
5. Лісовий М.П., Лісова Г.М. Наукові основи генетичного захисту рослин в Україні. *Захист і карантин рослин*. 2013. Вип. 59. С. 168—175.

6. Гульяева Е.И., Садовая А.С., Шайдюк Е.Л. Молекулярно-генетический скрининг новых российских сортов мягкой пшеницы по устойчивости к бурой ржавчине. *Вестник защиты растений*. 2014. № 1. С. 26—29.

7. Сочалова Л.П., Пискарев В.В. Устойчивость сортов яровой мягкой пшеницы к возбудителям инфекционных заболеваний в условиях изменяющегося климата западной Сибири. *Достижения науки и техники АПК*. 2017. Т. 31. № 2. С. 21—25.

8. Morgounov A., Pozherukova V., Kolmer J., Gulyaeva E., Abugalieva A., Chudiniv V., Kuzmin O., Rasheed A., Rymbetov A., Shepelev S., Ydyrys A., Yesimbekova M., Shamanin V. Genetic basis of spring wheat resistance to leaf rust (*Puccinia triticina*) in Kazakhstan and Russia. *Euphytica*. 2020. V 216. Issue 11. Article number 170. URL: <https://doi.org/10.1007/s10681-020-02701-y>

9. Весняна посівна-2021: В Україні посіяли майже 4,4 млн га ярих зернових культур. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/vesnyana-posivna-2021-v-ukrayini-posiyali-majzhe-44-mln-ga-yarih-zernovih-kultur>

10. Посівні площі сільськогосподарських культур за їх видами. Посівні площі сільськогосподарських культур за їх видами у 2021 році URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2019/sg/ppsgk/arh_ppsgk_u.html

11. Близнюк Р.М., Демидов О.А., Чугункова Т.В., Федоренко М.В., Березовський Д.Ю. Стійкість сортів пшениці м'якої ярої до листових грибних хвороб. *Агроєкологічний журнал*. 2019. № 1. С. 74—79.

12. Хоменко С.О., Власенко В.А., Чугункова Т.В., Федоренко І.В., Березовський Д.Ю., Данюк Т.А. Створення селекційного матеріалу пшениці м'якої ярої з пшенично-житніми транслокаціями. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15. № 1. С. 18—23. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162477>

13. Elena Gulyaeva. Breeding of bread wheat for leaf rust resistance in Russia. IV All-Russian Plant Protection Congress. BIO Web of Conferences. 2020. 18, 00013 <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201800013>

14. Бабаянц О.В., Бабаянц Л.Т. Основы селекции и методология оценок устойчивости пшеницы к возбудителям болезней. Селекционно-генетический институт — Национальный центр семеноведения и сортоизучения. Одесса, 2014. 401 с.

15. Сочалова Л.П., Пискарев В.В. Устойчивость образцов мягкой пшеницы к *Blumeria graminis* и *Puccinia recondita* с известными генами устойчивости. *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т.33. №11. С. 34—42. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11108

16. Lisova H.M. Expression of wheat resistance genes to the leaf rust pathogen in the conditions of Forest-Steep zone in Ukraine in 2000—2010. *Protection and Plant Quarantine*. 2012. V. 58. P. 97—106.

17. Сюков В.В., Тарышкин Л.Г., Захаров В.Г. Доноры полевой устойчи-

востии яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) к листовой бурой ржавчине (*Puccinia recondita* Rob. Ex Desm.). Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 5(3). С. 1166—1172.

18. Samsampour D., Maleki Zanjani B., Singh A., Pallav J.K., Prabhu K.V. Marker assisted selection to pyramid seedling resistance gene Lr24 and adult plant resistance gene Lr48 for leaf rust resistance in wheat. *Indian Journal of Genetics*. 2009. Vol. 69. No 1. P. 1—9.

Лесовая Г.М.

Институт защиты растений НААН,
ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина,
e-mail: mail_gl@ukr.net

Характеристика устойчивости сортов пшеницы яровой против возбудителей болезней листьев типичных для зоны Правобережной Лесостепи Украины

Цель. Охарактеризовать устойчивость сортов яровой пшеницы разного эколого-географического происхождения на природных инфекционных фонах основных возбудителей болезней листьев, типичных для зоны Правобережной Лесостепи Украины. **Методы.** Полевые — создание провокационных фонов возбудителей болезней и оценка устойчивости сортов против этих фитопатогенов; аналитические — анализ полученных данных, сопоставление с уже имеющимися данными. **Результаты.** В 2020—2021 гг. на 19-ти сортах пшеницы яровой с коллекции Национального центра генетических ресурсов растений Украины Института растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН проведена оценка устойчивости против основных возбудителей болезней листьев: мучнистой росы *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f. sp. tritici Em. Marchal, бурой ржавчины *Puccinia recondita* f. sp. tritici Rob. et Desm. (син. *Puccinia triticina*), септориоза листьев *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedylieg & Crous, 2011 (син. *Septoria tritici* Roberge ex Desm.). В коллекцию входили сорта украинской, российской, казахской, чешской и немецкой селекций. Оценку устойчивости против возбудителей бурой ржавчины и септориоза пшеницы проводили на природном инфекционном фоне, а против возбудителя мучнистой росы — на усиленном (провокационном) природном инфекционном фоне в период максимального развития болезни. Сорта охарактеризовывали по степени устойчивости, используя 9-балловую иммунологическую шкалу. По результатам исследований определена степень устойчивости против возбудителей болезней листьев: мучнистая роса + бурая ржавчина + септориоз пшеницы — сортов Анислаг (UKR), Воронежская 20, Оренбургская 22, Экада 97 (RUS); мучнистая роса + бурая ржавчина — Елегія миронівська, МІП Соломія, Струна

миронівська, Етюд, Анилаг, Провінціалка, Панянка, Черемшина (UKR), Воронежская 20, Оренбургская 22, Оренбургская 23, Павлограда, Экада 97 (RUS), Ракансам, Рамса, Степная 50, Степная 62 (KAZ), Anabel (CZE), KWS Akvilon (DEU); мучнистая роса + септориоз пшеницы — Анилаг (UKR), Оренбургская 22, Экада 97 (RUS). **Выводы.** Исследование коллекции из 19-ти сортов пшеницы яровой разного эколого-географического происхождения определило ряд сортов с показателями моновидовой и групповой устойчивости, которые могут использоваться как источники устойчивости. В частности, ценными источниками устойчивости есть сорта Анилаг (UKR) и Оренбургская 22, Экада 97 (RUS) с устойчивостью против группы возбудителей болезней мучнистой росы, бурой ржавчины и септориоза пшеницы, типичных для зоны Правобережной Лесостепи Украины. Перспективным есть вовлечение в селекционный процесс и сортов с умеренным проявлением устойчивости против возбудителей септориоза пшеницы на фоне высокой устойчивости против возбудителей бурой ржавчины и мучнистой росы — Елегія миронівська, Струна миронівська, Етюд, Провінціалка, Панянка, Черемшина (UKR), Воронежская 20, Оренбургская 23 (RUS).

устойчивость; сорта яровой пшеницы; патогены; мучнистая роса; бурая ржавчина; септориоз листьев; природный инфекционный фон

Lisova H.

Institute of Plant Protection of NAAS,
33, Vasytkivska str., Kyiv, Ukraine, 03022,
e-mail: mail_gl@ukr.net

Characteristics of the resistance of spring wheat varieties to pathogens of leaf diseases typical for the zone of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Goal. To characterize the resistance of spring wheat varieties of different ecological and geographical origin against natural infectious backgrounds of the main pathogens of leaf diseases typical for the zone of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** Field — creating provocative backgrounds of pathogens and assessing the resistance of varieties to againts phytopathogens; analytical — analysis of the data obtained, comparison with existing data. **Results.** In 2020—2021 on 19 varieties of spring wheat from the collection of the National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine, Institute of Plant Industry. V. Ya. Yuriev NAAS, an assessment of resistance to againts main leaf pathogens: powdery mildew (*Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f. sp. tritici Em. Marchal), leaf rust (*Puccinia recondita* f. sp. tritici Rob. et Desm. (syn. *Puccinia triticina*), septoria (*Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvlieg & Crous, 2011 (syn. *Septoria tritici* Roberge ex Desm.)). The collection included

varieties of Ukrainian, Russian, Kazakh, Czech and German selection. The assessment of resistance to leaf rust, septoria wheat was carried out against a natural infectious background, and to powdery mildew against an enhanced (provocative) natural infectious background, the period of maximum development of diseases. The cultivars were characterized by the degree of resistance using a 9-point immunological scale. According to the research results, the degree of resistance of varieties to pathogens of leaf diseases was determined: powdery mildew + leaf rust + wheat septoria — Anshlag (UKR), Voronezhskaya 20, Orenburgskaya 22 and Ekada 97 (RUS); powdery mildew + leaf rust — Elegiya Mironivska, MIP Solomiya, Struna Mironivska, Etud, Anshlag, Provintsialka, Panyanka, Cheremshina (UKR), Voronezhskaya 20, Orenburgskaya 22, Orenburgskaya 23, Pavlograda (RUS); Rakansam, Ramasa, Stepnaya 50, Stepnaya 62 (KAZ), Anabel (CZE), KWS Akvilon (DEU); powdery mildew + septoria — Anshlag (UKR), Orenburgskaya 22, Ekada 97 (RUS). **Conclusions.** The study of a collection of 19 varieties of spring wheat of different ecological and geographical origin identified a number of varieties with indicators of monospecific and group resistance, which can be used as sources of resistance. In particular, the varieties Anshlag (UKR) and Orenburgskaya 22, Ekada 97 (RUS) with resistance to the group of pathogens of powdery mildew, leaf rust and wheat septoria typical for the Right-Bank Forest-Steppe zone of Ukraine are valuable sources of resistance. It is promising to involve in the breeding process and varieties with a moderate manifestation of resistance to wheat septoria infection against the background of high resistance to pathogens of leaf rust and powdery mildew — Elegiya Mironivska, Struna Mironivska, Etude, Provintsialka, Panyanka, Cheremshina (UKR), Voronezhskaya 20, Orenburgskaya 23 (RUS).

resistance; spring wheat varieties; pathogens; powdery mildew; leaf rust; wheat septoria; natural infectious background

REFERENCES

1. Kovalyshyna H., Dmytrenko Y., Tonkha O., Makarchuk O., Demydov O., Humeniuk O., Kozub N., Karelov A., Sozinov I., Mushtruk M. (2020). Diversity of winter common wheat varieties for resistance to leaf rust created in the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Science*. V. 14. P. 1001—1007. URL: <https://doi.org/10.5219/1447>
2. Lisovyi M.P., Lisova H.M. (2007). Ekologichnyi analiz skladovykh intehrovanoho metodu zakhystu roslyn u KhKhI stolitti. [Ecological analysis of the components of the integrated method of plant protection in the XXI century]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]*. № 2. S. 25—28. (in Ukrainian).
3. Kiseleva M.I., Kolomiets T.M., Pakholkova E.V., Zhemchuzhina N.S., Lyubich V.V. (2016). Differentsiatsiya sortov ozimoy myagkoy pshenitsy (Triticum

aestivum L.) po ustoychivosti k naibolee vredonosnym vzbuditelyam gribnykh bolezney. [Differentiation of winter bread wheat varieties (*Triticum aestivum* L.) by resistance to the most harmful pathogens of fungal diseases]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural biology]. T. 51. No. 3. S. 299—309. doi: 10.15389/agrobiol.2016.3.299rus (in Russian).

4. Kovalenko E.D., Zhemchuzhina A.I., Kiseleva M.I., Kolomiets T.M., Shcherbik A.A. (2012). Strategiya seleksii pshenitsy na ustoychivost' k rzhavchinnym zabolevaniyam. [Wheat breeding strategy for resistance to rust diseases]. *Zashchita i karantin rasteniy* [Plant Protection and Quarantine]. No. 9. S. 19—22. (in Russian).

5. Lisovyi M.P., Lisova H.M. (2013). Naukovi osnovy henetychnoho zakhystu roslin v Ukraini. [Scientific basis of genetic protection plants in Ukraine]. *Zakhyst i karantyn roslin*. [Plant Protection and Quarantine]. V. 59. P. 168—175. (in Ukrainian).

6. Gul'tyaeva E.I., Sadovaya A.S., Shaydyuk E.L. (2014). Molekulyarno-geneticheskii skringing novykh rossiyskikh sortov myagkoy pshenitsy po ustoychivosti k buroy rzhavchine. [Molecular genetic screening of new Russian varieties of common wheat for resistance to leaf rust]. *Vestnik zashchity rasteniy*. [Plant Protection Bulletin]. № 1. S. 26—29. (in Russian).

7. Sochalova L.P., Piskarev V.V. (2017). Ustoychivost' sortov yarovoy myagkoy pshenitsy k vzbuditelyam infektsionnykh zabolevaniy v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata zapadnoy Sibiri. [Resistance of spring bread wheat varieties to pathogens of infectious diseases in the changing climate of western Siberia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex] T. 31. № 2. S. 21—25. (in Russian).

8. Morgounov A., Pozherukova V., Kolmer J., Gulyaeva E., Abugalieva A., Chudiniv V., Kuzmin O., Rasheed A., Rymbetov A., Shepelev S., Ydyrys A., Yessimbekova M., Shamanin V. (2020). Genetic basis of spring wheat resistance to leaf rust (*Puccinia triticina*) in Kazakhstan and Russia. *Euphytica*. V 216. Issue 11. Article number 170. URL: <https://doi.org/10.1007/s10681-020-02701-y>

9. Vesnyana posivna-2021: V Ukrayini posiyaly mayzhe 4,4 mln ha yarykh zernovykh kul'tur. [Spring sowing-2021: Almost 4.4 million hectares of spring grain crops were sown in Ukraine]. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/vesnyana-posivna-2021-v-ukrayini-posiyali-majzhe-44-mln-ga-yarih-zernovih-kultur> (in Ukrainian).

10. Posivni ploshchi sil'skohospodars'kykh kul'tur za yikh vydamy. Posivni ploshchi sil'skohospodars'kykh kul'tur za yikh vydamy u 2021 rotsi [Sown areas of crops by their types. Sown areas of agricultural crops by their types in 2021]. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2019/sg/ppsgk/arh_ppsgk_u.html (in Ukrainian).

11. Blyzniuk R.M., Demydov O.A., Chuhunkova T.V., Fedorenko M.V.,

Berezovskyi D.Iu. (2019). Stiikist sortiv pshenytsi miakoi yaroj do lystkovykh hrybnykh khvorob. [Resistance of soft spring wheat varieties to leaf fungal diseases]. *Ahroekologichnyi zhurnal*. № 1, S. 74—79. (in Ukrainian).

12. Khomenko S.O., Vlasenko V.A., Chuhunkova T.V., Fedorenko I.V., Berezovskyi D.Iu., Daniuk T.A. (2019). Stvorennia selektsiinoho materialu pshe-nytsi miakoi yaroj z pshenychno-zhytnimy translokatsiiamy. [Creation of selec-tion material for soft spring wheat with wheat-rye translocations]. *Plant Variet-ies Studying and Protection*. T. 15. №1. S. 18—23. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162477>(in Ukrainian).

13. Elena Gulytaeva. (2020). Breeding of bread wheat for leaf rust resistance in Russia. IV All-Russian Plant Protection Congress. *BIO Web of Conferences*. 18, 00013 <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201800013>

14. Babayants O.V., Babayants L.T. (2014). Osnovy selektsii i metodologiya otsenok ustoychivosti pshe-nitsy k vzbuditelyam bolezney. [Foundations of breed-ing and methodology for assessing wheat resistance to pathogens]. Selektсион-no-geneticheskiiy institut — Natsional'nyy tsentr semenovedeniya i sortoizucheniya. Odessa, 401 s. (in Russian).

15. Sochalova L.P., Piskarev V.V. (2019). Ustoychivost' obraztsov myagkoy pshe-nitsy k *Blumeria graminis* i *Puccinia recondita* s izvestnymi genami ustoychivosti. [Resistance of common wheat samples to *Blumeria graminis* and *Puccinia recondita* with known resistance genes]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*. [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex]. T. 33. № 11. S. 34—42. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-11108 (in Russian).

16. Lisova H.M. (2012). Expression of wheat resistance genes to the leaf rust pathogen in the conditions of Forest-Steep zone in Ukraine in 2000—2010. *Pro-tection and Plant Quarantine*. V. 58. P. 97—106.

17. Syukov V.V., Taryshkin L.G., Zakharov V.G. (2014). Donory polevoy ustoychivosti yarovoy pshe-nitsy (*Triticum aestivum* L.) k listovoy buroy rzhavchine (*Puccinia recondita* Rob. Ex Desm.). [Donors of field resistance of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) to leaf rust (*Puccinia recondita* Rob. Ex Desm.)] *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. [Proceedings of the Samarsk Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. T. 16. № 5(3). S. 1166—1172. (in Russian).

18. Samsampour D., Maleki Zanjani B., Singh A., Pallav J.K., Prabhu K.V. (2009). Marker assisted selection to pyramid seedling resistance gene Lr24 and adult plant resistance gene Lr48 for leaf rust resistance in wheat. *Indian Journal of Genetics*. Vol. 69. No 1. P. 1—9.

Надійшла 20.08.2021 р.

¹Ю.М. ЛЯСКА, молодший науковий співробітник

²О.О. СТРИГУН, доктор сільськогосподарських наук

³О.М. ГОНЧАРЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

⁴В.П. КРАВЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

^{1–3}Інститут захисту рослин НААН,

вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна,

⁴Черкаська дослідна станція біоресурсів ННЦ «Інституту землеробства НААН», вул. Нахімова, 46, с. Драбове-Барятинське, Черкаська обл., 19842, Україна,

e-mail: ¹juljabug@ukr.net, ²strygun@meta.ua,

³o_gamanova@ukr.net, ⁴kovraj@ukr.net

ШКІДЛИВІСТЬ ГУСЕНИЦЬ БАВОВНИКОВОЇ СОВКИ НА ГІБРИДАХ КУКУРУДЗИ

Мета. Встановити пошкодженість сучасних гібридів кукурудзи гусеницями бавовникової совки, розробити балову шкалу оцінки пошкодженості зернівок у качанах та розрахувати прямі втрати врожаю зерна. **Методи.** Дослідження проводили на полях Черкаської дослідної станції біоресурсів ННЦ «Інституту землеробства НААН» 2017–2019 рр. Вирощували кукурудзу за технологією, рекомендованою для зони Лісостепу України Черкаської області. Розмір дослідних ділянок — 56 м², у чотирьох повтореннях. Розміщення ділянок — рендомізоване. Кількість пошкоджених качанів гусеницями бавовникової совки визначали з розрахунку на 1 га. Щоб вирахувати кількість пошкоджених зернівок у качані, розкривали кожен пошкоджений качан і підраховували кількість з'їдених та пошкоджених зернівок. Для розрахунку прямих втрат врожаю по кожному з гібридів кукурудзи вираховували загальну кількість з'їдених та пошкоджених гусеницями бавовникової совки зернівок (з розрахунку на 1 га) та перемножували на масу 100 зерен відповідно. **Результати.** Досліджено рівень шкідливості гусениць бавовникової совки на різних за стиглістю гібридах кукурудзи. У 2017–2019 рр. найбільше пошкоджених качанів виявилося на гібридах середньостиглої групи — 58,4%, найменше у ранньостиглих гібридів — 41,1 та у середньоранніх — 47,8%. Вперше розроблено 9-балову шкалу оцінювання пошкодженості зернівок у качанах гусеницями *Helicoverpa armigera* Hbn. та розраховано прямі втрати врожаю зерна. Встановлено суттєві втрати врожаю на всіх середньостиглих гібридах кукурудзи (0,185–0,280 т/га).

Висновки. У Лівобережному Лісостепу України небезпечним шкідником генеративних органів виявилася бавовникова совка. Тому підбір стійких гібридів кукурудзи до пошкоджень гусеницями бавовникової совки є ключовим елементом захисту цієї культури. Розроблена 9-бальова шкала дає змогу оцінити рівень пошкодженості зернівок гусеницями *Helicoverpa armigera* Hbn.

гібриди кукурудзи; бавовникова совка; пошкодженість; шкідливість; втрати врожаю

Метеорологи довели, що в Україні за останні десять років температура повітря підвищилася на $0,3\text{--}0,6^{\circ}\text{C}$, тоді як за останні сто років — на $0,7^{\circ}\text{C}$ [1].

Синхронно з потеплінням зростає чисельність шкідників. Багато комах з підвищенням температури швидко розселяються в ті регіони, які раніше були несприйнятливими для них через недостатню кількість тепла. У більш теплих кліматичних умовах шкідники починають розвиватися в ранні періоди і пошкоджувати рослини, які не встигли зміцніти, що призводить до значних втрат врожаю [2].

Відомо, що *Ostrinia nubilalis* Hbn. є і залишається одним з найнебезпечніших фітофагів кукурудзи. Слід зазначити, що з 1995 р. поряд із стебловим кукурудзяним метеликом на рослинах кукурудзи розмножувалась і бавовникова совка, гусениці якої пошкоджують місцями понад 45% качанів [3].

На численних міжнародних наукових форумах останнім часом постійно обговорюють стратегію контролю чисельності аллохтонних видів шкідників, що з'являються в північних регіонах. Це стосується і бавовникової совки.

На території України у Запорізькій, Черкаській, Харківській областях у 2011 р. гусениці бавовникової совки впродовж вегетаційного періоду пошкоджували до 35%, а в Криму та Кіровоградській області — до 55–60% рослин сояшнику, качанів кукурудзи, овочевих культур. В осередках Харківської, Запорізької та Донецької областей пошкодження фітофагом сояшнику та кукурудзи сягало 84% [4].

За даними А.В. Кузьминського в Луганській області заселялися совкою всі посіви кукурудзи з пошкодженням від 25–100% качанів. У 2011–2012 рр. шкідник знаходився у фазі масового розмноження, а в 2013 р. досяг піку чисельності. Також дані А.В. Кузьминського засвідчили, що більшість гібридів сприйнятливі до шкідника. Не виявлено гібридів, які б не пошкоджувалися даним фітофагом. В середньому за роки досліджень пошкоджувалося 60,6% качанів: у 2011 р. — 45,5; 2012 — 54,9; 2013 — 87,8% [5].

За даними Ю.В. Білявського на півночі Полтавської обл. у 2007 р. зафіксовано пошкодження качанів більшості середньостиглих і піз-

ньостиглих гібридів кукурудзи до 70%. В умовах Лівобережного Лісостепу у 2007 р. на посівах кукурудзи відбулася трансформація раніше непомітного виду в економічно домінуючий [6].

Щорічні втрати врожаю сільськогосподарської продукції в світі від бавовникової совки на бавовнику, кукурудзі, овочевих, бобових і т.д. перевищують 2 млрд USD, а вартість захисних заходів становить близько 1 млрд. В Китаї та Індії близько 50% всіх інсектицидів використовуються проти бавовникової совки. Тут фермери витрачають до 40% свого прибутку на придбання інсектицидів для контролю *H. armigera* Hbn. [7].

Мета дослідження — встановити пошкодженість сучасних гібридів кукурудзи гусеницями бавовникової совки, розробити балоу шкалу оцінки пошкодженості зернівок у качанах та розрахувати прямі втрати врожаю зерна.

Методика досліджень. Визначення шкідливості гусениць бавовникової совки проводили на полях Черкаської дослідної станції біоресурсів ННЦ «Інституту землеробства НААН» у 2017—2019 рр. (Драбівське відділення). Вирощували кукурудзу відповідно до технології, рекомендованої для зони Лісостепу України Черкаської області: лущіння — на 10—12 см, оранка — на 23—25 см, передпосівна культивация — на глибину 8—10 см, сіяли сівалкою «KINZE 3000» з одночасним внесенням нітроамофоски з розрахунку $N_{56} P_{26} K_{26}$. Після сходів кукурудзи у фазу 2—5 листків було здійснено обробку гербіцидом Таск Екстра 66,5, ВГ (римсульфурон, 23 г/кг + дикамба, 550 г/кг + нікосульфурон, 92 г/кг) — 0,44 кг/га. При плануванні та проведенні дослідів керувались методикою С.О. Трибеля [8].

Для вивчення рівня пошкоджуваності качанів гусеницями бавовникової совки було висіяно 11 гібридів кукурудзи різних груп стиглості селекції Інституту зернових культур НААН та два іноземних гібриди. Насіння протруйниками не обробляли. Розмір дослідної ділянки — 56 м², у чотирьох повтореннях. Розміщення ділянок — рендомізоване.

Кількість пошкоджених качанів гусеницями бавовникової совки визначали з розрахунку на 1 га. Щоб вирахувати кількість пошкоджених зернівок у качані, розкривали кожен пошкоджений качан і підраховували кількість з'їдених та пошкоджених зернівок. Для розрахунку прямих втрат врожаю по кожному з гібридів кукурудзи вираховували загальну кількість з'їдених та пошкоджених гусеницями бавовникової совки зернівок (з розрахунку на 1 га) та перемножували на масу 100 зерен відповідно.

Результати та обговорення. В Україні з розширенням площ під посівами кукурудзи бавовникова совка, як шкідник цієї культури, набула надзвичайно важливого значення, оскільки пошкоджує зернівки в качанах.

У 2017—2019 рр. гусениці бавовникової совки пошкоджували всі гібриди кукурудзи незалежно від строків стиглості.

Найбільшої шкоди рослинам кукурудзи гусениці фітофага завдають у фазу молочної та молочно-воскової стиглості зерна, а період цвітіння культури збігається з масовою яйцекладкою шкідника. Тому обліки пошкодженості та заселеності рослин кукурудзи шкідником проводили у фазу молочно-воскової стиглості зерна [9].

Багато авторів зазначають, що бавовникова совка віддає перевагу в першу чергу кукурудзі, яка сприяє розвитку найбільш чисельного і життєздатного потомства [10—12]. Також деякими дослідниками проведено лабораторні дослідження, результати яких засвідчили, що гусениці, які живилися зерном кукурудзи, на 5—6 днів швидше закінчували свій розвиток і заляльковувалися, порівняно з іншими варіантами запропонованого корму [13, 14].

За роки досліджень встановлено, що гусениці бавовникової совки в основному пошкоджують на рослинах кукурудзи рильця, обгортки та зерно в качанах. За появи ниток на качанах самиці масово мігрують на посіви кукурудзи і відкладають свої яйця переважно на рильця. Пошкодження молодих рилець призводило до порушення запилення, і в результаті до пустозерності качана. Гусениці знищували частину зерна, що зумовило прямі втрати врожаю. За живлення гусениць зерном, качани кукурудзи в подальшому уражувалися хворобами, погіршувалася якість врожаю, що ускладнило зберігання зерна. Тому, пошкодження рослин кукурудзи у фазу цвітіння та утворення зерна є найнебезпечнішим.

Результати обліків щодо пошкодженості качанів кукурудзи різностиглих гібридів наведено в таблиці 1.

У 2017—2019 рр. найбільше пошкоджених качанів виявилось на гібридах середньостиглої групи — 58,4%, найменше — у ранньостиглих гібридів 41,1 та у середньоранніх 47,8%. В результаті обліків встановлено, що не всі пошкоджені гусеницями качани мали з'їдене зерно, тому відсоток качанів з пошкодженим зерном був дещо меншим: для середньостиглих гібридів становив 48,7%, для середньоранніх — 39,5%, найменшим був у групі ранньостиглих гібридів — 32,9%. Як свідчать дані таблиці 1, гібриди кукурудзи з однієї групи стиглості пошкоджувалися гусеницями шкідника по-різному. У ранньостиглого гібрида Почаївський 190 МВ качанів з пошкодженим зерном було найбільше — 35,7%, а у гібрида ДН Позитив найменше — 28,2%. Гібриди ДН Галатея, Оржиця 237 МВ та Маххалія (R.A.G.T.) з середньоранніх мали найбільше пошкоджених качанів (із зерном) — 53,0, 58,4 та 44,3% відповідно. Найменше качанів з пошкодженим зерном було у гібрида ДН Світязь — 22,6%. У середньостиглих найбільше качанів з пошкодженим зерном виявлено у гібридів ДН Аджамка

1. Пошкодженість качанів різностиглих гібридів гусеницями бавовникової совки (Черкаська дослідна станція біоресурсів ННЦ «Інституту землеробства НААН», 2017–2019 рр.)

Гібрид	Пошкоджено качанів, %	Качани з пошкодженим зерном, %	Різниця між загальним числом пошкоджених качанів та качанів з пошкодженим зерном, %
Ранньостиглі			
Почаївський 190 МВ	43,9	35,7	8,2
ДН Меотида	42,3	34,7	7,6
ДН Позитив	37,1	28,2	8,9
<i>Середнє</i>	<i>41,1</i>	<i>32,9</i>	<i>8,2</i>
Середньоранні			
ДН Світязь	29,2	22,6	6,6
ДН Віта	35,1	31,6	3,5
ДН Галатея	64,0	53,0	11,0
Оржиця 237 МВ	71,8	58,4	13,4
ДКС 3472 (Монсанто)	35,3	27,2	8,1
Маххаліа (R.A.G.T.)	51,4	44,3	7,1
<i>Середнє</i>	<i>47,8</i>	<i>39,5</i>	<i>8,3</i>
Середньостиглі			
ДН Дніпро	49,5	42,1	7,4
Моніка 350 МВ	52,7	45,6	7,1
ДН Аджамка	63,8	52,1	11,7
ДН Деметра	67,6	54,9	12,7
<i>Середнє</i>	<i>58,4</i>	<i>48,7</i>	<i>9,7</i>
НІР ₀₅	8,9	7,8	—

та ДН Деметра — 52,1 та 54,9% відповідно, а найменше у гібрида ДН Дніпро — 42,1%.

Переконалим виявилось те, що за роки досліджень гібриди ДН Галатея, Оржиця 237 МВ, ДН Аджамка і ДН Деметра були найбільш привабливими для гусениць фітофага. Ці гібриди мали найбільшу частку пошкоджених качанів та більшу різницю між відсотком пошкоджених качанів та качанів з пошкодженим зерном. Якщо ця різниця для інших гібридів становила 3,5–8,9%, то для вище названих гібридів — 11,0; 13,4; 11,7 та 12,7% відповідно.

Багато дослідників також стверджують, що фіксували значне пошкодження більшості середньо- і пізньостиглих гібридів кукурудзи — до 75% [6, 15, 16]. Результати наших досліджень узгоджуються з результатами цих авторів.

Ще одним етапом вивчення шкідливості гусениць бавовникової совки було оцінювання пошкодженості зернівок у качанах. Тому, з перерахованих вище типів пошкодження качанів кукурудзи, що визначають втрати врожаю, є, перш за все, кількість качанів з пошкодженими зернами, кількість зернівок, які не утворилися в результаті пошкодження молодих рилець і кількість з'їдених гусеницями зернівок. Всі ці показники враховували і на цій підставі ми вперше розробили і використали дев'ятибалову шкалу з визначення бала пошкодженості зернівок (табл. 2).

2. Дев'ятибалова шкала оцінювання пошкодженості зернівок кукурудзи в качанах гусеницями бавовникової совки

Пошкоджено зернівок		Бал пошкодженості
шт./качан	%	
<5	<1	1
5—10	1—2,0	2
11,1—20	2,1—4,0	3
21—30	4,1—6,0	4
31—40	6,1—8,0	5
41—50	8,1—10,0	6
51—60	10,1—12,0	7
61—70	12,1—14,0	8
>70	>14,0	9

Проведеними обліками та спостереженнями встановлено, що в кожному пошкодженому качані гусениці з'їдали від 2 до 58 зерен, окрім того, деяка частина зерен не сформувалася в результаті порушення запилення.

Встановлено, що в середньому за роки досліджень на ранньостиглих гібридах пошкоджено 12,7 зерна на качан (2,4%), на середньоранніх — 15,3 (2,7%), тоді як на середньостиглих 30,6 (5,5%), що в 2,4 і в 2 рази більше ніж на ранньостиглих і середньоранніх. Ці дані свідчать про їхню стійкість проти гусениць бавовникової совки за типом ухилення (табл. 3).

Із середньоранніх найменше пошкоджувався ДН Світязь — 8,7

**3. Пошкодженість зернівок в качанах
гібридів кукурудзи гусеницями бавовникової совки
(Черкаська дослідна станція біоресурсів ННЦ «Інституту
землеробства НААН», 2017–2019 рр.)**

Гібрид	Пошкодженість		
	зернівок/ качан	%	бал
<i>Ранньостиглі</i>			
Почаївський 190 МВ	14,6	2,8	3,3
ДН Меотида	14,2	2,6	3,0
ДН Позитив	9,2	1,7	2,0
<i>Середнє</i>	<i>12,7</i>	<i>2,4</i>	<i>2,8</i>
<i>Середньоранні</i>			
ДН Світязь	8,7	1,5	2,0
ДН Віта	11,1	1,9	2,3
ДН Галатея	20,0	3,7	3,7
Оржиця 237 МВ	22,6	4,1	4,0
ДКС 3472 (Монсанто)	11,9	2,0	2,7
Маххаліа (R.A.G.T)	17,5	3,1	3,3
<i>Середнє</i>	<i>15,3</i>	<i>2,7</i>	<i>3,0</i>
<i>Середньостиглі</i>			
ДН Дніпро	25,4	4,5	4,0
Моніка 350 МВ	28,2	4,9	4,3
ДН Аджамка	29,3	5,3	4,7
ДН Деметра	39,5	7,4	5,3
<i>Середнє</i>	<i>30,6</i>	<i>5,5</i>	<i>4,7</i>
НІР ₀₅	4,2	0,8	—

зернівок/качан (1,5%), бал 2. До стійких можна віднести ДН Віта (11,1 зернівок/качан або 1,9%) бал 2,3 та ДКС 3472 (Монсанто) (11,9 зернівок/качан або 2%) бал 2,7. Найбільше пошкоджувались гібриди ДН Галатея (20 зернівок/качан або 3,7%) та Оржиця 237 МВ (22,6 зернівок/качан або 4,1%), бал 3,7 і 4 відповідно.

3-поміж середньостиглих найбільше пошкоджувався гібрид ДН Деметра (39,5 зернівок/качан або 7,4%) бал 5,3, а найменше — ДН Дніпро (24,5 зернівок/качан або 4,5%) бал 4.

Для того, щоб визначити прямі втрати врожаю необхідно розкрити обгортки качанів і підрахувати кількість зерен у качані, кількість по-



*Качани кукурудзи, пошкоджені бавовниковою совкою
(фото автора)*

шкоджених та масу 1000 зерен. Втрати врожаю визначали за фактично вирахованими показниками кожного гібриду. Відсоток качанів з пошкодженим зерном, втрати урожаю в абсолютному (т/га) та відносному виразі (%) наведено в таблиці 4. Встановлено, що втрати залежать як від кількості пошкоджених качанів, так і від пошкоджених зернівок у самому качані. При збільшенні відсотка чи бала пошкоджуваності відчутно збільшуються втрати.

За роки досліджень найменші втрати фіксували на гібридах ДН Позитив (ранньостиглий) та ДН Світязь (середньоранній) — 0,028 та 0,037 т/га або 0,56 та 0,52% відповідно. Щодо гібридів ДН Віта та ДКС 3472 (середньоранні) втрати не великі — 0,063 та 0,068 т/га або 1,01 та 0,95%. Дещо більші втрати відзначені на ранньостиглих гібридах ДН Почаївський та ДН Меотида — 0,086 та 0,090 т/га (1,33 і 1,27%) відповідно.

Суттєві втрати були на всіх середньостиглих гібридах. Для ДН Аджамки та ДН Деметри вони були найбільшими і становили 0,249 та 0,280 т/га або 3,64 та 4,57% відповідно. Дещо менші втрати у гібридів ДН Дніпро та Моніка 350 МВ — 0,185 і 0,237 т/га (2,59 і 3,17%) відповідно. У середньоранніх гібридів ДН Галатея та Оржиця 237 МВ втрати становили 0,165 і 0,209 т/га, що на 0,115; 0,071 та на

**4. Втрати зерна за пошкодженості
гібридів кукурудзи гусеницями бавовникової совки
(Черкаська дослідна станція біоресурсів ННЦ «Інституту
землеробства НААН», 2017–2019 рр.)**

Гібриди	Качанів		Маса 1000 зерен, г	Урожай- ність, т/га	Втрати зерна	
	тис. шт./га	з пошкод- женим зерном з 1 га, %			т/га	%
Ранньостиглі						
Почаївський 190 МВ	60,7	35,7	220,6	6,52	0,086	1,33
ДН Меотида	57,1	34,7	268,3	7,15	0,090	1,27
ДН Позитив	55,8	28,2	183,7	4,98	0,028	0,56
Середнє	57,8	32,9	224,2	6,21	0,068	1,08
Середньоранні						
ДН Світязь	60,0	22,6	237,0	7,27	0,037	0,52
ДН Віта	60,8	31,6	248,3	6,19	0,063	1,01
ДН Галатея	60,6	53,0	258,0	6,94	0,165	2,36
Оржиця 237 МВ	58,7	58,4	256,3	6,16	0,209	3,43
ДКС 3472 (Монсанта)	65,2	27,2	286,0	7,85	0,068	0,95
Маххаліа (R.A.G.T.)	61,8	42,3	277,7	8,28	0,129	1,58
Середнє	61,2	39,5	260,6	7,12	0,111	1,57
Середньостиглі						
ДН Дніпро	58,2	42,1	275,3	7,17	0,185	2,59
Моніка 350 МВ	57,7	45,6	284,3	7,37	0,237	3,17
ДН Аджамка	58,6	52,1	261,0	6,84	0,249	3,64
ДН Деметра	59,8	54,9	230,3	6,28	0,280	4,57
Середнє	58,6	48,7	262,7	6,92	0,237	3,49
НІР ₀₅	1,1	7,8	—	0,39	0,033	—

0,84 і 0,40 т менше в порівнянні з ДН Деметра та ДН Аджамка, хоч і відсоток качанів з пошкодженим зерном для всіх цих гібридів був майже однаковим (52,1—58,4%). Це пояснюється тим, що обгортки на самих качанах в гібридах ДН Аджамка та ДН Деметра не щільно прилягали до самого качана і верхівка взагалі була відкритою.

Отже, підбір стійких гібридів кукурудзи до пошкоджень гусеницями бавовникової совки є ключовим елементом в захисті цієї культури.

ВИСНОВКИ

У Лівобережному Лісостепу України небезпечним шкідником генеративних органів виявилася бавовникова совка. Встановлено рівень шкідливості гусениць *Helicoverpa armigera* Hbn. У 2017—2019 рр. найбільше пошкоджених качанів виявилось на гібридах середньостиглої групи — 58,4%, найменше у ранньостиглих гібридів — 41,1%, та у середньоранніх — 47,8%. Такі дані спонукали нас на розробку дев'ятибальної шкали для оцінки пошкодженості зернівок в качанах гусеницями. Отже, за досліджуваними результатами встановлено, що в середньому за роки досліджень на ранньостиглих гібридах пошкоджено 12,7 зерен/качан, бал 2,8. На середньоранніх, відповідно 15,3 зерен/качан, бал 3, тоді як на середньостиглих, відповідно, 30,6 — бал 4,7, що в 2,4 і в 2 рази більше ніж на ранньостиглих і середньоранніх, що свідчить про їхню стійкість проти гусениць бавовникової совки за типом ухилення.

Встановлено, що втрати врожаю залежали як від кількості пошкоджених качанів, так і від пошкоджених зернівок в самому качані. За збільшення відсотка чи бала пошкоджуваності відчутно збільшувалися втрати.

Найбільші втрати зафіксовано на всіх середньостиглих гібридах. Для ДН Аджамки та ДН Деметри вони були найвищими і становили 0,249 та 0,280 т/га або 3,64 та 4,57% відповідно.

Дослідження проведено в рамках ПНД НААН «Екологічні основи контролю ентомокомплексу в агроценозах зернових культур» № державної реєстрації 0116U003533.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Деменко В.М., Власенко В.А., Ємець О.М. Обґрунтування чисельності основних шкідників зернових культур в умовах північно-східного Лісостепу України. *Вісник СНАУ*. 2012. Вип. 9 (24). Серія «Агрономія і біологія». С. 14—18.

2. Шевченко О.В. Проблема глобальної зміни клімату в контексті міжнародної безпеки. *Актуальні проблеми міжнародних відносин*. Вип. 130. 2017. С. 24—38.

3. Доля М.М., Покозій Й.Т., Мамчур Р.М. Фітосанітарний моніторинг. Київ: ННЦ ІАЕ, 2004. 294 с.

4. Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин у 2012 р. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Національна академія аграрних наук України, Головна державна інспекція захисту рослин. Київ. 2012.

5. Кузьминський А.В. Стійкість гібридів кукурудзи до лускокрилих шкід-

ників. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2013. № 4. С. 132—135.

6. Білявський Ю.В., Вусатий Р.О. Увага: бавовникова совка. Вплив зміни клімату на поширення та шкідливість фітофага в посівах кукурудзи. *Карантин і захист рослин*. 2008. № 6. С. 2—4.

7. Фролов А.Н. Немного о хлопковой совке и гм-кукурузе. ВИЗИР, С.-Петербург — Пушкин, 2018. URL: https://kosmais.narod.ru/downloads/frolov_sovka_gmo_2018.pdf (дата звернення 12.10.2019 р).

8. Методики випробування і застосування пестицидів ; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 437 с.

9. Ляска Ю.М., Стригун О.О. Видовий склад основних шкідників агроценозу кукурудзи в лівобережному Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2. С. 45—52. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.02.05>

10. Гончаров О. Бавовникова совка: життя та смерть у фотографіях. *Agro-expert: практичний посібник аграрія*. 2017. № 7. С. 28—33.

11. Волошина Л., Церковная В. Биокоррекция популяции хлопковой совки при возделывании сельскохозяйственных культур в условиях Приднестровья. *Biogeochemical innovations under the conditions of the biosphere technogenesis correction*. 2020. Vol. 1. P. 153—159.

12. Duffield S.J., Steer A.P. The ecology of *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) in the Riverina region of south-eastern Australia and the implications for tactical and strategic management. *Bull. Entomol. Res.* 2006. V. 96. N. 6. P. 583—596.

13. Черкашин В.Н., Черкашин Г.В., Коломыцева В.А. Влияние поврежденный хлопковой совки на структуру урожая кукурузы. *Аграрная наука*. 2021. 344(1), С. 85—89. DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-85-89>

14. Анцупова Т.Е. Вредоносность хлопковой совки в агроценозе кукурузы в условиях Ростовской области. *Научное обеспечение агропромышленного комплекса*. 2016. С. 74—75.

15. Пінчук Н.І., Гирка Т.В., Горщар О.А., Педаш Т.М. Стійкість гібридів кукурудзи до лускокрилих шкідників в умовах північного Степу України. *Зернові культури*. 2017. С. 115—118.

16. Mishra, Geetanjali. Gram Pod Borer (*Helicoverpa armigera*). *Polyphagous Pests of Crops*. Springer, Singapore. 2021. P. 311—348. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-8075-8_7

¹Ляска Ю.Н., ²Стригун А.А., ³Гончаренко О.Н., ⁴Кравченко В.П.

^{1–3}Институт защиты растений НААН,
ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина

⁴Черкасская опытная станция биоресурсов ННЦ «Института земледелия НААН», ул. Нахимова 46, с. Драбово-Барятинское,
Черкасская обл., 19842, Украина

e-mail: ¹juljabug@ukr.net, ²strygun@meta.ua,

³o_gamanova@ukr.net, ⁴kovraj@ukr.net

Вредоносность гусениц хлопковой совки на гибридах кукурузы

Цель. Определить поврежденность современных гибридов кукурузы гусеницами хлопковой совки, разработать балловую шкалу оценки поврежденности зерновок в початках и рассчитать прямые потери урожая зерна. **Методы.** Полевые. Исследования проводили на полях Черкасской опытной станции биоресурсов ННЦ «Института земледелия НААН» в 2017–2019 гг. Кукурузу выращивали в соответствии с технологией, рекомендованной для зоны Лесостепи Украины Черкасской области. Размер опытных участков — 56 м², в четырех повторениях. Размещение участков — рендомизированное. Количество поврежденных початков гусеницами хлопковой совки определяли из расчета на 1 га. Чтобы вычислить количество поврежденных зерновок в початке, раскрывали каждый поврежденный початок и подсчитывали количество съеденных и поврежденных зерновок. Для расчета прямых потерь урожая по каждому из гибридов кукурузы вычисляли общее количество съеденных и поврежденных гусеницами хлопковой совки зерновок (в расчете на 1 га) и умножали на массу 100 зерен соответственно. **Результаты.** Исследован уровень вредоносности гусениц хлопковой совки на разных по зрелости гибридах кукурузы. В 2017–2019 гг. наибольшее количество поврежденных початков оказалось на гибридах среднеспелой группы — 58,4%, меньшее у среднеранних — 47,8 и раннеспелых гибридов — 41,1%. Впервые разработана 9-балловая шкала оценки поврежденности зерновок в початках гусеницами *Helicoverpa armigera* Hbn. и рассчитаны прямые потери урожая зерна. Установлены существенные потери урожая на всех среднеспелых гибридах кукурузы (0,185–0,280 т/га). **Выводы.** В Левобережной Лесостепи Украины опасным вредителем генеративных органов кукурузы оказалась хлопковая совка. Поэтому подбор гибридов, устойчивых к повреждениям гусеницами хлопковой совки, является ключевым элементом в защите этой культуры. А разработанная 9-балловая шкала позволяет оценить уровень поврежденности зерновок гусеницами *Helicoverpa armigera* Hbn.

гибриды кукурузы; хлопковая совка; поврежденность; вредоносность; потери урожая

¹Liaska Y., ²Stryhun O., ³Honcharenko O., ⁴Kravchenko V.

^{1–3}Institute of Plant Protection of NAAS,

33, Vasylkivska str., Kyiv, 03022, Ukraine,

⁴Cherkasy Research Station of Bioresources of the NSC «Institute of Agriculture of NAAS», Cherkasy region, v. Drabovo-Baryatinskoe,

46, Nakhimova str., 19842, Ukraine,

e-mail: ¹juljabug@ukr.net, ²strygun@meta.ua,

³o_gamanova@ukr.net, ⁴kovraj@ukr.net

Harmfulness of cotton bollworm caterpillars on maize hybrids

Goal. Determine the damage to modern corn hybrids by the caterpillars of the cotton bollworm, develop a point scale for assessing the damage of kernels on the cob, and calculate the direct losses of grain yield. **Methods.** Field. The studies were carried in the research fields of the Cherkasy Research Station of Bioresources of the NSC «Institute of Agriculture of NAAS» 2017–2019. The cultivation of corn was carried out in accordance with the cultivation technology recommended for the Forest-Steppe zone of Ukraine, Cherkasy region. Plot size — 56 m², in four replicates. Placement of plots — randomized. The number of damaged corncobs of cotton scoop was determined per hectare. To calculate the number of damaged kernels per corncobs, each damaged corn cobs was opened and the number of eaten and damaged kernels was counted. To calculate the direct yield losses for each corn hybrid, the total number of kernels eaten and damaged by the caterpillars of the cotton bollworm (per hectare) was calculated, which was multiplied by the mass of 100 kernels, respectively. **Results.** The degree of harmfulness of cotton bollworm caterpillars on maize hybrids of different maturity was investigated. In 2017–2019 The corncobs are most damaged in hybrids of the mid-maturing group — 58.4%, less — in early-maturing hybrids — 41.1%, and in the middle-early ones — 47.8%. For the first time, a nine-point scale was developed for assessing the defeat of caryopses on the cob by *Helicoverpa armigera* Hbn. caterpillars direct losses of grain yield are calculated. It was found that significant yield losses were observed in all mid-season maize hybrids (0.185–0.280 t/ha). **Conclusions.** In the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine, the cotton bollworm turned out to be a dangerous pest of the generative organs of corn. Therefore, the selection of resistant hybrids to attack by caterpillars of the cotton bollworm is a key element in the protection of this crop. And the nine-point scale developed by us allows us to assess the degree of damage to caryopses by the caterpillars of *Helicoverpa armigera* Hbn.

corn hybrids; cotton bollworm; damage; harmfulness; crop losses

REFERENCES

1. Demenko V.M., Vlasenko V.A., Yemets O.M. (2012). Obgruntuvannia chyselnosti osnovnykh shkidnykh zernovykh kultur v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy. [Substantiation of the number of the main pests of grain crops in the conditions of the north-eastern Forest-steppe of Ukraine]. *Visnyk SNAU*. 9 (24). Vyp. 9 (24). Seriya «Ahronomiia i biolohiia». P. 14—18. (in Ukrainian).
2. Shevchenko O.V. (2017). Problema hlobalnoi zminy klimatu v konteksti mizhnarodnoi bezpeky. [The challenge of global climate change in the aspect of international security]. *Aktualni problemy mizhnarodnykh vidnosyn*. [Actual problems of international relations]. Vyp. 130. P. 24—38. (in Ukrainian).
3. Dolia M.M., Pokozii Y.T., Mamchur R.M. (2004). Fitosanitarnyi monitorynh. [Phytosanitary monitoring]. Kyiv: NNTs IAE. 294 p. (in Ukrainian).
4. Prohnoz fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv Ukrainy ta rekomendatsii shchodo zakhystu roslyn u 2012 r. [Forecast of phytosanitary condition of agrocenoses of Ukraine and recommendations for plant protection in 2012]. Ministerstvo ahrarynoi polityky ta prodovolstva Ukrainy. Natsionalna akademiia ahrarynykh nauk Ukrainy, Holovna derzhavna inspektsiia zakhystu roslyn. Kyiv. 2012. (in Ukrainian).
5. Kuzmysnyi A.V. (2013). Stiikist hibrydiv kukurudzy do luskokrylykh shkidnykh. [Resistance of corn hybrids to lepidopteran pests]. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony*. № 4. P. 132—135. (in Ukrainian).
6. Biliavskiy Yu.V., Vusatyi R.O. (2008). Uvaha: bavovnykova sovka. Vplyv zminy klimatu na poshyrennia ta shkidlyvist fitofaha v posivakh kukurudzy. [Attention: *Helicoverpa armigera* Hbn. Influence of climate change on the spread and harmfulness of phytophagous in maize crops]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. [Quarantine and plant protection]. № 6. P. 2—4. (in Ukrainian).
7. Frolov A.N. (2018). Nemnogo o khlopkovoy sovke i gm-kukuruze. [A little about : *Helicoverpa armigera* Hbn. and gm-corn]. VIZIR, S.-Peterburg — Pushkin, URL: https://kosmais.narod.ru/downloads/frolov_sovka_gmo_2018.pdf (in Russian).
8. Trybel S.O. (Ed.) (2001). Metodyky vyprovuvannia i zastosuvannia pestydydiv. [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv: Svit, 2001. 437 p. (in Ukrainian).
9. Liaska Yu.M., Stryhun O.O. (2019). Vydovy sklad osnovnykh shkidnykh ahrotsenozu kukurudzy v livoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. [Species composition of corn agrocenosis main pests in the left-bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarynoi akademii*. [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy]. № 2. P. 45—52. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.02.05> (in Ukrainian).
10. Honcharov O. (2017). Bavovnykova sovka: zhyttia ta smert u fotohrafiakh.

[*Helicoverpa armigera*: life and death in photographs]. *Agroexpert*: praktychnyi posibnyk ahrariia. № 7. P. 28—33. (in Ukrainian).

11. Voloshina L., Tserkovnaya V. (2020). Biokorreksiya populyatsii khlopkovoy sovki pri vozdeleyvanii sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v usloviyakh Pridnestrov'ya. [Biocorrection of population of cotton bollworm during growing crops under the conditions of Transnistria]. *Biogeochemical innovations under the conditions of the biosphere technogenesis correction*. Vol. 1. P. 153—159. (in Russian).

12. Duffield S.J., Steer A.P. (2006). The ecology of *Helicoverpa* spp. (Lepidoptera: Noctuidae) in the Riverina region of south-eastern Australia and the implications for tactical and strategic management. *Bull. Entomol. Res.* V. 96. N. 6. P. 583—596.

13. Cherkashin V.N., Cherkashin G.V., Kolomytseva V.A. (2021). Vliyaniye povrezhdeniy khlopkovoy sovki na strukturu urozhaya kukuruzy. [Influence of damage of cotton bollworm on the structure of the corn crop]. *Agrarnaya nauka*. [Agrarian science]. 344(1), P. 85—89. DOI: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-344-1-85-89>

14. Antsupova T.E. (2016). Vredonosnost khlopkovoy sovki v agrotsenoze kukuruzy v usloviyakh Rostovskoy oblasti. [The Harmfulness of the cotton bollworm in corn agrocenosis in the conditions of the Rostov region]. *Nauchnoye obespecheniye agropromyshlennogo kompleksa*. P. 74—75. (in Russian).

15. Pinchuk N.I., Hyrka T.V., Horshchar O.A., Pedash T.M. (2017). Stiikist hibrydiv kukurudzy do luskokrylykh shkidnykiv v umovakh pivnichnoho Stepu Ukrainy. [Resistance of maize hybrids to scale insects in the conditions of the northern steppe of Ukraine]. *Zernovi kultury*. [Grain crops]. P. 115—118. (in Ukrainian).

16. Mishra, Geetanjali. (2021). Gram Pod Borer (*Helicoverpa armigera*). *Polyphagous Pests of Crops*. Springer, Singapore. P. 311—348. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-8075-8_7

Надійшла 28.07.2021 р.

В.Г. СЕРГІЄНКО, кандидат сільськогосподарських наук,

О.В. ШИТА, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут захисту рослин НААН, вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022,

Україна, e-mail: v-serg@ukr.net, oksanashitaya@ukr.net

КОНТРОЛЬ ЗАБУР'ЯНЕНOSTІ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНИХ СХЕМ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБИЦИДІВ

Мета. Провести порівняльну оцінку ефективності різних схем застосування сучасних гербицидів у посівах кукурудзи. **Методи.** Польові, фенологічні, статистичні. Проводили обприскування посівів кукурудзи до сходів (ВВСН 00) гербицидами Аденго 465 SC, к.с. (тіенкарбазон-метил, 90 г/л + ізоксафлютол, 225 г/л + ципросульфамід, 150 г/л), 0,5 л/га; Примекстра TZ Голд 500 SC, к.с. (S-метахлор, 312,5 г/л + тербутилазин, 187,5 г/л), 4,5 л/га; Мерлін Флекс Дуо 475 SC, КС (ізоксафлютол, 50 г/л + ципросульфамід, 50 г/л + тербутилазин, 375 г/л), 2,0 л/га. Після сходів у фазу 4—5 листків (ВВСН 14—15) вносили страхові гербициди Мілагро 040 SC, к.с. (нікосульфурон, 40 г/л), Базис 75, в.г. (римсульфурон, 500 г/кг + тифенсульфурон-метил, 250 г/л), МайсТер Пауер OD, о.д. (форамсульфурон, 31,5 г/л + йодосульфурон-метил натрію, 1 г/л + тіенкарбазон-метил, 10 г/л + ципросульфамід, 15 г/л), Лаудіс 30 WG, ВГ (темботріон, 200 г/кг + ізоксадіфен-етил, 100 г/кг) та Стеллар, РК (топрамезон, 50 г/л + дикамба, 160 г/л) у рекомендованих нормах витрати. Площа дослідних ділянок — 25 м², повторність 4-разова. Спостерігали за метеорологічними показниками. Визначали кількісний і видовий склад бур'янів, ефективність гербицидів, урожай культури за загальноприйнятими методами. Статистично обробляли результати, використовуючи комп'ютерну програму «Statgraphic plus». **Результати.** На дослідних ділянках переважав змішаний тип сегетальної рослинності. Серед багаторічних бур'янів домінували осоти жовтий та звичайний, березка польова, серед однорічних — мишій сизий, плоскуха звичайна, лобода біла, гірчак березкоподібний, щириця звичайна, галінсога дрібноквітка, зірочник середній, редька дика, талабан польовий. Внесення досходових гербицидів ефективно пригнічувало ріст і розвиток бур'янів. Через 60 днів після внесення ефективність гербицидів становила 87—97% проти злакових та 89—98% проти дводольних бур'янів, що не потребувало внесення страхових гербицидів. На початку онтоге-

незу кукурудзи у роки досліджень фіксували достатній рівень вологи у ґрунті. Ефективність гербіцидів, внесених після сходів культури (ВВСН 14—15), через 60 днів становила 65—95% проти дводольних і 65—92% проти злакових бур'янів. Найвищий ефект у контролюванні чисельності бур'янів забезпечили гербіциди МайсТер Пауер OD, о.д. (1,5 л/га), Лаудіс 30 WG, ВГ (0,5 кг/га) + ПАР Метро (2,0 л/га) і Стеллар, РК (1,25 л/га) + ПАР Метолат (1,25 л/га). Внесення гербіцидів сприяло суттєвому зниженню надземної маси бур'янів та підвищенню урожайності культури. Урожай зерна кукурудзи із захищених від бур'янів ділянок становив 8,0—9,7 т/га проти 4,1—4,9 т/га у контролі. **Висновки.** Обидві схеми внесення гербіцидів за сприятливих погодних умов забезпечують ефективний контроль забур'яненості посівів кукурудзи. Ефективність досходових гербіцидів проти дводольних і злакових бур'янів знаходилась на рівні 87—98%, післясходових — 65—95%. При цьому зниження надземної маси бур'янів сягало 75—95%, а урожайність культури зросла в 1,6—2,2 раза залежно від препарату.

кукурудза; бур'яни; гербіциди; ефективність; урожайність

Кукурудза (*Zea mays* L.) є однією з найбільш розповсюджених стратегічно важливих сільськогосподарських культур як у світі, так і в Україні. Широкого розвитку культура набула завдяки низьким затратам на вирощування, а також потенційно високим врожайам. Зростання попиту на світовому ринку на зерно кукурудзи стало поштовхом для національних виробників до зростання виробництва цієї продукції в нашій державі [1—3]. На продовольство в країнах світу використовується близько 20% зерна кукурудзи, на технічні цілі — 15—20% і на корм приблизно 60—65% [4].

В останні десятиріччя суттєво збільшились посівні площі під культурою, зріс валовий збір зерна та експорт його за межі країни. У структурі зернових кукурудза є другою за площею посіву сільськогосподарською культурою після пшениці. Україна входить в четвірку світових лідерів-експортерів кукурудзи [2]. На площі 4,9 млн га у 2019 р. було зібрано 35,5 млн т кукурудзи за середньої врожайності 7,5 т/га У світовому виробництві кукурудзи Україна посідає шосте місце, а за площею посівів кукурудзи — дев'яте місце в світі [5].

Посівам кукурудзи надзвичайно великої шкоди завдають бур'яни. Відомо близько 200 їх видів, які конкурують з рослинами кукурудзи за поживні речовини, світло, вологу [6]. Як зазначають Крамарьов та ін., впродовж останніх років забур'яненість посівів в Україні значно зросла, набувши характеру національної проблеми [7]. Залежно від видового складу, густоти забур'янення, тривалості конкурентних взаємовідносин культури з бур'янами врожайність зерна кукурудзи знижується на 20—70%. За сильного забур'янення посівів кукурудзи

осотами рожевим і жовтим, березкою польовою, гірчаком степовим звичайним урожайність знижується на 50—55%, за середнього — на 35—40 і слабого — на 20—30%. Контроль бур'янів у посівах кукурудзи — це одне з найважливіших завдань у технологічному циклі вирощування культури. Забур'яненість полів призводить не лише до зниження продуктивності культури, але й погіршує якість урожаю [8]. Численні досліді засвідчують істотний вплив ступеня забур'яненості посівів на винесення елементів мінерального живлення бур'янами [9].

Бур'яни з'являються в посівах до сходів або водночас зі сходами культури. У посівах кукурудзи, особливо на перших етапах органогенезу, створюються сприятливі умови для проростання насіння різних біотипів бур'янів. Кукурудза належать до культур, які дуже негативно реагують на забур'янення посівів, практично не витримуючи конкурентної боротьби з бур'янами. Рядки кукурудзи пізно змикаються, тому для сходів бур'янів, що з'являються водночас зі сходами кукурудзи, створюються сприятливі умови для їхнього розвитку. За суцільного масового забур'янення цілком можлива ситуація, коли культура практично не утворює повноцінно сформованих качанів. Критичним періодом найбільшої шкідливості бур'янів у посівах кукурудзи є перші 40 (для ранньостиглих гібридів) та 50 (для пізньостиглих гібридів) діб після появи її сходів, тобто інтервал між стадіями розвитку V2—V8, від 2-го до 8-го листків. Тому саме в цей період посіви кукурудзи мають бути захищеними від бур'янів [10, 11].

Види бур'янів, що присутні в агрофітоценозі, відрізняються за біологічними та морфологічними особливостями і належать до різних ботанічних родин та агробіологічних груп. Численними дослідженнями встановлено, що в посівах кукурудзи переважає змішаний тип забур'яненості. Як правило, серед видового складу бур'янів у ґрунті переважає насіння малорічних дводольних, яке становить 87—90% загальної кількості. За даними Окрушко (2019), співвідношення одnodольних до дводольних бур'янів на дослідних ділянках кукурудзи становило 40:60%, а співвідношення багаторічних до малорічних бур'янів — 8,7:91,3% [12].

Для захисту культури від бур'янів надзвичайно важливим є комплексний підхід, правильно обрані препарати та дотримання регламентів їхнього застосування. Попри те, що хімічний метод захисту має певний негативний вплив на довкілля, він посідає одне з основних місць у системі захисту рослин. Це пов'язано, перш за все, з високою економічною віддачею та швидким результатом. З огляду на слабку конкурентоспроможність рослин кукурудзи до бур'янів, вирощувати кукурудзу без застосування гербіцидів практично неможливо [13, 14].

Ринок засобів захисту рослин налічує близько 45 діючих речовин, на базі яких реалізуються понад 120 препаратів, що використовуються

для захисту кукурудзи від бур'янів. Стандартне рішення для ефективного контролю однорічних бур'янів — це внесення ґрунтових гербіцидів до або після сівби, до появи сходів культури. Контроль бур'янів до сходів і безпосередньо після появи сходів кукурудзи дає змогу зберегти максимум урожаю [15]. Проте, за використання ґрунтових препаратів надзвичайно важливим є наявність ґрунтової вологи, оскільки її нестача послаблює гербіцидну дію. Для захисту кукурудзи від бур'янів у післясходовий період асортимент гербіцидів досить широкий, що дає змогу дібрати найбезпечніший і водночас найефективніший препарат залежно від виду забур'яненості та фази розвитку культури [16—18].

Найпоширенішим є послідовне досходове + післясходове внесення гербіцидів, яке дає змогу розширити спектр контрольованих бур'янів і забезпечити захист від розтягнутих у часі сходів бур'янів другої хвилі [15]. Поєднання досходового застосування гербіциду Харнес (2,5 л/га) та післясходового застосування МайсТер Пауер (1,25 л/га) забезпечило якісний фітотоксичний вплив на основні види бур'янів у посівах кукурудзи. Зокрема, однодольні бур'яни знищувались на 99%, а дводольні — на 92—100% [12].

Гербіциди не лише зменшують забур'яненість посівів, але й можуть впливати на якість насіння гібридів кукурудзи. За даними Хромих та ін. (2018) під впливом гербіцидів Харнес, Пропоніт, МайсТер Пауер і Стеллар відбувається зниження маси насіння і вмісту водорозчинних білків гібриду Оржиця 237 МВ [19].

Аналіз літературних даних засвідчує, що кукурудза дуже сприйнятлива до засміченості посівів у ранні періоди зростання і практично не може конкурувати з бур'янами впродовж 30—40 днів після сходів. У цей період бур'яни краще пристосовані до споживання поживних речовин, води і світла. Науковими дослідженнями встановлено, що різниця в урожаї зерна культури на варіантах посівів без бур'янів і на засмічених ними протягом усього періоду вегетації становить 40—60%.

Для захисту кукурудзи від бур'янів сучасний ринок пропонує широкий асортимент препаратів, що застосовуються в досходовий та післясходовий періоди.

Мета досліджень — визначення ефективності попереджувальних заходів захисту кукурудзи з досходовим внесенням гербіцидів та використання страхових препаратів у період вегетації.

Матеріали і методи досліджень. Роботу виконували впродовж 2014—2016 рр. у Білоцерківському р-ні Київської обл. Ґрунт дослідного поля — чорнозем типовий малогумусний крупнопилувато-середньосуглинковий із вмістом гумусу 3,15%, гідролітичною кислотністю — 2,21 мг екв. на 100 г ґрунту, рН — 5,8. Ґрунт малозабезпечений азотом органічних сполук, що легко гідролізується, і середньозабезпечений рухомим фосфором та обмінним калієм. Польові досліді

проводили згідно з вимогами «Методики випробування і застосування пестицидів» [20].

До сходів кукурудзи (ВВСН 00) вносили комбіновані гербіциди Аденго 465 SC, к.с. (тіенкарбазон-метил, 90 г/л + ізоксафлютол, 225 г/л + ципросульфамід, 150 г/л) з нормою витрати 0,5 л/га, Примекстра TZ Голд 500 SC, к.с. (S-метахлор, 312,5 г/л + тербутилазин, 187,5 г/л) — 4,5 л/га, Мерлін Флекс Дуо 475 SC, КС (ізоксафлютол, 50 г/л + ципросульфамід, 50 г/л + тербутилазин, 375 г/л) з нормою витрати 2,0 л/га.

В іншому досліді в період вегетації культури (ВВСН 14—15) використовували гербіциди на основі сульфонілсечовини Мілагро 040 SC, к.с. (нікосульфурон, 40 г/л), 1,5 л/га, комбіновні препарати Базис 75, в.г. (римсульфурон, 500 г/кг + тифенсульфурон-метил, 250 г/л), 25 г/га, МайсТер Пауер OD, о.д. (форамсульфурон, 31,5 г/л + йодосульфурон-метил натрію, 1,0 г/л + тіенкарбазон-метил, 10 г/л + ципросульфамід, 15 г/л), 1,5 л/га, а також Лаудіс 30 WG, ВГ (темботріон, 200 г/кг + ізоксадіфен-етил, 100 г/кг), 0,5 кг/га з класу трикетони та Стеллар, РК 1,25 л/га (топрамезон, 50 г/л + дикамба, 160 г/л), хімічний клас трикетони і похідні бензойної кислоти.

Гербіциди МайсТер Пауер OD, о.д. та Лаудіс 30 WG, ВГ містять в своєму складі антидоти, тому вони безпечні для кукурудзи у фазі від 2-х до 8-ми листків. Лаудіс 30 WG та Стеллар, РК використовували разом з поверхнево активними речовинами (ПАР). Розмір дослідних ділянок становив 25 м², повторність 4-разова.

Визначали кількість бур'янів, видовий склад, фазу розвитку культури та бур'янів, надземну масу бур'янів, ефективність гербіцидів, урожай культури.

Статистично обробляли результати досліджень, використовуючи комп'ютерну програму «Statgraphic plus».

Результати досліджень та обговорення. Як відомо, для внесення ґрунтових гербіцидів надзвичайно важливим фактором є наявність вологи в ґрунті. Спостереження за метеорологічними показниками дозволили розрахувати гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за період квітень — серпень у роки досліджень. Згідно з одержаними результатами найбільш забезпеченими вологою періоди посіву кукурудзи (місяці квітень і травень) були у 2014 та 2016 роках: ГТК знаходився у межах 2,13—2,30 та 1,78—2,38 відповідно (табл. 1). Це вказує на достатній рівень вологи у ґрунті.

Загалом у роки досліджень погодні умови були сприятливими у критичний період для росту і розвитку культури. Менша забезпеченість вологою спостерігалась у липні — серпні. Найбільш посушливим видався 2015 р., особливо місяць серпень, у 2016 р. — місяць липень, дефіцит вологи у ці місяці становив 95 та 80%.

1. Забезпеченість території агроценозу теплом і вологою у роки досліджень (ГТК за період квітень — серпень, 2014—2016 рр., метеодані м. Біла Церква)

Місяць	ГТК		
	2014	2015	2016
Квітень	2,13	1,09	1,78
Травень	2,30	0,74	2,38
Червень	1,47	0,60	1,77
Липень	1,45	1,12	0,28
Серпень	0,67	0,05	0,56

На дослідних ділянках домінували однорічні злакові та дводольні бур'яни, а саме: мишій сизий (*Setaria glauca* L.) та зелений (*Setaria viridis* L.), плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* L.), гірчак беззубко-подібний (*Polygonum convolvulus* L.), галінсога дрібноkwіткова (*Calinsoga parviflora* L.), зірочник середній (*Stellaria media* (L.) Vill.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), редька дика (*Raphanus raphanistrum* L.), талаб'ан польовий (*Thlaspi arvense* L.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.). Серед багаторічних бур'янів переважали осот жовтий польовий (*Sonchus arvensis* L.), осот звичайний (*Cirsium vulgare* Savi Ten.), беззубка польова (*Convolvulus arvensis* L.).

Внесення гербіцидів до сходів культури позитивно вплинуло на зменшення засміченості поля сегетальною рослинністю. Обліки, проведені через 30 днів після застосування препаратів, засвідчили ефективне пригнічення бур'янів на дослідних ділянках. Всі досліджувані препарати (Аденго 465 SC, к.с., 0,5 л/га; Примекстра TZ Голд 500 SC, к.с., 4,5 л/га; Мерлін Флекс Дуо 475 SC, КС, 2,0 л/га) забезпечили ефективність через 30 діб 93,8—99,2% проти дводольних бур'янів і 94,9—95,9% проти злакових бур'янів (табл. 2). Через 60 діб після застосування ефективність цих препаратів також була високою — 88,7—98,9% проти дводольних та 87,0—97,7% проти злакових бур'янів. Найвищу ефективність у знищення бур'янів забезпечив 3-компонентний препарат Мерлін Флекс Дуо 475 SC, КС з нормою витрати 2 л/га. Практично до фази викидання волотей і утворення качанів посіви кукурудзи були вільними від бур'янів і не потребували додаткового внесення післясходових гербіцидів на цих ділянках. Досліджувані препарати контролюють широкий спектр бур'янів. За рахунок синергізму двох і більше компонентів посилюється дія на злакові та дводольні бур'яни, подовжується термін захисної дії.

За рахунок застосування гербіцидів надземна маса бур'янів суттєво знизилась. У варіанті без гербіцидів перед збиранням урожаю надземна маса, яку накопичували однорічні злакові та дводольні бур'яни

2. Ефективність застосування гербіцидів у посівах кукурудзи до сходів культури
(BVCH 00, сорт ТК 202, 2014–2016 рр.)

Варіант досліду	Технічна ефективність, %				Надземна маса бур'янів		Урожайність, т/га
	проти дводольних бур'янів через		проти злакових бур'янів через		г/м³	Зниження маси маси бур'янів, %	
	30 діб	60 діб	30 діб	60 діб			
1. Контроль (без гербіцидів)*	81,5*	83,0*	47,6*	49,5*	1056,0	—	4,9
2. Аденго 465 SC, к.с. (0,5 л/га)	97,4	89,8	95,9	89,6	48,6	95,4	9,2
3. Примекстра TZ Голд 500 SC, к.с. (4,5 л/га)	93,8	88,7	94,9	87,0	135,8	87,1	8,9
4. Мерлін Флекс Дуо 475 SC, КС (2,0 л/га)	99,2	98,9	95,3	97,7	115,0	89,1	9,0
НІР ₀₅	—				12,5	—	1,6
Примітка: * — чисельність бур'янів, шт./м²							

в посівах кукурудзи, становила 1056 г/м², у варіантах з гербіцидним захистом — у 7,8—21,7 рази менша. Зменшення маси бур'янів становило 87,1—95,4%. Найбільше зниження маси бур'янів зафіксовано у варіанті з внесенням гербіциду Аденго 465 SC, к.с., 0,5 л/га. Зниження засміченості посівів кукурудзи позитивно вплинуло на урожайність культури. Урожай зерна в дослідних варіантах становив 8,9—9,2 т/га проти 4,9 т/га в контролі, тобто був майже у 2 рази вищим (табл. 2).

У фазу 4—5 листків (ВВСН 14—15), за внесення страхових гербіцидів, засміченість дводольними і злаковими бур'янами становила 78 шт./м² та 46 шт./м² відповідно. Внесення гербіцидів суттєво знижувало чисельність бур'янів у посівах культури. Через 30 діб після внесення ефективність проти дводольних бур'янів становила 68,1—96,1%, проти злакових — 66,7—98,9%. Через 60 діб після застосування в посівах кукурудзи ефективність дії гербіцидів майже не знижувалась, за відсутності значної кількості нових сходів однорічних широколистих та злакових бур'янів, і становила 65,5—95,5% та 64,5—92,1% відповідно (табл. 3). Найвищий захисний ефект забезпечили препарати МайсТер Пауер OD, о.д. (1,5 л/га), Лаудіс 30 WG, ВГ (0,5 кг/га) + ПАР Метро (2,0 л/га) та Стеллар, РК (1,25 л/га) + ПАР Метолат (1,25 л/га).

За використання гербіцидів фіксували суттєве зниження надземної маси бур'янів та підвищення врожайності кукурудзи. Надземна маса у варіантах із застосуванням гербіцидів знаходилась на рівні 135,5—290 г/м² проти 1154,6 г/м² в контролі, що у 4,0—8,5 рази менше. Урожай зерна кукурудзи в дослідних варіантах становив 8,0—9,3 т/га проти 4,1 т/га в контролі, що у 1,95—2,3 рази вище порівняно з контролем (табл. 3).

Отже, аналіз наукової літератури та результати власних досліджень засвідчують, що наявність високої чисельності бур'янів у агроценозах кукурудзи потребує ефективного захисту культури в період вегетації. Кукурудза дуже чутлива до засміченості посівів у ранні періоди зростання і практично не може конкурувати з бур'янами протягом 25—30 днів після сходів. Слабка конкурентна здатність кукурудзи проти різних біотипів бур'янів на початку онтогенезу свідчить про необхідність знищення сегетальної рослинності. Застосування сучасних гербіцидів ефективно контролює забур'яненість посівів кукурудзи. Ефективність досходового внесення гербіцидів значною мірою залежить від наявності вологи у ґрунті, оскільки її нестача послаблює дію гербіцидів. Високий захисний ефект у досходовий період забезпечують препарати Аденго 465 SC, к.с. (0,5 л/га), Мерлін Флекс Дуо 475 SC, КС (2,0 л/га), Примекстра TZ Голд 500 SC, к.с. (4,5 л/га). Це підтверджується дослідженнями нашими й інших авторів.

Для захисту кукурудзи від бур'янів у післясходовий період асортимент гербіцидів досить широкий, що дає змогу використати найбільш

3. Ефективність внесення гербіцидів у посівах кукурудзи після сходів культури
(ВВСН 14—15, сорт ТК 202, 2014—2016 рр.)

Варіант досліду	Технічна ефективність, %				Надземна маса бур'янів		Урожайність, т/га
	проти дводольних бур'янів через		проти злакових бур'янів через		г/м²	Зниження маси бур'янів, %	
	30 діб	60 діб	30 діб	60 діб			
1. Контроль (без гербіцидів)	78,0*	77,5*	46,0*	48,4*	1154,6	—	4,1
2. Базис 75, ВГ (25 г/га)	68,1	67,0	66,7	64,8	209,5	81,8	8,1
3. МайсТер Пауер OD, о.д. (1,5 л/га)	91,4	90,5	84,6	83,8	135,3	88,3	9,3
4. Мілагро 040 SC, к.с. (1,25 л/га)	69,4	65,5	68,1	64,5	288,5	75,0	8,0
5. Лаудіс 30 WG, ВГ + ПАР Метро, (0,5 кг/га + 2,0 л/га)	90,4	89,5	98,6	87,5	161,5	86,0	8,5
6. Примекстра TZ Голд 500 SC, к.с. (4,5 л/га)	80,7	78,2	81,5	77,8	290,0	74,9	8,3
7. Стеллар, РК + ПАР Метолат, (1,25 л/га + 1,25 л/га)	96,1	95,5	98,9	92,1	155,0	86,6	8,7
НІР 05	—						1,3

Примітка: * — чисельність бур'янів, шт./м²

ефективний і безпечний продукт залежно від виду забур'яненості та фази розвитку культури. Згідно з нашими дослідженнями високоефективними гербіцидами проти однорічних дводольних і злакових бур'янів у період вегетації є МайсТер Пауер OD, о.д. (1,5 л/га), Лаудіс 30 WG, ВГ (0,5 кг/га) + ПАР Метро (2,0 л/га) та Стеллар, РК (1,25 л/га) + ПАР Метолат (1,25 л/га).

Дослідження проводили в рамках ПНД 12 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); № ДР 0116U003543.

ВИСНОВКИ

Застосування досходових і післясходових гербіцидів дає змогу ефективно контролювати за сприятливих погодних умов значну кількість дводольних і злакових бур'янів у посівах кукурудзи впродовж критичного періоду (25—30 днів після сходів). За використання досходових гербіцидів Аденго 465 SC, к.с. (0,5 л/га), Примекстра TZ Голд 500 SC, к.с. (4,5 л/га), Мерлін Флекс Дуо 475 SC, КС (2,0 л/га) проти дводольних і злакових бур'янів ефективність знаходилась на рівні 87—98%. Внесення післясходових гербіцидів на 65—95% контролювало засміченість посівів різними видами бур'янів. Найвищий захисний ефект забезпечили препарати МайсТер Пауер OD, о.д. (1,5 л/га), Лаудіс 30 WG, ВГ (0,5 кг/га) + ПАР Метро (2,0 л/га) та Стеллар, РК (1,25 л/га) + ПАР Метолат (1,25 л/га).

За рахунок ефективного гербіцидного контролю бур'янів зниження надземної маси бур'янів становило 75—95%, а урожайність культури підвищилась у 1,6—2,2 раза порівняно з контролем.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Абрамик М.І. Тенденції формування та розвитку вітчизняного ринку кукурудзи в умовах зростання експорту галузі. *Економічний аналіз*. Збірник наукових праць. 2014. Т. 17. №3. С. 4—9. doi: 10735/econa
2. Дяченко Ю.А. Світовий ринок кукурудзи та місце України в ньому. *Молодий вчений*. 2018. № 2 (54). С. 390—393.
3. Філатова А.В. Особливості ціноутворення на ринку посівного матеріалу кукурудзи. *Економіка та держава*. 2020. № 12. С. 134—138. doi: 10.32702/2306-6806.2020.12.134
4. Шаповаленко О., Кустов І., Рибчинський Р. Технологічна характеристика зерна кукурудзи. *Scientific Works*. (2019)3(2), 39—43. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v2i83.1531>
5. Посівні площі під кукурудзу у 2020 році. <https://agropolit.com/news/16773-posivni-ploschi-pid-kukurudzoju-u-2020-rotsi-virostut-na-17>
6. Іващенко О.О., Ременюк С.О., Іващенко О.О. Проблеми потенційної

засміченності ґрунту в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2018. 8, 58—69. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-09>

7. Крамарьов С.М., Писаренко П.В., Шевченко М.С. та ін. Ефективність гербіцидів в агроценозах кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2008. № 3. С. 5—12.

8. Маслійов С.В., Циліурик О.І., Циганкова Н.А., Баранов О.С. Захист зернової кукурудзи від бур'янів в умовах Луганської області. *Таврійський науковий вісник*. Серія: Сільськогосподарські науки. 2018. № 104. С. 71—79.

9. Брухаль Ф., Гаврилов С., Коломієць В. Захист кукурудзи від бур'янів. Спецвипуск. *Пропозиція*. Кукурудза: від насіння до прибутку. 2016. С. 30—34.

10. Окрушко С.Є. Регулювання чисельності бур'янів у посівах кукурудзи. *Молодий вчений*. Вінницький нац. агр. універ. Сільськогосподарські науки. 2019. № 2 (66). С. 319—322. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-2-66-69>

11. Сторчоус І. Захист посівів кукурудзи від бур'янів. *Агрономія Сьогодні*. 2013. № 3. С. 122—133.

12. Окрушко С.Є. Контроль чисельності бур'янів у посівах кукурудзи. *Сільське господарство та лісівництво*. Збірник наукових праць Вінницький національний аграрний університет. 2019. № 14. С. 163—170. DOI: [10.37128/2707-5826-2019-3-14/](https://doi.org/10.37128/2707-5826-2019-3-14/)

13. Kierzek, R., Paradowski, A. & Kaczmarek, S. Chemical methods of weed control in maize (*Zea mays* L.) in variable weather conditions. *Acta Sci. Pol., Agricultura*. 2012. 11(4), 35—52.

14. Latre, J., Dewitte, K., Derycke, V., De Roo, B. Haesaert, G. Integrated weed control in maize. *Commun Agric Appl Biol Sci*. 2015. 80 (2). 241—249.

15. Шацман Д.О. Продуктивність кукурудзи за різних систем захисту і беззмінного вирощування у Лівобережному Лісостепі України. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 3. С. 82—88. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2018.148363>

16. Каменів О. Безпечне використання гербіцидів на кукурудзі за будь-яких погодних умов. 2021. https://www.cropscience.bayer.ua/Media/Publications/Safe_using_of_herbicides_on_corn

17. Гончаров О. Післясходові гербіциди для кукурудзи за американським досвідом. *Agroexpert*. 26.02.2020. <https://agroexpert.ua/pisliaskhodovi-herbitsydy-dlia-kukurudzy-za-amerykanskyim-dosvidom-2/>

18. Лозенко С. Страхові гербіциди на кукурудзі: варіанти застосування. *Агрономія Сьогодні*. 2020. <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/17745-strakhovi-herbitsydy-na-kukurudzi-varianty-zastosuvannia.html>

19. Хромих Н.О., Матюха В.Л., Лихолат Ю.В. та ін. Вплив гербіцидів на показники гібрида кукурудзи Оржиця 237 МВ. *Вісник аграрної науки*. № 4. 2018. С. 20—25. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201804-03>

20. Методики випробування і застосування пестицидів; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.

Сергиенко В.Г., Шита О.В.

Институт защиты растений НААН, ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина, e-mail: v-serg@ukr.net, oksanashitaya@ukr.net

Контроль сорняков в посевах кукурузы при различных схемах применения гербицидов

Цель. Провести сравнительную оценку эффективности различных схем применения современных гербицидов в посевах кукурузы. **Методы.** Полевые, фенологические, статистические. Проводили опрыскивание посевов кукурузы до всходов культуры (ВВСН 00) гербицидами Аденго 465 SC, к.с. (тиенкарбазон-метил, 90 г/л + изоксафлютол, 225 г/л + ципросульфамид, 150 г/л), 0,5 л/га; Примекстра TZ Голд 500 SC, к.с. (S-метахлор, 312,5 г/л + тербутилазин, 187,5 г/л), 4,5 л/га; Мерлин Флекс Duo 475 SC, КС (изоксафлютол, 50 г/л + ципросульфамид, 50 г/л + тербутилазин, 375 г/л), 2,0 л/га. После всходов в фазу 4—5 листьев (ВВСН 14—15) вносили страховые гербициды Милагро 040 SC, к.с. (никосульфурон, 40 г/л), Базис 75, в.г. (римсульфурон, 500 г/кг + тифенсульфурон-метил, 250 г/л), МайсТер Пауэр OD, м.д. (форамсульфурон, 31,5 г/л + йодосульфурон-метил натрия, 1,0 г/л + тиенкарбазон-метил, 10 г/л + ципросульфамид, 15 г/л), Лаудис 30 WG, ВГ (темботрион, 200 г/кг + изоксадифен-этил, 100 г/кг) и Стеллар, ЖК (топрамезон, 50 г/л + дикамба, 160 г/л) в рекомендованных нормах расхода. Опытные участки составляли 1000 м² в первом опыте, повторность 3-разовая, и 25 м² во втором опыте, повторность 4-разовая. Наблюдали за метеорологическими показателями. Определяли количество и видовой состав сорняков, эффективность гербицидов, урожай культуры по общепринятым методам. Статистически обрабатывали результаты, используя компьютерную программу «Statgraphic plus». **Результаты.** На опытных участках преобладал смешанный тип сегетальной растительности. Среди многолетних сорняков доминировали осот желтый и обычный, вьюнок полевой, среди однолетних — щетинник сизый, просо куриное, марь белая, горец вьюнковый, щирица запрокинутая, галинсога мелкоцветная, звездчатка средняя, редька дикая, ярутка полевая. Внесение довсходовых гербицидов эффективно подавляло рост и развитие сорняков. Через 60 дней после внесения эффективность гербицидов составляла 87—97% против злаковых и 89—98% против двудольных сорняков,

что не требовало внесения страховых гербицидов. В критические периоды развития кукурузы в годы исследований фиксировали достаточный уровень влаги в почве. Эффективность гербицидов, которые вносили после всходов культуры, через 60 дней находилась на уровне 65—95% против двудольных и 65—92% против злаковых сорняков. Самый высокий эффект в уничтожении сорняков обеспечили гербициды МайсТер Пауэр ОД, м.д. (1,5 л/га), Лаудис 30 WG, ВГ (0,5 кг/га) + ПАВ Мерио (2,0 л/га) и Стеллар, ЖК (1,25 л/га) + ПАВ Метолат (1,25 л/га). Внесение гербицидов способствовало существенному снижению надземной массы сорняков и повышению урожайности культуры. Урожай зерна кукурузы с защитных от сорняков участков находился на уровне 8,0—9,7 т/га против 4,1—4,9 т/га в контроле. **Выводы.** Обе схемы внесения гербицидов при благоприятных погодных условиях обеспечивают эффективный контроль засоренности посевов кукурузы. Эффективность довсходовых гербицидов против двудольных и злаковых сорняков находилась на уровне 87—98%, послевсходовых — 65—95%. При этом снижение надземной массы сорняков составляло 75—95%, а урожайность культуры выросла в 1,6—2,2 раза в зависимости от препарата.

кукуруза; сорняки; гербициды; эффективность; урожайность

Serhyenko V., Shyta O.

Institute of Plant Protection of NAAS,
33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine,
e-mail: v-serg@ukr.net, oksanashitaya@ukr.net

Weed control in maize crops with various schemes of herbicide application

Goal. Carry out a comparative evaluation of the effectiveness of different schemes of application of modern herbicides in maize crops. **Methods.** Field, phenological, statistical. Conducted spraying of corn crops to seedlings (BBCH 00) with herbicides Adengo 465 SC, hp (thiencarbazone-methyl, 90 g/l + isoxaflutol, 225 g/l + cyprosulfamide, 150 g/l), 0.5 l/ha, Primextra TZ Gold 500 SC, (S-metachlor. 312.5 g/l + terbuthylazine, 187.5 g/l), 4.5 l/ha, Merlin Flex Duo 475 SC, (isoxaflutol, 50 g/l + cyprosulfamide, 50 g/l + terbuthylazine, 375 g/l, 2.0 l/ha. After germination in the phase of 4—5 leaves (BBCH 14—15) applied insurance herbicides Milagro 040 SC, (nicosulfuron, 40 g/l), Basis 75 v.g. rimsulfuron, 500 g/kg + thifensulfuron-methyl, 250 g/l), MaisTer Power OD (foramsulfuron, 31.5 g/l + iodosulfuron-methyl sodium, 1.0 g/l + thiencarbazone-methyl, 10 g/l + cyprosulfamide, 15 g/l), Laudis 30 WG, VG (tembotrione, 200 g/kg + isoxadifen-ethyl, 100 g/kg) and Stellar, RK (topramezone, 50 g/l + dicamba, 160 g/kg) in the recommended consumption rates. The experimental plots were 1000 m² in the first experiment, the recur-

rence of 3-fold and 25 m² in the second experiment, the recurrence of 4-fold. Observations were made for meteorological indicators. Statistical processing of the results was performed according to computer «Statgraphic plus» programs. **Results.** Mixed type of segetal vegetation prevailed in the experimental plots. Among the perennial weeds dominated by *Sonchus arvensis* L., *Cirsium vulgare* Savi Ten., *Convolvulus arvensis* L., among annuals — *Setaria glauca* L., *Setaria viridis* L., *Echinochloa crus-galli* L., *Polygonum convolvulus* L., *Calinsoga parviflora* L., *Stellaria media* (L.) Vill., *Chenopodium album* L., *Raphanus raphanistrum* L., *Thlaspi arvense* L., *Amaranthus retroflexus* L. The application of pre-emergence herbicides effectively inhibited the growth and development of weeds. 60 days after application, the effectiveness of herbicides was 87–97% against cereals and 89–98% against dicotyledonous weeds, which did not require the application of insurance herbicides. During the critical periods of maize development, a sufficient level of soil moisture was recorded during the research years. After 60 days, the effectiveness of herbicides applied after crop germination was 65–95% against dicotyledonous and 65–92% against cereal weeds. The highest effect in killing weeds was provided by MaysTer Power, 1.5 l/ha, Laudis 30 WG, VG, 0.5 kg/ha + surfactant Mero, 2.0 l/ha and Stellar, RK, 1.25 l/ha + surfactant Metholate, 1.25 l/ha. The application of herbicides has significantly reduced the aboveground mass of weeds and increased crop yields. Maize grain yield from weed-protected areas was at the level of 8.0–9.7 t/ha against 4.1–4.9 t/ha in the control. **Conclusions.** Both herbicide application schemes under favorable weather conditions provide effective weed control of maize crops. The efficiency of pre-emergence herbicides was at the level of 87–98%, post-emergence — 65–95%. At the same time, the reduction of aboveground mass of weeds was 75–95%, and crop yields increased by 1.6–2.2 times depending on the drug.

maize; weeds; herbicides; efficiency; yield

REFERENCES

1. Abramyk M.I. (2014). Tendentsiyi formuvannya ta rozvytku vitchyznyano-ho rynku kukurudzy v umovakh zrostannya eksportu haluzi. [Trends in the formation and development of the domestic corn market in terms of increasing exports of the industry]. *Ekonomichnyy analiz. Zbirnyk naukovykh prats'*. [Economic analysis. Collection of scientific works]. T. 17. № 3. P. 4–9. doi: 10735/econa (in Ukrainian).
2. Dyachenko U.A. (2018). Svitovyy rynek kukurudzy ta mistse Ukrainy v n'omu. [The world corn market and Ukraine's place in it]. *Molodyy vchenyy*. [A young scientist]. № 2 (54). P. 390–393. (in Ukrainian).
3. Filatova A.V. (2020). Osoblyvosti tsinoutvorennya na rynku posivnoho materialu kukurudzy. [Features of pricing in the market of corn sowing material].

Ekonomika ta derzhava. [Economy and state.] 12. P. 134—138. doi: 10.32702/2306-6806.2020.12.134 (in Ukrainian).

4. Shapovalenko, O., Kustov, I., Rybchyns'kyi, R. (2019). Tekhnolohichna kharakterystyka zerna kukurudzy. [Technological characteristics of corn grain]. *Naukovi pratsi*. [Scientific Works]. 83(2), 39—43. <https://doi.org/10.15673/swon-aft.v2i83.1531> (in Ukrainian).

5. Posivni ploshchi pid kukurudzu u 2020 rotsi. [Areas under maize in 2020]. URL: <https://agropolit.com/news/16773-posivni-ploschi-pid-kukurudzoyu-u-2020-rotsi-virostut-na-17> (in Ukrainian).

6. Ivashchenko O.O., Remenyuk S.O., Ivashchenko O.O. (2018). Problemy potentsiynoyi zasmichennosti gruntu v Ukraini. [Problems of potential soil contamination in Ukraine]. *Visnyk ahrarnoyi nauky*. [Bulletin of Agrarian Science]. 8, 58—69. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201808-09>. (in Ukrainian).

7. Kramar'ov S.M., Pysarenko P.V., Shevchenko M.S. et al. (2008). Efektyvnist' herbitsydiv v ahrotsenozakh kukurudzy. [Efficacy of herbicides in agroecosystems of corn]. *Visnyk Poltav's'koyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi*. [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy]. № 3. P. 5—12. (in Ukrainian).

8. Masliyov S.V., Tsylyuryk O.I., Tsyhankova N.A., Baranov O.S. (2018). Zakhyst zernovoyi kukurudzy vid bur'yaniv v umovakh Luhans'koyi oblasti. [Protection of corn for weeds in Luhansk region]. *Tavriys'kyi naukovy visnyk. Seriya: Sil's'kohospodars'ki nauky*. [Taurida Scientific Herald]. 104. P. 71—79. (in Ukrainian).

9. Brukhal' F., Havrylov S., Kolomiyets' V. (2016). Zakhyst kukurudzy vid bur'yaniv. [Protection of corn from weeds]. *Propozytsiya*. P. 30—34. (in Ukrainian).

10. Okrushko S.YE. (2019). Rehulyuvannya chysel'nosti bur'yaniv u posivakh kukurudzy. [Weed control in maize crops]. *Molodyy vchenyy*. Vinnyts'kyi nats. ahr. univer. Sil's'kohospodars'ki nauky [Young Scientist]. № 2 (66). P. 319—322. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-2-66-69> (in Ukrainian).

11. Storchous I. (2013). Zakhyst posiviv kukurudzy vid bur'yaniv. [Protection of corn crops from weeds]. *Ahronomiya S'ohodni*. [Agronomy Today]. № 3. P. 122—133. (in Ukrainian).

12. Okrushko S. YE. (2019). Kontrol' chysel'nosti bur'yaniv u posivakh kukurudzy. [Control of weed numbers in maize crops]. Sil's'ke hospodarstvo ta lisivnytstvo. *Zbirnyk naukovykh prats' Vinnyts'kyy natsional'nyy ahrarnyy universytet*. [Agriculture and forestry. Collection of scientific works Vinnytsia National Agrarian University]. № 14. S. 163—170. doi: 10.37128/2707-5826-2019-3-14/ (in Ukrainian).

13. Kierzek, R., Paradowski, A. & Kaczmarek, S. (2012). Chemical methods of weed control in maize (*Zea mays* L.) in variable weather conditions. *Acta Sci. Pol., Agricultura*. 11(4), 35—52. (in English).

14. Latre, J., Dewitte, K., Derycke, V., De Roo, B. Haesaert, G. (2015). Integrated weed control in maize. *Commun Agric Appl Biol Sci*. 80 (2). 241—249. (in English).

15. Shatsman D.O. (2018). Produktyvnist' kukurudzy za riznykh system zakhystu i bezzminnoho vyroshchuvannya u Livoberezhnomu Lisostepi Ukrainy. [Productivity of corn under different systems of protection and permanent cultivation in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Ahroekologichnyy zhurnal*. [Agroecological journal]. № 3. S. 82—88. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2018.148363> (in Ukrainian).

16. Kameniev O. (2021). Bezpechne vykorystannya herbitsydiv na kukurudzi za bud'-yakykh pohodnykh umov. [Safe use of herbicides on corn in all weather conditions]. URL: https://www.cropscience.bayer.ua/Media/Publications/Safe_using_of_herbicides_on (in Ukrainian).

17. Honcharov O. (2020). Pislyashhodovi herbitsydy dlya kukurudzy za amerykans'kym dosvidom. [Post-emergence herbicides for corn in the American experience]. URL: <https://agroexpert.ua/pisliashkodovi-herbitsydy-dlia-kukurudzy-za-amerykanskyim-dosvidom-2/> (in Ukrainian).

18. Lozenko S. (2020). Strakhovi herbitsydy na kukurudzi: varianty zastosuvannya. [Insurance herbicides on corn, application options]. *Ahronomiya S'ohodni*. [Agronomy Today]. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/17745-strakhovi-herbitsydy-na-kukurudzi-varianty-zastosuvannya.html> (in Ukrainian).

19. Khromykh N.O., Matyukha V.L., Lykholat YU.V., Lisovyy M.M., Nazarenko M.M. (2018). Vplyv herbitsydiv na pokaznyky hibryda kukurudzy Orzhitsya. [The effect of herbicides on the performance of the Orzhitsa corn hybrid is]. 237 MW. 237 MV. *Visnyk ahrarnoyi nauky*. [Bulletin of Agricultural Science]. № 4. P. 20—25. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201804-03> (in Ukrainian).

20. Trybel S.O. (Ed.). (2001). *Metodyky vyprobuvannya i zastosuvannya pestytsydiv*. [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv: Svit. 448 p. (in Ukrainian).

Надійшла 12.07.2021 р.

Д.Д. СІГАРЬОВА, доктор біологічних наук

Т.І. БОНДАР, кандидат біологічних наук

К.С. НІКІШИЧЕВА, кандидат біологічних наук

Л.П. НІКОЛАЙЧУК, науковий співробітник

Інститут захисту рослин НААН, вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022,

Україна, e-mail: dd.sigareva@ukr.net, tt.bondar@gmail.com

ОСНОВНІ ЕТАПИ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ НЕМАТОЛОГІЇ

Мета. Проаналізувати біологічні закономірності, покладені в основі принципів створення методів моніторингу та контролю нематодозів польових культур та деревних рослин, а також — можливості створення біопрепаратів на основі ЕПН із місцевих штамів, визначених лабораторією нематології. **Методи.** Аналіз результатів розробок лабораторії за 30 років досліджень. **Результати.** Високий рівень чисельності паразитичних видів нематод (200—800 особин у 100 см³ ґрунту) має суттєвий вплив на ріст, розвиток та врожайність основних польових та квіткових декоративних культур. Втрати можуть сягати 35—55% біомаси (або декоративності) культур та 20—30% врожаю. Агроценози більш чутливі, ніж природні ценози, до змін зовнішнього середовища. Такі агротехнічні заходи як сівозмінна, видовий та сортовий склад культур у сівозміні, система удобрення, способи обробітку ґрунту тощо істотно впливають на щільність популяцій паразитичних нематод, тому можуть бути використані для регулювання їхньої чисельності. За результатами обстежень лабораторії в Україні виявлено соснову деревинну нематоду *B. mucronatus*, яка є причиною пригнічення і всихання насаджень сосни звичайної. Розроблено методи моніторингу цього нового для країни виду фітопаразитичних нематод. Багаторічні дослідження поширення ентомопатогенних нематод в Україні дали можливість виявити три види, які досить щільно (21,2% проаналізованих проб) заселяють біотопи України, проявляють високу ефективність проти ґрунтових та інших прихованоживучих шкідників, тому є перспективними для створення біопрепаратів на основі ЕПН. **Висновки.** Використання розроблених в лабораторії методів моніторингу та контролю чисельності популяцій фітопатогенних нематод дасть змогу тримати шкідливість цієї групи патогенів на низькому рівні, зберігаючи до 20—30% врожаю, та попереджати всихання хвойних лісів від бурсафеленхозу.

**фітогельмінти; нематодні хвороби; моніторинг нематодозів;
екологічно безпечні технології захисту; протинематодні захисні
заходи**

Склад нематодних угруповань та динамічних популяцій, які до них входять, пов'язаний із рівнем стабільності екосистеми, в яких вони функціонують. Стабільність означає здатність системи повертатись до вихідного стану після різних порушень та змін цього стану в процесі розвитку системи: чим більшою є стабільність, тим скорішим є повернення. В природних екосистемах стабільність досягається завдяки генетичному, структурному та функціональному різноманіттю складових її угруповань: рівноважність або гомеостаз підтримується завдяки різноманіттю екологічних ніш, сприятливих для організмів на всіх трофічних рівнях [1]. У таких екосистемах популяції різних видів в угрупованні нематод мають стабільність щодо змін щільності популяцій і генетичного складу, будучи збалансованими з іншими компонентами [2].

Агроєкосистемам, на відміну від природних, не достає послідовності, різноманіття та стабільності. Одноманітність є суттю агроєкосистеми: як відомо на полях зазвичай вирощують одну культуру. Більшість вирощуваних культур мають однакові чи схожі генотипи в межах окремих видів, щільність популяцій рослин — регульована, усі рослини майже одного віку, із однаковою системою живлення та контрольованим прополюванням. Спільною рисою агроєкосистем, як нестійких систем, є поява у масовій кількості шкідників та хвороб, коли популяції окремих видів паразитів або патогенів виходять за межі динамічного балансу [3].

Нематодні хвороби не є винятком. В умовах агроєкосистем з'явилась тенденція до звуження спектра угруповань паразитичних нематод до кількох видів, які на сприятливих рослинах-хазяях можуть досягати дуже високої чисельності [4, 5]. Крім того, нестійкі агроєкосистеми більш чутливі до змін зовнішнього середовища, ніж стійкі. Зміни ці в агроєкосистемах пов'язані насамперед із різними прийомами агротехніки, які й зумовлюють динамізм нематодних популяцій. Рослина-хазяїн є одним із найбільш важливих детермінаторів сезонних та щорічних змін у структурі та щільності популяцій паразитичних нематод. В агроєкосистемах зміна рослини-хазяїна пов'язана із сівозміною. У зв'язку з цим не лише рослина-хазяїн, але й уся система сівозмін у більшості випадків визначають структуру нематодних угруповань. Ступінь насичення сівозміни окремими культурами та порядок їхнього чергування на полях, а також — попередники, значною мірою визначають щільність популяцій фітонематод, найбільшою мірою — паразитичних видів. Поряд із сівозміною всі інші агротехнічні заходи (попередники, живлення рослин, обробка ґрунту тощо) також позначаються на популяціях нематод та їхніх угрупованнях [6—11].

Майже тридцять років тому в Інституті захисту рослин було створено лабораторію нематології. Очолила її доктор біологічних наук Діна Дмитрівна Сігарьова, відома в Україні та за її межами вчена-нематолог, засновниця нового в країні напрямку у захисті рослин — сільськогосподарської нематології.

Мета досліджень — проаналізувати біологічні закономірності, покладені в основу принципів створення методів моніторингу та контролю нематодозів польових культур та деревних рослин, а також вивчити можливості створення біопрепаратів на основі ЕПН із місцевих штамів, визначених лабораторією нематології.

Результати та обговорення. За результатами наукових досліджень лабораторії обґрунтовано включення сільськогосподарської нематології до спектра провідних розділів науки із захисту рослин. На основі наробок лабораторії визначено стратегічні напрями першочергових досліджень у нематології: розробка методів моніторингу нематодозів та системи захисних заходів, дослідження ентомопаразитичних нематод, як бази для створення біопрепаратів нового типу.

Шлях до створення сільськогосподарської нематології був непростим, і його можна розділити на 5 послідовних етапів.

Перший етап повинен був відповісти на такі запитання — чи є паразитичні нематоди в польових агроценозах України, до яких видів вони належать і чи завдають відчутної шкоди основним сільськогосподарським культурам.

Другим етапом досліджували еколого-біологічні особливості фітогельмінтів при їхньому паразитуванні на сільськогосподарських культурах. Зміст його полягав у вирішенні питання — які саме біологічні особливості окремих видів нематод дають їм можливість не лише виживати в агроценозах, а й досягати максимальної чисельності популяцій, та які фактори агроценозів регулюють їхню чисельність.

Третій етап був присвячений розробці комплексного підходу до вивчення фітогельмінтозів сільськогосподарських культур, який би забезпечив можливість пов'язати між собою два основних компоненти взаємодії в системі патоген-рослина-хазяїн, а саме — залежність між накопиченням популяцій фітогельмінтів та їх шкодочинністю.

Далі можна було переходити до вирішення основних завдань сільськогосподарської нематології, як розділу науки по захисту рослин. Зрозуміло, що такими завданнями стали: розроблення методів моніторингу нематодозів та заходів з їх контролю. Ці завдання вчені лабораторії виконували водночас, але в сільськогосподарському виробництві вони застосовуються в такій послідовності: спочатку проводиться моніторинг, а потім за його результатами застосовують захисні заходи.

Четвертим етапом сільськогосподарської нематології слід вважати

розробку методів моніторингу нематодозів. Цей етап потребує постійного розвитку й удосконалення.

П'ятий етап — розробка методів контролю чисельності паразитичних нематод та захисту від них культурних рослин. Він є найважливішим у науці по захисту рослин і подібно до попереднього етапу має виконуватись і удосконалюватись постійно.

Серед наукових досягнень лабораторії нематології заслуговують на увагу такі:

- сформульовано положення про наявність в польових агроценозах стабільного комплексу нематод, який складається з порівняно невеликої кількості видів (49—51), адаптованих до виживання в нестабільних умовах агроценозів, що чутливо реагують на них кількісними змінами в популяції;
- виявлено зворотну залежність маси рослин і врожаю від сумарної чисельності характерних для кожної культури видів паразитичних нематод;
- теоретично обґрунтовано та практично доведено ефективність впливу на щільність популяцій нематод агротехнічних факторів і прийомів (видовий і сортовий склад культур на полях, сівозміни, попередники, добрива, спосіб обробітку ґрунту, протруювання насіння тощо);
- зроблено висновки про можливість використання агротехнічних прийомів для регулювання чисельності паразитичних нематод в агроценозах.

Ці теоретичні положення та практично одержані результати свідчать про необхідність прогнозування фітогельмінтозів і розмірів збитків від них, а також про можливість регулювання чисельності паразитичних нематод звичайними і специфічними прийомами вирощування сільськогосподарських культур. Тому необхідно було створити основи сільськогосподарської нематології, які б задовольняли потреби державної служби захисту рослин. А для цієї служби, яка, до речі, займається всіма шкідливими для рослин патогенними організмами, потрібні методи моніторингу та системи контролюючих заходів. Нова методологія проведення досліджень знайшла своє втілення в «комплексному підході до вивчення нематодозів», який і став третім етапом становлення сільськогосподарської нематології.

Отже, постало нове, своєрідне завдання наукових пошуків. Вони почалися з дослідження еколого-біологічних особливостей найбільш важливих видів фітопаразитичних нематод. Було встановлено, що шкодять сільськогосподарським культурам та деревним рослинам представники тих же родів нематод, які мають статус найбільш патогенних в інших країнах Європи та розташовуються за зниженням значимості у такому порядку: *Heterodera* — *Globodera* — *Meloidogyne* —

Ditylenchus — Pratylenchus — Aphelenchoides — Xiphinema — Trichodorus — Longidorus — Bursaphelenchus.

Багаторічні дослідження дали змогу виділити зовнішні ознаки нематодозів, які дозволяють їх вирізнити з-поміж інших хвороб рослин. Їх вдалося поділити на 6 основних груп, що викликані:

- цистоутворюючими нематодами родів *Heterodera* та *Globodera*;
- галовими нематодами роду *Meliodogyne*;
- ендопаразитичними раневими нематодами роду *Pratylenchus*;
- ендопаразитами стебел, листя та бульб (роди *Ditylenchus* та *Aphelenchoides*);
- мігруючими ектопаразитичними нематодами родів *Longidorus* та *Xiphinema*;
- деревинними нематодами роду *Bursaphelenchus*.

Окремі представники інших родів фітопаразитичних нематод викликають хвороби, що мають своєрідні ознаки, але вони менше поширені в Україні.

Нематодози польових та квітково-декоративних культур

Загальним для нематодозів є те, що вони зазвичай проявляються на рослинах наступним чином: пригнічення росту, дрібнолистість, хлоротичність, пожовтіння, в'янення, наявність деформації стебел, листя, квітів, деформація коренів (гали, бородатість, пригнічення росту), утворення на коренях цист і жовтих чи бурих ранок, кореневі некрози та гнилі.

Виходячи з особливостей прояву нематодозів лабораторією розроблено комплексний підхід до вивчення нематодозів сільськогосподарських культур, характерною особливістю якого є вивчення всього комплексу видів фітонематод, що заселяють ризосферу, і співставлення його з віковими та патологічними змінами, які спостерігаються в рослинах під час вегетаційного періоду, а також — з їх продуктивністю. Комплексний підхід базується на таких засадах:

- встановлення видового складу фітонематод та їхніх трофічних угруповань;
- дослідження динаміки чисельності фітонематод за фазами розвитку рослин;
- співставлення кількісних показників всього комплексу та окремих видів нематод з ростом і розвитком рослин, їх врожайністю за допомогою кореляційного і регресійного аналізів;
- розрахунки порогів шкідливості.

Комплексний підхід дав змогу встановити значну шкідливість нематодозів, втрати від яких становлять: 15—17% врожаю пшениці озимої, 10—20 — ріпаку, 15—25 — коренеплодів буряків цукрових,

15—55 — врожаю картоплі, до 70 — на овочевих культурах закритого ґрунту, 20—80% декоративності квіткових рослин або повну загибель їхньої розсади. Ці дані доводять необхідність впровадження в інтегровані системи захисту польових, овочевих та декоративних культур протинематодних елементів.

Застосування комплексного підходу до вивчення нематодозів польових культур дало можливість зробити крок від фауністичних і таксономічних робіт до вирішення практичних питань моніторингу та прогнозування розвитку нематодозів, а також — до розробки заходів контролю їх поширення і шкідливості.

Складність розробки методів фітосанітарного моніторингу полягає в тому, що патогенні для рослин організми мають різне походження, а відтак і еколого-біологічні особливості. Наприклад, якщо порівняти спосіб життя шкідливих комах, грибів і нематод, то, на перший погляд, у них немає нічого спільного. Але всі вони шкодять рослині-хазяїну і їхній моніторинг можна проводити за принципово однаковою схемою, замінивши термін «нематоди» на назву іншого класу патогенів (комахи, гриби тощо) [9, 10].

Те ж стосується різних родів та видів нематод. Одні види, наприклад цистоутворюючі нематоди, знаходяться у коренях та ґрунті, інші — стеблові й листкові — у стеблах і листі (рисовий афеленх — у насінні рису і т.п.). А тому при спостереженні за ними будуть застосовувати різні методи, але порядок їхнього використання ранжуватиметься за тією ж схемою.

Таким чином, нематологам, що прийшли у захист рослин пізніше від ентомологів, мікологів та бактеріологів, на прикладі нематодозів вдалося віднайти спільні для хвороб рослин закономірності та виокремити етапи процесу спостережень за ними, які можуть стати загальноприйнятними для фітосанітарного моніторингу.

Щодо методів моніторингу різних нематодозів, то вони визначаються як видом паразитичних нематод, так і рослиною-хазяїном. Якщо нематодози рослин виникають внаслідок паразитування окремих, властивих для цього виду рослин фітогельмінтів, то за проведення його моніторингу використовують специфічні для дослідження даного виду методи. Якщо ж причиною захворювань рослин є комплекс паразитичних видів, то і методи спостережень за ними будуть іншими. Наприклад, розроблені лабораторією методи моніторингу глободерозу картоплі мало чим подібні до методів моніторингу нематодозів пшениці озимої чи хвороби в'янення сосни [9, 10, 12]. Але при цьому етапи та їхня послідовність залишаються однаковими. Методи моніторингу нематодозів інших господарськи важливих рослин ще потребують своєї розробки.

Працюючи над контролюючими заходами, брали до уваги по-

ширеність та шкідливість нематодозів на основних сільськогосподарських культурах. Такими культурами виявились: пшениця озима, буряки цукрові, картопля, овочеві та квітково-декоративні культури закритого ґрунту.

Ефективність окремих прийомів агротехніки може бути використана для контролю чисельності паразитичних нематод у технологіях виросування польових культур.

Мінеральні добрива у більшості випадків сприяють підвищенню чисельності паразитичних нематод, така ж тенденція спостерігається за поверхневої обробки ґрунту. Глибока обробка ґрунту та органічні добрива знижують чисельність паразитичних видів нематод.

Система контролю чисельності паразитичних нематод на пшениці озимій включає агротехнічні, хімічні та біологічні заходи. Агротехнічні елементи технології передбачають: обмеження в сівозміні частки зернових культур до 50%, вибір кращої культури-попередника (кукурудза на силос), спосіб обробки ґрунту (звичайна оранка), оптимально відрегульовані дози і строки внесення мінеральних та органічних добрив. До біологічних способів контролю чисельності паразитичних нематод відноситься використання стійких та толерантних сортів. Це питання ще потребує своєї доробки, але вже зараз відомо, що деякі з досліджених сортів виявились відносно стійкими проти нематодозів (Миронівська 27, Крижинка та Дон 85).

Сприятлива дія пшениці озимої, як попередника буряків цукрових, пояснюється неадекватним, а часто — прямопротилежним впливом цих культур на популяції паразитичних нематод. Види, що досягають високої чисельності на пшениці озимій (вівсяна цистоутворююча нематода, пратиленхи, гелікотиленхи, тіленхоринхи) — малочисельні на буряках цукрових. Навпаки, характерні для буряків цукрових види (бурякова цистоутворююча нематода, паратиленхи) — не розмножуються на пшениці.

Протинематодні заходи на буряках цукрових через відсутність на ринку України комерційних нематодостійких сортів зводяться до впровадження науково обґрунтованої сівозміни, використання пожнивних посівів капустових культур та винищення бур'янів.

Система протинематодних заходів при вирощуванні картоплі містить елементи, спрямовані проти глободерозу та дитиленхозу. Зниженню глободерозної інвазії сприяє сівозмінна з вирощуванням рослин-неживителів. Проте, найбільш ефективним і дієвим способом контролю чисельності картопляної золотистої цистоутворюючої нематоди є застосування стійких проти глободерозу вітчизняних сортів картоплі. Кількість таких у Держреєстрі вже перевищила 30, вони створені селекціонерами Інституту картоплярства та інших науково-дослідних установ країни за безпосередньої участі нематологів.

Проти галових нематод на овочевих та на квітково-декоративних культурах у закритому ґрунті рекомендовано біопрепарати Актофит і Нематофагін. Виділено селекційні зразки томатів, стійкі проти галових нематод, які дадуть можливість створити відповідні сорти та гібриди.

Нематодні хвороби соснових лісів

Хвороба в'янення сосни, яку спричиняє соснова стовбурова нематода *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner, 1924; Nikle, 1975), завдає значних збитків сосновим лісам у Японії, Кореї, Китаї, на острові Тайвань, в Америці та Канаді. 1993 року Європейська та Середземноморська організація карантину та захисту рослин (ЄОКЗР) зробила висновок, що соснова деревинна нематода повинна входити до списку А1 як важливий карантинний організм, який відсутній на території країн-членів ЄОКЗР.

Соснова деревинна нематода досить специфічна. Вона розмножується і активно пересувається у тканинах сосни та здатна виживати у пиломатеріалах. Крім того, вона заселяє комах-ксилобіонтів (вусачів, златок) які її розносять [13, 14].

Україна є лісовою державою із значним щорічним об'ємом експорту деревини. У зв'язку з чим розробка методів фітосанітарного ризику щодо *Bursaphelenchus xylophilus* є актуальною темою наукових досліджень сьогодення.

Соснові деревинні нематоди роду *Bursaphelenchus* за останні 50 років стали причиною загибелі соснових лісів у багатьох країнах Азії та Європи.

Види *Bursaphelenchus xylophilus* та *B. mucronatus* викликають небезпечне в економічному плані захворювання — бурсафеленхоз (в'янення, вілт) сосни та інших комерційних хвойних дерев, тому вони одержали назву комплексу видів деревинних стовбурових нематод. Найпоширеніші види комплексу — близькі за морфологічними ознаками до *B. xylophilus* та *B. mucronatus* [15].

Вважається, що *B. xylophilus* завезено в Японію разом з лісоматеріалами із США. Підставою для такого припущення є те, що стійкими проти нематоди є тільки американські види хвойних, а для європейських та азіатських видів соснова нематода є небезпечним карантинним організмом [16].

Дуже близький вид *B. mucronatus* описав вчений Mamiya (1979). Морфологічно він відрізняється від *B. xylophilus* лише мукрою на хвості. Цей вид також виявляє патогенність [17].

За літературними даними хвойна деревинна нематода широко розповсюджена у хвойних лісах території Євразійського континенту. За штучного інвазування сіянців *B. mucronatus* виникає хвороба, яка має

симптоми хвороби в'янення сосни. Дані, одержані дослідженнями, проведеними у Франції, Норвегії, Німеччині, Росії з *B. Mucronatus*, підтверджують, що вони також патогенні [17–19].

Хвойні ліси в Україні займають 3,96 млн га, або 40% покритих лісами площ. Частина з них розташована у зоні, сприятливій за кліматичними умовами для появи та шкідливості соснової деревинної нематоди.

В останні роки збільшилась кількість випадків куртинного всихання ділянок лісу в Українському Поліссі, причину яких не було з'ясовано. Подібність зовнішніх симптомів до характерних ознак хвороби в'янення сосни дозволила нам припустити присутність у хворих деревах стовбурових нематод, а отже — не виключено локальних проявів хвороби в'янення сосни в Україні. Лабораторія нематодології провела серію польових і лабораторних досліджень щодо деревинних нематод, за результатами яких було видано «Рекомендації з методів моніторингу соснових деревинних нематод роду *Bursaphelenchus*» (2012 р.) та монографію «Комплекс нематод-ксилобіонтів сосни звичайної Східного Полісся України. Особливості екології та біології» (2017 р.) [20, 21].

Для фіксування деревостану використали аеровізуальні обстеження. Крім ділянок всихаючого лісу, виявлених шляхом аерофотозйомок, для відбору зразків деревини також використовували свіжі лісоосіки та нижні склади на лісосіках.

За результатами авіаобстежень виявлено чимало лісових ділянок із поодинокими соснами та групами дерев, які всихають. Однак яскраво виражених ознак хвороби в'янення сосни, зокрема червоний колір хвої тощо, зареєструвати не вдалося. Ділянки було сфотографовано і позначено на картах лісгоспів для подальшого наземного обстеження. У позначених ділянках були проведені детальні наземні обстеження з відбором зразків деревини, ураженої стовбуровими шкідниками (вусачі, златки, короїди), для виділення нематод в лабораторних умовах.

Як свідчать одержані дані, вид *B. mucronatus* виявлено в 54% зразків деревини звичайної. Середня чисельність у 100 г деревини становила 139 екз., максимальна досягала 2124 екз. Всі зразки були відібрані із заражених жуками-ксилобіонтами дерев, а саме: від складованих колод на світлих лісоосіках, а також від пошкоджених комахами дерев, що збереглися по краях вирубок і мали гілки з побурілою хвоею. Як відомо, інтенсивне розмноження нематод відбувається у вегетуючому деревостой, де вони можуть живитися живими клітинами смоляних ходів, то ж слушно припустити, що виявлені нами популяції *B. mucronatus* причетні до пригнічення та всихання деревостою сосни звичайної.

Додатковим підтвердженням можливого прояву хвороби в'янення сосни у досліджуваному регіоні є той факт, що зібрані нами жуки-переносники соснової деревинної нематоди у більшості випадків були

заражені *B. mucronatus*. При цьому, популяції основного переносника (чорного соснового вусача *Monochamus galloprovincialis*) заражуються хвойною деревинною нематодою на 32,8%, златкою восьмикрапковою *Ancylocheira octoguttata* — на 80%. Кількість нематод, виділених з одного екземпляра чорного вусача, досягала 1230 особин, зі златки восьмикрапкової — 691 особину.

Отже, за результатами власних досліджень хвойна деревинна нематода *B. mucronatus* широко розповсюджена у хвойних лісах України і може бути причиною випадіння соснових дерев.

Ентомопатогенні нематоди

Серед систем захисту рослин, направлених на збереження навколишнього середовища, є орієнтовані на біологічні методи. Останнє десятиріччя особливу увагу привертають до себе види родин Steinernematidae і Heterorhabditidae (ряд Rhabditidae), які паразитують на комах. Найбільш характерною особливістю їх біології є те, що вони мають мутуалістичні зв'язки з бактеріями *Enterobacteriaceae*. Проникнувши в підходящого хазяїна, нематоди виділяють бактерії в гемоціль, які вбивають комах за 24—48 год. Ця здатність дозволяє використовувати їх у захисті рослин. Ентомопатогенні нематоди (ЕПН) цих родин добре розмножуються на комах та на штучних живильних середовищах, їх можна застосовувати в системах інтегрованого захисту рослин поряд з хімічними препаратами [22].

Створення біопрепаратів на основі ентомопатогенних нематод дасть змогу знизити кількість хімічних обробок з 2—3 на рік до однієї на 2—3 роки. Крім того проти ґрунтових та приховано-живучих шкідників біопрепарати є більш ефективними ніж хімічні.

Лабораторією нематології проведено серію досліджень щодо наявності ЕПН в агроценозах України та АР Крим, визначено видову належність виявлених ізолятів, розроблено методи розмноження ЕПН в лабораторних умовах на комах-живителях, та методи їх використання проти приховано-живучих шкідників садово-ягідних культур. За результатами досліджень опубліковано близько 20-ти наукових статей та монографію «Ентомопатогенні нематоди: еколого-біологічні особливості та ефективність використання проти шкідливих комах» (2021).

На наявність нематод було обстежено біоценози АР Крим, Київської, Вінницької, Миколаївської, Хмельницької, Сумської і Запорізької областей України. Нематод виділяли з ґрунтових проб методом «живих пасток», у якості яких використовували гусениць вощаної моли *Galleria melonella*. В областях України виявили заражених 21,2% проб у біоценозах. Більш зараженими ЕПН виявились агроценози, де відсоток заражених проб становив 25%, в садах цей відсоток не переви-

щував 22%, а в соснових розсадниках і посадці горіху ЕПН взагалі не виявили. Шляхом співвідношення морфометричних показників всіх стадій розвитку (в першу чергу личинок і самців) ми встановили належність всіх виявлених нами в Україні ізолятів до трьох видів ентомонематод, а саме: двох видів роду *Steinernema* (*S. feltiae* і *S. carpocapsae*) і одного виду роду *Heterorhabditis* (*H. bacteriophora*).

Біоценози Криму менше заселені ЕПН, лише 5,5% зразків містили нематод. Під декоративними, лучними та декоративними культурами зафіксовано зараження на рівні 6,7%. У польових агроценозах Криму ентомонематод не виявили, що напевно пояснюється нестачею вологи. Видовий склад також бідніший, тут виявлено лише два види — *S. feltiae* та *H. bacteriophora*.

Значний обсяг робіт присвячено виділенню та опису морфологічних особливостей різних стадій розвитку (самців, самиць, личинок) трьох виявлених нами видів ентомопатогенних нематод. Лабораторне випробування виявлених ізолятів ЕПН показало високу смертність (80—100%) бурякового довгоносика, діабротики, колорадського жука, грибного комарика, східної та яблуневої плодожерок. Польові випробування також підтвердили високу сприйнятливість шкідників до місцевих ізолятів штейнернем та гетерорабдитид. Залежно від погодних умов, забезпеченості необхідним обладнанням та задля досягнення кращих результатів за найменших затрат краще використовувати спосіб поливу ґрунту під культурою водною суспензією нематод.

ВИСНОВКИ

Високий рівень чисельності паразитичних видів нематод (200—800 особин в 100 см³ ґрунту) має суттєвий вплив на ріст, розвиток і урожайність основних польових та квіткових декоративних культур в Україні. У роки, сприятливі для розвитку нематод, спостерігається зворотна залежність між масою рослин і врожаєм. Втрати можуть сягати 35—55% біомаси культур у перші місяці вегетації і 20—30% врожаю наприкінці [10].

Агроценози більш чутливі, ніж природні ценози, до змін зовнішнього середовища. Завдяки цьому такі звичайні для агроценозів заходи, як сівоzmіна культур на полях, попередники, добрива, глибина обробітку ґрунту впливають на щільність популяції паразитичних нематод і можуть бути використані для регулювання їхньої чисельності. Наприклад, види що сягають високої чисельності на пшениці (пратиленхи, гелікотиленхи, тиленхорінхи) — малочисельні на буряку цукровому, для якого є характерними бурякова нематода і паратиленхи. Підвищенню чисельності фітогельмінтів також сприяють мінеральні добрива та поверхневий обробіток ґрунту. Навпаки, органічні добрива і глибока оранка — знижують чисельність паразитичних видів.

Особливу проблему в усьому світі, і в Україні зокрема, становлять соснові деревинні нематоди, життєвий цикл яких значно відрізняється від звичайних видів фітогельмінтів. В Україні, за результатами обстежень лабораторії нематології один із представників цієї групи, а саме *Bursaphelenchus mucronatus*, поширений в соснових лісах Київської і Чернігівської областей та є причиною пригнічення і всихання насаджень сосни звичайної [21].

Використання ентомопатогенних нематод проти сисних комах та комах-шкідників кореневої системи є більш ефективним у порівнянні із використанням пестицидів. На цьому базується створення в багатьох країнах світу біопрепаратів на основі ЕПН. Багаторічні дослідження поширення нематод цієї групи в Україні дали можливість виявити три види, які досить щільно (21,2% проаналізованих проб) заселяють біотопи України та є ефективними проти ґрунтових та інших прихованоживучих шкідників [22].

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Odum E.P. Fundamentals of ecology. Sanders: Philadelphia. 1959. 546 p.
2. Minderman A. Aims and methods in population researches on soil-inhabiting nematodes. *Nematologica*. 1956. Vol. 1. N 4. P. 47—50.
3. Harris P.M. The effect of plant population and irrigation on sugar beet. *J.agric. Sci.* 1972. Vol. 78. P. 289—302.
4. Nusbaum C.J., Barker K.K. Population dynamics. In: *Plant Parasitic Nematodes*. New York. 1971. P. 303—323.
5. Nusbaum C.J., Ferris H. The role of cropping systems in nematode population management. *Annu.Rev.Phytopathol.* Vol. 11. Palo Alto, Calif. 1973. P. 423—440.
6. Сigareва Д.Д. Влияние насыщения севооборотов свеклой на поражаемость ее фитонематодами. *Теоретические основы и практические приемы выращивания сахарной свеклы и других культур*: сб. науч. трудов Всесоюзного ордена Ленина научно-исследовательского института сахарной свеклы (ВНИС). Киев, 1977. С. 99—101.
7. Сigareва Д.Д. Влияние глубины вспашки, удобрений и предшественников на численность фитонематод на сахарной свекле и озимой пшенице. *Борьба с вредителями сахарной свеклы при возделывании ее по индустриальной технологии*: Сб. научн. тр. ВНИС. Киев, 1984. С. 155—164.
8. Сігарьова Д.Д., Галаган Т.О., Нікішичева К.С. Нематодози озимой пшениці як об'єкти обліку та прогнозування Державною службою захисту рослин. *Інтегрований захист рослин на початку ХХІ століття*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. УААН. Ін-т захисту рослин. Київ, 2004. С. 91—97.
9. Сigareва Д.Д. Мониторинг и контроль численности паразитических нематод на сельскохозяйственных культурах в Украине. *Нематоды есте-*

ственных и трансформированных экосистем: сб. научных трудов. Петрозаводск, 2007. С. 85—87.

10. Сигарьова Д.Д., Пилипенко Л.А., Борзих О.І., Ковтун А.М. Сільсько-господарська нематологія: монографія. Київ: Аграрна наука, 2017. 340 с.

11. Murphy W.S., Brodie B.B., Good G.M. Population dynamics of plant nematodes in cultivated soil: effects of combinations of cropping systems and nematicides. *J.Nematol.* 1974. Vol. 6. № 3. P. 103—107.

12. Сигарьова Д.Д., Галаган Т.О., Жиліна Т.М., Нікішичева К.С. Методи моніторингу *Globodera rostochiensis* Woll. Інтегрований захист рослин. Проблеми та перспективи: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 13—16 лист. 2006 р.) Київ, 2006. С. 165—167.

13. Корма А.М., Сигарева Д.Д. Фауна нематод древесины сосны. Результаты исследования Полесской зоны Украины. Тр. VI Междунар. научн.-практ. конф «Паразитарные болезни человека, животных и растений». Витебск: ВМГУ, 2008. С. 277—279.

14. Evans H.F., McNamara D.G., Braasch H., Chadoeuf J., Magnusson C. Pest risk analysis (PRA) for the territories of the European union (as PRA area) on *Bursaphelenchus xylophilus* and its vectors in the genus *Monochamus*. *Bull. OEPP.* 1996. V. 26. № 2. P. 199—249.

15. Abad O., Tares S., Brugier N., de. Gurian G. Characterization of the relationships in the pine wood nematode species complex (PWNSC) (*Bursaphelenchus* spp.) using a heterologous unc-22 DNA probe from *Caenorhabditis elegans*. *Parasitology.* 1991. № 102. P. 303—308.

16. Mamiya Y. Pathology of pine wilt disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*. *Annual Revive of Phytopathology.* 1983. № 21. P. 201—220.

17. Mamiya Y. Review on the pathogenicity of *Bursaphelenchus mucronatus*. *Sustainability of pine forests En relation to pine wilt and decline: proc. of the Symp.* Tokyo, Japan, 26—30 Oct. 1998. Kyoto: Shokado Shoten. 1999. P. 57—63.

18. Кулинич О.А., Козырева Н.И. Сосновая древесная нематода *Bursaphelenchus xylophilus*: исследование в России и за рубежом. *Паразитические нематоды растений и насекомых.* Москва: Наука, 2004. С. 100—118.

19. Shauer-Blume M. Preliminary investigations on pathogenicity of European *Bursaphelenchus* species in comparison to *Bursaphelenchus xylophilus* from Japan. *Rev. nematol.* 1990. Vol. 13. № 2. P. 191—195.

20. Борзих О.І., Сигарьова Д.Д., Корма О.М., Бей П.О. Рекомендації з методів моніторингу соснових деревинних нематод роду *Bursaphelenchus*: монографія. Київ: Колобіг, 2012. 68 с.

21. Корма О.М., Сигарьова Д.Д. Комплекс нематод-ксилобіонтів сосни звичайної східного Полісся України: особливості екології та біології: монографія. Чернігів: ТОВ «ДеснаПоліграф», 2017. 375 с.

22. Сігарьова Д.Д., Борзих О.І., Бондар Т.І. Ентомопатогенні нематоди родин Steinernematidae і Heterorhabditidae: поширення в Україні, ефективність застосування проти прихованоживучих комах: монографія. Київ: ТОВ «Лазурит-Поліграф», 2021. 250 с.

Сигарева Д.Д., Бондарь Т.И., Никишичева К.С., Николайчук Л.П.
Институт защиты растений НААН, ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина, e-mail: dd.sigareva@ukr.net, tt.bondar@gmail.com

Основные этапы развития сельскохозяйственной нематологии

Цель. Проанализировать биологические закономерности, на основании которых построены принципы создания методов мониторинга и контроля нематодозов полевых культур и древесных растений, а также — возможность создания биопрепаратов на основе энтомопатогенных нематод из местных штаммов, которые были определены в лаборатории нематологии. **Методы.** Анализ результатов разработок лаборатории за 30 лет проведения исследований. **Результаты.** Высокий уровень численности паразитических видов нематод (200—800 особей в 100 см³ почвы) существенно влияет на рост, развитие и урожайность основных полевых и цветочно-декоративных культур. Потери могут достигать 35—55% биомассы (или декоративности) культур и 20—30% урожая. Агроценозы более чувствительны, чем природные ценозы, к изменениям в окружающей среде. Поэтому, такие агротехнические приёмы, как севооборот, видовой и сортовой состав культур в севообороте, система удобрения, способы обработки почвы и другие имеют значительное влияние на изменение плотности популяций паразитических нематод, поэтому могут быть использованы для регулирования их численности. По результатам обследований лаборатории в Украине была выявлена сосновая древесная нематода *B. mucronatus*, которая является причиной угнетения и усыхания лесных насаждений сосны обыкновенной. Разработаны методы мониторинга этого нового для страны вида фитопаразитических нематод. Многолетние исследования распространения энтомопатогенных нематод в Украине дали возможность выявить три вида, которые довольно плотно (21,2% проанализированных образцов) заселяют биотопы Украины. Они показывают высокую эффективность против почвенных и других скрытноживущих насекомых-вредителей, поэтому являются перспективными для создания препаратов на основе ЭПН. **Выводы.** Использование разработанных в лаборатории методов мониторинга и контроля численности популяций фитопатогенных нематод даст возможность сдерживать вредоносность этой группы патогенов на низком уровне, сохраняя до 20—30% урожая, и предупредить усыхание хвойных лесов по причине бурсафеленхоза.

фитогельминты; нематодные заболевания; мониторинг нематодозов; экологически безопасные технологии защиты; противонематодные защитные мероприятия

Sigareva D., Bondar T., Nikishicheva K., Nikolaytchuk L.

Institute of Plant Protection of NAAS, 33, Vasilkovskaya str., Kyiv, 03022, Ukraine, e-mail: dd.sigareva@ukr.net, tt.bondar@gmail.com

The main stages of development of agricultural nematology

Goal. *Analyze the biological patterns underlying the principles of creating methods for monitoring and control of nematodes of field crops and woody plants, as well as the possibility of creating biological products based on EPN from local strains identified by the laboratory of nematology.* **Methods.** *Analysis of the results of laboratory developments for 30 years of research.* **Results.** *The high level of the number of parasitic species of nematodes (200—800 individuals in 100 cm³ of soil) has a significant impact on the growth, development and yield of the main field and flower ornamental crops. Losses can reach 35—55% of biomass (or ornamental) crops and 20—30% of the crop. Agro-cenoses are more sensitive than natural coenoses to changes in the environment. Due to this, such agrotechnical measures as crop rotation, species and varietal composition of crops in crop rotation, fertilization system, tillage methods, etc. significantly affect the population density of parasitic nematodes, so they can be used to regulate their numbers. According to the results of laboratory tests in Ukraine, the pine wood nematode *B. mucronatus* was found, which is the cause of suppression and drying of Scots pine plantations. Methods for monitoring this new species of phytoparasitic nematodes have been developed. Long-term studies of the spread of entomopathogenic nematodes in Ukraine have made it possible to identify three species that quite densely (21.2% of the analyzed samples) inhabit the habitats of Ukraine, show high effectiveness against soil and other pests, so are promising for biopreparations based on entomopathogenic nematodes.* **Conclusions.** *The use of methods developed in the laboratory for monitoring and controlling the number of populations of phytopathogenic nematodes will keep the damage from this group of pathogens at a low level, preserving up to 20—30% of the crop, and prevent drying of coniferous forests from bursaphelenchosis.*

phytohelminths; nematode diseases; nematode monitoring; environmentally friendly protection technologies; nematode protection measures

REFERENCES

1. Odum E.P. (1959). Fundamentals of ecology. Sanders: Philadelphia. 546 p.
2. Minderman A. (1956). Aims and methods in population researchers on soil-inhabiting nematodes. *Nematologica*. Vol. 1. N 4. P. 47—50.

3. Harris P.M. (1972). The effect of plant population and irrigation on sugar beet. *J. agric. Sci.* Vol. 78. P. 289—302.

4. Nusbaum C.J., Barker K.K. (1971). Population dynamics. In: *Plant Parasitic Nematodes*. New York. P. 303—323.

5. Nusbaum C.J., Ferris H. (1973). The role of cropping systems in nematode population management. *Annu. Rev. Phytopathol.* Vol. 11. Palo Alto, Calif. P. 423—440.

6. Sigareva D.D. (1977). Vliyanie насыщения севооборотов свеклой на поражение ее фитонематодами. [Influence of saturation of crop rotations with beets on its susceptibility to phytonematodes]. *Teoreticheskie osnovy i prakticheskie priemy vyrashchivaniya sakharnoy svekly i drugih kul'tur: sb. nauch. trudov Vsesoyuznogo ordena Lenina nauchno-issledovatel'skogo instituta sakharnoy svekly (VNIS)*. Kiev. S. 99—101. (in Russian).

7. Sigareva D.D. (1984). Vliyanie глубины вспашки, удобренй i предшествующих на численность фитонематод на сакхарной свекле i озимой пшенице. [Influence of plowing depth, fertilizers and predecessors on the number of plant nematodes on sugar beet and winter wheat]. *Bor'ba s vreditelyami sakharnoy svekly pri vozdeleyanii ee po industrial'noy tekhnologii: Sb. nauchn. tr. VNIS*. Kiev, S. 155—164. (in Russian).

8. Siharova D.D., Halahan T.O., Nikishycheva K.S. (2004). Nematodozy ozymoi pshenytsi yak obiekty obliku ta prohnozuvannya Derzhavnoiu sluzhboiu zakhystu roslyn. [Nematodes of winter wheat as objects of accounting and forecasting by the State Plant Protection Service]. *Intehrovanyi zakhyst roslyn na pochatku XXI stolittia: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. UAAN*. In-t zakhystu roslyn. Kyiv, S. 91—97. (in Ukrainian).

9. Sigareva D.D. (2007). Monitoring i kontrol' chislennosti paraziticheskikh nematod na sel'skokhozyaystvennykh kul'turakh v Ukraine. [Monitoring and control of the number of parasitic nematodes on agricultural crops in Ukraine]. *Nematody estestvennykh i transformirovannykh ekosistem: sb. nauchnykh trudov. Petrozavodsk*, S. 85—87. (in Russian).

10. Siharova D.D., Pylypenko L.A., Borzykh O.I., Kovtun A.M. (2017). Silskohospodarska nematologhiia: monohrafiia. [Agricultural nematology: monograph]. Kyiv: Ahrarna nauka, 340 s. (in Ukrainian).

11. Murphy W.S., Brodie B.B., Good G.M. (1974). Population dynamics of plant nematodes in cultivated soil: effects of combinations of cropping systems and nematicides. *J. Nematol.* Vol. 6. № 3. P. 103—107.

12. Siharova D.D., Halahan T.O., Zhylyna T.M., Nikishycheva K.S. (2006). Metody monitorynhu Globodera rostochiensis Woll. [Monitoring methods Globodera rostochiensis Woll.]. *Intehrovanyi zakhyst roslyn. Problemy ta perspektyvy: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf.* (Kyiv, 13—16 lyst. 2006 r.) Kyiv. S. 165—167. (in Ukrainian).

13. Korma A.M., Sigareva D.D. (2008). Fauna nematod drevesiny sosny. Rezul'taty issledovaniya Polesskoy zony Ukrainy. [Fauna of pine wood nematodes.

Results of the study of the Polesie zone of Ukraine]. Tr. VI Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf «Parazitarnye bolezni cheloveka, zhivotnykh i rasteniy». Vitebsk: VMGU, S. 277—279. (in Russian).

14. Evans H.F., McNamara D.G., Braasch H., Chadoeuf J., Magnusson C. (1996). Pest risk analysis (PRA) for the territories of the European union (as PRA area) on *Bursaphelenchus xylophilus* and its vectors in the genus *Monochamus*. Bull. OEPP. V. 26. № 2. P. 199—249.

15. Abad O., Tares S., Brugier N., de. Gurian G. (1991). Characterization of the relationships in the pine wood nematode species complex (PWNSC) (*Bursaphelenchus* spp.) using a heterologous unc-22 DNA probe from *Caenorhabditis elegans*. Parasitology. № 102. P. 303—308.

16. Mamiya Y. (1983). Pathology of pine wilt disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*. Annual Revive of Phytopathology. № 21. P. 201—220.

17. Mamiya Y. (1999). Review on the pathogenicity of *Bursaphelenchus mucronatus*. Sustainability of pine forests En relation to pine wilt and decline: proc. of the Symp. Tokyo, Japan, 26—30 Oct. 1998. Kyoto: Shokado Shoten. P. 57—63.

18. Kulinich O.A., Kozyreva N.I. (2004). Sosnovaya drevesnaya nematoda *Bursaphelenchus xylophilus*: issledovanie v Rossii i za rubezhom. [Pine tree nematode *Bursaphelenchus xylophilus*: research in Russia and abroad]. Paraziticheskie nematody rasteniy i nasekomykh. Moskva: Nauka. S. 100—118. (in Russian).

19. Shauer-Blume M. (1990). Preliminary investigations on pathogenicity of European *Bursaphelenchus* species in comparison to *Bursaphelenchus xylophilus* from Japan. Rev. nematol. Vol. 13. № 2. P. 191—195.

20. Borzykh O.I., Siharova D.D., Korma O.M., Bei P.O. (2012). Rekomendatsii z metodiv monitorynhu osnovnykh derevynnykh nematod rodu *Bursaphelenchus*: monohrafiia. [Recommendations for methods of monitoring pine wood nematodes of the genus *Bursaphelenchus*: monograph]. Kyiv: Kolobih. 68 s. (in Ukrainian).

21. Korma O.M., Siharova D.D. (2017). Kompleks nematod-ksylobiontiv sosny zvychnoi skhidnoho Polissia Ukrainy: osoblyvosti ekologii ta biologii: monohrafiia. [Complex of nematodes-xylobionts of Scots pine of eastern Polissya of Ukraine: features of ecology and biology: monograph]. Chernihiv: TOV «DesnaPolihraf». 375 s. (in Ukrainian).

22. Siharova D.D., Borzykh O.I., Bondar T.I. (2021). Entomopatohenni nematody rodyn Steinernematidae i Heterorhabditidae: poshyrennia v Ukraini, efektyvnist zastosuvannia proty prykhovanozhyvuchykh komakh: monohrafiia. [Entomopathogenic nematodes of the families Steinernematidae and Heterorhabditidae: distribution in Ukraine, effectiveness of application against latent insects: monograph]. Kyiv: TOV «Lazuryt-Polihraf». 250 s. (in Ukrainian).

Надійшла 09.07.2021 р.

О.А. СІКУРА, кандидат сільськогосподарських наук
В.М. ГУНЧАК, кандидат сільськогосподарських наук
М.П. СОЛОМІЙЧУК, кандидат сільськогосподарських наук
Українська науково-дослідна станція карантину рослин
Інституту захисту рослин НААН, вул. Наукова, 1, с. Бояни
Новоселицького р-ну Чернівецької обл., 60321, Україна,
e-mail: ztckr@i.ua, ukrndskr@gmail.com

СЕЗОННА ДИНАМІКА ЧИСЕЛЬНОСТІ ТА ДОБОВА АКТИВНІСТЬ ПАСЛЬОНОВОЇ МІНУЮЧОЇ МУХИ (*LIRIOMYZA SOLANI* HERING)

Мета. Дослідити сезонну динаміку чисельності та добову активність пасльонові мінуючої мухи *Liriomyza solani* Hering для визначення термінів фітосанітарного моніторингу регульованих шкідливих організмів роду *Liriomyza*. **Методи.** Сезонну динаміку чисельності та добову активність імаго *L. solani* Hering досліджували у 2018 р. на ділянках відкритого ґрунту, де вирощують томати в Ужгородському районі Закарпатської області. Для досліджень використовували жовті клейові пастки панельного типу. Замінювали пастки та визначали чисельність виловлених імаго з інтервалом 7—10 діб протягом всього періоду вегетації рослин. Активність льоту *L. solani* досліджували з 6-ї години ранку до 21-ї години вечора. **Результати.** Найбільшу чисельність імаго спостерігали в червні — липні, коли жовтими пастками було виловлено 126 та 129 особин відповідно. При цьому, середні місячні температури повітря червня та липня становили 20,6°C та 21,6°C відповідно із середньою вологістю 69—67%. Також досліджено особливості сезонної динаміки льоту і розвитку пасльонові мінуючої мухи залежно від темпів накопичення сум ефективних та активних температур упродовж вегетаційного періоду. Дослідження добової активності показало, що існує залежність активності шкідника від гідротермічних умов. Спостерігали позитивний кореляційний зв'язок між збільшенням кількості виловлених імаго і збільшенням температури ($r = 0,910$) та негативний між зменшенням виловлених імаго та збільшенням вологості ($r = -0,713$). **Висновки.** Показники сум активних та ефективних температур можуть слугувати предикторами для визначення термінів фітосанітарного моніторингу агромізід. Температурний діапазон для показників САТ становить 1209,7—3621,7°C, а CET — 486,5—1713,1°C. Встановлено,

що в агроценозах відкритого ґрунту найсприятливішим періодом доби для фітосанітарного моніторингу шкідливих організмів роду *Liriomyza* є проміжок часу з 9.00 до 15.00 години, коли активність імаго найвища.

***Liriomyza*; моніторинг; розвиток; імаго; динаміка чисельності; добова активність**

Фітосанітарний контроль — система заходів, спрямована на охорону території України від проникнення карантинних та інших небезпечних шкідників, хвороб рослин і бур'янів, що можуть завдавати значних збитків народному господарству [1]. Фітосанітарний моніторинг агромізід ускладнюється прихованим способом життя цих шкідників і призводить до певних труднощів їх виявлення та можливості проникнення цих шкідників на територію України.

З-поміж майже 376-ти видів ліріоміз, одна третина (136 видів) присутні в зоні помірного клімату Європейського континенту між 40° і 65° північної широти. [2]. Листкові мінери ушкоджують близько 49-ти видів рослин. З них приблизно 32% видів — культурні рослини, що мають продовольче значення, 18% видів — декоративні рослини, а решта 50% — інші деревні, чагарникові породи та бур'яни [3]. У комах роду *Liriomyza* дорослі особини зовні дуже схожі, що утруднює їхню видову диференціацію [4].

Згідно з директивою Європейського Союзу 2000/29 (ЄС, 2000) до переліку регульованих шкідливих організмів, відсутніх в Україні (A-1), внесено три види шкідників роду *Liriomyza*: *L. trifolii*, *L. huidobrensis* та *L. sativae*. Усі вони походять із Північної Америки, є поліфагами та шкідниками декоративних і овочевих культур [5].

Аналіз біологічних особливостей агромізід показав, що вони між собою дуже подібні. У цих видів розвиток повний. Розмноження двостатеве. Зимує лялечка. Мухи-мінери проходять шість стадій розвитку, а саме яйце три личинкових стадії, лялечка та імаго. За сезон може розвинути до 5—8 поколінь. Личинки мінують листки рослин. Лялькування відбувається в ґрунті [6].

Таким чином, подібність розвитку регульованих шкідливих організмів роду *Liriomyza* та автохтонних агромізід агроценозів Закарпаття дає змогу визначити терміни проведення фітосанітарного моніторингу для своєчасного виявлення карантинних організмів цього роду.

Мета — дослідити сезонну динаміку чисельності та добову активність пасльонові мінуючої мухи *Liriomyza solani* Hering для визначення термінів фітосанітарного моніторингу регульованих шкідливих організмів роду *Liriomyza*.

Методи досліджень. Сезонну динаміку чисельності імаго пасльонові мінуючої мухи досліджували у 2018 р. на ділянках відкритого ґрунту господарств Ужгородського району, де вирощують томати за

допомогою жовтих клейових пасток панельного типу згідно з методикою (W. Geoffrey, 1984) [7]. Жовті клейові пастки — це прямокутник розмірами 20 × 40 см, із твердого водовідштовхувального пластику жовтого кольору, на поверхню якого з двох сторін наноситься ентомологічний клей Пестифікс, а у верхній частині пастки розташовано отвір для її кріплення (рис. 1).

Пастки розміщували у міжряддях насаджень томатів на відстані 10 м від краю поля на дерев'яних кілках на висоті 75—80 см над поверхнею ґрунту з розрахунку 1 пастка на 100 м². Замінювали пастки та визначали чисельність виловлених імаго з інтервалом 7—10 діб протягом всього періоду вегетації рослин. Водночас підраховували суму активних (САТ) та ефективних (СЕТ) температур понад 10°C на кожну дату проведення обліків. Також проводили аналіз середньодадних та середньомісячних гідротермічних показників температури та відносної вологості повітря, що впливають на розвиток та чисельність імаго шкідника. Дані показників гідротермічних умов були одержані від Закарпатського обласного центру з гідрометеорології.

Добову активність імаго вивчали з 19 червня до 30 серпня за відповідною методикою (L. Chandler, 1985) [34]. Для порівняння активності льоту імаго за різних гідротермічних коливань дослідження проводили один раз у 14 днів. Активність льоту досліджували з 6-ї години ранку



Рис. 1. Жовта клейова пастка панельного типу для виявлення агромізид

до 21-ї години вечора в такі добові періоди: від 06.00 до 09.00, від 09.00 до 12.00, від 12.00 до 15.00, від 15.00 до 18.00, від 18.00 до 21.00 год.

На дослідній ділянці експонувалось шість жовтих клейових пасток із розрахунку 1 пастка на 100 м². Огляд пасток, підрахунок кількості імаго та їхню вибірку проводили у вказані вище добові періоди. Оскільки абіотичні чинники впливають на добову активність комах, то паралельно за допомогою психрометра аспіраційного МВ-4 у відповідні добові періоди фіксували температуру та вологість повітря, на основі яких був побудований графік активності льоту імаго *Liriomyza solani* Hering залежно від гідротермічних умов навколишнього середовища.

Результати та обговорення досліджень. Життєвий цикл комах, як пойкилотермних організмів, залежить від температури навколишнього середовища, яка зумовлює терміни їхньої появи, сезонної динаміки чисельності та добової активності імаго впродовж вегетаційного періоду. Також, головним чинником, що впливає на сезону динаміку чисельності комах, є гідротермічні умови середовища їхнього існування.

Для визначення впливу гідротермічних факторів на розвиток *L. solani* Hering були проаналізовані дані середніх декадних та місячних показників температури й вологості повітря впродовж вегетаційного періоду (табл.).

За даними таблиці найбільша чисельність імаго *L. solani* Hering спостерігалась у червні — липні, коли жовтими пастками було виловлено 126 та 129 особин відповідно. Середні місячні температури повітря червня та липня становили 20,6 та 21,6°С відповідно із середньою вологістю 69—67%.

Дещо менша кількість імаго, виловлених пастками, була в серпні — 105 екз. Середня місячна температура повітря цього місяця була найвищою за літній період — 23,5°С, а показник середньої вологості був найнижчим — 65%. Загалом в Ужгородському районі впродовж травня — серпня показники середніх місячних температур повітря становили 18,6—23,5°С, а вологості повітря — 62—69% і сприяли розвитку пасльонові мінуючої мухи. Це узгоджується з даними літературних джерел, де вказується, що оптимальними для розвитку мух-мінерів, їхнього виживання та розмноження є помірна вологість та температури повітря 18—24°С [9, 10].

Інтенсивність вилову імаго мух-мінерів пастками залежить від щільності популяції та активності льоту. Зміни в щільності популяції агромізід, у силу їхніх біологічних особливостей, відбуваються повільно, у той час як активність льоту може різко змінюватись за днями. Кількість поколінь у полівольтинних видів комах і завершеність розвитку покоління в цілому тісно пов'язана з температурою навколишнього середовища.

*Чисельність імаго *L. solani* Hering та гідротермічні
показники вегетаційного періоду 2018 р. в Ужгородському районі
Закарпатської області*

Місяць	Декада	Виловлено імаго, екз.	Середня температура повітря, °С	Середня вологість повітря, %
Квітень	I	0	13,5	63
	II	0	17,0	58
	III	0	17,5	61
За місяць		0	15,9	60
Травень	I	0	20,3	54
	II	0	15,6	69
	III	0	19,8	64
За місяць		0	18,6	62
Червень	I	15	22,1	67
	II	46	21,7	71
	III	65	18,0	70
За місяць		126	20,6	69
Липень	I	21	19,8	66
	II	58	21,1	78
	III	50	23,9	67
За місяць		129	21,6	67
Серпень	I	27	25,0	64
	II	29	24,0	63
	III	49	21,6	66
За місяць		105	23,5	65
Вересень	I	11	20,4	68
	II	4	19,0	67
	III	0	12,6	66
За місяць		15	17,3	67

У зв'язку з цим, досліджено особливості сезонної динаміки льоту і розвитку пасльонові мінуючої мухи залежно від темпів накопичення сум ефективних та активних температур упродовж вегетаційного періоду (рис. 2).

Початок льоту імаго було зафіксовано другого червня, коли показники SAT та CET на початок льоту становили 1209,7 та 486,5°C відповідно.

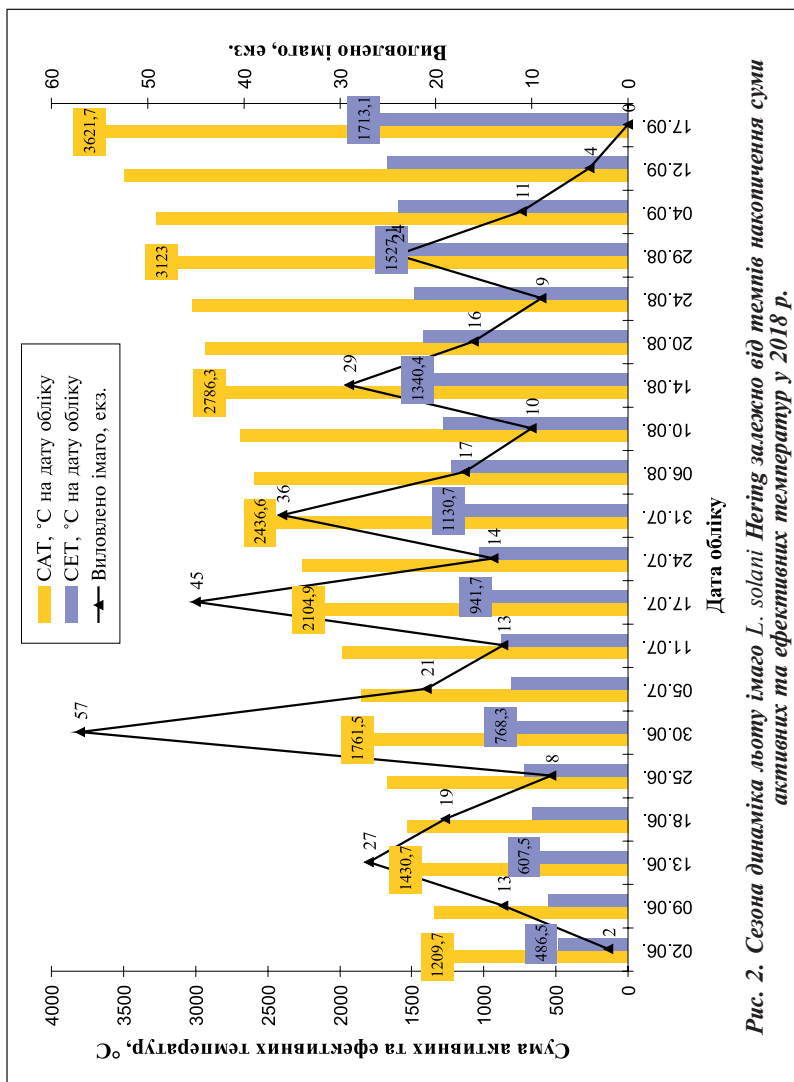


Рис. 2. Сезона динаміка льоту імаго *L. solani* Hering залежно від темпів накопичення суми активних та ефективних температур у 2018 р.

З рисунка 2 видно, що в сезонній динаміці *L. solani* Hering відбулось шість піків чисельності імаго: перший — 13 червня (САТ — 1430,7°C, СЕТ — 607,5°C); другий — 30 червня (САТ — 1761,5°C, СЕТ — 768,3°C); третій — 17 липня (САТ — 2104,9°C, СЕТ — 941,7°C); четвертий — 31 липня (САТ — 2436,6°C, СЕТ — 1130,7°C); п'ятий — 14 серпня (САТ — 2786,3°C, СЕТ — 1340,4°C); шостий — 29 серпня (САТ — 3123,0°C, СЕТ — 1527,1°C). Завершення льоту імаго спостерігалось 17.09, коли пастками не було виловлено жодної особини шкідника, а показники САТ та СЕТ становили 3621,7 та 1713,1°C відповідно. Піки чисельності імаго пасльонової мінуючої мухи в її сезонній динаміці вказують на кількість поколінь шкідника. Отже, у природних умовах Закарпатської низовини Ужгородського району в 2018 р. розвинулось шість поколінь *L. solani* Hering.

Оскільки біологічні особливості розвитку карантинних організмів роду *Liriomyza* та пасльонової мінуючої мухи подібні, то терміни фіто-санітарного моніторингу для виявлення імаго агромізид мають тривати від початку й до завершення розвитку усіх їх поколінь та базуватись на діапазоні наступних температурних показників: САТ — від 1209,7 до 3621,7°C; СЕТ — від 486,5 до 1713,1°C.

Добові ритми активності комах — складне біологічне явище, що відображає пристосованість живих організмів до періодичних змін у зовнішньому середовищі. Детальне вивчення їхніх ритмів представляє великий теоретичний інтерес, оскільки воно має безпосереднє відношення до біологічної адаптації організму в умовах певного кліматичного середовища. Не менш важливим є знання ритмів шкідливих комах і в практичній діяльності. Наприклад, вивчення добових ритмів комах дає змогу оптимізувати терміни проведення візуальних обліків їхньої чисельності та строки проведення захисних заходів.

Абіотичні чинники впливають на добову активність комах. Найважливішими із цих чинників є температура і вологість повітря. Вивчення добової активності пасльонової мінуючої мухи проводили від 19 червня до 30 серпня за умов різних гідротермічних коливань (рис. 3).

Як видно з рисунка 3 від 6-ї до 9-ї години ранку при середній температурі повітря 15,2°C і вологості 83% активність шкідника була мінімальною (у середньому було виловлено імаго лише 3,8 екз./пастку). З підвищенням температури до 21,6—22,2°C і зменшенням вологості до 69—57% у період з 9-ї до 15-ї години активність імаго була найбільшою. У період з 9.00 до 12.00 у середньому пастками було виловлено 12,8 екз., а з 12.00 до 15.00 — 14,0 екз. Після 15.00 і до 21.00 за середньої температури 20,0—19,6°C і вологості повітря 60—67% активність імаго поступово зменшувалась до 6 екз./пастку в середньому.

Кореляційний аналіз показав, що існує безпосередня залежність

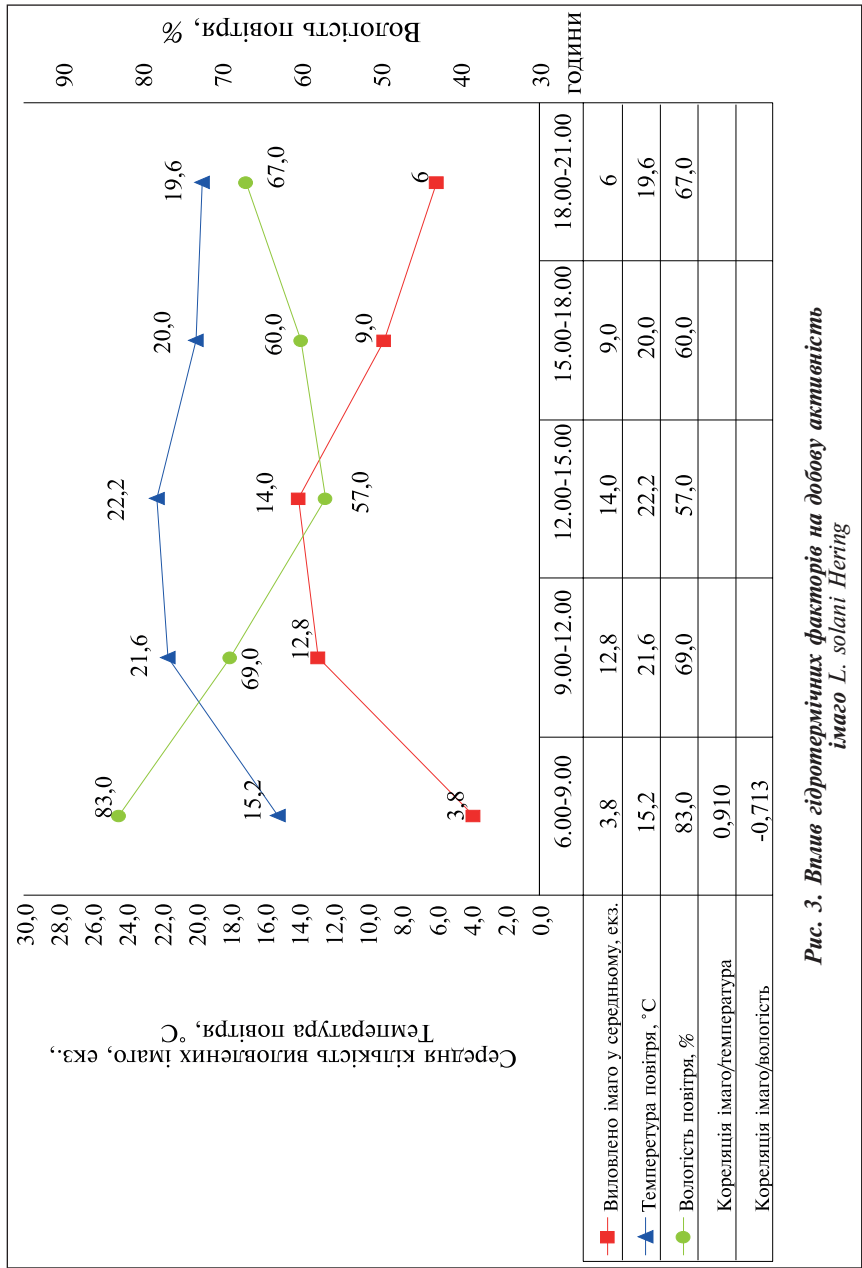


Рис. 3. Вплив гідротермічних факторів на добову активність імаго *L. solani* Hering

активності імаго *L. solani* від гідротермічних умов. Спостерігається позитивний кореляційний зв'язок між збільшенням кількості виловлених імаго і збільшенням температури ($r = 0,910$) та негативний між зменшенням виловлених імаго та збільшенням вологості ($r = -0,713$).

Отже, проведені дослідження показали, що в агроценозах відкритого ґрунту імаго шкідника найбільш активні з 9-ї до 15-ї год, а гідротермічний оптимум активності *L. solani* Hering знаходиться в межах температури повітря 21,6—22,2°C за відносної вологості повітря 69—57%.

Дослідження проводили в рамках ПНД 12. «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); номер державної реєстрації № ДР 0116U003546.

ВИСНОВКИ

Одержані результати досліджень із термінів розвитку та сезонної динаміки чисельності автохтонного для України виду мухи-мінера *Liriomyza solani* Hering можуть бути використані при проведенні фітосанітарного моніторингу для виявлення імаго карантинних видів агромізид у природних умовах. Терміни фітосанітарного моніторингу регульованих шкідливих організмів роду *Liriomyza* мають тривати від початку й до завершення розвитку всіх поколінь шкідників.

Такі температурні показники як суми активних та ефективних температур (понад 10°C) можуть слугувати предикторами для визначення термінів фітосанітарного моніторингу агромізид. Температурний діапазон періоду фітосанітарного моніторингу для показників САТ становить 1209,7—3621,7°C, а для показників СЕТ — 486,5—1713,1°C.

Встановлено, що в агроценозах відкритого ґрунту найбільш сприятливим періодом доби для фітосанітарного моніторингу шкідливих організмів роду *Liriomyza* є проміжок часу з 9.00 до 15.00 години, коли активність імаго найвища.

Екстраполяція одержаних результатів досліджень сезонної динаміки чисельності та добової активності пасльонові мінуючої мухи дає змогу встановити оптимальні періоди проведення фітосанітарного моніторингу регульованих шкідливих організмів роду *Liriomyza*.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Краткий справочник по вредителям, болезням растений и сорнякам, имеющим карантинное значение в Украине ; под ред. Ж.Д. Кудиной. Полтава: Астрея, 1994. 194 с.
2. Spencer K.A. Host specialization in the world Agromyzidae (Diptera). *Series Entomologica*. 1990. Vol. 45. P 87—96.
3. Weintraub P. G., Scheffer S. J. *The Invasive species Liriomyza (Diptera: Agro-*

myzidae): Understanding Its Pest Status and Management Globally. *Journal of Insect Science*. 2017. Vol. 17 (1). P. 127—145.

4. Seymour P.R. Evaluation, development of rapid detection, identification procedures for *Liriomyza* species: taxonomic differentiation of polyphagous *Liriomyza* species of economic importance EU. Taxonomy and morphological identification. In: Final Report on EU Contract. No. 90 /399005, Brussels (BE) — 1994.

5. Council Directive 2000 /29 /EC on protective measures against the introduction into the Community of organisms harmful to plants or plant products and against their spread within the Community. *Official Journal of the European Union*L. 2000. Vol. 169. P. 1—112.

6. Spencer K.A., Steyskal G.C. Manual of the Agromyzidae (Diptera) of the United States. *United States Department of Agriculture Handbook*. 1986. № 638. 478 p.

7. Geoffrey W.Z., Trumble J.T. Spatial and Diel Activity of *Liriomyza* Species (Diptera: Agromyzidae) in Fresh Market Tomatoes. *Environ. Entomol.* 1984. Vol. 13. P. 1411—1416.

8. Chandler L.D. Flight activity of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in relationship to placement of yellow traps in bell pepper. *Journal of Economic Entomology*. 1985. Vol. 78. P. 825—828.

9. Mujica N., Sporleder M.A Temperature-Dependent Phenology Model for *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). *Journal of Economic Entomology*. 2017. Vol. 110 (3). P. 1333—1344.

10. Martin A.D., Stanley-Horn D., Hallett H. Adult Host Preference and Larval Performance of *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae). *Environ. Entomol.* 2005. № 345. P. 1170—1177.

Сикура А.А., Гунчак В.М., Соломийчук М.П.

Украинская научно-исследовательская станция карантина растений
Института защиты растений НААН, ул. Научная, 1, с. Бояны
Новоселицкого р-на Черновицкой обл., 60321, Украина,
e-mail: ztckr@i.ua, ukrndskr@gmail.com

Сезонная динамика численности и суточная активность пасленовой минирующей мухи *Liriomyza solani* Hering

Цель. Исследовать сезонную динамику численности и суточную активность пасленовой минирующей мухи *Liriomyza solani* Hering для определения сроков фитосанитарного мониторинга регулируемых вредных организмов рода *Liriomyza*. **Методы.** Сезонную динамику численности и суточную активность имаго *L. solani* Hering исследовали в 2018 г. на делянках открытого грунта, где выращивают томаты, в Ужгородском районе Закарпатской области. Для исследований использовали жел-

тые клеевые ловушки панельного типа. Замену ловушек и определение численности выловленных имаго проводили с интервалом 7–10 дней в течение всего периода вегетации растений. Активность лета *L. solani* исследовали с 6-ти часов утра до 21-го часа вечера. **Результаты.** Наибольшую численность имаго наблюдали в июне — июле, когда желтыми ловушками было выловлено 126 и 129 особей соответственно. При этом, средние месячные температуры воздуха июня и июля составляли 20,6 и 21,6°C соответственно со средней влажностью 69–67%. Также нами исследованы особенности сезонной динамики лета и развития пасленовой минирующей мухи в зависимости от темпов аккумуляции сумм эффективных и активных температур в течение вегетационного периода. Исследование суточной активности показало, что существует зависимость активности вредителя от гидротермических условий. Наблюдалась положительная корреляционная связь между увеличением количества выловленных имаго и увеличением температуры ($r = 0,910$); отрицательная — между уменьшением выловленных имаго и увеличением влажности ($r = -0,713$). **Выводы.** Показатели сумм активных и эффективных температур могут служить предикторами для определения сроков фитосанитарного мониторинга агромизид. Температурный диапазон для показателей САТ составляет 1209,7–3621,7°C, а СЭТ — 486,5–1713,1°C. Установлено, что в агроценозах открытого грунта наиболее благоприятным периодом суток для фитосанитарного мониторинга вредных организмов рода *Liriomyza* является промежуток времени с 9.00 до 15.00 часов, когда активность имаго наибольшая.

***Liriomyza*; мониторинг; развитие; имаго; динамика численности; суточная активность**

Sikura A., Gunchak V., Solomiichuk M.

Ukrainian Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Scientific str., p. Boyany, Novoselytskyi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine
e-mail: ztckr@i.ua, ukrndskr@gmail.com

Seasonal population dynamics and daily activity of the *Liriomyza solani* Hering

Goal. To investigate the seasonal dynamics of the abundance and daily activity of the *Liriomyza solani* Hering to determine the timing of phytosanitary monitoring of regulated pests of the genus *Liriomyza*. **Methods.** Seasonal dynamics of abundance and daily activity of *L. solani* Hering adults were studied in 2018 on open ground plots where tomatoes are grown in Uzhgorod district of Transcarpathian region. Panel-type yellow glue traps were used for research. Replacement of traps and determination of the number of caught

adults was carried out with an interval of 7–10 days during the entire growing season of plants. Summer activity of *L. solani* was studied from 6 am to 9 pm. **Results.** The highest numbers of adults were observed in June — July, when 126 and 129 individuals were caught with yellow traps, respectively. At the same time, the average monthly air temperatures in June and July were 20.6°C and 21.6°C, respectively, with an average humidity of 69–67%. We also investigated the features of the seasonal dynamics of summer and the development of the *L. solani* depending on the rate of accumulation of the sums of effective and active temperatures during the growing season. The study of daily activity showed that there is a dependence of the pest activity on hydrothermal conditions. Thus, a positive correlation was observed between an increase in the number of caught adults and an increase in temperature ($r = 0.910$) and a negative correlation between a decrease in caught adults and an increase in moisture ($r = -0.713$). **Conclusions.** The indicators of the sums of active and effective temperatures can serve as predictors for determining the timing of phytosanitary monitoring of agromyzids. The temperature range for SAT indicators is 1209.7–3621.7°C, and SET is 486.5–1713.1°C. It has been established that in agroecosystems of open ground the most favorable period of the day for phytosanitary monitoring of pests of the genus *Liriomyza* is from 9.00 to 15.00 hours, when the activity of adults is greatest.

liriomyza; monitoring; development; adults; population dynamics; daily activity

REFERENCES

1. Kudina Zh.D. (Ed.). (1994). *Kratkiy spravochnik po vreditelyam, boleznyam rasteniy i sornyakam, imeyushchim karantinnoe znachenie v Ukraine*. [A short guide to pests, plant diseases and weeds of quarantine importance in Ukraine]. Poltava: Astreya. 194 s. (in Russian).
2. Spencer K.A. (1990) Host specialization in the world Agromyzidae (Diptera). *Series Entomologica*. Vol. 45. P. 87–96. (in English).
3. Weintraub P.G., Scheffer S.J. (2017). The Invasive species *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae): Understanding Its Pest Status and Management Globally. *Journal of Insect Science*. Vol. 17 (1). P. 127–145. (in English).
4. Seymour P.R. (1994). Evaluation, development of rapid detection, identification procedures for *Liriomyza* species: taxonomic differentiation of polyphagous *Liriomyza* species of economic importance EU. Taxonomy and morphological identification. In: Final Report on EU Contract No. 90 /399005, Brussels (BE). (in English).
5. Council Directive 2000 /29 /EC on protective measures against the introduction into the Community of organisms harmful to plants or plant products and against their spread within the Community. *Official Journal of the European Union*. 2000. Vol. 169. P. 1–112. (in English).

6. Spencer K.A., Steyskal G.C. (1986). Manual of the Agromyzidae (Diptera) of the United States. *United States Department of Agriculture Handbook*. № 638. 478 p. (in English).

7. Geoffrey W.Z., Trumble J.T. (1984). Spatial and Diel Activity of *Liriomyza* Species (Diptera: Agromyzidae) in Fresh Market Tomatoes. *Environ. Entomol.* Vol. 13. P. 1411—1416. (in English).

8. Chandler L.D. (1985). Flight activity of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in relationship to placement of yellow traps in bell pepper. *Journal of Economic Entomology*. Vol. 78. P. 825—828. (in English).

9. Mujica N., Sporleder M.A. (2017). Temperature-Dependent Phenology Model for *Liriomyza huidobrensis* (Diptera: Agromyzidae). *Journal of Economic Entomology*. Vol. 110 (3). P. 1333—1344. (in English).

10. Martin A.D., Stanley-Horn D., Hallett H. (2005). Adult Host Preference and Larval Performance of *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae). *Environ. Entomol.* № 345. P. 1170—1177. (in English).

Надійшла 14.07.2021 р.

А.М. СКОРЕЙКО, кандидат біологічних наук

Т.О. АНДРІЙЧУК, старший науковий співробітник

Р.М. БІЛИК, молодший науковий співробітник

Т.В. САФРОНОВА, молодший науковий співробітник

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

e-mail: askoreiko50@gmail.com

ОПТИМІЗАЦІЯ МІКРОКЛОНАЛЬНОГО РОЗМНОЖЕННЯ СОРТІВ-ДИФЕРЕНЦІАТОРІВ РАКУ КАРТОПЛІ

Мета. Вивчити вплив амонійних солей дигідропіримідину на утворення мікробульб та продуктивність сортів-диференціаторів раку картоплі в умовах *in vitro*. **Методи.** Дослідження проводили у 2019—2020 рр. в лабораторії біотехнології сільськогосподарських культур Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН. Похідні групи амонійних солей дигідропіримідину синтезовані на кафедрі органічної хімії Інституту біології, хімії та біоресурсів м. Чернівці. Матеріал для досліджень — сорти-диференціатори раку картоплі різних груп стиглості: Слов'янка (середньостиглий), Червона Рута (середньопізній). Рослини вирощували на живильному середовищі Мурасіге-Скуга з додаванням амонійних солей дигідропіримідину за різних концентрацій (0,1; 0,2; 0,3 мг/л) в умовах культиватійної кімнати при 16-годинному фотоперіоді з інтенсивністю освітлення 2000—2500 лк, температурою 22—25°C і вологістю повітря 60—80%. **Результати.** Встановлено, що високі морфометричні показники та інтенсивність бульбоутворення різних сортів стиглості Слов'янка та Червона Рута в культурі *in vitro* забезпечує додавання до живильного середовища амонійних солей дигідропіримідину з концентрацією 0,3 мг/л: висота рослин становила 4,6 та 4,1 см у порівнянні з контролем 4,0 і 3,7 см, відповідно. Кількість міжвузлів у обох сортів становила 5,3 шт. (у контролі — 4,5 шт.) та оптимальна кількість мікробульб на 60-й день — 79,1 і 81,3%. **Висновки.** Дослідження впливу різних концентрацій амонійних солей дигідропіримідину на продуктивність картоплі в культурі *in vitro* різних сортів стиглості Слов'янка і Червона Рута показали, що оптимальні показники забезпечує культивування за концентрації амонійних

солей дигідропіримідину 0,3 мг/л: маса середньої мікробульби становить 223,4 і 195,4 мг, маса мікробульб на одну рослину — 185,5 і 174,4 мг, кількість мікробульб на одну рослину — 1,01 і 0,87 шт.

рак картоплі; сорти-диференціатори; мікроклональне розмноження; амонійні солі дигідропіримідину; мікробульби; продуктивність

Збудник раку картоплі *Sinchiitrium endobioticum* (Schilb.) Perc. — внутрішньоклітинний паразит, що уражує всі органи рослини-господаря, крім коренів, та який виявлено у 38-ми країнах світу. Зооспорангії *S. endobioticum* у стані спокою можуть зберігати свою життєздатність більше 40 років. Тому, в осередках поширення раку слід вирощувати тільки високостійкі проти *S. endobioticum* сорти картоплі, які забезпечують очищення ґрунту від патогену. За вирощування сприйнятливих сортів картоплі у вогнищах з *S. endobioticum* втрати урожаю можуть сягати 50—100% [1—3].

За даними ЄОЗР (Європейської і Середземноморської організації захисту рослин) у світі ідентифіковано 22 патотипи збудника раку картоплі. Нові раси збудника раку картоплі з'являються у тих вогнищах, де висока щільність посадок монокультури картоплі, повна відсутність фітосанітарних умов, вирощування сортових сумішей з різною стійкістю проти раку, сприятливі кліматичні та ґрунтові умови для розвитку хвороби. Для своєчасного виявлення осередків поширення захворювань, спричинених цими організмами, необхідні швидкі, надійні та малозатратні методи їх ідентифікації [4, 5].

Біологічний метод диференціації рас збудника раку картоплі — ідентифікація на сортах-диференціаторах. Критеріями для включення сортів у диференціюючий набір є чітка реакція на ураження патогеном і достатня кількість диференціюючого матеріалу для закладання дослідів [6].

Для одержання вихідного матеріалу тест-сортів картоплі вітчизняної та зарубіжної селекцій в необхідній кількості виникає потреба розробити біотехнологічні елементи безвірусного мікроклонального розмноження картоплі. Для прискорення росту і розвитку рослин картоплі потрібно постійно вести пошук нових фізіологічно активних речовин. Тому, на даний час є актуальними дослідження з вивчення нових рістрегуляторів для вирішення таких важливих завдань як оздоровлення і мікроклональне розмноження рослин за допомогою культури меристем та органів *in vitro* [7—10].

Мета досліджень — вивчити вплив амонійних солей дигідропіримідину на утворення мікробульб та продуктивність сортів-диференціаторів раку картоплі в умовах *in vitro*.

Матеріали та методи. Дослідження проводили у 2019—2020 рр. в лабораторії біотехнології сільськогосподарських культур Української

науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН. Похідні групи амонійних солей дигідропіримідину синтезовані на кафедрі органічної хімії Інституту біології, хімії та біоресурсів, м. Чернівці. Попередні дослідження речовини 3,4-дигідропіримідин-2(1H)-ону (амонійних солей дигідропіримідину) показали його антиоксидантні, імунопротекторні та стимулюючі впливи на рослини [11].

Матеріалом для досліджень слугували сорти-диференціатори раку картоплі різних груп стиглості — Слов'янка (середньостиглий) і Червона Рута (середньопізній). Рослини вирощували на живильному середовищі Мурасіге-Скуга (MS) з додаванням амонійних солей дигідропіримідину за різних концентрацій (0,1; 0,2; 0,3 мг/л) в умовах культивацийної кімнати при 16-годинному фотоперіоді з інтенсивністю освітлення 2000—2500 лк, температурою 22—25°C і вологістю повітря 60—80%. З метою вивчення впливу амонійних солей дигідропіримідину на утворення мікробульб та продуктивність сортів-диференціаторів раку картоплі в умовах *in vitro* проведено дослід за наступною схемою:

- контроль (середовище MS);
- середовище MS+амонійна сіль дигідропіримідину (0,1 мг/л);
- середовище MS+амонійна сіль дигідропіримідину (0,2 мг/л);
- середовище MS+амонійна сіль дигідропіримідину (0,3 мг/л).

Живцювання кожного сорту проводили в кількості 25 рослин, при цьому повторність дослідів була триразова.

Результати досліджень. Виявлено вплив різних концентрацій амонійних солей дигідропіримідину на морфометричні показники та бульбоутворення картоплі в культурі *in vitro* на сорти картоплі різної групи стиглості. На 20-й день культивування у варіанті з концентрацією амонійної солі дигідропіримідину 0,3% у сортів Слов'янка, Червона Рута висота рослин становила 4,6 та 4,1 см, у порівнянні з контролем 4,0 і 3,7 см, відповідно. За цієї ж концентрації на 40-й день культивування кількість міжвузлів у обох сортів становила 5,3 шт. (у контролі — 4,5 шт.), а оптимальна кількість мікробульб на 40-й день становила 50,6 і 53,5% та на 60-й — 79,1 і 81,3% відповідно (табл. 1).

За вивчення продуктивності рослин картоплі сорту Слов'янка та Червона Рута відзначено стимулюючий вплив амонійних солей дигідропіримідину. Маса середньої мікробульби сорту Слов'янка за концентрації амонійної солі 0,1; 0,2; 0,3 мг/л була вищою на 23,5; 31,7 та 79,6 мг ніж у контролі, відповідно. Маса та кількість мікробульб на одну рослину — більша на 43,2; 53,8; 74,3 мг та 0,13; 0,21; 0,37 шт., відповідно.

У сорту Червона Рута маса середньої мікробульби за концентрації амонійної солі 0,1; 0,2; 0,3 мг/л вища на 13,2; 28,7; 63,9 мг порівняно з контролем, відповідно. Маса та кількість мікробульб на одну рослину була більшою на 13,7; 37,5; 73,7 мг і 0,12; 0,16; 0,24 шт., відповідно (табл. 2).

1. Вплив концентрації амонійних солей дигідропіримідину на морфометричні показники та бульбоутворення картоплі в культурі in vitro (УкрНДСКР ІЗР, 2019—2020 рр.)

Концентрація амонійних солей дигідропіримідину, мг/л	На день культивування						
	20-й			40-й			60-й
	висота рослин, см	кількість між-вузлів, шт.	кількість рослин, що утворили бульби, %	приріст висоти рослин, см	кількість між-вузлів, шт.	кількість рослин, що утворили бульби, %	
Сорт Слов'янка							
Контроль, 0 мг/л	4,0	4,0	1,0	0,1	4,5	37,5	64,7
0,1	4,2	4,0	1,0	0,2	4,7	39,3	66,4
0,2	4,4	4,2	2,3	0,2	4,9	41,1	69,8
0,3	4,6	4,3	4,2	0,4	5,3	53,5	81,3
Сорт Червона Рута							
Контроль, 0 мг/л	3,7	3,7	1,0	0,1	4,5	33,4	60,3
0,1	3,7	3,9	1,0	0,1	4,7	37,0	62,2
0,2	4,0	4,2	2,5	0,1	4,8	41,6	64,6
0,3	4,1	4,3	4,0	0,3	5,3	50,6	79,1

2. Продуктивність рослин картоплі в культурі in vitro залежно від концентрації амонійних солей дигідропіримідину (УкрНДСКР ІЗР, 2019—2020 рр.)

Концентрація амонійних солей дигідропіримідину, мг/л	Маса середньої мікробульби, мг	Маса мікробульб на 1 рослину, мг	Кількість мікробульб на 1 рослину, шт.
Сорт Слов'янка			
Контроль, 0 мг/л	143,8	111,2	0,6
0,1	167,3	131,7	0,8
0,2	175,5	154,4	0,9
0,3	223,4	185,5	1,0
НІР ₀₅	9,4	10,8	0,05
Сорт Червона Рута			
Контроль, 0 мг/л	121,5	100,7	0,6
0,1	134,7	114,4	0,7
0,2	160,2	138,2	0,8
0,3	195,4	174,4	0,9
НІР ₀₅	8,1	12,5	0,02

Дослідження проводили в рамках ПНД 12. «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); номер державної реєстрації № ДР 0119U100229.

ВИСНОВКИ

Дослідженнями встановлено стимулюючий вплив амонійних солей дигідропіримідину на морфометричні показники, бульбоутворення та продуктивність рослин картоплі *in vitro* сортів Слов'янка та Червона Рута.

Оптимальні результати одержано при додаванні до живильного середовища амонійних солей дигідропіримідину з концентрацією 0,3 мг/л: висота рослин була вищою на 0,4—0,6 см, кількість мікробульб на 60-й день становила 79,1 і 81,3%.

Маса середньої мікробульби сорту Слов'янка за концентрації 0,3 мг/л була вищою на 79,6 мг, ніж у контролі. Маса та кількість мікробульб на одну рослину — більша на 74,3 мг та 0,37 шт., відповідно.

У сорту Червона Рута маса середньої мікробульби за концентрації 0,3 мг/л вища на 63,9 мг у порівнянні з контролем. Маса та кількість мікробульб на одну рослину була більшою на 73,7 мг і 0,24 шт., відповідно.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. *Bulletin OEPP/EPPO. Bulletin National regulatory control systems* PM 9/5 (2) *Synchytrium endobioticum*. 2017. 47 (3), 511—512.
2. Hampson M.C. A qualitative assessment of wind dispersal of resting spores of *Synchytrium endobioticum*, the causal agent of wart disease. *Plant Disease*. 1996. Vol. 80. P. 779—782.
3. OEPP/EPPO. EPPO. Standards PM 7/28. Diagnostic protocols for regulated pests: *Synchytrium endobioticum*. Bull. OEPP/EPPO Bull. 2004. 34:213—218.
4. Ballvora A., Flath K., Lübeck J., Strahwald J., Tacke E., Hofferbert H.R., Gebhardt Ch. Multiple alleles for resistance and susceptibility modulate the defense response in the interaction of tetraploid potato (*Solanum tuberosum*) with *Synchytrium endobioticum* pathotypes 1, 2, 6 and 18. *Theoretical and Applied Genetics*. 2011. Vol. 123(8). P. 1281—1292.
5. Baayen R.P., Cochiuș G., Hendriks H., Meffert J.P., Bakker J., van den Boogert P.H.J. F., Bekker M., Stachewicz H., van Leeuwen G.C.M. History of potato wart disease in Europe a proposal for harmonization in defining pathotypes. *European Journal of Plant Pathology*. 2006. Vol. 116. P. 21—31.
6. Зеля А.Г., Гунчак В.М., Мельник А.Т. та ін. Фітосанітарний стан вогнищ раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schib.) Perc. в Карпатському регіоні України. *Карантин і захист рослин*. 2020. № 4—6 (21). С. 9—15.

7. Усков А.И., Бойко Ю.П., Бойко В.В. и др. Изучение способов размножения оздоровленного исходного материала картофеля с использованием современных биотехнологических средств. *Новое в семеноводстве картофеля*. Минск, 2000. С. 74.

8. Калинин Ф.Л., Сарнацкая В.Е., Полищук В.В. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. Київ: Наукова думка, 1980. 488 с.

9. Балашова Г.С. Влияние температуры, фотопериода и концентрации микросолей в питательной среде на продуктивность картофеля в культуре *in vitro*. Казань: Молодой ученый, 2015. № 14. С. 675—678.

10. Скорейко А., Андрийчук Т., Билык Р. Влияние биопрепаратов на рост и продуктивность растений *in vitro*. *Защита растений — достижение и перспективы*: материалы Международного симпозиума. 25—27 октября 2020 г. Кишинев. 2020. С. 237—241.

11. Voloshchuk. O.N., Kushnir O. V., Marchenko M.M. Syntesis and oxidant activity of 2-thioxo-1.2.3.4-tetrahydropyrimidine-5-carbamides. *Pharm. Chem. J.* 2014. Vol. 48, No 4. P. 246—248.

Скорейко А.Н., Андрийчук Т.А., Билык Р.М., Сафронова Т.В.

Украинская научно-исследовательская станция карантина растений
Института защиты растений НААН, ул. Научная, 1, с. Бояны
Новоселицкого р-на Черновицкой обл., 60321, Украина,
e-mail: askoreiko50@gmail.com

Оптимизация микрклонального размножения сортов-дифференциаторов рака картофеля

Цель. Изучить влияние аммонийных солей дигидропиримидина на образование микроклубней и продуктивность сортов-дифференциаторов рака картофеля в условиях *in vitro*. **Методы.** Исследования проводили в 2019—2020 гг. в лаборатории биотехнологии сельскохозяйственных культур Украинской научно-исследовательской станции карантина растений Института защиты растений НААН. Производные группы аммонийных солей дигидропиримидина синтезированы на кафедре органической химии Института биологии, химии и биоресурсов, г. Черновцы. Материал для исследований — сорта-дифференциаторы рака картофеля различных групп спелости Славянка (среднеспелый), Червона Рута (среднепоздний). Растения выращивали на питательной среде Мурасиге-Скуга с добавлением аммонийных солей дигидропиримидина при различных концентрациях (0,1; 0,2; 0,3 мг/л) в условиях культивационной комнаты при 16-часовом фотопериоде с интенсивностью освещения 2000—2500 лк, температурой 22—25°C и влажностью воздуха 60—80%.

Результаты. Установлено, что высокие морфометрические показатели и интенсивность клубнеобразования различных сортов спелости Славянка и Червона Рута в культуре *in vitro* обеспечивает добавление в питательную среду аммонийных солей дигидропириимидина с концентрацией 0,3 мг/л: высота растений составляла 4,6 и 4,1 см по сравнению с контролем 4,0 и 3,7 см соответственно. Количество междоузлий у обоих сортов составило 5,3 шт. (в контроле — 4,5 шт.), оптимальное количество микроклубней на 60-й день — 79,1 и 81,3%. **Выводы.** Исследование влияния различных концентраций аммонийных солей дигидропириимидина на продуктивность картофеля в культуре *in vitro* различных сортов спелости Славянка и Червона Рута показали, что оптимальные показатели обеспечивает культивирование при концентрации аммонийных солей дигидропириимидина 0,3 мг/л: масса среднего микроклубня составляет 223,4 и 195,4 мг, масса микроклубней на одно растение — 185,5 и 174,4 мг, количество микроклубней на одно растение — 1,01 и 0,87 шт.

рак картофеля; сорта-дифференциаторы; микроклональное размножение; аммонийные соли дигидропириимидина; микроклубни; продуктивность

Skoreyko A., Andriychuk T., Bilyk R., Safronova T.

Ukrainian Research Plant Quarantine Station of Plant Protection Institute of NAAS, 1, Naukova str., p. Boyany, Novoselytsa district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine, e-mail: askoreiko50@gmail.com

Optimization of microclonal reproduction of potato wart cultivar-differentiators

Goal. To study the influence of ammonium salts of dihydropyrimidine to the formation of microtubers and the productivity of potato wart cultivator differentiators *in vitro*. **Methods.** The research was conducted in 2019–2020 in the Laboratory of Biotechnology for Agricultural Crops of Ukrainian Plant Quarantine Research Station Institute of Plant Protection of NAAS. Derivatives of ammonium salts of dihydropyrimidine were synthesized at the Department of Organic Chemistry Institute of Biology, Chemistry and Bioresources of Chernivtsi National University. The material for the research was potato wart cultivar-differentiators of different maturity groups Slovyanka (medium ripe), Chervona Ruta (medium late). The plants were grown on Murashige-Skuga nutrient medium with addition of ammonium salts of dihydropyrimidine at different concentrations (0.1; 0.2; 0.3 mg/l) in a cultivation room at 16-hour photoperiod with a light intensity of 2000–2500 lux, temperature 22–25°C and humidity of 60–80%. **Results.** It was determined that high morphometric parameters and intensity of tuber formation of different varieties of maturity Slavyanka and Chervona Ruta in *in vitro* culture provides the addition to the

nutrient medium of ammonium salts of dihydropyrimidine with a concentration of 0.3 mg/l: plant height was 4.6 and 4.1 cm compared with the control of 4.0 and 3.7 cm, respectively. The number of internodes in both varieties were 5.3 pieces (in control — 4.5 pcs.) and the optimal number of microtubers on the 60th day — 79.1 and 81.3%. **Conclusions.** The effect study of different concentrations of ammonium salts of dihydropyrimidine on the productivity of potatoes in vitro in different varieties of maturity Slavyanka and Chervona Ruta showed that the optimal performance provides cultivation at a concentration of ammonium salts of dihydropyrimidine 0.3 mg/l: weight of the average microtuber is 22 and 195.4 mg, the mass of microtubers per plant — 185.5 and 174.4 mg, the number of microtubers per plant — 1.01 and 0.87 pcs.

potato wart; cultivar differentiators; microclonal propagation; ammonium salts of dihydropyrimidine; microtubers; productivity

REFERENCES

1. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin (2017). National regulatory control systems PM 9/5 (2) *Synchytrium endobioticum*. 47 (3), 511—512.
2. Hampson M.C. (1996). A qualitative assessment of wind dispersal of resting spores of *Synchytrium endobioticum*, the causal agent of wart disease. *Plant Disease*. Vol. 80. P. 779—782.
3. OEPP/EPPO. (2004). EPPO Standards PM 7/28. Diagnostic protocols for regulated pests: *Synchytrium endobioticum*. Bull. OEPP/EPPO Bull.; 34:213—218.
4. Ballvora A., Flath K., Lübeck J., Strahwald J., Tacke E., Hofferbert H.R., Gebhardt Ch. (2011). Multiple alleles for resistance and susceptibility modulate the defense response in the interaction of tetraploid potato (*Solanum tuberosum*) with *Synchytrium endobioticum* pathotypes 1, 2, 6 and 18. *Theoretical and Applied Genetics*. Vol. 123(8). P. 1281—1292.
5. Baayen R.P., Cochiuș G., Hendriks H., Meffert J.P., Bakker J., van den Boogert P.H.J. F., Bekker M., Stachewicz H., van Leeuwen G.C.M. (2006). History of potato wart disease in Europe a propasol for harmonization in defining pathotypes. *European Journal of Plant Pathology*. Vol. 116. P. 21—31.
6. Zelia A.H., Hunchak V.M., Melnyk A.T. et al. (2020). Fitosanitarnyi stan vohnyshch raku kartopli *Synchytrium endobioticum* (Schib.) Perc. v Karpatskomu rehioni Ukrainy. [Phyosanitary condition of potato cancer foci *Synchytrium endobioticum* (Schib.) Perc. in the Carpathian region of Ukraine]. *Quarantine and plant protection*. № 4—6 (21). P. 9—15. (in Ukrainian).
7. Uskov A.I., Bojko Ju.P., Bojko V.V. et. al. (2000). Izuchenie sposobov razmnozheniya ozdorovlennogo ishodnogo materiala kartofelja s ispol'zovaniem sovremennyh biotekhnologicheskikh sredstv. [Study of methods of reproduction of the improved initial material of potatoes with use of modern biotechnological means]. *Novoe v semenovodstve kartofelja*. Minsk. P. 74. (in Russian).

8. Kalinin F.L., Sarnackaja V.E., Polishhuk V.V. (1980). Metody kul'tury tkanej v fiziologii i biohimii rastenij. [Methods of tissue culture in plant physiology and biochemistry]. Kyiv: Naukova dumka. 488 p. (in Russian).

9. Balashova G.S. (2015). Vlijanie temperatury, fotoperioda i koncentracii mikrosolej v pitatel'noj srede na produktivnost' kartofelja v kul'ture *in vitro*. [Influence of temperature, photoperiod and concentration of microsalts in nutrient medium on potato productivity *in vitro* culture]. Kazan': Molodoj uchenyj. № 14. P. 675—678. (in Russian).

10. Skoreiko A., Andrijchuk T., Bilyk R. (2020). Vlijanie biopreparatov na rost i produktivnost' rastenij *in vitro*. [Influence of biopreparations on plant growth and productivity *in vitro*]. *Zashhita rastenij — dostizhenie i perspektivy: materialy Mezhdunarodnogo simpoziuma* (25—27 okt. 2020 g.). Kishinev. P. 237—241. (in Russian).

11. Voloshchuk. O.N., Kushnir O.V., Marchenko M.M. (2014). Syntesis and oxidant activity of 2-thioxo-1.2.3.4-tetrahydropyrimidine-5-carbamides. *Pharm. Chem. J.* Vol. 48, No 4. P. 246—248.

Надійшла 14.07.2021 р.

¹М.П. СОЛОМІЙЧУК, кандидат сільськогосподарських наук

²М.Й. ПІКОВСЬКИЙ, кандидат біологічних наук

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

²Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 13, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: ¹ukrndskr.zam@gmail.com, ²mprmir@ukr.net

ВПЛИВ БІОСТИМУЛЯТОРІВ ТА БІОСТИМУЛЮЮЧИХ КОМПЛЕКСІВ НА РІСТ І РОЗВИТОК СОЇ В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мета. Підбір поєднань біокомплексів для забезпечення максимального потенціалу культури за умов органічного землеробства. **Методи.** Об'єктом досліджень були біологічні препарати, стимулюючі речовини, їхні комбінації та системні комплекси. У роботі використали біотехнологічні методи досліджень. Визначали ефективність препаратів за різних норм витрати проти грибних хвороб. Обліки виконували за загальноприйнятими методиками, з використанням експериментальних методів у фітопатології та захисті рослин. **Результати.** Аналіз впливу біологічних комплексів для обробки насіння сої на розвиток рослин та на їхні фотосинтетичні властивості показав ефективність застосування комплексу Біомаг Соя (4,0 л/т) + Біофосфорин (2,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т) + Урожай Старт (0,1 л/т) (збільшена норма Біофосфору). За поєднання різних біологічних препаратів встановлено, що вегетаційні показники сої та стійкість рослин проти хвороб чітко формувалися залежно від комбінування досліджуваних препаратів. Найкращий результат у першій серії дослідів одержали при застосуванні: для обробки насіння — Біомаг Соя + Екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + Біофосфорин (1,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т); обробки по вегетації — Гаубсин FORTE (1,5 л/га), Урожай Бор (1,5 л/га), Аміностим (1,0 л/га), Актарофіт (0,4—0,6 л/га), FitoNiss (0,5 л/га), Урожай Со-Мо (0,35 л/га). У другій серії дослідів найвищі показники одержали при застосуванні: для обробки насіння — Біомаг Соя + Екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + Біофосфорин (1,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т); обробки по вегетації — Гаубсин FORTE (1,5 л/га), Урожай Бор (1,5 л/га),

Біомаг (1,0 л/га), Актарофіт (0,4—0,6 л/га), Біомаг (0,5 л/га), Урожай Со-Мо (0,35 л/га). Висновки. Підвищення врожайності та зменшення прояву комплексу грибних хвороб сої можна досягнути за допомогою правильного підбору системи біофунгіцидів та стимуляторів росту без застосування препаратів хімічного походження.

соя; біостимулятори; біологічні фунгіциди; технічна ефективність; урожайність

Значна частина сучасних систем захисту сої базується на максимальному застосуванні хімічних засобів. Але сільське господарство має на меті збереження навколишнього природного середовища і зокрема раціональне використання ґрунтів та відтворення природних ресурсів [1—3]. Тому особливістю стратегії захисту сільськогосподарських культур має бути її екологізація, для чого потрібно регулювати чисельність популяцій шкідливих видів на рівні економічного порогу шкідливості з використанням природних антагоністів та біологічних засобів [4—6].

Поряд з хімічним, агротехнічним та механічним методами регулювання чисельності шкідників збільшується використання біологічного методу, а саме — біологічних препаратів. Біопрепарати мають переваги над пестицидами безпечністю для ентомофагів і комах-запилювачів [7—9]. Використання біологічних препаратів дає можливість оптимізувати обсяги застосування хімічних засобів та мінімізувати негативний вплив на зовнішнє середовище [5, 10, 11]. Окрім того, застосування комбінацій біологічних препаратів зі стимулюючими речовинами значно підвищує їхню дію, що дає можливість активної конкуренції [3, 8, 9].

Нині в Україні почали впроваджувати західні технології вирощування сої, що створює передумови для проникнення та поширення на території нашої держави хвороб, тим більше, що кліматичні умови для їхнього розвитку цілком сприятливі. У зв'язку з тим, що вирощування сої набирає все більших темпів у нашій країні, це питання потребує вивчення [3, 7, 12].

Соя — провідна високобілкова культура світового рослинництва, одна з найпоширеніших зернобобових і олійних рослин, що відіграє вирішальну роль у сільському господарстві, технічній промисловості та медицині. Соя набуває особливого значення у формуванні вітчизняного ринку високопротеїнових кормів, збалансованих за поживними речовинами та амінокислотами. У зерні сої міститься в середньому 36—45% білка, 19—22% жиру, 23—28% вуглеводів, значний вміст вітамінів, ферментів, мінеральних та інших речовин [12, 14].

Збільшення посівних площ сої та завезення в Україну насіння адвентивних сортів неминуче призводять до великого навантаження сівозмін цією культурою. Збільшення її питомої частки в структурі

посівних площ зумовлює інтенсивний розвиток збудників різних хвороб, особливо в сприятливих агроекологічних зонах, до яких належить Західний Лісостеп. Широкі інтеграційні зв'язки із зарубіжними країнами, ввезення в Україну різних підкарантинних матеріалів, і зокрема насіння, не виключає поширення карантинних організмів — бур'янів, шкідників та хвороб, які можуть нанести значних екологічних та економічних збитків рослинним ресурсам [2, 15, 16].

Важливим резервом забезпечення високих стабільних урожаїв сої та підвищення якості зерна є захист від шкідників, хвороб і бур'янів, особливо за розширення посівних площ та підвищення рівня врожайності на основі широкого впровадження індустріальної технології вирощування. Вже на сучасному етапі в багатьох господарствах одержують урожай зерна 2,0—2,5 т/га і більше [6, 14].

Ефективне застосування заходів захисту від шкідливих організмів на посівах сої дасть змогу підвищити продуктивність культури в умовах вирощування в різних природно-кліматичних зонах [3, 14, 15, 17].

Для запобігання проникненню та поширенню по території України регульованих шкідливих організмів слід мати чітке уявлення про патогена, володіти певним блоком даних про нього. Він має містити аналіз різнобічної інформації з біології, екології, систематики, географічного поширення, шкідливості, економічного значення захворювання, можливостей завезення, методики виявлення, ідентифікації тощо [2, 16, 18, 19].

Із грибних захворювань поширені в Україні церкоспороз, антракноз, аскохітоз, септоріоз, пероноспороз та ін. Однак є низка грибних інфекцій, які знаходяться на обмеженій території або відсутні в державі, але несуть значну економічну загрозу посівам сої [8, 18—20].

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2016—2019 рр. в Українській науково-дослідній станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН на сірому лісовому, опідзоленому, важкосуглинковому ґрунті, що має середню забезпеченість рухомими формами фосфору (148,4 мг/кг) і калію (185,4 мг/кг), та низьку азотом (83,0 мг/кг). Рівноважна щільність ґрунту — 1,46 г/см³ [21, 22].

Для досліджень використовували сорти сої Чернівецька 9, Георгіна. Сіяли звичайним рядковим способом.

Для досліджень застосовували біологічні препарати, стимулюючі речовини, їх комбінації та системні комплекси.

Біомаг Соя + Екстендер — двокомпонентний рідкий препарат (інокулянт + екстендер) для передпосівної інокуляції насіння сої на основі культури бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* штамів LZ 21 та LZ18-ГМ з титром не менше 5×10^9 КУО/мл та продуктів їхнього метаболізму (фітогормони, амінокислоти, вітаміни).

Біофосфорин — живі клітини та спори бактерій *Bacillus megate-*

rium штаму ВМ 206 з титром не менше 5×10^8 КУО/мл та продукти метаболізму (фітогормони ауксинового, гіберелінового і цитокінінового рядів, амінокислоти, вітаміни).

Фітодоктор — живі клітини та спори бактерій *Bacillus subtilis* вдосконаленого штаму BS 323 з титром живих клітин не менше 5×10^9 КУО/мл та продукти метаболізму (фітогормони, амінокислоти, антибіотики).

Біомаг — живі клітини бактерій *Azotobacter chroococcum* поліпшеного штаму АС 39 з титром не менше 1×10^9 КУО/мл та продукти метаболізму (фітогормони ауксинового, гіберелінового і цитокінінового рядів, амінокислоти, вітаміни).

Гаубсин FORTE — бактерії *Pseudomonas aureofaciens* В-111 та В-306, титр життєздатних клітин 1×10^4 /мкг препарату.

Урожай Старт — рідке комплексне мікродобриво, призначене для позакореневого підживлення. Має підвищений вміст азоту (150 г/л) і кальцію (170 г/л), сприяє зростанню і поліпшенню якості плодів.

Урожай Бор — вміст у препараті бору — 150 г/л.

Урожай Со-Мо — вміст у препараті кобальту — 10 г/л, молібдену — 100 г/л.

Актарофіт — комплекс природних авермектинів груп В₁ і В₂, які продукує корисний ґрунтовий гриб *Streptomyces avermitilis* (не менше 1,8%).

FitoNiss — бактерії роду *Bacillus subtilis* з титром не менше 1×10^7 КУО/мл, амінокислоти, органічні кислоти, мікроелементи, стимулятори росту, ПЕГ, ад'юванти.

Аміностим — біологічний стимулятор рослин з високим вмістом вільних амінокислот рослинного походження (одержаних шляхом ферментативного гідролізу) та інших біологічно активних речовин.

Триходермін — міцелій і продукти метаболізму гриба-антагоніста *Trichoderma lignorum* штами LZ 15 з титром від 5×10^8 КУО/мл [14, 23].

Препарати досліджували окремо та в комплексах за передпосівної обробки насіння та обробок у період вегетації. Основними показниками, за якими проводили дослідження, були: висота рослин, розвиток бульбочок на кореневій системі, середня кількість стебел, кількість сформованих бобів на рослині та технічна ефективність [24, 25]. Для визначення та ідентифікації грибних інфекцій використовували загальноприйняті методики і визначники хвороб сої. Закладали досліди, проводили обліки та спостереження відповідно до загальноприйнятих методик [24—26].

Результати та обговорення. За вивчення ефективності біологічних препаратів та їхнього впливу на розвиток рослин сої у 2016—2018 рр. відзначено, що обробка насіння позитивно впливає як на морфометричні, так і на фізіологічні показники рослин. Ця закономірність

простежувалася як для сорту Чернівецька 9, так і для сорту Георгіна. Біологічною особливістю сої як бобової культури є здатність утворювати високоефективні азотфіксуючі симбіози з бульбочковими бактеріями, внаслідок функціонування яких ґрунти збагачуються доступними для рослин формами азоту [27—29]. Після застосування комплексу Біомаг Соя (4,0 л/т) + Біофосфорин (2,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т) + Урожай Старт (0,1 л/т) (збільшена норма Біофосфору) спостерігалося збільшення кореневобактеріального комплексу в 3,6 раза, що забезпечило збільшення азотфіксації в 2 рази і становило 569,4 нмоль C_2H_4 /год на рослину нітрогеназної активності (табл. 1). Застосування комплексу Біомаг Соя (4,0 л/т) + Біофосфорин (1,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т) + Триходермін (2,0 л/т) + Урожай Старт (0,1 л/т) + (комплексний біофунгіцид) показало дещо менший результат, проте усі показники перевищували стандартний комплекс на 10—15%.

З аналізу впливу біологічних комплексів для обробки насіння сої на розвиток рослин та їхні фотосинтетичні властивості найкращі показники були після застосування комплексу Біомаг Соя (4,0 л/т) + Біофосфорин (2,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т) + Урожай Старт (0,1 л/т) (збільшена норма Біофосфору). За його застосування кількість хло-

1. Вплив різних біологічних комплексів для обробки насіння сої на азотфіксацію рослин сої (польовий дослід, сорт Чернівецька 9, УкрНДСКР ІЗР, середнє за 2016—2018 рр.)

Варіанти дослідів	Кількість бульбочкових бактерій	Нітрогеназна активність, нмоль C_2H_4 /год на рослину	Кількість сформованих бобів на рослині, шт.	Маса 100 насінин, г	Урожайність, т/га
Контроль	4,3	283,4	46,6	14,4	2,24
Біомаг Соя, 4 л/т Біофосфорин, 1 л/т Фітодоктор, 1 л/т Триходермін, 2 л/т Урожай Старт, (0,1 л/т)	27,3	498,0	96,3	16,0	2,64
Біомаг Соя, 4 л/т Біофосфорин, 2 л/т Фітодоктор, 1 л/т Урожай Старт, 0,1 л/т (збільшена норма Біофосфору)	101,0	569,4	111,6	15,0	2,72
Біомаг Соя, 4 л/т Біофосфорин, 1 л/т Фітодоктор, 1 л/т Триходермін, 2 л/т	42,3	418,5	57,0	14,5	2,56
НІР ₀₅	19,4	27,1	34,2	0,4	0,09

рофілу типу $a+b$ перевищувала контроль в 1,37 раза з розрахунку мг/100 г листової маси (табл. 2).

За досліджень обробки насіння сої різними біологічними комплексами відзначено зниження ураження рослин сої грибними збудниками хвороб (табл. 3). Застосування стандартного комплексу Біомаг Соя (4,0 л/т) + Біофосфорин (1,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т) + Триходермін (2,0 л/т) + Урожай Старт (0,1 л/т) забезпечило не тільки збільшення вегетаційних показників та урожайності але й певну фунгіцидну та імуностабілізуючу дію. Використання даного комплексу показало біологічну ефективність 41%. Найкращу ефективність проти грибних інфекцій сої показав біофунгіцидний комплекс Біомаг Соя (4,0 л/т) + Біофосфорин (2,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т) + Триходермін (2,0 л/т) + Урожай Старт (збільшена норма Біофосфору) (0,1 л/т), що забезпечив біологічну ефективність 46%.

Впродовж 2018—2019 рр. досліджено вплив комплексів біопрепаратів та стимулюючих речовин на ріст і розвиток сої за їхнього застосування на насінні та по вегетації. Для забезпечення якісного аналізу було сформовано дві серії дослідів, в яких повторювалися чотири варіанти обробки насіння, та які відрізнялися комбінаціями

2. Вплив різних біологічних комплексів для обробки насіння сої на розвиток рослин та їхні фотосинтетичні властивості (польовий дослід, сорт Чернівецька 9, УкрНДСКР ІЗР, середнє за 2016—2018 рр.)

Варіанти дослідів	Хлорофіл, мг/100 г листової маси			Висота рослини, см	Середня кількість стебел, шт.	Урожайність, т/га
	тип <i>a</i>	тип <i>b</i>	тип $a+b$			
Контроль	79,16	30,91	110,07	86,0	3,2	2,24
Біомаг Соя, 4 л/т Біофосфорин, 1 л/т Фітодоктор, 1 л/т Триходермін, 2 л/т Урожай Старт, 0,1 л/т	115,14	31,07	146,21	88,6	4,2	2,64
Біомаг Соя, 4 л/т Біофосфорин, 2 л/т Фітодоктор, 1 л/т Урожай Старт, 0,1 л/т (збільшена норма Біофосфору)	120,61	38,54	150,57	88,6	4,6	2,72
Біомаг Соя, 4 л/т Біофосфорин, 1 л/т Фітодоктор, 1 л/т Триходермін, 2 л/т	110,87	29,96	149,41	83,0	4,0	2,56
НІР ₀₅				1,5	0,4	0,09

3. Вплив різних біологічних комплексів для обробки насіння
сої на інтенсивність прояву грибних хвороб сої та розвиток рослин
(польовий дослід, сорт Чернівецька 9, УкрНДСКР ІЗР, середнє за 2016—2018 рр.)

Варіанти досліді	Післязівня (<i>Miscor Inetral</i>)		Фузаріоз (<i>Fusarium oxysporum</i>)		Аскохітоз (<i>Ascochyta sojaescola</i>)		Середня біологічна ефектив- ність, %
	Інтенсив- ність хвороби, %	Ефектив- ність, %	Інтенсив- ність хвороби, %	Ефектив- ність, %	Інтенсив- ність хвороби, %	Ефектив- ність, %	
Контроль	65,2	—	66,9	—	75,6	—	—
Біомаг Соя, 4 л/т Біофосфорин, 1 л/т Фітодоктор, 1 л/т Триходермін, 2 л/т Урожай Старт, 0,1 л/т	31,7	51,4	41,8	37,5	41,7	44,8	44,6
Біомаг Соя, 4 л/т Біофосфорин, 2 л/т Фітодоктор, 1 л/т Урожай Старт, 0,1 л/т (збільшена норма Біофосфору)	29,1	55,4	39,9	40,4	42,8	43,4	46,4
Біомаг Соя, 4 л/т Біофосфорин, 1 л/т Фітодоктор, 1 л/т Триходермін, 2 л/т	32,4	50,3	42,7	36,2	45,1	40,3	42,3

препаратів обробки по вегетації. Внаслідок проведеного аналізу різних комплексів речовин встановлено, що вегетаційні показники сої та стійкість рослин проти хвороб чітко формувалися залежно від комбінування досліджуваних препаратів.

Дослідження симбіотичних властивостей за дії різних комплексів біопрепаратів для обробки насіння свідчить про позитивний вплив бактеризації на вірулентність бульбочкових бактерій. Утворення найбільшої кількості бульбочок (72,3—76,3 шт./рослину) забезпечували варіанти досліджень з використанням біопрепаратів Біомаг Соя + Екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + Біофосфорин (1,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т) (табл. 4).

Визначено вплив досліджуваних комбінацій на формування якості зерна, зокрема маси 100 насінин. Встановлено, що цей показник під дією комбінацій мікробіологічних препаратів збільшувався щодо контролю на 28—31%, і мав значний вплив на показники врожайності, забезпечивши 3,68—3,70 т/га на дослідних ділянках.

У першій серії дослідів найкращий результат одержали при застосуванні комплексу: *обробка насіння* Біомаг Соя + Екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + Біофосфорин (1,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т); *обробка по вегетації* Гаубсин FORTE (1,5 л/га), Урожай Бор (1,5 л/га), Аміностим (1,0 л/га), Актарофіт (0,4—0,6 л/га), FitoNiss (0,5 л/га), Урожай Со-Мо (0,3 л/га).

У другій серії дослідів найвищі показники отримано при застосуванні комплексу: *обробка насіння* Біомаг Соя + Екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + Біофосфорин (1,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т); *обробка по вегетації* Гаубсин FORTE (1,5 л/га), Урожай Бор (1,5 л/га), Біомаг (1,0 л/га), Актарофіт (0,4—0,6 л/га), Біомаг (0,5 л/га), Урожай Со-Мо (0,35 л/га).

Використання цих систем забезпечило зниження інтенсивності розвитку фузаріозу (*Fusarium oxysporum*), аскохітозу (*Ascochyta sojaecola*), септоріозу (*Septoria glycines*) та показало технічну ефективність понад 70%.

Дослідження проводили в рамках ПНД 12. «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); номер державної реєстрації № ДР 0119U100234.

ВИСНОВКИ

Дослідженнями встановлено, що підвищення врожайності та зменшення прояву комплексу грибних хвороб сої можна досягнути за допомогою правильного підбору системи біофунгіцидів та стимуляторів росту без застосування препаратів хімічного походження. За результатами можна рекомендувати застосування комплексу: *обробка насіння* — Біомаг Соя + Екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + Біофосфо-

4. Дослідження впливу комплексів біопрепаратів та стимулюючих речовин на ріст та розвиток сої
(сорт Ксенія, Український Інститут Різ, 2018–2019 рр.)

Варіанти дослідів	Кількість, бульбочкових бактерій, шт.	Маса 100 насінин, г	Урожайність, т/га	Фузаріоз (<i>Fusarium oxysporum</i>)		Аскохітоз (<i>Ascochyta sojaecola</i>)		Септоріоз (<i>Septoria glycinis</i>)	
				Інтенсив- ність хвороби, %	Ефектив- ність, %	Інтенсив- ність хвороби, %	Ефектив- ність, %	Інтенсив- ність хвороби, %	Ефектив- ність, %
Контроль (без обробок)	32,6	11,9	2,29	32,1	—	33,1	—	29,6	—
Серія комбінацій 1									
Обробка насіння: Біомар Соя + Екстендер (2,0 + 1,0 л/т). Обробка по вегетації: Гаубсин FORTE (1,5 л/га), Урожай Бор (1,5 л/га), Біомар (1,0 л/га), Актарофіт (0,4—0,6 л/га), Біомар (0,5 л/га), Урожай Со-Мо (0,35 л/га)	52,0	14,0	3,25	10,5	67,3	9,8	70,4	10,6	64,2
Обробка насіння: Біомар Соя + Екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + Біофосфорин (1,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т). Обробка по вегетації: Гаубсин FORTE (1,5 л/га), Урожай Бор (1,5 л/га), Біомар (1,0 л/га), Актарофіт (0,4—0,6 л/га), Біомар (0,5 л/га), Урожай Со-Мо (0,35 л/га)	72,3	15,2	3,68	6,7	79,1	8,7	73,7	7,2	75,7

Продовження табл. 4

Варіанти досліду	Кількість, бугльовочкових бактерій, шт.	Маса 100 насінин, г	Урожайність, т/га	Фузаріоз (<i>Fusarium oxysporum</i>)		Аскохітоз (<i>Ascochyta sojaecola</i>)		Септоріоз (<i>Seporia glaucines</i>)	
				Інтенсивність хвороби, %	Ефективність, %	Інтенсивність хвороби, %	Ефективність, %	Інтенсивність хвороби, %	Ефективність, %
<i>Обробка насіння:</i> Біомаг Соя + Екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + Біофосфорин (1,0 л/т). <i>Обробка по вегетації:</i> Гауссин FORTE (1,5 л/га), Урожай Бор (1,5 л/га), Біомаг (1,0 л/га), Актарофіт (0,4—0,6 л/га), Біомаг (0,5 л/га), Урожай Со-Мо (0,35 л/га)	50,4	14,9	3,45	10,2	68,2	8,9	73,1	9,7	67,2
<i>Обробка насіння:</i> Біомаг Соя + Екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т). <i>Обробка по вегетації:</i> Гауссин FORTE (1,5 л/га), Урожай Бор (1,5 л/га), Біомаг (1,0 л/га), Актарофіт (0,4—0,6 л/га), Біомаг (0,5 л/га), Урожай Со-Мо (0,35 л/га)	46,2	15,0	3,15	8,3	74,1	8,9	73,1	9,2	68,9

Варіанти дослідів	Кількість, бугльовочковий, шт.	Маса 100 насіння, г	Урожайність, т/га	Серія комбінацій 2					
				Фузаріоз (<i>Fusarium oxysporum</i>)		Аскохитоз (<i>Ascochyta sojaecola</i>)		Септоріоз (<i>Seporia glycinis</i>)	
				Інтенсив- ність хвороби, %	Ефектив- ність, %	Інтенсив- ність хвороби, %	Ефектив- ність, %	Інтенсив- ність хвороби, %	Ефектив- ність, %
Обробка насіння: Біомат Соя + Екстендер (2,0 + 1,0 л/т). Обробка по вегетації: Гаубсин FORTE (1,5 л/га), Урожай Бор (1,5 л/га), Аміностим (1,0 л/га), Актарофіт (0,4—0,6 л/га), Fitoniss (0,5 л/га), Урожай Со-Мо (0,35 л/га)	54,0	13,0	3,28	10,9	66,8	13,9	60,7	11,4	59,9
Обробка насіння: Біомат Соя + Екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + Біофосфорин (1,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т). Обробка по вегетації: Гаубсин FORTE (1,5 л/га), Урожай Бор (1,5 л/га), Аміностим (1,0 л/га), Актарофіт (0,4—0,6 л/га), Fitoniss (0,5 л/га), Урожай Со-Мо (0,35 л/га)	76,3	16,1	3,70	8,6	73,8	10,6	70,1	7,9	72,2

Закінчення табл. 4

Варіанти дослідів	Кількість, бугльовочкових бактерій, шт.	Маса 100 насіння, г	Урожайність, т/га	Фузаріоз (<i>Fusarium oxysporum</i>)		Аскохітоз (<i>Ascochyta sojaecola</i>)		Септоріоз (<i>Septoria glystnes</i>)	
				Інтенсивність хвороби, %	Ефективність, %	Інтенсивність хвороби, %	Ефективність, %	Інтенсивність хвороби, %	Ефективність, %
Обробка насіння: Біомат Соя + Екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + Біофосфорин (1,0 л/т). Обробка по вегетації: Гауссин FORTE (1,5 л/га), Урожай Бор (1,5 л/га), Аміностим (1,0 л/га), Актарофіт (0,4—0,6 л/га), FitoNiss (0,5 л/га), Урожай Со-Мо (0,35 л/га)	52,4	15,0	3,47	9,2	72,0	12,2	65,5	9,2	67,6
Обробка насіння: Біомат Соя + Екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т). Обробка по вегетації: Гауссин FORTE (1,5 л/га), Урожай Бор (1,5 л/га), Аміностим (1,0 л/га), Актарофіт (0,4—0,6 л/га), FitoNiss (0,5 л/га), Урожай Со-Мо (0,35 л/га)	48,2	14,7	3,20	10,2	68,9	11,2	68,4	10,8	62,0

рин (1,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т); *обробка по вегетації* — Гаубсин FORTE (1,5 л/га), Урожай Бор (1,5 л/га), Аміностим (1,0 л/га), Актарофіт (0,4—0,6 л/га), FitoNiss (0,5 л/га), Урожай Со-Мо (0,35 л/га). Також ефективний комплекс: *обробка насіння* — Біомаг Соя + Екстендер (2,0 + 1,0 л/т) + Біофосфорин (1,0 л/т) + Фітодоктор (1,0 л/т); *обробка по вегетації* — Гаубсин FORTE (1,5 л/га), Урожай Бор (1,5 л/га), Біомаг (1,0 л/га), Актарофіт (0,4—0,6 л/га), Біомаг (0,5 л/га), Урожай Со-Мо (0,35 л/га).

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ ПИСОК

1. Алехин В.Т. Проблемы перехода к органическому земледелию. *Защита и карантин растений*. 2019. № 3. С. 10—12.
2. Кулешов А.В., Білик М.О., Довгань С.В. Фітосанітарний моніторинг і прогноз: Навчальний посібник. Харків: Еспада, 2011. 608 с.
3. Петриченко В.Ф., Тихонович С.Я., Коць М.В. Сільськогосподарська мікробіологія і збалансований розвиток агроєкосистем. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 8. С. 5—11.
4. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ: Аграрна наука, 2011. 548 с.
5. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин; за ред. В.П. Карпенка. Умань: Сочінський, 2012. 357 с.
6. Brechenmacher L. Soybean metabolites regulated in root hairs in response to the symbiotic bacterium *Bradyrhizobium japonicum*. *Plant Physiol*. 2010. V. 153. P. 808—1822.
7. Березина Н.В., Уваров В.Н. Биопрепараты. Система эффективного применения для защиты овощных культур. *Вестник овощевода*. 2009. № 2. С. 49—51.
8. Миколаєвський В.П., Сергієнко В.Г., Титова Л.В. Вплив інокулянтів на формування симбіотичних систем, розвиток хвороб та продуктивність сої різних сортів. *Мікробіологія і біотехнологія*. 2016. № 3. С. 57—68.
9. Соломійчук М.П., Кордулян Ю.В., Мельник А.Т. Вплив біологічних комплексів та біостимулюючих речовин на ріст і розвиток рослин сої в Західному Лісостепу України. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Львів. 2020. С. 182—198.
10. Кирик М.М., Піковський М.Й., Дудченко Т.В. Хвороби кореневої системи сільськогосподарських культур: навчальний посібник. Київ: ЦП Компрінт, 2016. 349 с.
11. Frans J. de Bruijn. Biological Nitrogen Fixation. 2 Volume Set. Wiley-Blackwell. 2015. 1260 p. URL: <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1118637046.html>

12. Жеребко В.М. Вплив бур'янів і гербіцидів на амінокислотний склад насіння сої. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 2—3. С. 22—23.
13. Сергиенко В.Г., Ткаленко А.Н., Титова Л.В. Использование биопрепаратов для защиты овощных культур от болезней. *Защита и карантин растений*. 2010. № 7. С. 28—30.
14. Горянська Ю.В., Соломійчук М.П., Кирик М.М. Вплив комплексу біофунгіцидів та біостимуляторів на ріст та розвиток рослин сої в західному Лісостепу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2018. № 2 (72) URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10655>
15. Долженко В.И., Захаренко В.А. Научные достижения в области защиты растений в 2012 г. *Защита и карантин растений*. 2013. № 2. С. 54—59.
16. Patyka V.P. Phytopathogenic Bacteria in Contemporary Agriculture. *Microbiologichny zhurnal*. 2016. V. 78. N 6. P. 71—83.
17. Сергієнко В.Г., Ткаленко Г.М., Борзих О.І. Оптимізація захисту овочевих культур в Лісостепу України. *Карантин і захист рослин*. 2012. № 3. С. 9—14.
18. Петриченко В.Ф., Патики В.П., Пасічник Л.А. Хвороби сої: моніторинг, діагностика, захист. Монографія. Вінниця: Віндрук. 2016. 106 с.
19. Ткаленко А.Н., Федоренко В.П., Конверская В.П. Достижения и перспективы развития биологического метода защиты растений в Украине. *Защита и карантин растений*. 2010. № 4. С. 12—15.
20. Patyka V.H., Pasichnyk L.A. Phytopathogenic bacteria in the system of modern agriculture. *Microbiol. J-I*. 2014. V. 76. N 1. P. 21—26.
21. *Агроекологія* ; за ред. М.М. Городнього. Київ: Вища школа, 1993. 416 с.
22. Волкогон В.В., Надкєрнична О.В., Токмакова Л.М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія. Монографія. Київ: Аграрна наука, 2010. С. 154—156.
23. Горбунов О.П. Совершенствование препаратов на основе *Pseudomonas aureofaciens*. *Защита и карантин растений*. 2011. № 5. С. 35—36.
24. Доспєхов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.
25. Методичні рекомендації до проведення лабораторних занять для підготовки студентів із напрямку «Захист рослин». Київ: НУБіП України, 2011. 54 с.
26. Вергунова І.М. Основи математичного моделювання в захисті рослин. Київ: Нора-прінт, 2006. 236 с.
27. Кириченко О.В. Комплексна оцінка модуляційної здатності бульбочкових бактерій та особливості формування симбіотичних систем сої за іно-

куляції насіння мікробними композиціями. *Мікробіологічний журнал* 2016. Т. 78, № 4. С. 90—101.

28. Коць С.Я. Сучасний стан досліджень біологічної фіксації азоту. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2011. Т. 43, № 3. С. 212—225.

29. Oldroyd G.E., Downie J.A. Coordinating nodule morphogenesis with rhizobial infection in legumes *Annu. Rev. Plant Biol.* 2008. V. 59. P. 1169—1180.

¹Соломийчук М.П., ²Пиковский М.Й.

¹Украинская научно-исследовательская станция карантина растений Института защиты растений НААН, ул. Научная, 1, с. Бояны Новоселицкого р-на Черновицкой обл., 60321, Украина,

²Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, ул. Героев Оборона, 15, г. Киев, 03041, Украина, e-mail: ukrndskr.zam@gmail.com

Влияние биостимуляторов и биостимулирующих комплексов на рост и развитие сои в Западной Лесостепи Украины

Цель. Подбор сочетаний биокомплексов для обеспечения максимального потенциала культуры в условиях органического земледелия. **Методы.** Объектом исследований были биологические препараты, стимулирующие вещества, их комбинации и системные комплексы. В работе использовали биотехнологические методы исследований. Определяли эффективность препаратов в различных нормах расхода против грибных болезней. Учеты выполняли по общепринятым методикам, с использованием экспериментальных методов в фитопатологии и защите растений. **Результаты.** Изучение воздействия биологических комплексов для обработки семян сои на развитие растений и их фотосинтетические свойства показало эффективность применения комплекса Биомат Соя (4,0 л/т) + Биофосфорин (2,0 л/т) + Фитодоктор (1,0 л/т) + Урожай Старт (0,1 л/т) (увеличенная норма Биофосфорина). Вследствие проведенного анализа сочетаний различных биологических препаратов установлено, что вегетационные показатели сои и устойчивость растений против болезней четко формировались в зависимости от комбинирования исследуемых препаратов. Лучшие результаты в первой серии опытов были получены при применении: для обработки семян — Биомат Соя + Экстендер (2,0 + 1,0 л/т) + Биофосфорин (1,0 л/т) + Фитодоктор (1,0 л/т); для обработки по вегетации — Гаубсин FORTE (1,5 л/га), Урожай Бор (1,5 л/га), Аминоним (1,0 л/га), Актарофит (0,4—0,6 л/га), FitoNiss (0,5 л/га), Урожай Со-Мо (0,35 л/га). Во второй серии опытов высокие показатели получены при применении: для обработки семян — Биомат Соя + Экстендер (2,0 + 1,0 л/т) + Биофосфорин (1,0 л/т) + Фитодоктор (1,0 л/т); для обработки по вегетации — Га-

убсин FORTE (1,5 л/га), Урожай Бор (1,5 л/га), Биомег (1,0 л/га), Актарофит (0,4—0,6 л/га), Биомег (0,5 л/га), Урожай Со-Мо (0,35 л/га). **Выводы.** Повышения урожайности и уменьшения проявления комплекса грибных болезней сои можно достичь с помощью правильного подбора системы биофунгицидов и стимуляторов роста без применения препаратов химического происхождения.

соя; биостимуляторы; биологические фунгициды; техническая эффективность; урожайность

¹Solomiychuk M., ²Pikovskiy M.

¹Ukrainian Science-Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str., v. Boyani, Novoselitsa district, Chernivtsi region, Ukraine, 60321,

²National university of life and environmental sciences of Ukraine, 15, Heroiv Oborony str., Kyiv, Ukraine, 03041,
e-mail: ukrndskr.zam@gmail.com

Influence of biostimulants and biostimulating complexes on the growth and development of soybeans in the Western Forest-steppe of Ukraine

Goal. The choice of biocomplexes for providing crop's maximal potential in the terms of organic farming. **Methods.** The biological preparations, stimulants, their combinations and systematic complexes were the objects of researches. The biotechnological researches methods used during the work. The preparations efficiency was determined by different consumption rates against fungi diseases. The records conducted as per approved techniques with experimental methods usage in phytopathology and plant protection. **Results.** The complex usage: Biomag Soybean 4.0 l/t + Biophosphoryn 2.0 l/t + PhytoDoctor 1.0 l/t + Urozhay Start 0.1 l/t (the increased rate Biophosphoryn) showed the best results during the analysis of biological complexes for treating soybean seeds and their phytosynthetic abilities. The conducted analysis of different preparations showed that soybean vegetation indexes and plants resistance to diseases had clearly formed in dependence upon the combination of researched preparations. The best result of first researches seria have received by the complex: Biomag Soybean + extender (2.0 + 1.0 l/t) + Biophosphoryn (1.0 l/t) + Phytodocor (1.0 l/t); treating at growing seed Gaubsin FORTE (1,5 l/ha); Urozhay Bor (1.5 l/ha), Aminostym (1.0 l/ha), Actarophyt (0,4—0,6 l/ha), FitoNiss (0.5 l/ha), Urozhay Co-Mo (0.25 l/ha), Urozhay Co-Mo (0.35 l/ha). The highest indexes were received during the seeds complex usage: Biomag Soybean + Extender (2.0 + 1.0 l/t) + Biophosphorin (1.0 l/t) + Phytodocor (1.0 l/t), treating at the growing: Gaubsin FORTE (1.5 l/ha); Urozhay Bor (1.5 l/ha), Biomag (11.0 l/ha); Actarophit (0.4—0.6 l/ha), Bio-Mag (0,5 l/ha), Urozhay Co-Mo (0.35 l/ha). **Conclusions.** Increasing the

yield and reducing the manifestation of the complex of fungal diseases of soybeans can be achieved through the correct selection of a system of biofungicides and growth stimulants without the use of drugs of chemical origin.

soybean; biosimulators; biological fungicides; technical efficiency; yield

REFERENCES

1. Alekhin V.T. (2019). Problemy perekhoda k organicheskomu zemledeliyu. [Problems of the transition to organic farming]. Zashchita i karantin rasteniy. [Plant protection and quarantine]. № 3. S. 10—12. (in Russian).
2. Kulieshov A.V., Bilyk M.O., Dovhan S.V. (2011). Fitosanitarnyi monitorynh i prohnoz: Navchalnyi posibnyk. [Phytosanitary monitoring and forecasting: Tutorial]. Kharkiv: Espada. 608 p. (in Ukrainian).
3. Petrychenko V.F. Tykhonovych S.Ia. Kots M.V. (2012). Silskohospodarska mikrobiolohiia i zbalansovanyi rozvytok ahroekosystem. [Agricultural microbiology and balanced development of agroecosystems]. Visnyk ahrarynoi nauky. [Bulletin of Agricultural Science]. № 8. P. 5—11. (in Ukrainian).
4. Babych A.O., Babych-Poberezhna A.A. (2011). Seleksiia, vyrobnytstvo, to-rhivlia i vykorystannia soi u sviti. [Selection, production, trade and use of soybeans in the world]. Kyiv: Ahraryna nauka, 548 p. (in Ukrainian).
5. Karpenko V.P. (Ed.) (2012). Biolohichni osnovy intehrovanoi dii herbitsydiv i rehliatoriv rostu roslin. [Biological bases of integrated action of herbicides and plant growth regulators]. Uman: Sochinskyi. 357 p. (in Ukrainian).
6. Brechenmacher L. (2010). Soybean metabolites regulated in root hairs in response to the symbiotic bacterium *Bradyrhizobium japonicum*. *Plant Physiol.* V. 153. P. 808—1822. (in English).
7. Berezina N.V., Uvarov V.N. (2009). Biopreparaty. Sistema effektivnogo primeneniya dlya zashhity ovoshhnykh kul'tur. [Biologicals. An effective application system for the protection of vegetable crops]. *Vestnik ovoshheвода*. [Vegetable grower bulletin]. № 2. P. 49—51. (in Russian).
8. Mykolaievskiy V.P., Serhiienko V.H., Tytova L.V. (2016). Vplyv inokuliantiv na formuvannia symbiotychnykh system, rozvytok khvorob ta produktyvnist soi riznykh sortiv. [Influence of inoculants on the formation of symbiotic systems, disease development and productivity of soybeans of different varieties]. *Mikrobiolohiia i biotekhnolohiia*. [Microbiology and biotechnology]. № 3. P. 57—68. (in Ukrainian).
9. Solomiichuk M.P., Kordulian Yu.V., Melnyk A.T. (2020). Vplyv biolohichnykh kompleksiv ta biostymuliuiuchykh rehovyn na rist i rozvyok roslin soi v Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy. [Influence of biological complexes and biostimulating substances on the growth and development of soybean plants in the Western Forest-Steppe of Ukraine]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo: mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk*. [Foothill and

mountain agriculture and animal husbandry: interdepartmental thematic scientific collection]. P. 182—198. (in Ukrainian).

10. Kyryk M.M., Pikovskyi M.I., Dudchenko T.V. (2016). Khvoroby korenevoi systemy silskohospodarskykh kultur: navchalnyi posibnyk. [Diseases of the root system of crops. Tutorial]. Kyiv: TsP Kompyrnt. 349 p. (in Ukrainian).

11. Frans J. de Bruijn. (2015). Biological Nitrogen Fixation. 2 Volume Set. Wiley-Blackwell. 1260 p. URL: <http://eu.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1118637046.html> (in English).

12. Zherebko V.M. (2016). Vplyv burianiv i herbitsydiv na aminokyslotnyi sklad nasinnia soi. [Influence of weeds and herbicides on the amino acid composition of soybean seeds]. *Karantyn i zakhyst roslyn. [Quarantine and plant protection]*. № 2—3. P. 22—23. (in Ukrainian).

13. Serhyenko V.H., Tkalenko A.N., Tytova L.V. (2010). Yspolzovanye byopreparatov dlia zashchity ovoshchnykh kultur ot boleznei. [Use of biological products to protect vegetable crops from diseases]. *Zashchyta y karantyn rastenyi. [Plant protection and quarantine]*. № 7. P. 28—30. (in Ukrainian).

14. Horianska Yu. V., Solomiichuk M.P., Kyryk M.M. (2018). Vplyv kompleksu biofuhnitsydiv ta biostymulatoriv na rist ta rozvytok roslyn soi v Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy. [Influence of a complex of biofungicides and biostimulants on the growth and development of soybean plants in the Western Forest-Steppe of Ukraine]. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. [Scientific reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine]*. № 2 (72). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10655> (in Ukrainian).

15. Dolzhenko V.I., Zakharenko V.A. (2013). Nauchnye dostizheniya v oblasti zashhity rasteniy v 2012 g. [Scientific advances in plant protection in 2012] *Zashhita i karantin rastenij. [Plant protection and quarantine]*. № 2. P. 54—59. (in Russian).

16. Patyka V.P. (2016). Phytopathogenic Bacteria in Contemporary Agriculture. *Microbiologichny zhurnal*. V. 78. N 6. P. 71—83. (in English).

17. Serhiienko V.H., Tkalenko H.M., Borzykh O.I. (2012). Optyimizatsiia zakhystu ovochevykh kultur v Lisostepu Ukrainy. [Optimization of vegetable crop protection in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Karantyn i zakhyst roslyn. [Quarantine and plant protection]*. № 3. P. 9—14. (in Ukrainian).

18. Petrychenko V.F., Patyka V.P., Pasichnyk L.A. (2016). Khvoroby soi: monitorynh, diahnostyka, zakhyst. Monohrafiia. [Soybean diseases: monitoring, diagnosis, protection. Monograph]. Vinnytsia: Vindruk. 106 p. (in Ukrainian).

19. Tkalenko A.N., Fedorenko V.P., Konverskaya V.P. (2010). Dostizheniya i perspektivy razvitiya biologicheskogo metoda zashchity rasteniy v Ukraine. [Achievements and prospects for the development of a biological method of

plant protection in Ukraine]. *Zashchita i karantin rasteniy*. [*Plant protection and quarantine*]. № 4. P. 12—15. (in Russian).

20. *Patyka V.H., Pasichnyk L.A.* (2014). Phytopathogenic bacteria in the system of modern agriculture. *Microbiol. J.-I.* V. 76. N 1. P. 21—26. (in English).

21. *Horodnii M.M.* (Ed.) (1993). *Ahroekolohiia*. [Agroecology]. Kyiv: Vyshcha shkola. 416 p. (in Ukrainian).

22. *Volkohon V.V., Nadkernychna O.V., Tokmakova L.M.* (2010). Eksperymentalna gruntova mikrobiolohiia. Monohrafiia. [Experimental Microbiology. Monograph]. Kyiv: Ahrarna nauka. P. 154—156. (in Ukrainian).

23. *Gorbunov O.P.* (2011). Sovershenstvovanie preparatov na osnove *Pseudomonas aureofaciens*. [Improvement of drugs based on *Pseudomonas aureofaciens*]. *Zashchita i karantin rastenij*. [*Plant protection and quarantine*]. № 5. P. 35—36. (in Russian).

24. *Dospekhov B.A.* (1985). Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy. [Field experiment technique with the basics of statistical processing of research results]. Moskva: Agropromizdat. 351 p. (in Russian).

25. *Metodychni rekomendatsii do provedennia laboratornykh zaniat dlia pidhotovky studentiv iz napriamu «Zakhyst roslyn»*. [Methodical recommendations for conducting laboratory classes to prepare students in the field of «Plant Protection»]. Kyiv: NUBiPU. 2011. 54 p. (in Ukrainian).

26. *Verhunova I.M.* (2006). Osnovy matematychnoho modeliuvannia v zakhysti roslyn. [Fundamentals of mathematical modeling in plant protection]. Kyiv: Nora-print. 236 p. (in Ukrainian).

27. *Kyrychenko O.V.* (2016). Kompleksna otsinka moduliatsiinoi zdatnosti bulbochkovykh bakterii ta osoblyvosti formuvannia symbiotychnykh system soi za inokuliatsii nasinnia mikrobnymy kompozytsiiamy. [Comprehensive assessment of the modulation ability of nodule bacteria and features of the formation of symbiotic soybean systems by inoculation of seeds with microbial compositions]. *Mikrobiol. zhurn.* [*Microbiological journal*]. V. 78. № 4. P. 90—101. (in Ukrainian).

28. *Kots S.Ya.* (2011). Suchasnyi stan doslidzhen biolohichnoi fiksatsii azotu. [The current state of research on biological nitrogen fixation]. *Fiziologija i biokhimiia kul'turnykh rastenij*. [*Physiology and biochemistry of cultivated plants*]. V. 43. № 3. P. 212—225. (in Ukrainian).

29. *Oldroyd G.E., Downie J.A.* (2008). Coordinating nodule morphogenesis with rhizobial infection in legumes *Annu. Rev. Plant Biol.* V. 59. P. 1169—1180. (in English).

Надійшла 14.07.2021 р.

І.М. СТОРЧОУС, кандидат сільськогосподарських наук

О.О. ІВАЩЕНКО, доктор сільськогосподарських наук

О.П. ТИЩУК, науковий співробітник

Інститут захисту рослин НААН,

вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна,

e-mail: ¹igor_storchous@ukr.net, ²herbology@ukr.net

ВПЛИВ РІЗНИХ НОРМ ВИТРАТИ ГЕРБИЦИДУ БАЗИС 75, ВГ НА РІВЕНЬ СТРЕСУ У РОСЛИН КУКУРУДЗИ

Мета. Встановити оптимально високу ефективність контролювання сходів бур'янів у посівах кукурудзи на зерно за зменшених норм витрати гербициду Базис 75, ВГ для послаблення стресу у рослин культури. **Методи.** Польовий, лабораторний, кількісно-ваговий, візуальний, розрахунково-порівняльний, математично-статистичний. **Результати.** Встановлено, що проведення одного обприскування посівів гербицидом Базис 75, ВГ з максимальною нормою витрати з допустимої призводило до індукування хімічного стресу в рослин кукурудзи (визначено зниження вмісту суми хлорофілів ($a + b$) з 1,3 до 1,1 г/дм²), що негативно впливало на процеси інтенсивності фотосинтезу і частково затримувало інші фізіологічні процеси. Дослідженнями встановлено, що оптимальними, як з фізіологічної так і з агрономічної оцінок, є застосування гербициду Базис 75, ВГ із зменшеними нормами витрати під час послідовних обприскувань з дотриманням часового інтервалу. Вплив гербициду у найбільш чутливі фази розвитку сходів бур'янів не призводив до індукування стресів у рослин культури. За результатами досліджень найвищою була врожайність зерна кукурудзи на третьому варіанті — 8,75 т/га (93,9%), де здійснювали обприскування посіву гербицидом Базис 75, ВГ (12 г/га) + Тренд-90 (0,2 л/га), перше під час фази формування трьох листків у рослин кукурудзи, а друге — на 4-ту добу після першого обприскування. **Висновки.** Розроблено систему застосування гербициду Базис 75, ВГ із зменшеними нормами витрати та дотриманням певного інтервалу часу між обприскуваннями, яка нівелює негативні наслідки хімічної обробки для рослин культури і дозволяє отримати високу врожайності зерна кукурудзи. Небезпека хімічного навантаження на довкілля зменшилася від 4 до 28%.

рослини кукурудзи; сегетальна рослинність; гербициди;
норма витрати; стрес

Сучасне аграрне виробництво ставить за мету одержати максимально високу врожайність сільськогосподарських культур за рахунок реалізації їх біологічного потенціалу. Проте реалізація біологічного потенціалу сорту або гібриду культурних рослин залежить від впливу різноманітних чинників середовища, які практично постійно змінюються. До них належать:

- фізичні — температура (висока, низька, охолодження, заморозування, перегрів), гідратація (посуха, затоплення), світло (висока інтенсивність, низька інтенсивність), радіація (ультрафіолет, α -, β -, γ - та X-випромінювання), магнітне поле (гравітація);
- хімічні — солі, важкі метали, кислотність середовища, газоподібні токсиканти, гербіциди тощо;
- біотичні — інфекції, комахи тощо;
- механічні — вітер, тиск, пошкодження.

Відхилення зазначених вище чинників від оптимальних норм, або порушення вимог щодо застосування і внесення, зокрема гербіцидів, може негативно позначатися на рослинах сільськогосподарських культур, у тому числі призвести до стресу.

Стрес, зумовлений впливом гербіцидів, може спричинити зменшення швидкості росту рослин до рівня нижчого, ніж рівень, зумовлений генетичним потенціалом рослини. Порівняння показників врожайності сільськогосподарських культур із середніми показниками врожайності, розрахованими за багато років, дало можливість дослідникам встановити, що втрати врожайності від стресу рослин у світі становлять 65—87% залежно від культури. Більшість хімічних сполук, які використовуються в сільськогосподарському виробництві, є безпосередньою причиною прояву стресу у рослин, пригнічують у них гормональну активність. Результатом побічної дії застосування того чи іншого засобу захисту рослин є порушення гомеостазу метаболічних процесів рослинного організму.

Водночас не будь-який вплив здатний викликати негативну реакцію організму культури. Частина зовнішніх абіотичних і біотичних чинників необхідна для нормального перебігу біологічних процесів у рослинах культури. Наприклад, макро- і мікроелементи, освітленість, волога, вуглекислий газ, гравітація, організми-симбіонти тощо. Ці умови можуть бути навіть далекими від оптимальних, але вони так чи інакше створюють вихідний (фоновий або контрольний) стан біосистеми (рослини). Рівні цих чинників, необхідні для функціонування, росту, розвитку і розмноження біологічних об'єктів, прийнято називати підтримуваними [1]. Умовно виділяють також індиферентні рівні зовнішніх чинників, які не мають істотного впливу на організм. Вживають і поняття «фоновий» рівня, наприклад, фонові температури [2].

В умовах незначних змін зовнішніх чинників сталість параметрів функціонування організму рослин підтримується гомеостатичними механізмами. Термін гомеостаз ввів У. Кеннон у 1929 р. Під гомеостазом розуміють стабільність біологічних об'єктів, здатність зберігати сталість свого внутрішнього середовища, підтримувати фізіологічні характеристики у певних межах (межі норми). Гомеостаз забезпечується в клітинах і організмі за рахунок авторегуляції та управління метаболічними процесами. Гомеостазом є стаціонарний рівень обмінних процесів у відносно короткий відрізок часу порівняно з періодом розвитку організму. Переведення організму в кількісно і якісно інший стан здатні забезпечити рівні факторів, які виходять за межі фонових, тобто перевищують поріг чутливості. Саме такі фактори умовно можуть бути названі стресовими. Під впливом стресових чинників рослинний організм може переходити від фізіологічно нормального до стресового стану.

Термін «стрес» був перенесений у фізіологію рослин з медичної науки і міцно закріпився в лексиконі фізіології стійкості рослин. Як зазначає автор концепції стресу Г. Сельє, стрес — це загальна неспецифічна реакція організму на будь-яку вимогу [3]. Фактори, що спричиняють стан стресу, Г. Сельє назвав стресорами, а сукупність змін, які відбуваються під впливом стресорів, — адаптаційним синдромом. Він виділив три фази стресу: тривога, адаптація і виснаження. Такий поділ на фази досить умовний.

Виокремлення явищ, сукупність яких складає стрес, ускладнюється тим, що під час впливу стресорів відбуваються: по-перше — пошкодження, які проявляються на різних рівнях структурної і функціональної організації рослини, наприклад, денатурація білків, порушення напівпроникності мембран, нагромадження в клітинах токсичних метаболітів тощо; по друге — реакції-відповіді, які дозволяють рослинам пристосовуватися до нових умов. Зазначені явища супроводжуються змінами в експресії генів, метаболізмі, фізіологічних функціях. Процеси, пов'язані з пошкодженням і пристосуванням, можуть відбуватися одночасно, проте на різних фазах стресової реакції співвідношення між ними може змінюватися.

За уніфікованою концепцією стресу, що включає оригінальну концепцію стресу Г. Сельє і доповнення, у відповідях рослин на стрес виділяють чотири фази [4]:

- I. Фаза відповіді** — реакція тривоги (початок стресу). Вона проявляється у відхиленні від функціональної норми, зниженні життєздатності.
- II. Фаза відновлення** — включає в себе процеси адаптації, репарації і ефект досягнення підвищеної стійкості.
- III. Фаза виснаження** — настає, якщо інтенсивність стресового

впливу надто висока, перевищує адаптаційні можливості. Вона закінчується хронічною хворобою або загибеллю.

IV. Фаза регенерації — часткове або повне відновлення фізіологічної функції після припинення дії стресора і за умови, що ушкодження було не надто сильним.

Слід зазначити, що універсального визначення стресу досі немає. Поширеною є точка зору, згідно з якою під стресом розуміють комплекс змін у клітині (організмі), який забезпечує підтримання нативності у той час, коли зовнішні впливи такі, що гомеостатичні механізми вже недостатні для підтримання життєдіяльності, а нові генотипи пристосування ще не завершені через повільну їх реалізацію [5]. Тобто стресовим пропонується вважати стан системи у момент переходу в новий стаціонарний стан.

Як зазначалося вище, одним із основних чинників, який призводить до стресу у рослин культур, є хімічний фактор. Зокрема, актуальною проблемою є негативний вплив, який можуть спричинити гербіциди. Адже найбільш поширеним методом контролю сегетальної рослинності у посівах сільськогосподарських культур залишається хімічний. За допомогою гербіцидів здійснюють контроль бур'янів у посівах майже усіх сільськогосподарських культур.

Під час вегетації у рослин культури відбувається постійний обмін речовин, хімічні і фізіологічні процеси, для яких потрібна волога, світло, макро- і мікроелементи, поживний ґрунт та інше. Несприятливі побічні фактори змінюють метаболічні процеси, обмін речовин, а також перерозподіл і засвоєння поживних речовин. Під час обприскування робочий розчин так чи інакше потрапляє не лише на рослини бур'янів, а й на рослини культур. Рослини культур реагують на такий вплив, у них спостерігається стресовий ефект, який проявляється фітотоксичністю та може призводити до уповільнення росту, зниження схожості, скручування листя, сприйнятливості до ураження хворобами або невразливості до впливу фітопатогенів тощо.

Коли у рослини виникає стрес, відбуваються відповідні процеси. Рослинна клітина має чітку програму свого існування, яка закладена в її успадкованому генетичному коді. За реалізацію і повне розкриття такої програми відповідають спеціальні білки, що сприймають інформацію зовнішнього середовища. Такі білки відповідальні за функціонування клітини. Завдяки генетичному коду клітина реалізує програму синтезу цілого комплексу регуляторних компонентів, необхідних для повноцінного росту і розвитку рослинного організму. Серед цих компонентів фітогормони, антиоксиданти, каталізatori й інші речовини, необхідні складові клітинного виробництва, без синтезу яких неможливе створення клітиною спектропоглинаючих пігментів і фотосинтезу у цілому. Вплив на рослину несприятливих чинників призводить до

хаосу в роботі клітинних компонентів, порушення стабільності і черговості біохімічних процесів у клітинах рослин, до стресу у рослин [6].

Активні речовини гербіцидів після потрапляння на листову поверхню транслюкуються рослиною, проникаючи усе глибше у клітинні структури, провокуючи формування «вільних радикалів» або активних форм кисню (АФК). Сформовані речовини запускають окиснювальні процеси, порушують нормальну роботу клітинних структур, руйнують клітинні оболонки, пошкоджують ДНК. В цілому, це явище назвали «оксидативним стресом». Даний стрес супроводжується синтезом надмірної кількості «стресового етилену», що у свою чергу порушує функціонування фізіологічних механізмів у рослинному організмі, а за тривалої дії призводить до поступового зниження продуктивності культури, прихованих втрат врожаю.

Шляхами проникнення гербіцидів у рослини є коренева система і надземні органи рослини. Діючі речовини гербіцидів можуть легко проникати у рослини через кореневу систему, особливо під час внесення їх перед сівбою або під час внесення безпосередньо на ґрунт. Незважаючи на те, що окремі активні речовини можуть бути слабо розчинними у воді, всі вони розчинні в ліпідах, що забезпечує добре проникнення у рослину через кореневу систему. З підвищенням норми витрати інтенсивність надходження токсичних речовин через корені збільшуватиметься [6].

Стрес призводить до змін у метаболізмі, його регуляції та структурних симптомів, які вказують на перебудови у межах анаболічних, катаболічних, амфіболічних та анаплеротичних шляхів, як наприклад, накопичення проліну, в умовах засухи і засоленості, акумуляція манітолу та сорбітолу за водного стресу, утворення білків теплового шоку та інше. Вірогідно, що такі зміни пов'язані у своїй більшості з метаболізмом O_2 — окислювальний стрес внаслідок збільшення супероксидних радикалів та перекису водню [7].

Відомо, що абсцизова кислота (АБК) відіграє провідну роль у процесах життєдіяльності клітин, які супроводжують стрес, конкретно у перетворенні стресорного зовнішнього сигналу у генну експресію. У зв'язку з цим дослідження шляхів включення АБК у реакції-відповіді рослинних клітин на стрес визнають пріоритетним напрямом. Визначено мінімальний поріг АБК у рослині, що є істотним для ранніх подій в генерації електричних сигналів та опосередкування експресії гена Pin 2 (інгібітор протеїнази II) [8]. Функціонування сигнальних систем тісно пов'язане з роботою гормональної системи рослин. Встановлено, що у багатьох випадках посилення синтезу стресових фітогормонів (наприклад, АБК) є наслідком індукованої стресором активації сигнальних систем. Водночас передача гормонального сигналу в геном здійснюється за допомогою сигнальних посередників. Тому, як

правило, рання реакція на дію стресорів різної природи виявляється майже одночасним збільшенням вмісту в клітинах сигнальних посередників (АФК, інозитолтрифосфат, кальцій), стресових фітогормонів та гормоноподібних сполук (АБК, саліцилова і жасмонова кислоти, етилен).

Також слід зауважити, що під час застосування гербіцидів, з метою одержання найвищої ефективності, не враховуються такі важливі чинники як випаровування, дефіцит насичення і відносна вологість повітря, швидкість вітру, фізіологія рослин тощо. Неврахування зазначених чинників посилює хімічний стрес у рослин. Хімічний стрес також буде проявлятися і під час внесення гербіцидів, які були розчинені у малій кількості води (особливо це стосується післясходових гербіцидів).

Доцільно зазначити, що для одержання максимальної ефективності гербіцидів відносна вологість повітря під час їх застосування має перевищувати 55%. У таких умовах поверхня листків зволожена і випаровування крапель буде низьким. Також доречно враховувати, що ефективність більшості гербіцидів залежить від ступеня гідратації листкової тканини й активності руху речовин у рослині, що визначають надходження та дію хімічних препаратів у середині рослини. Гідратація листя й активність руху речовин у рослині, в свою чергу, залежать від вмісту води в ґрунті.

Для уникнення непродуктивних втрат гербіцидів, швидкість вітру під час обприскування має бути менше 6 км/год. Швидкість вітру близько 8—10 км/год може зумовити втрати до 30% активної речовини препарату.

Обприскування поверхні ґрунту або бур'янів є одним з найбільш поширених способів застосування гербіцидів. Ефективність обприскування гербіцидами підвищується із зменшенням розміру (діаметру) краплин. Необхідно враховувати, що дрібні краплини діаметром до 80 мкм можуть легко зноситися вітром за межі поля, а також повторно покривати уже обприскані рослини культури. Інерційний спосіб нанесення краплин діаметром менше 50 мкм є малопридатним для виробничого застосування [9, 10].

Для приготування водних розчинів гербіцидів традиційно рекомендують використовувати воду з рівнем рН 7 і менше. Розчини гербіцидів необхідно використати не пізніше як через 8 год після приготування [11].

Кожний хімічний препарат по-різному впливає на культури.

Фітотоксичність гербіцидів призводить до сильних пошкоджень культурних рослин і повної втрати їх продуктивності. Зниження вмісту хлорофілу у основної культури на 35% і білка на 32% — звичайні явища в умовах накладання одночасно кількох негативних факторів

один на одного. Це явище одержало назву «Гербіцидна вирва». У таких умовах стабілізація функцій життєдіяльності рослинного організму може і не відбутися [6].

Через свої біологічні особливості кукурудза зазнає тимчасового впливу від будь-якого гербіциду. Цей вплив виявляється в згинанні листків, їхньому скороченні, «гофруванні», затримці росту рослин. В окремих випадках і за певних умов (холодна погода з нічними заморозками, недостатня глибина сівби, сильна злива після застосування, наприклад гербіцидів з вмістом діючої речовини ізоксафлютол, 750 г/кг) можна спостерігати часткову зміну кольору нижніх листків кукурудзи (ефект «хамелеона»). Однак, уже через 1—2 тижні це явище зникає і не впливає на подальший ріст, розвиток рослин і кінцеву врожайність кукурудзи.

Основу захисту посівів кукурудзи від бур'янів становить застосування гербіцидів, тому що культура належить до найбільш слабких культур щодо конкуренції з бур'янами в агрофітоценозах. Кукурудза пригнічує їх у десять разів гірше за пшеницю озиму й утричі слабше, ніж посіви соняшнику. Оскільки ця культура має низькі темпи росту на перших етапах органогенезу і висівається широкорядно, то з'являється вільне місце для росту бур'янів, тобто — «вільна екологічна ніша», яку з часом займають бур'яни. Втрати врожаю кукурудзи в умовах недостатнього регулювання чисельності бур'янового компонента можуть сягати 30% і більше [12—14].

Реакція рослин культур на хімічну обробку може проявитися відчутним зниженням рівня врожайності. Встановлено, що внаслідок появи у рослин кукурудзи стресу на вплив гербіцидів її врожайність знижувалася на 0,6—1,8 т/га. Послабити реакцію рослин культур на хімічну обробку гербіцидами є проблемним питанням, його дослідження будуть актуальними ще довгий період для того, щоб знайти оптимальний баланс між регламентом застосування гербіцидів і зменшенням негативного впливу на рослини культури.

Тому завданням досліджень було встановлення оптимально високої ефективності гербіцидів під час контролю сходів бур'янів у широкорядних посівах кукурудзи на зерно для послаблення стресу у рослин культури. Досягнути такого результату передбачалося шляхом застосування гербіциду Базис 75, ВГ із зменшеними нормами витрати та з дотриманням часового інтервалу щодо обприскування посіву культури.

Мета роботи. Визначити рівень стресу у рослин кукурудзи, спричинений застосуванням гербіциду Базис 75, ВГ. Обґрунтувати систему раціонального захисту посівів культури від шкідливості бур'янів за допомогою зазначеного вище гербіциду, знизивши його стресорний фактор. Зменшити рівень хімічного впливу на довкілля і забезпечити необхідний захист посіву від шкідливості бур'янів.

Матеріали та методи досліджень. Для успішної вегетації посівів сільськогосподарських культур важливим фактором є сприятливі ґрунтові та кліматичні умови.

Дослідження щодо визначення рівня стресу у рослин кукурудзи, спричиненого застосуванням гербіциду Базис 75, ВГ, та обґрунтування системи раціонального захисту посівів культури від шкідливості бур'янів за допомогою зазначеного гербіциду, знизивши його стресорний фактор, проводили у 2016—2020 рр. у лабораторії гербології Інституту захисту рослин НААН (ІЗР) та на станції Білоцерківська, яка розташована у Правобережному Лісостепу України, у зоні нестійкого зволоження. Клімат — помірно-континентальний.

Територія станції розміщена на Придніпровському плато Правобережної височини. Рельєф місцевості — рівнинний. Основною ґрунтоутворюючою породою є лес. Глибина залягання лесових відкладень варіює від 4 до 18 м. Переважають ґрунти чорноземного типу, поверхневі, середньоглибокі малогумусні різного ступеня вилугуваності, з виразною природною структурою та добрим забезпеченням елементами живлення. Ґрунт дослідного поля — чорнозем типовий вилугуваний велико-пилувато-середньо-суглинкового механічного складу, з глибиною гумусового горизонту 100—120 см із вмістом гумусу в орному шарі (0—30 см) — 3,9%, що характерно для малогумусних чорноземів. Агрохімічні показники: глибина гумусового горизонту — 50—60 см; карбонати Са і Mg залягають на глибині 50—65 см; гідролітична кислотність — 1,5—1,8 мг-екв./100 г ґрунту; вміст лужно гідролізованого азоту (за Корнфілдом) — 120—140 мг/кг, нітратного — 14,2—19,6 мг/кг, рухомого фосфору й обмінного калію (за Чиріковим) — 180—240 і 90—120 мг/кг ґрунту відповідно; кислотність ґрунту нейтральна або близька до нейтральної.

Основним джерелом зволоження ґрунту є атмосферні опади, які протягом року випадають нерівномірно. Найбільше їх випадає у вигляді дощів під час теплої пори року, особливо в середині літа (липень). В окремі роки влітку спостерігається бездошовий період, що негативно позначається на рості та розвитку сільськогосподарських культур. За даними Білоцерківської метеорологічної станції, сума ефективних температур (тобто вище 10°C за вегетаційний період) становила 2500—2800°C, кількість опадів за рік — 521 мм. Середня багаторічна температура повітря дорівнювала +7,4°C (узагальнені дані за останні 25 років).

Для характеристики погодних умов упродовж проведення досліджень використовували показники середньомісячної температури повітря та кількості опадів за даними Білоцерківської метеорологічної станції (табл. 1, 2).

Відповідно до показників, зазначених у таблиці 1, показники тем-

1. Динаміка середньодобової температури (°C) за вегетаційний період (метеостанція м. Біла Церква)

Роки проведення досліджень	Місяці року					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
2016	11,9	15,1	20,3	21,8	20,2	14,8
2017	10,0	14,6	19,7	21,0	21,7	16,6
2018	12,9	18,4	20,4	21,1	23,4	16,7
1019	11,7	17,8	24,5	20,3	21,5	16,3
2020	10,2	12,4	22,9	22,7	22,2	17,8
Середня багаторічна температура, °C	7,8	14,9	18,3	20,0	18,8	13,9

2. Динаміка опадів (мм) за вегетаційний період (метеостанція м. Біла Церква)

Роки проведення досліджень	Місяці року					
	IV	V	VI	VII	VIII	IX
2016	44,2	103,6	21,6	42,0	26,8	7,2
2017	20,8	20,0	16,4	41,7	41,8	26,0
2018	8,8	30,1	92,6	84,5	24,2	32,5
1019	38,1	58,0	43,4	35,8	12,9	17,9
2020	26,6	128,2	56,5	38,1	14,5	16,2
Середні багаторічні опади, мм	17,0	53,0	76,0	84,0	63,0	47,0

ператури повітря за роками проведення досліджень мали чітку тенденцію до зростання у порівнянні до середніх багаторічних показників.

Випадання атмосферної вологи в основному відбувалося у формі опадів. Опади під час досліджень були нерівномірними, особливо у другій половині літа і на початку осені. У таких умовах для оптимальної вегетації велике значення мала здатність орного шару ґрунту утримувати необхідні для посівів кукурудзи обсяги доступної вологи після попередніх опадів.

Під час досліджень застосовували: польовий метод — для визначення видового складу і кількості бур'янів, динаміки появи їх сходів, встановлення біологічної ефективності дії систем захисту від небажаної рослинності; лабораторний — для визначення впливу показників рН середовища на проростання насіння бур'янів; кількісно-ваговий — для

визначення забур'яненості посівів, встановлення параметрів росту і розвитку рослин бур'янів та урожайності посівів кукурудзи; візуальний — для здійснення фенологічних спостережень; розрахунково-порівняльний — для оцінки рівня врожайності та якості одержаного урожаю; математично-статистичний — для статистичної оцінки результатів.

Результати та обговорення. Для виконання досліджень і досягнення мети потрібно було вирішити такі завдання:

1. Визначити особливості видового складу бур'янів у посівах кукурудзи.
2. Дослідити динаміку появи сходів бур'янів у посіві кукурудзи.
3. Встановити негативний вплив бур'янів на культуру.
4. Провести оцінку рівня ефективності захисної дії гербіциду Базис 75, ВГ з різними нормами витрати з дотриманням часового інтервалу.
5. Визначити наявність хімічного стресу в ювенільних рослин культури після застосування гербіциду зі зменшеними нормами витрати та з дотриманням інтервалу між обприскуваннями посівів кукурудзи.
6. Оцінити здатність бур'янів у посівах кукурудзи формувати свою вегетативну масу.
7. Встановити реальний вплив хімічного стресу залежно від впливу гербіциду Базис 75, ВГ на рівень урожайності посівів зерна кукурудзи.
8. Розробити системи застосування гербіциду Базис 75, ВГ у посівах кукурудзи, що забезпечуватимуть необхідний рівень контролю сходів бур'янів, не викликаючи стресу в рослин культури, матимуть знижене хімічне навантаження на довкілля.

У посівах кукурудзи дослідження проводили у польових умовах за схемою дрібноділянкових дослідів (табл. 3).

Під час досліджень застосовували гербіцид Базис 75, ВГ (діючі речовини римсульфурон, 500 г/кг + тифенсульфурон-метил, 250 г/кг), який контролює однорічні та багаторічні злакові і дводольні бур'яни. Норма витрати робочої рідини — 200 л/га. Послідовні обприскування гербіцидом здійснювали з часовим інтервалом між внесеннями 4 доби.

Ефективність гербіциду Базис 75, ВГ щодо контролю бур'янів у посівах кукурудзи визначали перед першим обприскуванням і через 10 діб після останнього обприскування посіву. У другу декаду липня, період формування найбільших обсягів надземної маси, здійснювали облік маси бур'янів.

У зразках відібраних листків рослин культури визначали вміст хлорофілів (*a* і *b*) перед першим обприскуванням гербіцидами, потім через 5 діб, 10 і 20 після першого обприскування.

Обліки бур'янів у посівах кукурудзи та оцінку ефективності дії

3. Схема польових досліджень гербіциду Базис 75, ВГ з різними нормами витрати

№ з/п	Варіант досліджу	Норма витрати
1	Контроль забур'янений	—
2	Контроль виробничий — обприскування посівів гербіцидом під час фази формування п'яти справжніх листків у рослин кукурудзи	25 г/га + Тренд-90 — 0,2 л/га
3	Обприскування посівів: перше — під час фази формування трьох листків у рослин кукурудзи, друге — на 4-ту добу після першого обприскування	12 г/га + Тренд-90 — 0,2 л/га
4	Обприскування посівів: перше — під час фази формування п'яти листків у рослин кукурудзи, друге — на 4-ту добу після першого	10 г/га + Тренд-90 — 0,2 л/га
5	Обприскування посівів: перше — під час фази формування п'яти листків у рослин кукурудзи, друге — на 4-ту добу після першого	8 г/га + Тренд-90 — 0,2 л/га
6	Обприскування посівів: перше — під час фази формування п'яти листків у рослин кукурудзи, друге — на 4-ту добу після першого	Перше — 8 г/га + Тренд-90 — 0,2 л/га, друге — 10 г/га + Тренд-90 — 0,2 л/га
7	Контроль (проведення 4-х послідовних ручних прополювань посівів протягом вегетації)	4 послідовних прополювання

гербіциду здійснювали відповідно до вимог методики випробувань і застосування пестицидів (проф. С.О. Трибель, 2001 р.) [15].

Фізіологічний стан рослин кукурудзи оцінювали за наявністю молекул хлорофілу ($a + b$) у листках рослин за методикою Т.Н. Годнева в інтерпретації О.П. Осипової [16, 17].

Для визначення кількості загального і вільного хлорофілу в тканинах листків використовували в якості розчинника концентрований (96°) і розбавлений (60°) етиловий спирт; різниця між другою і першою величинами давала результат кількості зв'язаного у білково-ліпідному комплексі хлорофілу, який наявний на момент відбору зразків у тканинах надземних частин рослин.

Отримані цифрові результати досліджень обробляли статистичними методами: дисперсійним, порівняно-розрахунковим для визначення їх достовірності і взаємозалежності факторів.

Дослідженнями передбачалося встановити залежності змін рівня чутливості рослин культури до хімічного стресу, які дозволять оптимізувати норми витрати гербіциду в системі захисту кукурудзи і системи її обприскування без небезпеки індукування небажаних стресів у рослин кукурудзи.

Збирали врожай кукурудзи у першу декаду вересня, суцільно, з

усієї площі облікових ділянок на варіантах досліду, в усіх повтореннях збирали вручну, з наступним перерахунком на зерно в т/га.

У результаті проведення обприскувань посівів кукурудзи гібриду Хортиця 290 гербіцидом Базис 75, ВГ згідно з схемою досліду встановлено особливості реакції сходів бур'янів і рослин культури на дію препарату.

Посіви мали малорічний тип забур'янення. Видовий склад бур'янів наведено у таблиці 4. Чисельність сходів бур'янів у посівах кукурудзи перед застосуванням гербіциду становила 73,9—88,9 шт./м².

Згідно зі схемою досліду обприскування посівів кукурудзи здійснювали у різні фази розвитку рослин культури. Відповідно не однакою була і чутливість сходів бур'янів до діючих речовин. Результати дії гербіциду Базис 75, ВГ залежно від строків обприскування відрізнялися між собою. Найвищий рівень ефективності був зафіксований у посівах на варіанті 3 і становив 95,1%. Близькі показники ефективності дії гербіциду були і в посівах варіанту 4 (93,5%).

На ділянках посівів виробничого контролю (варіант 2) відмирання сходів бур'янів становило 91,3%. Проведення обприскувань посівів кукурудзи в інші терміни і фази розвитку рослин культури дало низькі результати захисної дії.

Для оцінювання фізіологічного стану рослин кукурудзи після застосування гербіциду в схемі досліджень було передбачено виконання аналізів вмісту суми хлорофілів ($a + b$) у тканинах листків.

Перед застосуванням гербіциду всі рослини кукурудзи на ділянках дослідів мали однакову концентрацію хлорофілів у клітинах хлоренхіми листків. Їх сума становила 1,3 г/дм² листкових пластинок. Застосування гербіцидів одним обприскуванням у повній нормі витрати препарату (посіви варіанту 2) індукувало у рослин кукурудзи відповідний хімічний стрес, який проявлявся у зниженні концентрації молекул суми хлорофілів з 1,3 до 1,1 г/дм² через 5 діб після нанесення (табл. 5). Під час відбору зразків листків у наступні строки і лабораторних аналізів, вміст суми хлорофілів у тканинах рослин поступово підвищувався і через 20 діб повернувся до початкового рівня наявності.

У рослин кукурудзи, де здійснювали два послідовних обприскування половинними нормами витрати гербіциду (варіант 3), зниження вмісту суми хлорофілів у тканинах не зафіксовано. Вже через 10 діб після обприскувань вміст суми хлорофілів у тканинах листків зростав до 1,4 г/дм², а через 20 діб — до показника 1,5 г/дм².

У рослин культури на ділянках посівів варіанту 5 затримки з наростанням вмісту суми хлорофілів не зафіксовано. Отже, застосування відповідних норм витрати гербіциду фактично не порушувало фізіологічні процеси у рослинах культури. Вміст суми хлорофілів поступово зростав від 1,3 до 1,6 г/дм² і практично не відрізнявся від динаміки

4. Ефективність застосування (% загинелі сходів бур'янів) гербіциду Базис 75, ВГ у поствах кукурудзи, середнє за 2016–2020 рр.

Варіанти досліду																
1	2			3			4			5		6				
ШТ./м ²	ШТ./м ² до	ШТ./м ² після	% загинелі	ШТ./м ² до	ШТ./м ² після	% загинелі	ШТ./м ² до	ШТ./м ² після	% загинелі	ШТ./м ² до	ШТ./м ² після	% загинелі	ШТ./м ² після			
Лобода біла	10,2	7,9	0,9	88	11,3	0,8	93	10,4	1,0	90	9,7	1,7	82	10,5	1,7	84
Шириця звичайна	11,4	10,7	0,6	94	12,2	0,2	98	9,9	0,5	95	10,6	1,2	89	12,4	1,2	90
Гірчак шореткий	3,3	1,9	0,2	87	5,1	0,5	91	4,8	0,4	91	3,1	0,5	83	3,6	0,5	86
Гірчиця польова	4,5	4,1	0,1	98	3,8	0	100	6,1	0	100	3,3	0,1	96	4,5	0,1	98
Просо півняче	13,6	11,3	1,0	91	14,2	0,6	96	11,7	0,7	94	14,4	1,0	93	15,1	1,1	93
Мишій сизий	11,8	9,8	1,3	87	8,5	0,5	94	10,6	0,8	92	10,8	1,1	90	11,4	0,9	92
Злінка канадська	6,2	4,5	0,4	92	5,6	0,3	95	4,4	0,2	95	5,1	0,4	93	5,9	0,4	94
Гірчак березкоподібний	6,7	6,2	0,4	93	5,3	0,2	96	4,8	0,3	93	4,7	0,6	87	4,6	0,5	90
Амброзія полинолиста	6,1	3,5	0,3	90	7,1	0,4	95	4,6	0,4	92	5,0	0,7	87	5,7	0,6	89
Паслін чорний	4,3	2,6	0,2	92	4,0	0,2	96	3,5	0,2	95	4,2	0,5	89	3,8	0,3	92
Інші види	2,6	1,7	0,2	89	2,9	0,2	92	3,1	0,3	89	2,7	0,4	84	3,0	0,4	87
Всього	80,7	64,2	5,6	91,3	80,0	3,9	95,1	73,9	4,8	93,5	73,6	8,2	88,9	80,5	7,7	90,4
Нір _{0,05}	6,4															

5. Динаміка вмісту суми хлорофілів ($a + b$) у листках рослин кукурудзи, ($г/дм^2$) у процесі застосування гербіциду Базис 75, ВГ, середнє за 2016—2020 рр.

Варіанти дослідів	Строки відбору зразків листків			
	перед обприскування	через 5 діб після обприскування	через 10 діб після обприскування	через 20 діб після обприскування
1	1,3	1,3	1,3	1,3
2	1,3	1,1	1,2	1,3
3	1,3	1,3	1,4	1,5
4	1,3	1,3	1,4	1,5
5	1,3	1,4	1,4	1,6
6	1,3	1,4	1,5	1,6
7	1,3	1,4	1,5	1,6
Нір _{0,05}	0,09			

змін у листках кукурудзи у посівах, де гербіцид не застосовували і де бур'яни були відсутні (варіант 7).

Регулярні опади у місці дослідного поля в літні місяці істотно покращували ситуацію забезпечення посівів кукурудзи вологою. Такі умови у поєднанні з теплом сприяли появі нових сходів бур'янів і формування ними біомаси. За результатами обліків обсягів накопичення біомаси бур'янів, які були виконані у другій декаді липня, зафіксовано таке:

- у посівах забур'яненого контролю, де заходів захисту не здійснювали, маса бур'янів була найбільшою і становила у середньому 2147 г/м^2 (табл. 6);
- у структурі маси бур'янів основний обсяг становили дводольні види бур'янів — 1436 г/м^2 (66,9% загальної кількості). Відповідно однодольні види бур'янів (переважно злаки) формували 711 г/м^2 (33,1%).

Застосування для захисту посівів гербіциду Базис 75, ВГ з різними нормами і за різних систем внесення істотно знижувало здатність диких рослин рости, розвиватися та формувати надземну вегетативну масу. В посівах варіанту 2 загальна маса бур'янів становила 364 г/м^2 або зниження здатності бур'янів формувати свою масу досягало 83,1% від показників маси бур'янів на ділянках варіанту 1 (забур'янений контроль).

Найменші обсяги формування маси бур'янів у посівах кукурудзи у досліді були зафіксовані на варіанті 3. Маса бур'янів була лише 216 г/м^2 або рівень зниження здатності формувати масу становив 89,9%. Рослини культури проявляли себе найбільш повним домінантом в агроценозі.

**6. Накопичення маси бур'янів, (г/м²) й урожайність зерна, (т/га)
посівів кукурудзи за використання гербіциду Базис 75, ВГ,
середнє за 2016—2020 рр.**

Варіанти дослідів	Маса бур'янів, г/м²			Урожайність зерна, т/га	Вологість зерна, %
	всього	у т. ч.			
		дводольні	однодольні		
1	2147	1436	711	3,64	18,6
2	364	236	128	8,36	18,5
3	216	147	69	8,75	18,4
4	271	185	86	8,60	18,4
5	537	372	165	7,91	18,5
6	395	271	124	8,28	18,5
7	—	—	—	9,32	18,4
Нір _{0,05}	128	—		0,23	0,16

Близькі за значенням показники щодо контролю бур'янів були у посівах кукурудзи на ділянках варіанту 4, де обсяги маси небажаної рослинності становили 271 г/м² або зниження здатності її накопичувати складало 87,4% від обсягів показників контролю.

Система захисту посівів кукурудзи від бур'янів на варіанті 5 була менш ефективною. Рівень зниження обсягів маси бур'янів становив у середньому 74,9%, або у посівах була сформована вегетативна маса бур'янів в обсязі 537 г/м².

Рівень формування вегетативної маси бур'янів на ділянках посівів варіанта 6 був близьким до значень показників варіанта 2 і досягав 395 г/м² або зниження становило 81,6% від рівня забур'яненості посівів варіанту 1.

Найвища урожайність зерна кукурудзи у досліді була зафіксована на ділянках варіанту 6 (вегетація посівів без негативного впливу бур'янів протягом усього теплого періоду року) і становила 9,32 т/га (табл. 6).

Серед варіантів із використанням різних норм витрати і систем проведення обприскувань гербіцидом Базис 75, ВГ найвищий рівень урожайності зерна у посівах кукурудзи було зафіксовано на варіанті 3. Сумарна витрата гербіциду Базис 75, ВГ (сума двох послідовних обприскувань) становила 24 г/га, що досягало майже 96% норми витрати варіанта 2. Урожайність посівів варіанта 3 становила 8,75 т/га, або перевищувала показники посівів на ділянках варіанта 2 на 0,39 т/га (на 4,7%).

Позитивні результати були одержані й у посівах варіанта 4 (для

захисту застосовані два послідовних обприскування з нормою витрати гербіциду Базис 75, ВГ 10 + 10 г/га). Сумарна норма витрати гербіциду становила 20 г/га, або 80% норми витрати препарату для захисту посівів кукурудзи на варіанті 2 (25 г/га). Урожайність зерна у посівах кукурудзи на ділянках варіанта 4 становила 8,6 т/га, що перевищує на 0,24 т/га показники варіанта 2.

Наступне (варіант 5) зменшення норми витрати гербіциду Базис 75, ВГ у системі послідовних обприскувань (8 + 8 г/га або сумарно 16 г/га) дозволяло економити до 36% норми витрати препарату. Проте контролювання наявних у посівах рослин бур'янів було відчутно меншим, що проявлялось на їх здатності формувати свою вегетативну масу і негативно впливало на рівень урожайності зерна кукурудзи. Урожайність становила 7,91 т/га — поступалась показникам варіанта 2 (виробничий контроль) на 0,45 т/га.

У посівах кукурудзи на ділянках варіанту 6 було використано схему послідовних обприскувань з нормами витрати гербіциду Базис 75, ВГ 8 + 10 г/га. Така комбінація виявилася досить вдалою, оскільки було отримано показники урожайності посівів культури на рівні 8,28 т/га зерна, що практично відповідало показникам посівів варіанта 2 (8,36 т/га). Така схема захисту дозволяла зменшувати сумарні норми витрати гербіциду для захисту посіву кукурудзи від шкідливості бур'янів на 28% від традиційної в умовах виробництва.

Дослідження проводили в рамках ПНД 12 Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів («Захист рослин»). Гербологія — сегетальна рослинність в агроценозах («Гербологія») № ДР 0116U003534.

ВИСНОВКИ

Визначено, що в результаті застосування гербіциду Базис 75, ВГ (римсульфурон, 500 г/кг + тифенсульфурон-метил, 250 г/кг) з дотриманням вимог регламенту ефективно контролювалися сходи різних видів бур'янів (на 91,3%) у посівах кукурудзи.

Встановлено, що проведення одного обприскування посівів гербіцидом Базис 75, ВГ із максимальною нормою витрати з допустимої призводило до індукування хімічного стресу в рослин кукурудзи (знижувався вміст суми хлорофілів (a + b) з 1,3 до 1,1 г/дм²), негативно впливало на процеси інтенсивності фотосинтезу і частково затримувало інші фізіологічні процеси.

Оптимальним, як з фізіологічної так і з агрономічної оцінок, є застосування гербіциду Базис 75, ВГ із зменшеними нормами витрати під час послідовних обприскувань з дотриманням часового інтервалу, що забезпечувало дію гербіциду у найбільш чутливі фази розвитку сходів бур'янів і не призводило до індукування стресів у рослин культури.

Визначено, що найбільший обсяг сирої маси бур'янів у посівах кукурудзи — 2147 г/м² був на ділянках варіанту 1. Найменший обсяг маси бур'янів зафіксовано у посівах варіанту 3, що вказувало на більш високий рівень захисної дії системи послідовних обприскувань препаратом порівняно з одноразовим.

Обсяги накопичення маси бур'янів у посівах кукурудзи у варіантах 3, 4, 2 і 6 були близькими за показниками за умови, що сумарні норми витрати препарату Базис 75, ВГ для захисту посівів від бур'янів були різними і становили відповідно: 3 — 96%; 4 — 80%; 2 — 100%; 6 — 72% від максимальних у досліді.

За показниками урожайності зерна кукурудзи з використанням різних схем застосування і норм витрати гербіциду Базис 75, ВГ найкращі результати були у посівах варіантів 3 — 8,75 т/га (93,9% можливого у досліді), 4 — 8,6 т/га (92,3%), 2 — 8,36 т/га (89,7%) і 6 — 8,28 т/га (88,8%).

Рациональне поєднання ефективного контролю бур'янів і відсутність індукування хімічного стресу в рослин культури у системах захисту посіву від бур'янів варіантів 3, 4 і 6 дало змогу не лише одержати високий рівень урожайності зерна, а й зменшити хімічне навантаження на довкілля від 4 до 28%.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Костюк А.Н., Михеев А.Н. Проблема фенотипического стресса и адаптации у растений. Физиология и биохимия культурных растений. 1997. 29, № 2, С. 81—91.
2. Титов А.Ф., Акимов Т.В., Таланова В.В., Топчиева Л.В. Устойчивость растений в начальный период действия неблагоприятных температур. 2006. Москва: Наука. 143 с.
3. Селье Г. На уровне целого организма. Москва: Наука, 1972. 122 с.
4. Кордюм Е.Л., Сытник К.М., Бараненко В.В., Белявская Н.А., Недуха Е.М. Клеточные механизмы адаптации растений к неблагоприятным воздействиям экологических факторов в естественных условиях ; под ред. Е.Л. Кордюм. Киев: Наукова думка, 2003. 277 с.
5. Веселова Т.В., Веселовский В.А., Чернавский Д.С. Стресс у растений. Биофизический подход. Москва: Изд-во Моск. ун-та. 1993. 144 с.
6. Сторчоус І.М. Фітотоксичність ЗЗР: причини виникнення та критерії оцінки ураження посівів. 2020. URL: <https://www.growhow.in.ua/fitotoksichnist-zzr-prychyny-vynyknennia-ta-kryterii-otsinky-urazhennia-posiviv/>
7. Гродзінський А.М., Кваша В.В., Кострома О.Ю., Головка Е.А. Генетична активність екометаболітів вищих рослин і ґрунтових мікроорганізмів в зв'язку з алелопатією. Київ: Доп. АН УРСР Сер. Б. № 8. 1985. С. 61—64.
8. Ceccato D.V., Bertero H.D., Batlla D. & Galati B. Structural aspects of

dormancy in guinoa (*Chenopodium guinoa*): importance and possible action mechanisms of the seed coat. Seed Science Research 25. 2015. 267—275.

9. Dwyer L.M., Tollenaar M. Genetic improvement in photosynthetic response of hybrid maize cultivar, 1959. To 1988. Can. Plant Sci. 1989. 69 № 1. P. 81—91.

10. Harder D.B., Sprague C.L., & Renner K.A. Effect of soybean row width and population weed, crop yield, and economic return. Weed Technology 21. 2007. 744—752.

11. Изубенко В.В. Влияние норм расхода и размер капель раствора на эффективность 2М-4Х при монодисперсном опрыскивании льна-долгунца. Автореф. дис. канд. биол. наук. М.: ТСХА, 1973. 21 с.

12. Сторчоус І.М. Бур'яни у сходах кукурудзи. Методи боротьби. 2019. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/12956-buriany-skhodakh-kukurudzy-metody-borotby.html>

13. Кохан А., Глущенко Л., Лень О., Оленіс Р., Самойленко О. Продуктивність сортів і гібридів кукурудзи за різних систем удобрення та безмінного їх вирощування. Вісник аграрної науки. 2019. Том 97. № 10. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201910-03>

14. Гурманчук О.В., Плотницька Н.М., Невмержицька О.М. Контролювання бур'янового компоненту у посівах кукурудзи за використання страхових гербіцидів. Наукові горизонти. 2020. № 07 (92). С. 53—58.

15. Методики випробування і застосування пестицидів ; за ред. проф. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 447 с.

16. Осипова О.П. Об извлекаемости хлорофилла из зелёных растений. Москва: ДАН СССР, 57. № 8, 1947. С. 799—801.

17. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев. Биохимические методы в физиологии растений. 1971. С. 154—170.

Сторчоус І.Н., Іващенко А.А., Тыщук Е.П.

Институт защиты растений НААН, ул. Васильковская, 33, г. Киев, Украина, 03022, e-mail: igor_storchous@ukr.net, herbology@ukr.net

Влияние различных норм расхода гербицида Базис 75, ВГ на уровень стресса у растений кукурузы

Цель. Установить оптимально высокую эффективность при контроле всходов сорняков в посевах кукурузы на зерно при уменьшенных нормах расхода гербицида Базис 75, ВГ для ослабления стресса у растений культуры. **Методы.** Полевой, лабораторный, количественно-весовой, визуальный, расчетно-сравнительный, математически-статистический. **Результаты.** Установлено, что проведение одного опрыскивания посевов

гербицидом Базис 75, ВГ с максимальной нормой расхода из допустимых приводит к индукции химического стресса у растений кукурузы (определено снижение содержания суммы хлорофиллов ($a + b$) с 1,3 до 1,1 г/дм²), что негативно влияет на процессы интенсивности фотосинтеза и частично задерживает другие физиологические процессы. По данным исследований оптимальным, как с физиологической, так и с агрономической оценок, является применение гербицида Базис 75, ВГ с уменьшенными нормами расхода при последовательных опрыскиваниях с соблюдением временного интервала. Влияние гербицида в наиболее чувствительные фазы развития всходов сорняков не приводило к индукции стрессов у растений культуры. В исследованиях высшей была урожайность зерна кукурузы на третьем варианте — 8,75 т/га (93,9%), где осуществляли первое опрыскивание посева гербицидом Базис 75, ВГ (12 г/га) + Тренд-90 (0,2 л/га) во время фазы формирования трех листьев у растений кукурузы, а второе опрыскивание — на 4-е сутки после первого опрыскивания. **Выводы.** Разработана система применения гербицида Базис 75, ВГ с уменьшенными нормами расхода и соблюдением определенного интервала времени между опрыскиванием, которая нивелирует негативные последствия химической обработки для растений культуры и позволяет получить высокую урожайности зерна кукурузы. Опасность химической нагрузки на окружающую среду уменьшилась с 4 до 28%.

растения кукурузы; сеgetальная растительность; гербициды; норма расхода; стресс

Storchous I., Ivaschenko A., Tyschuk O.

Institute of Plant Protection of NAAS, 33, Vasylkivska str., Kyiv, 03022, Ukraine,
e-mail: igor_storchous@ukr.net, herbology@ukr.net

The effect of different consumption rates of the herbicide Basis, 75, VG, on the level of stress in maize plants

Goal. Establishing the optimally high efficiency of the herbicide Basis, 75, VG, during the control of weed seedlings in maize crops for grain at reduced rates of consumption of the drug to relieve stress in crop plants. **Methods.** field; laboratory; quantitative and weight; visual; settlement and comparative; mathematical and statistical. **Results.** According to the results of research, it was found that one spraying of crops with herbicide Basis, 75, VG, with the maximum consumption rate allowed, led to the induction of chemical stress in maize plants (determined to reduce the amount of chlorophyll ($a + b$) from 1.3 to 1.1 g/dm²), which negatively affected the processes of photosynthesis intensity and partially delayed other physiological processes. According to research, it is established that the optimal from both physiological and agronomic assessment is the use of the herbicide Basis, 75, VG, with reduced consumption rates during successive spraying with a time interval, which provided the

herbicide in the most sensitive phases of storm germination. and did not lead to the induction of stress in crop plants. According to the obtained indicators, according to the results of research, the highest grain yield was corn at option 3, 8.75 t/ha or 93.9%, where the first spraying of crops with herbicide Basis, 75, VG, with a rate of 12 g/ha + Trend-90 — 0.2 l/ha, during the phase of formation of three leaves in maize plants, and the second spraying on the 4th day after the first spraying. **Conclusions.** According to the results of research, a system of application of the herbicide Basis, 75, VG, with reduced consumption rates with a certain time interval between sprays, which eliminates the negative effects of chemical treatment for crops and allows to obtain high yields of corn grain, and the risk of chemical load on the environment 4 to 28%.

maize plants; segetal vegetation; herbicides; consumption rate; stress

REFERENCES

1. Kostyuk A.N., Mikheev A.N. (1997). Problema fenotipicheskogo stressa i adaptatsiya u rasteniy. [The problem of phenotypic stress and adaptation in plants]. *Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rasteniy*. 29, № 2, C. 81—91. (in Russian).
2. Titov A.F., Akimova T.V., Talanova V.V., Topchieva L.V. (2006). Ustoychivost' rasteniy v nachal'nyy period deystviya neblagopriyatnykh temperatur. [Plant resistance during the initial period of exposure to unfavorable temperatures]. Moskva: Nauka. 143 s. (in Russian).
3. Sel'e G. (1972). Na urovne tselogo organizma. [At the level of the whole organism]. Moskva: Nauka, 122 s. (in Russian).
4. Kordyum E.L., Sytnik K.M., Baranenko V.V., Belyavskaya N.A., Nedukha E.M. (Kordyum E.L. Ed.). (2003). Kletochnye mekhanizmy adaptatsii rasteniy k neblagopriyatnym vozdeystviyam ekologicheskikh faktorov v estestvennykh usloviyakh. [Cellular mechanisms of plant adaptation to the adverse effects of environmental factors in natural conditions]. Kiev: Naukova dumka, 277 s. (in Russian).
5. Veselova T.V., Veselovskiy V.A., Chernavskiy D.S. (1993). Stress u rasteniy. Biofizicheskii podkhod. [Plant stress. Biophysical approach.]. Moskva: Izd-vo Mosk. un-ta. 144 s. (in Russian).
6. Storchous I.M. (2020). Fitotoksychnist ZZR: prychyny vynyknennia ta kryterii otsinky urazhennia posiviv. [Phytotoxicity of PPE: causes and criteria for assessing crop damage]. URL: <https://www.growhow.in.ua/fitotoksychnist-zzr-prychyny-vynyknennia-ta-kryterii-otsinky-urazhennia-posiviv/> (in Ukrainian).
7. Hrodzinskiy A.M., Kvasha V.V., Kostroma O.Iu., Holovko E.A. (1985). Hene-tychna aktyvnist ekometabolitiv vyshchyykh roslin i gruntovykh mikroorhanizmv v zviazku z alelopatiei. [Genetic activity of ecometabolites of higher plants and soil microorganisms in connection with allelopathy]. Kyiv: Dop. AN URSS Ser. B. № 8. S. 61—64. (in Ukrainian).

8. Ceccato D.V., Bertero H.D., Batlla D. & Galati B. (2015). Structural aspects of dormancy in guinoa (*Chenopodium guinoa*): importance and possible action mechanisms of the seed coat. *Seed Science Research* 25. 267—275.
9. Dwyer L.M., Tollenaar M. (1989). Genetic improvement in photosynthetic response of hybrid maize cultivar, 1959. To 1988. *Can. Plant Sci.* 69 № 1. P. 81—91.
10. Harder D.B., Sprague C.L., & Renner K.A. (2007). Effect of soybean row width and population weed, crop yield, and economic return. *Weed Technology* 21. 744—752.
11. Izubenko V.V. (1973). Vliyanie norm raskhoda i razmer kapel' rastvora na effektivnost' 2M-4Kh pri monodispersnom opryskivanii l'na-dolguntsa. [Influence of consumption rates and solution droplet size on the efficiency of 2M-4X with monodisperse spraying of fiber flax]. Avtoref. dis. kand. biol. nauk. Moskva: TSKhA, 21 s. (in Russian).
12. Storchous I.M. (2019). Buriany u skhodakh kukurudzy. Metody borotby. [Weeds in corn seedlings. Methods of struggle]. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/12956-buriany-skhodakh-kukurudzy-metody-borotby.html> (in Ukrainian).
13. Kokhan A., Hlushchenko L., Len O., Olepir R., Samoilenko O. (2019). Produktivnist sortiv i hibrydiv kukurudzy za riznykh system udobrennia ta bez-zminnoho yikh vyroshchuvannia. [Productivity of varieties and hybrids of corn under different systems of fertilizers and their constant cultivation]. *Visnyk ah-rarnoi nauky*. [Bulletin of Agricultural Science]. Tom 97. № 10. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201910-03> (in Ukrainian).
14. Hurmanchuk O.V., Plotnytska N.M., Nevmerzhytska O.M. (2020). Kontroliuvannia burianovoho komponentu u posivakh kukurudzy za vykorystannia strakhovykh herbitsydiv. [Control of weed component in maize crops using insurance herbicides]. *Naukovi horyzonty*. № 07 (92). S. 53—58. (in Ukrainian).
15. Trybel S.O. (Ed.). (2001). Metodyky vyprovuvannia i zastosuvannia pes-tytsydiv. [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv: Svit, 447 s. (in Ukrainian).
16. Osipova O.P. (1947). Ob izvlekaemosti khlorofilla iz zelenykh rasteniy. [On the extractability of chlorophyll from green plants]. Moskva: DAN SSSR, 57. № 8, S. 799—801. (in Russian).
17. Shlyk A.A. (1971). Opredelenie khlorofillov i karotinoidov v ekstraktakh zelenykh list'ev. Biokhimicheskie metody v fiziologii rasteniy. [Determination of chlorophylls and carotenoids in green leaf extracts. Biochemical methods in plant physiology]. S. 154—170. (in Russian).

Надійшла 10.08.2021 р.

А.В. ФЕДОРЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

О.О. БАХМУТ, кандидат сільськогосподарських наук

В.І. БОРИСЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

Т.М. НЕВЕРОВСЬКА, старший науковий співробітник

Інститут захисту рослин НААН,

вул. Васильківська 33, м. Київ, 03022, Україна,

e-mail: Kotanche2017@ukr.net

ОСНОВНІ ШКІДНИКИ ЗЕРНОВИХ КОЛОСОВИХ КУЛЬТУР ТА ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН У 2020—2021 рр.

Мета. Аналіз розвитку шкідливих організмів у посівах зернових колосових для визначення економічної доцільності застосування засобів захисту рослин. **Методи.** Для оцінки фітосанітарного стану культур та його динамічних змін використано: результати фітосанітарного моніторингу посівів, що був проведений за загальноприйнятими методами співробітниками лабораторії прогнозу Інституту захисту рослин НААН; поточні звіти наукових співробітників інших лабораторій інституту з місць відряджень; матеріали декадних звітів обласних станцій захисту рослин та пунктів сигналізації і прогнозу; інформацію про фітосанітарний стан від регіональних державних дослідних станцій та інститутів НААН. **Результати.** Вивчено фітосанітарний стан посівів зернових колосових культур на території України, визначено домінуючі види фітофагів, визначено особливості фітосанітарного стану в умовах періоду. **Висновки.** За останні роки зміна клімату в Україні проявилась через підвищення середньої річної температури та збільшення суми ефективних температур. Відзначено зменшення зони достатнього зволоження ґрунту, її межа зміщується на північ. Під впливом абіотичних чинників шкідники поступово змінюють свій ареал та зони шкідливості, тому надійний захист культур можливий за постійного моніторингу, уточнення видового складу фітофагів та фітосанітарного прогнозу. Удосконалені методи оцінювання фітосанітарного стану агроценозів та оперативність одержання відповідних даних дають змогу виробникам сільськогосподарської продукції вчасно приймати рішення щодо економічної доцільності застосування тих чи інших засобів захисту рослин.

зернові колосові культури; фітосанітарний моніторинг;

**довгостроковий прогноз; шкідники зернових колосових культур;
багатоїдні шкідники**

Різкі коливання чисельності у популяціях різних видів тварин, а особливо комах, як правило, зумовлені впливом екологічних чинників різної природи, серед яких погодні та кліматичні зміни займають не останнє місце [1–8].

Аналіз динаміки агрометеорологічних показників свідчить, що за останні роки зміни клімату в Україні проявились через підвищення середньої річної температури та збільшення суми ефективних температур. Сніговий покрив, який з'являється в листопаді і лежить до березня — нині велика рідкість, зими стали більш теплими і малосніжними, загальна тривалість зимового періоду зменшилася майже на місяць, а січневі і лютневі дощі — звичайне явище. Відновлення весняних процесів відбувається, як правило, на 2–3 тижні раніше, і, як наслідок, зафіксовано збільшення на 7–10 днів тривалості періоду активної вегетації рослин. У характері розподілу опадів спостерігається тенденція до збільшення кількості малоефективних тривалих дощів (злив), коли місячна норма випадає за 1–2 дні. Також відзначено зменшення зони достатнього зволоження ґрунту, і її межа піднімається все вище на північ. Все це призводить до змін екологічного оптимуму різних видів шкідників. Зміни клімату впливають на зміни ареалу багатьох фітофагів та зон їхньої шкідливості, подекуди з'являються нові види і разом з тим, багато інших втрачають свою актуальність з переходом популяцій в стан депресії. Як приклад тому, нині більшість переважно степових видів стають звичними у непридатних для них зонах Лісостепу та навіть Полісся, зафіксовано поширення зон їхніх екологічних оптимумів на північ, а у деяких видів комах поступового збільшується кількість генерацій внаслідок подовження сезону вегетації.

Мета досліджень — прогноз розвитку шкідливих організмів у посівах зернових колосових для визначення економічної доцільності застосування засобів захисту рослин.

Методика досліджень. Для своєчасної оцінки фітосанітарного стану культур та його динамічних змін використано: результати фітосанітарного моніторингу (за загальноприйнятими методиками) посівів зернових колосових культур, що проведені співробітниками лабораторії прогнозу ІЗР НААН; поточні звіти наукових співробітників інших лабораторій інституту з місць відряджень, де проводяться дослідження посівів і насадженнях сільськогосподарських культур; матеріали подекадних звітів обласних станцій захисту рослин та пунктів сигналізації і прогнозу, що надаються Державною інспекцією захисту рослин; щотижневу інформацію щодо фітосанітарного стану від регіональних державних дослідних станцій та інститутів НААН.

Спеціалізовані шкідники зернових колосових культур

Впродовж останніх десятиріч багаторічна динаміка клопа шкідливої черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) відзначалася істотними коливаннями чисельності. В період 2008—2012 рр. зареєстровано її зростання вище економічного порогу шкідливості (ЕПШ), але в наступні роки цей показник помітно зменшувався, хоча осередки з високими його значеннями подекуди мали місце не тільки в зоні Степу, а й в Лісостепу. За результатами осінніх обліків останніх років популяція клопа продовжує перебувати в стані депресії. Різкий спад чисельності імаго розпочався з 2012 р. і впродовж останніх 8-ми років цей показник взагалі не перевищує 0,9 екз./м² (ЕПШ для імаго — 2,0—4,0 екз./м²). У 2020 році середня чисельність становила — 0,8 екз./м², і лише в осередках (Донецька, Запорізька, Кіровоградська, Полтавська, Херсонська області) — 1,2—2,2 екз./м². Площі заселення посівів пшениці озимої шкідником також скорочуються — 35 проти 44% у 2019 р.

На нашу думку, саме зміна погодних умов весняного періоду останніх років (перепади добових температур повітря від сонячної теплої погоди вдень і до заморозків вночі) стримувала активність та пробудження клопів, що перезимували, та їхню міграцію на посіви. Заселення зернових колосових за таких умов розтягнуто у часі (у південних областях з першої декади квітня, а подекуди навіть до початку колосіння пшениці озимої), що в трофічному плані не сприяє активному розвитку популяції хлібних клопів, та значному зростанню їхньої чисельності. Другим з чинників ситуації, що склалася, є прискорений розвиток зернових колосових (знову ж, у зв'язку зі зміною погодних умов), який спостерігається з 2011 р. За більш ранніх строків збирання урожаю значна частка популяції клопа не встигає завершити період живлення, окрилитися та набути нормального фізіологічного стану, що зменшує загальне їхнє виживання під час зимівлі.

За доброго фізіологічного стану клопів восени поточного року, за умов незначної загибелі взимку та сприятливого гідротермічного режиму літнього періоду у наступному році ймовірні осередки підвищеної чисельності, насамперед у південних областях. Загалом, ці фітофаги шкодять за незначної чисельності, повсюдно в областях Степу та південних областях Лісостепу. Після зимівлі клопи масово перелітають на поля пшениці озимої — у 1—2-й декаді квітня. Дорослі клопи завдаватимуть шкоди у фазу сходів, кушення (ячміль ярий), виходу рослин у трубку (пшениця озима) до молочної стиглості зерна, що призводить до засихання рослин, а в період колосіння — до утворення повної, або часткової білоколосиці. У фазу молочної, воскової

та повної стиглості зерна шкоди завдають личинки старших віків та молоді окрилені клопи.

Хлібні жуки (кузька (*Anisoplia austriaca* Н.), **красун** (*Anisoplia segetum* Н.), осередково **хрестоносець** (*Anisoplia agricola* Р.)). Зміни чисельності цих шкідників траплялися протягом усього періоду розвитку сільського господарства, а на території України добре відомі вже з другої половини ХІХ та минулого сторіч. Впродовж останніх років заселеність полів хлібними жуками відносно низька. Черговий спад чисельності розпочався з 2012 р. і триває до нинішнього часу.

Домінантним видом в усіх областях у 2020 р. традиційно лишався жук кузька, становлячи в процентному співвідношенні частку в межах 65—100% від усіх інших представників роду *Anisoplia*. Жук красун, хоча і займав друге місце після кузьки, проте фактично становив незначну частку. Максимальний його процент традиційно спостерігався на Чернігівщині — 35%.

Завдяки не суворій зимі 2019—2020 рр., загальний середній показник загибелі личинок не перевищував 6,6%, що менше ніж попередньої зими. Вихід імаго хлібних жуків та заселення ними полів, на більшості територій, розпочалися з кінця травня — початку червня. У фазу молочно-воскової стиглості зерна імаго хлібних жуків, в межах свого ареалу, заселили 28,3% обстежених площ. Середня чисельність імаго у цей період становила — 0,5 екз./м², що лише на 0,3 екз. менше, ніж у 2019 р. Показник максимальних значень чисельності в осередках мав також тенденцію до спадання, становлячи 2,6 екз./м², замість 3,5 екз./м², що було зафіксовано у 2019 р. Якщо ж розглядати ситуацію безпосередньо по регіонах, то влітку 2020 р. аналогічна тенденція до зменшення кількості шкідника, в порівнянні з попереднім роком, була майже повсюдно, окрім Полісся.

За даними осінніх ґрунтових розкопок 2020 р. личинки хлібних жуків виявлені повсюдно. В порівнянні з минулим роком, в цілому по Україні дещо зменшився процент заселеності ними площ, становлячи 18,6%, та несуттєво знизилися показники їхньої середньої та максимальної (в осередках) чисельності — 0,5 і 1,9 екз./м² відповідно. Найвище заселення територій у цей період зафіксовано на Поліссі — 22,3% (Лісостеп — 19,4, Степ — 15,4%). Якщо ж розглянути середню чисельність зимуючого запасу по зонах, то в Степу — 0,4 екз./м², у Лісостепу — 0,6, на Поліссі — 0,7 екз./м². За детального розгляду, більша щільність популяції (1,0 екз./м²) відмічена у Житомирській області. Щодо максимальної чисельності в осередках, найвище значення цього показника зафіксовано на Сумщині — 7,0 екз./м². На відміну від попередньої осені, в середньому по території України переважали личинки І року — 54%.

Істотні коливання чисельності цього шкідника в багаторічній ди-

наміці (як і більшості інших комах) визначаються впливом змін клімату, погодних умов та сонячної активності. Середня чисельність шкідника останнім часом досить низька, і вже п'ятий рік поспіль істотно не змінюється, проте слід врахувати погодні умови зимового періоду 2020—2021 рр. Як відомо, промерзання ґрунту на глибину до 1,0 м і більше — один із основних факторів, що контролює шкідливість хлібних жуків. Проте, цьогорічної зими низькі й критичні для даного фітофага температури часто збігалися з достатнім покривом снігу на полях. Вирішальним критерієм був період травень — червень 2021 р., адже помірно-тепла дощова погода в цей час з ГТК 0,6—1,0 — позитивний фактор, що сприяв зростанню чисельності шкідника. За кількості жуків понад ЕПШ (3,0—4,0 екз./м²), у період молочно-воскової стиглості зернових проводили крайові або суцільні обробки полів, що водночас захищали посіви і від низки інших супутніх фітофагів.

Хлібний турун (жуželиця) мала (звичайна) (*Zabrus tenebrioides* Goese.) розвивався та шкодив більшою мірою на полях озимих зернових культур, розміщених після колосових попередників, майже в усіх областях Степу, Лісостепу, включаючи західні регіони, а також вже традиційно в зоні Полісся — на Волині. Останні п'ять років посушлива погода липня — вересня стримувала активність цього фітофага, проте погодні умови (тепла зима 2019—2020 рр., достатнє зволоження ґрунту та невисокі температури в липні) дещо сприяли його розвитку.

За даними осіннього вибіркового обстеження у 2020 р. на всіх полях сівозміни туруном було заселено 14,7% площ, а середня його чисельність лишалася на рівні попередніх років, становлячи — 0,6 екз./м². Щодо полів з озиминою під урожай 2021 р., заселеність становила 21,8%, що лише на 0,6% більше відповідного минулорічного показника. Середня ж чисельність шкідника також приблизно лишилася на рівні попереднього року, не відрізняючись в зонах Степу та на Поліссі (0,5 екз./м²), і дещо вища в Лісостепу — 0,6 екз./м². Безпосередньо по областях найбільше значення цього показника зафіксовано у Хмельницькій області (1,0 екз./м²), на решті ж територій чисельність варіювала в межах 0,15—0,7 екз./м².

Останнім часом спекотні погодні умови кінця червня — початку серпня дещо стримують розвиток турунів. За результатами осінніх обліків у 2020 р. показник їхньої середньої чисельності продовжує лишатися в межах діапазону відповідних низьких значень за попередні роки. Проте, погодні умови зими 2020—2021 рр., хоч і були з рекордно-низькими температурами, проте всі вони збіглися з глибоким сніговим покривом на полях, що ймовірно зможе збільшити певний процент виживання личинок. Іншими вагомими факторами у 2021 р. стали сприятливий для шкідника ГТК весняно-літнього періоду та недотримання правильної агротехніки навесні. Загроза від хлібних ту-

рунів ймовірна насамперед в зоні їх «значної шкоди», на озимині, що висіяна по зернових попередниках, на знижених рельєфах, на місцях втрат зерна після збирання, поблизу скирт із соломою, куди турун мігрував з полів пророслої падалиці. Провідну роль у контролюванні хлібних турунів відіграють агротехнічні заходи, а саме сівба озимини у допустимо пізні строки, науково обґрунтована сівозміна, збирання врожаю в оптимально ранні та стислі строки, лушення стерні та рання оранка, адже своєчасний обробіток ґрунту також знижує нагромадження шкідника. Потреба в хімічному захисті виникає за чисельності фітофага вище ЕПШ (ЕПШ понад 3,0—4,0 екз./м²).

Злакові мухи (чорна пшенична (*Phorbia securis* Tiensum.), **шведські мухи** (*Oscinella frit* L.) і (*O. pusilla* Mg.), **гессенська** (*Mayetiola destructor* Say.)). Мухи можуть спричинити відчутної шкоди восени за достатньої кількості тепла і вологи, а також за порушення норм агротехніки. Личинки **гессенської мухи** живляться соком рослин, в результаті рослина відстає у рості і утворює більшу кількість стебел. Личинки **шведських мух** призводять до руйнування конуса наростання стебла, що викликає його відмирання. Личинки **чорної пшеничної мухи** видають внутрішні тканини, підгризають основу центрального листка, від чого пригнічується і відмирає стебло. Найбільшої шкоди мухи завдають пшениці озимій ранніх строків сівби, відповідно посіви оптимальних і оптимально-пізніх строків сівби пошкоджуються ними менше.

В останні роки погодні умови кінця літнього — початку осіннього періоду зумовлювали більш пізні строки сівби, і відповідно більш пізню появу сходів озимих. Це, в свою чергу, призводило до розбіжності між появою сходів та масовим виходом мух, відкладанням ними яєць, що, в свою чергу, зменшувало шкоду від фітофагів. Проте ймовірність утворення осередків підвищеної чисельності все одно залишається.

Літ імаго весняної генерації у 2020 р. відбувався за допорогової чисельності — 9,0—20,0 екз./100 помахів сачком (ЕПШ в період сходікування — 30—50 екз./100 помахів сачком). За результатами осінніх обстежень, заселення площ цими шкідниками не перевищувало 12%, з пошкодженням до 0,8% рослин. Середня чисельність личинок становила 1,3—2,2 екз./м², що лишалося приблизно на рівні відповідних показників за попередні 2 роки. Відносно високий запас личинок, що зимують (2,2—4,0 екз./м²) виявлено в осередках Вінницької, Кіровоградської, Харківської, Херсонської і Миколаївської областей, а максимальну їхню кількість (5,4—6,0 екз./м²) — у Запорізькій.

Враховуючи наявний зимуючий запас злакових мух повсюдно на полях озимини лишається ймовірність утворення осередків підвищеної чисельності цих фітофагів. Загроза можлива насамперед: на слабо-розкущених з осені, чи послаблених та зріджених після зимівлі посівах; за достатньої кількості тепла й вологи восени; за задовільної

перезимівлі шкідників; за сприятливої для їхнього розвитку теплої весняної погоди (температурного мінімуму в травні $+18^{\circ}\text{C}$); за порушення умов агротехніки (неякісний обробіток ґрунту, наявність сходів падалиці, сівба озимих у ранні строки, тощо).

Злакові цикади (смуґаста (*Psammotettix striatus* L.), і шестикрапкова (*Macrostelus laevis* Rib.)) у 2020 р. шкодили зерновим на більшості територій за незначної чисельності, на рівні минулих років (1,0—3,0 екз./м², максимально — 5,0 екз./м² в осередках Херсонської обл.). Стримуючим фактором для цих шкідників стали несприятливі погодні умови (різкі коливання температури навесні, та спека й посуха влітку).

Тепла сонячна осінь 2020 року дещо сприяла їхньому розвитку, але у зв'язку з пізньою сівбою озимих ці шкідники у вересні переважно розвивалися на падалиці, і лише в жовтні розпочали переходити на сходи. У другій половині жовтня та на початку листопада було заселено 10—30% площ озимини, за чисельності 4,0—6,0 екз./100 помахів сачком, та пошкоджено до 3% рослин.

Пшеничний трипс (*Haplothrips tritici* Kurd.). У 2020 р. відродження личинок та початок живлення їх на колосі пшениці озимої було виявлено в період формування зерна, за помірно-сприятливих для живлення шкідника погодних умов. Середня чисельність на цей час становила 1,3—9,0 екз./колос, максимальна — 14,0—28,0 екз./колос (Донецька, Запорізька, Кіровоградська та Полтавська обл.).

Осіннім обстеженням встановлено, що зимуючий запас личинок трипсів становив 1,5—5,0 екз./м², максимально — 8,0 екз./м². Слід зазначити, що в останні роки, внаслідок підвищення температур у весняно-літній період трипси набувають масового поширення та розвиваються у кількості, що в межах ЕПШ, а подекуди і перевищує його рівень.

Хлібні трачі (звичайний (*Cephus pygmaeus* L.) та чорний (*Trachelus tabidus* F.)) на посівах пшениці озимої поширені переважно в господарствах Степу, та подекуди в Лісостепу (Київська, Полтавська, Сумська, Черкаська та інші області). Їхня чисельність лишається на рівні минулого року і господарського значення не має. Стримуючими факторами виступають погодні умови (прохолодна затяжна весна), дотримання агротехніки, вирощування стійких сортів і регулярні хімічні обробки посівів проти комплексу шкідників.

Багатоїдні шкідники, що завдають шкоди посівам зернових колосових культур

Мишоподібні гризуни. Найпоширеніші та особливо небезпечні для посівів: **полівка звичайна або сіра (*Microtus arvalis*)** та **миша польова (*Apodemus agrarius*)**. Однією з основних кормових рослин для мишей

лишається пшениця озима. Правильне видове визначення цих фітофагів має важливе значення, адже вдале проведення захисних заходів часто залежить від особливостей способу життя того чи іншого виду. **Сірі полівки** не запасують кормів, у них не відкладаються жирові запаси, і уся енергія спрямована, насамперед, на відтворення нового покоління. Живляться полівки переважно зеленим рослинним кормом, і швидко гинуть, якщо в їх раціон входить лише зерно. Переселившись восени на посіви озимих зернових культур, полівки влаштовують нори для зимівлі, пошкоджуючи пшеницю від сходів і до повної стиглості. **Миші польові** навпаки, основну енергію отримують завдяки зерну, а в разі живлення лише зеленим кормом — гинуть через 8 діб. Є ще **курганчикова миша**, характерна здатністю восени збирати великі запаси на зиму та споруджувати над ними земляні курганчики, які, як правило, спостерігаються переважно на стерні недбало зібраних, або дуже забур'янених полів.

Останнім часом впродовж літа, фактором, що стримував зростання чисельності гризунів, були періоди аномально високих температур повітря і перегрівання ґрунту. Суттєвого зростання чисельності шкідників до вересня, як правило, не відбулося. Середня їхня чисельність, зазвичай, не перевищувала порогу шкідливості, проте на площах пшениці озимої в центральних та західних областях Лісостепу та Степу все одно подекуди виявляли осередки, де шкідливість мишей та полівок залишається досить високою.

Міграція гризунів на стерню традиційно розпочиналась на початку серпня. За даними осінніх спостережень 2020 р., повсюдно на озимині в середньому нараховувалось 0,3—2,5 жилих колоній/га (ЕПШ 3,0—5,0 колоній/га), в осередках — 4,0—5,0 жилих колоній/га (Кіровоградська, Запорізька, Херсонська обл.). У цей період популяція мишоподібних гризунів відзначалась високими показниками життєздатності: наявністю переважно 80—100% жилих колоній, співвідношенням самиць і самців 50:50, в розмноженні брали участь 25—67% самиць з 4—8 ембріонами на кожну, популяції різновікові (33—69% молодих і 35—67% дорослих), що свідчить про високу потенційну можливість їхнього масового розмноження і шкідливості. У 2021 р., внаслідок високих показників життєздатності, наявності осередків надпорогової чисельності у зазначених областях зберігся достатній запас гризунів. Навесні розмноження шкідників розпочинається за середньодобової температури повітря 5°C. У періоди, коли середньодобова температура повітря вище 22°C або нижче 5°C розмноження не відбудеться.

Щодо багатойдних шкідників, які здатні завдавати втрат пшениці озимій, слід згадати і про **підгризаючих совок**, що шкодять до того ж на соняшнику, картоплі, озимому ріпаку, посівах буряків, цибулі та

багатьох інших культур. Серед них домінантна — **озима совка** (*Agrotis segetum* Shiff.). На території України вона поширена майже в усіх областях, і розвивається переважно у двох поколіннях.

Гідротермічні умови вегетації 2020 р. не були сприятливими для її розвитку. В більшості областей середня чисельність гусениць першого і другого поколінь становила 0,1—1,0 екз./м² (ЕПШ для пшениці озимої 2,0—3,0 екз./м²). Максимальну чисельність — 2,0—6,0 екз./м² виявлено подекуди в осередках Львівської, Миколаївської і Сумської областей, до 9,0 екз./м² — в осередках Запорізької області.

За результатами осінніх обстежень полів сівозміни встановлено, що поширення і чисельність гусениць — нижчі, ніж у попередньому році. Безпосередньо на озимині під урожай 2021 р. було заселено 41,33% площ, за середньої чисельності 0,5—0,9 екз./м².

Зона територіального розподілу совок окреслена ізолініями гідротермічного коефіцієнту (ГТК) — 1,0—1,2, а це переважно області Лісостепу та північно-східні області Степу. Якщо ж розглянути багаторічну динаміку фітосанітарної ситуації, то в останні роки зона відчутної шкідливості фітофага дещо змістилась на північ. За сприятливих погодних умов для розвитку та розмноження, цілком можливе осередкове збільшення їхньої шкідливості.

Дротяники (смугастих, темний) (Elateridae) і несправжні дротяники (Tenebrionidae) пошкоджують зернові культури у період — від набухання зерна в ґрунті і до фази 4—5 листків. У більш пізні фази розвитку зернових шкоди вони не спричиняють.

За даними осінніх ґрунтових обстежень, в усіх зонах впродовж останніх років, реєструється помітне зменшення заселеності ними полів, та їх чисельності. Загалом у 2020 р. заселення обстежених площ восени становило 46,6% (50% у 2019 р.), середня чисельність личинок — 0,8 екз./м². У Степу середня чисельність — 0,55 екз./м², в областях Лісостепу — 0,86 екз./м², на Поліссі — 1,0 екз./м² (у Волинській і Житомирській областях — 1,2 та 1,8 екз./м² відповідно).

Дошова й волога погода — є головним сприятливим фактором для розвитку цих шкідників. Саме тому шкідливість личинок в останні роки стримують погодні умови, адже прохолодна весна і посушлива друга половина літа (спека з нестачею ґрунтової вологи) змушують шкідників мігрувати в більш глибокі шари ґрунту. Їхня середня чисельність, що впродовж 2010—2015 рр. трималася на сталому рівні (1,0—1,3 екз./м²), в подальшому (2016—2019 рр.) зменшилась до 0,9—1,0 екз./м², а в 2020 р. взагалі — до 0,8 екз./м², одночас набувши більшого поширення в північних, західних, та центральних областях. Щодо їхнього переміщення на північ, дротяники та несправжні дротяники — мають багаторічний цикл розвитку генерації у ґрунті, і за умов теплих, м'яких зим, та за подовження сезону вегетації відбувається

збільшення їхнього ареалу у вищезгаданому напрямку. Проте, як ми і прогнозували в свій час, за умов тенденції подальшого потепління клімату, в місцях існуючого екологічного оптимуму, ситуація зміниться депресією їх популяцій, що зумовлено обмеженням можливості геобіонтів підтримувати екологічний оптимум та швидко адаптуватися до фізико-хімічних характеристик ґрунту.

Дослідження проведено в рамках ПНД 24 Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин (Захист рослин); № Д.Р. 0121U000096.

ВИСНОВКИ

Аналіз динаміки агрометеорологічних показників дозволяє стверджувати, що за останні роки зміна клімату в Україні проявилась через підвищення середньої річної температури, та збільшення суми ефективних температур. Відзначено зменшення зони достатнього зволоження ґрунту, її межа зміщується на північ. Відновлення весняних процесів відбувається, як правило, на 2—3 тижні раніше, зафіксовано збільшення тривалості періоду активної вегетації рослин на 7—10 днів. В результаті це призводить до змін екологічного оптимуму для деяких видів шкідливих організмів, розширення їх ареалів у північному напрямку, та поступового збільшення кількості генерацій у зв'язку із подовженням сезону вегетації.

Шкідники і хвороби загрожують сільськогосподарським культурам протягом усього періоду їхнього розвитку, втрати від них щорічно складають 30—35%, а на окремих площах, в період масових спалахів чисельності — перевищують 50%, чи навіть призводять до повної загибелі посівів. Саме тому надзвичайно актуальним лишається володіння істинною інформацією щодо видового складу шкідників, їхньої чисельності та поширення, а також прогноз розвитку. Оперативне доведення цієї інформації до різних категорій виробників сільськогосподарської продукції дозволить вчасно визначати доцільність застосування оптимальної комбінації заходів і засобів захисту рослин.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Федоренко В.П., Чайка В.М., Бакланова О.В., Неверовська Т.М. та ін. Потепління і фітосанітарний стан агроценозів України. *Карантин і захист рослин*. 2008. № 5. С. 2—5.
2. Чайка В.М., Бакланова О.В., Білявський Ю.В. Потепління і прогноз фітосанітарного стану агроценозів України. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН*. 2008. С. 56—69.
3. Ясамонов Н.А. Современное глобальное потепление: причины и экологические последствия. *Вестник Международного университета природы, общества и человека «Дубна»*. 2003. № 1. С. 12—20.

4. Мельничук М.Д., Григорюк І.П., Чайка В.М. Глобальні зміни клімату загроза біоресурсам України. *Біоресурси планети: соціальні, біологічні, продовольчі та енергетичні проблеми*. 2008. С. 42—57.

5. Чайка В.М., Бакланова О.В., Прокопюк Н.П., Неверовська Т.М. Анализ фитосанитарного состояния агроценозов Украины и место новых технологий в мониторинге вредных организмов. *Информационный бюллетень МОББ*. Кишинев. 2009. № 40. С. 349—350.

6. Омельюта В.П. Методические рекомендации по составлению прогноза развития и учета вредителей и болезней сельскохозяйственных растений. Киев: 1981. С. 235.

7. Васильев В.П. О концепции экономического порога вредоносности. *Защита растений*. 1989. № 1. С. 28—31.

8. Черній А.М. Регулятори життєдіяльності комах. Київ: Колобіг, 2008. 296 с.

**Федоренко А.В., Бахмут А.А.,
Борисенко В.И., Неверовская Т.М.**

Институт защиты растений НААН,
ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина,
e-mail: Kotanche2017@ukr.net

Основные вредители зерновых колосовых культур и фитосанитарное состояние в 2020—2021 гг.

Цель. Анализ развития вредных организмов в посевах зерновых колосовых для определения экономической целесообразности применения средств защиты растений. **Методы.** Для оценки фитосанитарного состояния культур и его динамических изменений использованы: результаты фитосанитарного мониторинга посевов, что был проведен по общепринятым методикам сотрудниками лаборатории прогноза Института защиты растений НААН; текущие отчеты научных сотрудников из других лабораторий института с мест командировок; материалы подекадных отчетов областных станций защиты растений и пунктов сигнализации и прогноза; информация о фитосанитарной обстановке от региональных государственных исследовательских станций и институтов НААН. **Результаты.** Изучено фитосанитарное состояние посевов зерновых колосовых культур на территории Украины, определены доминирующие виды вредителей и особенности фитосанитарного состояния в условиях периода. **Выводы.** В последние годы изменение климата в Украине проявилось через увеличение средней годичной температуры и увеличение суммы эффективных температур. Отмечено уменьшение зоны достаточного увлажнения почвы, ее черта смещается на север. Под влиянием абиотических факторов вредители постепенно меняют

границы своего ареала и зоны вредоносности, поэтому надежная защита культур невозможна без постоянного мониторинга, постоянного уточнения видового состава фитофагов и фитосанитарного прогноза. Усовершенствованные методы оценивания фитосанитарного состояния агроценозов и оперативность получения соответствующих данных позволят производителям сельскохозяйственной продукции своевременно принимать решения по экономической целесообразности применения тех или иных средств защиты растений.

зерновые колосовые культуры; фитосанитарный мониторинг; долгосрочный прогноз; вредители зерновых колосовых культур; много-ядные вредители

**Fedorenko A., Bakhmut O.,
Borisenko V., Neverovskaya T.**

Institute of Plant Protection of NAAS,
33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine,
e-mail: Komanche2017@ukr.net

Main pests of grain crops and phytosanitary condition in 2021—2021

Goal. Development analysis of harmful organisms in cereal crops, to determine the economic feasibility of applying plant protection measures. **Methods.** To assess the phytosanitary state of crops, and its dynamic changes, the following are used: — the results of phytosanitary monitoring of crops (according to generally accepted methods), which were carried out directly by the staff of the forecast laboratory of the Institute of Plant Protection of NAAS; — current reports of researchers from other laboratories of the Institute of Plant Protection of NAAS from the places of business trips; — materials of decadal reports of regional plant protection stations, as well as signaling and forecasting points; — information on the phytosanitary situation from regional state research stations and institutes of NAAS. **Results.** A study of the phytosanitary state of cereal crops on the territory of Ukraine was carried out, the dominant species of pests were identified, regarding the of the phytosanitary state in the conditions of the year, and a long-term (annual) forecast of the development of pests for the next year was drawn up, based on the appropriate analysis of the data obtained. **Conclusions.** In recent years, climate change in Ukraine has manifested itself through an increase in the average annual temperature, and an increase in the sum of effective temperatures. A decrease in the zone of sufficient soil moisture was noted, its line shifted to the north. Under the influence of abiotic factors, pests constantly change the boundaries of their habitat and zones of damage, therefore reliable protection of crops is impossible under constant gradually monitoring, constant clarification of the species composition of phytophages, and phytosanitary forecast. Improved methodological approaches for assessing

the phytosanitary state of agrocenoses and the promptness of obtaining relevant data will allow agricultural producers to make timely decisions on the economic feasibility of using certain plant protection products.

cereal crops; phytosanitary monitoring; long-term forecast; pests of cereal crops; polyphagous pests

REFERENCES

1. Fedorenko V.P., Chaika V.M., Baklanova O.V., Neverovska T.M. et al. (2008). Poteplinnia i fitosanitarnyi stan ahrotsenoziv Ukrainy. [Warming and phytosanitary condition of agrocenoses of Ukraine]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. № 5. S. 2-5. (in Ukrainian).
2. Chaika V.M., Baklanova O.V., Biliavskiy Yu.V. (2008). Poteplinnia i prohnoz fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv Ukrainy. [Warming and forecast of phytosanitary condition of agrocenoses of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva UAAN»*. S. 56-69. (in Ukrainian).
3. Yasamonov N.A. (2003). Sovremennoe global'noe poteplenie: prichiny i ekologicheskie posledstviya. [Modern global warming: causes and environmental consequences]. *Vestnik Mezhdunarodnogo universiteta prirody, obshchestva i cheloveka «Dubna»*. № 1. S. 12-20. (in Russian).
4. Melnychuk M.D., Hryhoriuk I.P., Chaika V.M. (2008). Hlobalni zminy klimatu zahroza bioresursam Ukrainy. [Global climate change is a threat to Ukraine's bioresources]. *Bioresursy planety: sotsialni, biolohichni, prodovolchi ta enerhetychni problemy*. S. 42-57. (in Ukrainian).
5. Chayka V.M., Baklanova O.V., Prokopyuk N.P., Neverov'ska T.M. (2009). Analiz fitosanitarnogo sostoyaniya agrotsenozov Ukrainy i mesto novykh tekhnologiy v monitoringe vrednykh organizmov. [Analysis of the phytosanitary state of agrocenoses in Ukraine and the place of new technologies in the monitoring of pests]. *Informatsionnyy byuleten' MOBB*. Kishinev. № 40. S. 349-350. (in Russian).
6. Omelyuta V.P. (1981). Metodicheskie rekomendatsii po sostavleniyu prognoza razvitiya i ucheta vrediteley i bolezney sel'skokhozyaystvennykh rasteniy. [Methodical recommendations for making a forecast of development and accounting for pests and diseases of agricultural plants]. Kiev. S. 235. (in Russian).
7. Vasilev V.P. (1989). O kontseptsii ekonomicheskogo poroga vredonosnosti. [On the concept of the economic threshold of harmfulness]. *Zashchita rasteniy*. № 1. S. 28-31. (in Russian).
8. Chernii A.M. (2008). Rehulatory zhyttiedialnosti komakh. [Regulators of insect activity]. Kyiv: Kolobih, 2008. 296 c.

Надійшла 19.08.2021 р.

Л.М. ЧЕРВ'ЯКОВА, кандидат сільськогосподарських наук

Т.П. ПАНЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут захисту рослин НААН, вул. Васильківська, 33, м. Київ,

03022, Україна, e-mail: lac_chp@ukr.net

ВИЗНАЧЕННЯ ДІЮЧИХ РЕЧОВИН КЛАСУ СУЛЬФОНІЛСЕЧОВИНИ В МАТРИЦЯХ

Мета. Вибір хроматографічного методу і розробка способу контролю вмісту діючих речовин нікосульфурону, римсульфурону та тифенсульфурон-метилу окремо і за сумісної присутності в різних поєднаннях в матрицях (препаративних формах). **Методи.** Діючі речовин визначали методом тонкошарової хроматографії (ТШХ). Лінійний діапазон залежності площі хроматографічних зон від кількості діючої речовини оцінювали математично-статистичним методом з використанням кореляційно-регресійного аналізу. **Результати.** Визначення пестицидів включає основні етапи: характеристика діючих речовин за полярністю; екстракція діючих речовин з аналізованої матриці; хроматографічне розділення, детектування та кількісне визначення. Лімітуючим інтегральним показником при проведенні аналізу є дипольний момент (μ , Д), що характеризує полярність сполук і їх фізико-хімічні властивості. Нікосульфурон, римсульфурон та тифенсульфурон-метил — сполуки малополярні ($2 < \mu \leq 6$, Дебай), дипольні моменти яких становлять 5,48; 5,30 та 5,28 Д відповідно. Вилучення діючих речовин проводять етанолом. Якісне визначення — в тонкому шарі адсорбенту силікагель у рухомій фазі (гексан + хлороформ + етанол + етанова кислота у об'ємному співвідношенні 30:10:5:1) та з діелектричною проникністю $\varepsilon = 5,12$. Ідентифікують сполуки під хроматоскопом (λ 254 нм) та з використанням проявляючого реагенту бромфенолового синього і подальшим відбілюванням фону хроматограми розчином цитратної кислоти. Залежність площі хроматографічної зони сполуки (S , мм²) від її кількості (C , мкг) є лінійною в діапазоні детектування 0,30—1,30 мкг і описується рівнянням регресії для: тифенсульфурон-метилу $S = 25,057 C + 0,4367$ ($R^2 = 1,00$); нікосульфурону $S = 22,272 C + 0,0532$ ($R^2 = 1,00$); римсульфурону $S = 17,519 C + 0,9456$ ($R^2 = 1,00$). Рівняння використовують для кількісного визначення діючих речовин на хроматограмі. **Висновки.** Використання методу ТШХ дає змогу підібрати селективні умови та розробити методику визначення тифенсульфурон-метилу, нікосульфурону та римсульфурону в пре-

паративних формуляціях гербіцидів окремо та за сумісної присутності в різних комбінаціях та кількостях. Це дає можливість визначити три діючі речовини в процесі одного аналізу з високою точністю, достовірністю і відтворюваністю (відносна похибка менше 5% при $n = 5$, $P = 0,95$), виключаючи трудомісткий експеримент. Впровадження розробленого та запатентованого методу дає змогу проводити визначення діючих речовин класу сульфонілсечовини у препаративних формах гербіцидів аналітичними та токсикологічними лабораторіями, випробувальними службами без використання дорогих приладів.

гербіциди; тонкошарова хроматографія; сульфонілсечовини

Розширення спектра впливу на цільові організми передбачає впровадження комбінованих препаратів на основі двох і більше діючих речовин. Широкого розповсюдження набули гербіциди з класу сульфонілсечовин, які інгібують фермент ацетолактатсинтазу, що блокує утворення валіну та ізолейцину, порушуючи процес синтезу білків і нуклеїнових кислот, а це гальмує поділ клітин і ріст рослин. Селективність даних гербіцидів зумовлена здатністю стійких рослин (якими є сільськогосподарські рослини) швидко інактивувати молекулу гербіциду, тоді як чутливі бур'яни такої здатності не мають [1]. Типовими представниками сульфонілсечовин є нікосульфурон, римсульфурон та тифенсульфурон-метил, які використовуються як окремо, так і в різних комбінаціях [2]. При застосуванні таких препаратів постає завдання комплексного аналітичного контролю одночасного визначення вмісту діючих речовин в різних матрицях: як в об'єктах агроценозу та ґрунті, так і в препаративних формах. Нині існують методики визначення мікрокількостей похідних сульфонілсечовин, основою яких є використання різних методів, що дозволяють визначати індивідуальні сполуки в окремих матрицях. Проте практично відсутні методики для аналізу багатокомпонентних пестицидів у процесі одного аналізу (експрес-аналіз) [3—6]. Вирішенням актуальних проблем методології аналізу пестицидів (розробка та валідація аналітичних методик для визначення діючих речовин в різних середовищах, зокрема в препаративних формах) займається міжнародна організація СІРАС. Є ряд пестицидів (ацетохлор, деякі похідні сульфонілсечовин та ін.), які не атестовані цими методиками, ідентифікувати їх можливо тільки методом високоефективної рідинної хромато-мас-спектрометрії (ВЕРХ/МС/МС) з відповідними базами пестицидів [7—9]. В Україні через відсутність дорогих приладів цей метод використовується дуже рідко.

Мета дослідження полягала у виборі хроматографічного методу і розробці способу контролю вмісту діючих речовин нікосульфурону, римсульфурону та тифенсульфурон-метилу окремо і за сумісної присутності в різних поєднаннях у матрицях (препаративних формах).

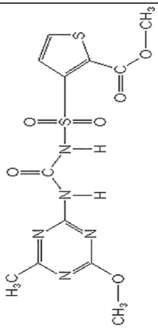
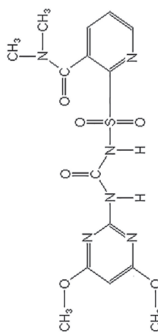
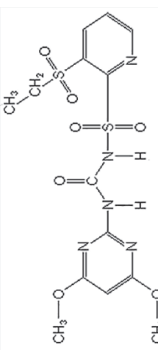
Матеріали та методи досліджень. Для розробки способу аналітичного визначення досліджуваних сполук використовували стандартні зразки нікосульфурону, римсульфурону та тифенсульфурон-метилу. Характеристику та фізико-хімічні властивості досліджуваних діючих речовин наведено в таблиці. Аналіз проводили методом тонкошарової хроматографії (ТШХ) з використанням пластинок «Sorbfil» (адсорбент силікагель СТХ-1А, з додаванням УФ-індикатора). Ідентифікацію діючих речовин здійснювали за величиною R_f , кількісне визначення — за формалізованою залежністю величини площі хроматографічних зон від кількості діючої речовини з використанням кореляційного та регресійного аналізів.

Результати досліджень та обговорення. Визначення пестицидів ґрунтується на інструментальних методах хроматографії. Одним з найбільш прийнятних методів, що дають можливість розділення суміші пестицидів за використання доступних для аналітиків приладів, реактивів та матеріалів, є ТШХ. Цей метод забезпечує селективне детектування досліджуваних сполук за оптимальних умов розділення; якісне та кількісне їх визначення; має достатньо високу чутливість, відтворюваність та точність, що дозволяє визначати діючі речовини на рівні 0,05—0,10 мг/кг, не потребуючи більш точних методів, є експресним і простим у виконанні. Доцільність вибору цього методу полягає у його універсальності для аналізу препаративних формуляцій з різними діапазонами концентрацій діючих речовин (табл.), оскільки за аналізу таких матриць високочутливими методами ГРХ, ВЕРХ (межа визначення 0,003 мг/кг) сторонні речовини, що входять до складу препаратів, можуть забруднювати колонку, створювати сторонні піки і заважати ідентифікації та визначенню аналітів.

Оптимальні умови визначення обирали, послуговуючись алгоритмом хіміко-аналітичного моніторингу пестицидів, розробленим в лабораторії аналітичної хімії пестицидів, суть та структура якого висвітлена в низці наукових публікацій [10]. Досліджувані сполуки належать до одного хімічного класу і мають схожі фізико-хімічні властивості (табл.). Згідно з багаторічними дослідженнями лабораторії їх доцільно характеризувати за інтегральним показником — дипольним моментом (μ , Д), що визначає полярність сполук (відповідно до першого етапу алгоритму) і є лімітуючим фактором у проведенні наступних етапів аналізу. За триступеневою класифікацією нікосульфурон, римсульфурон та тифенсульфурон-метил — сполуки малополярні ($2 < \mu \leq 6$, Д), дипольні моменти яких становлять 5,48; 5,30 та 5,28 Д відповідно.

Наступний етап — екстракція діючих речовин з аналізованої матриці, яку у разі аналізу препаративних формуляцій проводять в процесі розчинення наважки проби у відповідному розчиннику. Процес екстракції тісно пов'язаний з процесом розчинності сполук і залежить

Характеристика діючих речовин

Параметри	Діюча речовина		
	тифенсульфурон-метил	нікосульфурон	римсульфурон
Назва за ІЮПАК	метил 3-(4-метокси-6-метил-1,3,5-триазин-2-іл)карбамоїлсульфамойл)тіофен-2-карбоксилат	2-[(4,6-диметоксипіримідин-2-ілкарбамоїл) сульфамойл]-N,N-диметилпікотинамід	1-(4,6-диметоксипіримідин-2-іл)-3-(3-етилсульфоніл-2-піридилсульфоніл) сечовина
Структурна формула			
Емпірична формула	$C_{12}H_{13}N_5O_8S_2$	$C_{15}H_{18}N_6O_6S$	$C_{14}H_{17}N_5O_7S_2$
Молекулярна маса	387,39	410,41	431,40
Розчинність у воді (25°C), г/л*	6,27	12,2	7,0
Розчинність у органічних розчинниках (25°C), г/л*	етилацетат — 2,6; етанол — 0,9; гексан <0,1	етилацетат — 2,4; етанол — 4,5; гексан <0,02	етилацетат — 2,85; етанол — 1,55; гексан < 0,003
Препарати	Формула: Хармоні 75; Альфа-Маїс; Тіфі; Орїон; Тіфен-S; Грінфорт Харні, ВГ; Вітрон Екстра; Фрісбі 750 WG, ВГ; Канглер (д.р. 750 г/кг) тощо	Астаміл 40 SC (д.р. 40 г/л); Мілатро 240, КС (д.р. 240 г/л); Ніка WG (д.р. 750 г/кг) тощо	Ескодо, ВГ (д.р. 500 г/кг); Рамзес, ВГ; Тітус 25, в.г.; Тівітус, ВГ; Трон, ВГ (д.р. 250 г/кг) тощо
		Ніка Плюс WG; Тітус Екстра 75, римсульфурон, 250 г/кг) тощо	ВГ (д.р. нікосульфурон, 500 г/кг + римсульфурон, 500 г/кг +

Параметри	Діюча речовина		
	тифенсульфурон-метил	нікосульфурон	римсульфурон
Препарати	Дублон Голд (д.р. нікосульфурон, 600 г/кг + тифенсульфурон-метил, 150 г/кг); Нікомекс (д.р. нікосульфурон, 700 г/кг + тифенсульфурон-метил, 125 г/кг); Прометей (д.р. нікосульфурон, 630 г/л + тифенсульфурон-метил, 120 г/л)		—
	Базис 75; Кентавр; Еклат 750; Гектор; Байрон (д.р. римсульфурон, 500 г/кг + тифенсульфурон-метил, 250 г/кг) тощо		
Примітка. * — діелектрична проникність (ε): вода 81,1; етилацетат 6,0; етанол 25,8; гексан 1,89			

від дії усіх можливих неспецифічних і специфічних взаємодій між розчинником і розчиненою речовиною. Дотепер не існує наукової теорії, яка дозволяла б вивести загальні закони розчинення. Зазвичай користуються практично встановленим правилом «подібне розчиняється в подібному». Згідно з цим правилом полярні, малополярні та неполярні екстрагенти вилучатимуть діючі речовини відповідної природи. Полярність розчинників визначається їхньою діелектричною проникністю (ϵ).

За аналізу препаративних форм, крім досліджуваної сполуки матриці (гранули, що диспергуються у воді; концентрат суспензії; масляна дисперсія) містять іноді значну кількість домішок: інертні наповнювачі, прилипачі, емульгатори, загусники, змочувачі, ліпофільні сполуки тощо. Селективний органічний екстрагент повинен максимально вилучати досліджувану діючу речовину і мінімально — інші компоненти матриць, тому в аналізі враховують їхні особливості (третій етап алгоритму). Зважаючи на полярність досліджуваних діючих речовин і їхню гідрофільну природу, найкращим екстрагентом для римсульфурону, нікосульфурону, тифенсульфурон-метилу буде полярний розчинник етанол з $\epsilon > 10$, в якому менш гідрофільні супутні сполуки матриць будуть розчинятись у мінімальній кількості.

Наступним важливим етапом аналізу є якісне та кількісне визначення, що передбачає вибір оптимальних умов хроматографічного розділення (селективна система розчинників для рухомої фази); ідентифікації (проявляючий реагент) та детектування (мінімальна кількість речовини, що детектується; лінійний діапазон детектування) досліджуваних сульфонілсечовин. Аналіз діючих речовин проводять у тонкому шарі адсорбенту силікагель в насиченій рухомій фазі (суміш гексану, хлороформу, етанолу та етанової кислоти у об'ємному співвідношенні 30:10:5:1) з діелектричною проникністю $\epsilon = 5,12$. Елюююча здатність такої фази зумовлює різну швидкість руху досліджуваних сполук у сорбенті, пропорційно величині μ , що забезпечує їх ефективне розділення та формування зон локалізації з відповідними значеннями R_f : тифенсульфурон-метил 0,79; римсульфурон 0,55; нікосульфурон 0,25.

Для ідентифікації сполук застосовують інструментальний спосіб детектування, який базується на властивості сполук утворювати люмінісцентні комплекси за довжини хвилі 254 нм, що розширює можливість одночасної ідентифікації досліджуваних діючих речовин. Також використовують відповідні проявляючі реагенти залежно від наявних реакційно здатних груп елементів та чутливості. За опромінення хроматограм під хроматоскопом у зонах локалізації тифенсульфурон-метилу, нікосульфурону і римсульфурону фіксують люмінісцентні яскраво-малинові плями. Після проявлення тонкошарових хромато-

грам розчином бромфенолового синього з подальшим відбілюванням розчином цитратної кислоти в зонах локалізації сполук утворюються блакитні плями на світлому фоні.

За вибраних оптимальних умов аналізу встановлено основні метрологічні показники визначення: мінімальна кількість детектування кожної сполуки — 0,30 мкг; лінійний діапазон детектування 0,30—1,30 мкг. Залежність площі хроматографічної зони (S , мм²) від її кількості в градуовальному розчині (C , мкг) описується відповідним рівнянням лінійної регресії для:

тифенсульфурон-метилу $S = 25,057 C + 0,4367, R^2 = 1,00$;

нікосульфурону $S = 22,272 C + 0,0532, R^2 = 1,00$;

римсульфурону $S = 17,519 C + 0,9456, R^2 = 1,00$.

В усіх випадках кореляція між показниками оцінюється як сильна ($r = 1,00$ за $P = 0,95$ та $n = 5$), що відповідає нормативам (градуовальну залежність вважають задовільною, якщо значення коефіцієнта кореляції знаходиться в межах 0,8—1,0). Рівняння регресії використовують для визначення площі діючих речовин в аналізованих пробах.

За результатами досліджень для аналітичного контролю вмісту тифенсульфурон-метилу, римсульфурону та нікосульфурону окремо та за їх сумісної присутності в препаративних формах гербіцидів була розроблена експресна методика, основні етапи якої наведено на рисунку.

Встановлені селективні умови аналізу сульфонілсечовин були фундаментальною основою патенту № 143990 (Україна) [11]. Дослідження проведено в рамках ПНД 12 Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів (Захист рослин); № ДР 0116U003542, 0119U001156.

ВИСНОВКИ

Використання методу тонкошарової хроматографії дає змогу підібрати селективні умови та розробити методику визначення тифенсульфурон-метилу, нікосульфурону та римсульфурону в препаративних формуляціях гербіцидів окремо та за сумісної присутності в різних комбінаціях та кількостях, що дозволяє визначити три діючі речовини в процесі одного аналізу з високою точністю, достовірністю і відтворюваністю (відносна похибка менше 5% при $n = 5$, $P = 0,95$), виключаючи трудомісткий експеримент.

Впровадження розробленого та запатентованого методу дає змогу проводити визначення діючих речовин класу сульфонілсечовини у препаративних формах гербіцидів аналітичними та токсикологічними лабораторіями, випробувальними службами без використання дорогих приладів.

ЕКСТРАКЦІЯ

Приготування розчинів зразків гербіцидів в етанолі з врахуванням їхньої густини (ρ , г/см³); з розрахунковою концентрацією 1,0 мкг/мкл для препаратів з окремими діючими речовинами і з концентраціями 1,0 : 0,5 мкг/мкл; 1,0 : 0,25 мкг/мкл; 1,0 : 0,18 мкг/мкл; 1,0 : 0,19 мкг/мкл пропорційно вмісту діючих речовин у комбінованих препаратах



ХРОМАТОГРАФУВАННЯ

На тонкошарову пластинку наносять у дві точки такі об'єми розчинів проби, щоб розрахункова кількість аналізованої діючої речовини знаходилась в межах лінійного діапазону детектування. Поруч наносять відповідні стандартні розчини, що містять: 0,3; 0,5; 0,7; 1,0; 1,3 мкг діючих речовин. Умови ТШХ: висхідне одномірне елювання у насиченій рухомій фазі



ІДЕНТИФІКАЦІЯ

1. Хроматоскоп (λ 254 нм) — люмінесценція зон локалізації діючих речовин;
2. Пластинку обробляють 0,05% розчином бромфенолового синього з подальшим відбілюванням фону 2,0% водним розчином цитратної кислоти;
3. Ідентифікація за величиною R_f



КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ

Проводять за рівняннями регресії, визначеними для градувальних стандартних розчинів

$$C = (S - b) / a,$$

де C — кількість діючої речовини, мкг; S — визначена на хроматограмі площа хроматографічної зони діючої речовини, мм²; a і b — коефіцієнти



ПЕРЕРАХУНОК НА ПРЕПАРАТИВНУ ФОРМУ

$$C_y = \rho \frac{V \times C_x}{V_x \times P}$$

де C_y — вміст діючої речовини у препараті, г/л; V_x , C_x — об'єм екстракту, нанесений на пластинку (мкл) та кількість діючої речовини, визначена в ньому (мкг); V — об'єм проби, мл; P_x — наважка препарату, г; ρ — густина препарату, г/см³

Рис. Етапи визначення тифенсульфурон-метилу, нікосульфурону та римсульфурону в матрицях (препаративних формах гербіцидів)

БІБЛОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Довідник із пестицидів ; за ред. М.П. Секуна. Київ: Колобiг, 2007. 360 с.
2. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Київ: Юнівест Медіа, 2018. 1040 с. (Офіційне видання).
3. Калинин В.А., Калинина Т.С., Довгилевич А.В., Довгилевич Е.В. Методические указания по определению никосульфурона в воде, почве, зерне и зеленой массе кукурузы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии № 119—98. *Сб. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в прородуктах питания, кормах и внешней среде.* 2000. № 27. С. 43—49.
4. Гринько А.П., Зварич Г.В. Методичні вказівки з визначення римсульфурону в томатах методом високоефективної рідинної хроматографії № 850—2008. *36. Методичні вказівки з визначення мікроколичеств пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі.* 2011. № 75. С. 5—19.
5. Кошарновская Т.А., Гиренко Д.Б. Временные методические указания по газохроматографическому определению титуса в почве, зеленой массе, воде № 6186-91. *Сб. Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в прородуктах питания, кормах и внешней среде.* 1995. № 22. Ч. 1. С. 123—127.
6. Демченко В.Ф., Макаrchук Я.В. Методичні вказівки з визначення ти-фенсульфурон-метилу в соєвих бобах та соєвій олії методом високоефективної рідинної хроматографії № 567—2005. *36. Методичні вказівки з визначення мікроколичеств пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі.* 2008. № 55. С. 207—219.
7. Черв'якова Л.М., Панченко Т.П., Борзих О.І. Аналітичний контроль діючих речовин класу імідазолінонів у препаративних формах гербіцидів. *Карантин і захист рослин.* 2021. № 1. С. 15—18. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2021.1.15-18>
8. Самкова О.П., Баранов Ю.С., Дробович И.Н. К проблеме контроля препаративных форм пестицидов в Украине. *Журнал Хроматографічного товариства.* 2016. Т. XVI. № 1—4. С. 24—30. DOI: 10.15407 / zht2016.59.024
9. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. Guidelines on data requirements for the registration of pesticides. FAO/WHO, 2013. 75 p.
10. Борзих О.І., Панченко Т.П., Черв'якова Л.М., Гаврилюк Л.Л. Алгоритм хіміко-аналітичного моніторингу пестицидів. *Методичні рекомендації.* 2020. DOI: 10.36495/UDC631.95alhhorytm/IZR2020. URL: <https://ipp.gov.ua/wp-content/uploads/2020/11/algorithm-khim.-anal.-monitoring.pdf>
11. Пат. №143990 Україна, МПК (2020.01), G01N 30/00. Спосіб визначен-

ня діючих речовин класу сульфонілсечовини: нікосульфурону та римсульфуру в препаративних формах гербіцидів. Панченко Т.П., Черв'якова Л.М., Адаменко Н.М.; заявник і патентовласник Інститут захисту рослин НААН. № у 2020 01316 ; заявл. 27.02.2020; опубл. 25.08.2020. Бюл. № 16.

Червякова Л.Н., Панченко Т.П.

Институт защиты растений НААН,
ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина,
e-mail: lac_chp@ukr.net

Определение действующих веществ класса сульфонилмочевин в матрицах

Цель. Выбор хроматографического метода и разработка способа контроля содержания действующих веществ никосульфурона, римсульфуруна и тифенсульфурон-метила отдельно и при совместном присутствии в различных сочетаниях в матрицах (препаративных формах). **Методы.** Действующие вещества определяли методом тонкослойной хроматографии (ТСХ). Линейный диапазон зависимости площади хроматографических зон от количества действующего вещества оценивали статистическим методом с использованием корреляционно-регрессионного анализа. **Результаты.** Определение пестицидов включает основные этапы: характеристика действующих веществ по полярности; экстракция действующих веществ из исследуемой матрицы; хроматографическое разделение, детектирование и количественное определение. Лимитирующим интегральным показателем при проведении анализа является дипольный момент (μ , Д), характеризующий полярность соединений и их физико-химические свойства. Никосульфурон, римсульфурон и тифенсульфурон-метил — соединения малополярные ($2 < \mu \leq 6$, Д), дипольные моменты которых составляют 5,48; 5,30 и 5,28 Д соответственно. Извлечения действующих веществ проводят этанолом. Качественное определение — в тонком слое адсорбента силикагель в подвижной фазе (гексан + хлороформ + этанол + этановая кислота в объемном соотношении 30:10:5:1) с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 5,12$. Идентифицируют соединения под хроматоскопом (λ 254 нм) и с использованием проявляющего реагента бромфенолового синего с последующим отбеливанием фона хроматограммы раствором цитратной кислоты. Зависимость площади хроматографической зоны соединения (S , мм²) от ее количества (C , мкг) линейная в диапазоне детектирования 0,30—1,30 мкг и описывается уравнением регрессии для: тифенсульфурон-метила $S = 25,057 C + 0,4367$ ($R^2 = 1,00$); никосульфурона $S = 22,272 C + 0,0532$ ($R^2 = 1,00$); римсульфуруна $S = 17,519 C + 0,9456$ ($R^2 = 1,00$). Уравнение используют для количественного определе-

ния действующих веществ на хроматограмме. **Выводы.** Использование метода ТСХ позволяет подобрать селективные условия и разработать методику определения тифенсульфурон-метила, никосульфурона и римсульфурона в препаративных формуляциях гербицидов отдельно и при совместном присутствии в различных комбинациях и количествах, что позволяет определять три действующих вещества в процессе одного анализа с высокой точностью, достоверностью и воспроизводимостью (относительная погрешность, $< 5\%$ при $n = 5$, $P = 0,95$), исключая трудоемкий эксперимент. Внедрение разработанного и запатентованного метода позволяет проводить определение действующих веществ класса сульфонилмочевины в препаративных формах гербицидов аналитическими и токсикологическими лабораториями, испытательными службами без использования дорогостоящих приборов.

гербициды; тонкослойная хроматография; сульфонилмочевины

Cherviakova L., Panchenko T.

Institute of Plant Protection of NAAS,
33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine,
e-mail: lac_chp@ukr.net

Determination of active substances of the class of sulphonyl urea in matrixes

Goal. Selection of chromatographic method and development of a method for controlling the content of active substances nicosulfuron, rimsulfuron and thifensulfuron-methyl separately and in a combined presence in different combinations in matrices (formulations). **Methods.** The active substances were determined by thin layer chromatography (TLC). The linear range of the dependence of the area of the chromatographic zones on the amount of active substance was estimated by statistical methods using correlation-regression analysis. **Results.** Determination of pesticides includes the main stages: characterization of active substances by polarity; extraction their from the analyzed matrix; chromatographic separation, detection and quantification. The limiting integral indicator in the analysis is the dipole moment (μ , D), which characterizes the polarity of the compounds and their physicochemical properties. Nicosulfuron, rimsulfuron and thifensulfuron-methyl are low-polar compounds ($2 < \mu \leq 6$, D) with dipole moments of 5.48; 5.30 and 5.28 D, respectively. Extraction of active substances is carried out with ethanol. Qualitative determination — in a thin layer of adsorbent silica gel in the mobile phase (hexane + chloroform + ethanol + ethanoic acid 30:10:5:1) and with a dielectric constant $\epsilon = 5.12$. Compounds were identified under a chromatoscope (λ 254 nm) and using bromophenol blue developing reagent and subsequent bleaching of the chromatogram background with citric acid solution.

The dependence of the area of the chromatographic zone of the compound (S , mm^2) on its amount (C , μg) is linear in the detection range of 0.30–1.30 μg and is described by the regression equation for: thifensulfuron-methyl $S = 25.057 C + 0.4367$ ($R^2 = 1.00$); nicosulfuron $S = 22.272 C + 0.0532$ ($R^2 = 1.00$); rimsulfuron $S = 17.519 C + 0.9456$ ($R^2 = 1.00$). The equations are used to quantify the active substances on the chromatogram. **Conclusions.** The use of TLC method allows to select selective conditions and to develop a method for determination of thifensulfuron-methyl, nicosulfuron and rimsulfuron in herbicide formulations separately and in combined presence in different combinations and quantities, which allows to determine three active substances in one analysis with high accuracy reproducibility (relative error, <5% at $n = 5$, $P = 0.95$). The introduction of the developed and patented method makes it possible to determine the active substances of the sulfonylurea class in herbicide formulations by analytical and toxicological laboratories, testing services without the use of expensive devices.

herbicides; thin layer chromatography; sulfonylureas

REFERENCES

1. Sekun M.P. (Ed.). Dovidnyk iz pestytsydiv. [Handbook of pesticides]; Kyiv: Kolobih, 2007. 360 s. (in Ukrainian).
2. Perelik pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini. [List of pesticides and agrochemicals approved for use in Ukraine]. (2018). Kyiv: YuNIVEST MEDIA. 1040 s. (in Ukrainian).
3. Kalinin V.A., Kalinina T.S., Dovgilevich A.V., Dovgilevich E.V. (2000). Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu nikosulfurona v vode, pochve, zerne i zelenoy masse kukuruzy metodom vysokoeffektivnoy zhidkostnoy khromatografii. [Guidelines for the determination of nicosulfuron in water, soil, grain and green mass of corn by high performance liquid chromatography]. № 119—98. *Sb. Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu mikrokolichestv pestitsidov v prorduktakh pitaniya, kormakh i vneshney srede.* № 27. S. 43—49. (in Russian).
4. Hryenko A.P., Zvarych H.V. (2011). Metodychni vказivky z vyznachennia rymulfuronu v tomatakh metodom vysokoeffektivnoi ridynnoi khromatohrafiї № 850—2008. [Guidelines for the determination of rimsulfuron in tomatoes by high performance liquid chromatography]. *Zb. Metodychni vказivky z vyznachennia mikrokilkostei pestytsydiv v kharchovykh produktakh, kormakh ta navkolyshnomu seredovyshchi.* № 75. S. 5—19. (in Ukrainian).
5. Kosharnovskaya T.A., Girenko D.B. (1995). Vremennyye metodicheskie ukazaniya po gazokhromatograficheskomu opredeleniyu titusa v pochve, zelenoy masse, vode № 6186-91. [Temporary guidelines for gas chromatographic determination of titus in soil, green mass, water]. *Sb. Metodicheskie ukazaniya*

po opredeleniyu mikrokolichestv pestitsidov v prorduktakh pitaniya, kormakh i vneshney srede. № 22. Ch. 1. S. 123—127. (in Russian).

6. Demchenko V.F., Makarchuk Ya.V. (2008). Metodychni vказivky z vyznachennia tyfensulfuron-metylu v soievkykh bobakh ta soievii olii metodom vysokoefektyvnoi ridynnoi khromatohrafiї № 567—2005. [Guidelines for the determination of thifensulfuron-methyl in soybeans and soybean oil by high performance liquid chromatography]. *Zb. Metodychni vказivky z vyznachennia mikrokilkostei pestytsydiv v kharchovykh produktakh, kormakh ta navkolyshnomu seredovyshchi*. № 55. S. 207—219. (in Ukrainian).

7. Chervyakova L.M., Panchenko T.P., Borzykh O.I. (2021). Analitychnyi kontrol diiuchykh rehovyn klasu imidazolinoniv v preparatyvnykh formakh herbitysydiv. [Analytical control of active substances of the imidazolinone class in herbicide formulations]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. № 1. S. 15—18. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2021.1.15-18> (in Ukrainian).

8. Samkova O.P., Baranov Yu.S., Drobovich I.N. (2016). K probleme kontrolya preparativnykh form pestitsidov v Ukraine. [On the problem of control of pesticide formulations in Ukraine]. *Zhurnal Khromatografichnogo tovaristva*. T. XVI. № 1—4. S. 24—30. DOI: 10.15407 / zht2016.59.024 (in Russian).

9. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides. (2013). Guidelines on data requirements for the registration of pesticides. FAO/WHO. 75 p.

10. Borzykh O.I., Panchenko T.P., Chervyakova L.M., Havryliuk L.L. (2020). Alhorytm khimiko-analitchnoho monitorynhu pestytsydiv. *Metodychni rekomendatsii*. [Algorithm of chemical-analytical monitoring of pesticides. Guidelines]. DOI: 10.36495/UDC631.95alhorytm/IZR2020. URL: <https://ipp.gov.ua/wp-content/uploads/2020/11/algoritm-khim.-anal.-monitoring.pdf> (in Ukrainian).

11. Panchenko T.P., Chervyakova L.M., Adamenko N.M. (2020). Sposib vyznachennia diiuchykh rehovyn klasu sulfonilsechovyny: nikosulfuronu ta rymysulfuronu v preparatyvnykh formakh herbitysydiv. *Pat. №143990* Ukraina, MPK (2020.01), G01N 30/00. [Method for determination of active substances of sulfonylurea class: nicosulfuron and rimsulfuron in herbicide formulations]. Zaiavnyk i patentovlasnyk Instytut zakhystu roslyn NAAN. № u 2020 01316 ; zaiavl. 27.02.2020; opubl. 25.18.2020. Biul. № 16. (in Ukrainian).

Надійшла 10.08.2021 р.

Л.А. ЯНСЕ, доктор біологічних наук

Інститут захисту рослин НААН,

м. Київ, вул. Васильківська, 33, Україна, 03022

e-mail: liliya.janse@gmail.com

АНАЛІЗ ФІТОСАНІТАРНОГО РИЗИКУ НЕБЕЗПЕЧНОГО ВИДУ ГАЛОВИХ НЕМАТОД *MELOIDOGYNE LUCI* ДЛЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Мета. Провести аналіз фітосанітарного ризику (АФР) проникнення, акліматизації, поширення та шкідливості галової нематоди *Meloidogyne luci* для території України. **Методи.** АФР здійснювали за відповідними міжнародними стандартами (ISPM 2, 11, 21; PM 5/2 (2)) та методичними рекомендаціями (Пилипенко та ін., 2012). Прогноз відповідності умов для акліматизації та подальшого поширення нематод робили, використовуючи кліматичні карти «the Köppen-Geiger climate classification» (Kottek et al., 2006), дані фітосанітарних служб країн ЄС (EPPO Reporting Service 2016–2021; EPPO Alert List 2021), Державної служби статистики України (2016–2019), Держпродспоживслужби України, власних досліджень у попередні роки та літературних джерел. **Результати:** Встановлено, що на теперішній час зона поширення *M. luci* охоплює 6 країн Центральної та Південної Америки, 2 — Азії та 4 — Європи. Рослинами-живителями *M. luci* можуть бути понад 36 сільськогосподарських, квітково-декоративних, лікарських та інших видів рослин. Потенційна небезпека виду *M. luci* зумовлена високим рівнем плодовитості самиць, здатністю до виживання у несприятливих умовах, спроможністю до утворення вірулентних популяцій, здатних долати ген стійкості *Mi-1* томатів. Визначено щонайменше три шляхи інтродукції *M. luci* в Україну, в тому числі — разом з рослинницькою продукцією з країн сучасного поширення *M. luci* із зростанням обсягів імпорту (у 2016–2019 рр. у 2,4 раза). Проте, оскільки переважна кількість такої продукції імпортується з країн, де концентрація нематод на початку шляху поширення не є високою, загальний ризик інтродукції (проникнення) *M. luci* до України оцінюється як невисокий. **Висновки:** Загальний ризик проникнення *M. luci*, потрапляння на відповідну рослину-живитель або середовище та акліматизації в Україні оцінюється як невисокий, тому не рекомендується включення виду до Національного переліку регульованих шкідливих організмів.

**фітосанітарний ризик; *Meloidogyne luci*; рослина-живитель;
поширення; акліматизація; шкідливість**

Важливою складовою фітосанітарного контролю є формування переліку регульованих шкідливих організмів, який згідно із Законом України «Про карантин рослин» має складатись зі списку 1 «Карантинні організми, відсутні в Україні», списку 2 «Карантинні організми, обмежено поширені в Україні» та списку «Регульовані некарантинні шкідливі організми». Саме стосовно цих організмів надалі здійснюється комплекс фітосанітарних заходів — від інспектування, огляду та фітосанітарної експертизи до контролю (у разі необхідності) за знезараженням об'єктів регулювання.

Зазначені списки потребують вчасного і зваженого перегляду, що зумовлено щорічним зростанням ризику поширення небезпечних шкідливих організмів рослин внаслідок розвитку глобалізаційних процесів, пов'язаних з торгівлею, туризмом, зміною клімату, забрудненням та деградацією екосистем, тощо. Прикладом такої нещодавньої (з початку 2000-х років) успішної експансії може бути розповсюдження в Україні таких небезпечних шкідників як західний кукурудзяний жук *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte [1] та південноамериканська томатна міль *Tuta absoluta* Meyr [2].

Відповідно до вітчизняної законодавчої бази наповненість переліку регульованих шкідливих організмів має встановлюватись на основі існуючих списків A1 «Шкідливі організми, відсутні на території країн Європейської та Середземноморської організації захисту рослин (ЄОЗР)» та A2 «Шкідливі організми, обмежено поширені на території країн ЄОЗР» та/або списків інших відповідних міжнародних організацій. При цьому основою включення до переліку того чи іншого небезпечного виду має бути результат аналізу фітосанітарного ризику (АФР), яким доведено високий рівень загрози занесення або поширення таких шкідливих організмів для рослин на території України.

Слід відзначити кропітку роботу, яку здійснює ЄОЗР для формування списків A1 та A2, до якої долучено широке коло провідних вчених та фахівців не тільки регіону, а й світу. Накопичений досвід засвідчив необхідність і спонукав до створення у 90-х роках минулого сторіччя ще одного, так званого Попереджувального списку шкідливих організмів рослин, сутність якого полягає у ранньому попередженні країн-членів ЄОЗР про можливу небезпеку від певних видів шкідливих організмів, щодо яких доцільно ініціювати АФР на самій ранній стадії.

Формування Попереджувального списку шкідливих організмів здійснюється секретаріатом ЄОЗР на основі аналізу літератури, пропозицій робочих груп ЄОЗР з питань діагностики, а також рекомендацій країн-членів ЄОЗР з подальшим розглядом пропозицій Робочою

групою ЄОЗР із фітосанітарних заходів та ухваленням остаточного рішення сесією Ради ЄОЗР. Додатковим інструментом у такій роботі стала дослідницька мережа International Plant Santinel Network (IPSN), створена в рамках проекту EUPHRESKO з метою поліпшення комунікації організацій у всьому світі (у першу чергу ботанічних садів та дендропарків) задля вчасного оповіщення щодо ризику появи нових, чи суттєвого поширення відомих шкідників і збудників хвороб рослин [3].

У разі позитивного АФР види з Попереджувального списку шкідливих організмів пропонуються до включення до основних списків ЄОЗР A1 чи A2, що також супроводжується оформленням більш повної інформаційної довідки про їхню біологію, розповсюдження, потенційну шкідливість та пропозиціями стосовно заходів подальшого фітосанітарного контролю. В іншому випадку, зазвичай через три роки (якщо цього часу було достатньо для оповіщення про ймовірний ризик усіх зацікавлених сторін), за пропозицією відповідної робочої групи ЄОЗР з діагностики та підтримки такого рішення Робочою групою ЄОЗР із фітосанітарних заходів, рішенням сесії Ради ЄОЗР вони вилучаються зі списку. Разом з тим, накопичена за цей період інформація щодо біології шкідливого організму, поширення та ймовірного ризику зберігається у відповідних базах даних ЄОЗР [4].

Слід наголосити, що Україна привела національний перелік у відповідність до списків ЄОЗР ще у 2006 р. (наказ Міністерства аграрної політики України від 29 листопада 2006 р. № 716, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 11 грудня 2006 р. за № 1300/13174). Цьому передувала кропітка і масштабна робота Державної служби з карантину рослин спільно з науковцями профільних установ України з напрацювання національної методики аналізу фітоанітарного ризику, проведення АФР для потенційно небезпечних шкідливих організмів та здійснення розширених моніторингових досліджень.

У контексті цієї роботи в попередні роки нами було проведено АФР для чотирьох видів фітопаразитичних нематод з Попереджувального списку шкідливих організмів рослин ЄОЗР — *Meloidogyne enterlobii* Yang & Eisenback, 1983 [5], *Meloidogyne ethiopica* Whitehead, 1968 [6], *Heterodera elachista* Ohshima, 1974 (японська рисова цистоутворююча нематода) [7] та *Meloidogyne mali* Itoh, Ohshima & Ichinohe, 1969 (яблунева галова нематода) [8].

За результатами повномасштабного аналізу лише для виду *M. enterlobii* було доведено високий ризик можливої інтродукції через імпорт укорінених заражених рослин (посадкового матеріалу, горщиків рослин), наступного потрапляння на відповідну рослину-живитель (середовище) та вірогідність акліматизації як в умовах закритого (повсюдно), так і відкритого ґрунту (у південних регіонах України).

Вірогідність подальшого поширення виду було оцінено високоюмовірною, але не природним шляхом, а за господарської діяльності людини. Було показано, що розповсюдження *M. enterolobii* в Україні призведе до економічних збитків та зростання витрат на вирощування сприйнятливих до нематоди культур [5]. За підсумками АФР було рекомендовано включити вид *M. enterolobii* до національного переліку списку «A1 — Карантинні організми, відсутні на території України», що згодом було реалізовано наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 16.07.2019 р. №397, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 08 серпня 2019 р. за № 879/33850.

З часу проведеного для перелічених вище чотирьох видів фітопаразитичних нематод національного АФР їхній статус у Попереджувальному списку шкідливих організмів рослин ЄОЗР зазнав суттєвих змін: японська рисова цистоутворююча нематода *H. elachista* була виключена з нього у 2019 р. Два інших види — *M. enterolobii* та *M. mali* були переведені до списку A2 «Шкідливі організми, обмежено поширені на території країн ЄОЗР» у 2010 та 2017 роках відповідно.

Натомість первинне включення *M. ethiopica* до Попереджувального списку шкідливих організмів рослин ЄОЗР у 2011 р було «перезавантажено» у 2017 р. через появу додаткової інформації щодо ідентифікації виявлених на томатах у Словенії у 2003 р. нематод, які насправді слід віднести до іншого виду *Meloidogyne luci* n. sp. Помилка мала місце через той факт, що обидва види — *M. ethiopica* та *M. luci* — є морфологічно досить схожими. Проте нещодавні молекулярні дослідження, проведені за використання низки популяцій нематод різного географічного походження та з різних рослин-живителів, довели приналежність європейських популяцій саме до виду *M. luci*, а не *M. ethiopica*, як вважалось раніше [9].

Відповідно до міжнародних стандартів та національної методики з проведення АФР, зміни у статусі шкідливого організму, поява нових даних про нього зобов'язує проведення нового аналізу фітосанітарного ризику для оцінки нововиявлених обставин [10, 11]. Це зумовило мету власних досліджень: провести аналіз фітосанітарного ризику проникнення, акліматизації, поширення та шкідливості галової нематоди *Meloidogyne luci* для території України.

Матеріали та методи досліджень. Матеріалами для аналітичного дослідження слугували дані фітосанітарних служб країн Європейської спільноти про випадки інтерсепції в імпортованих рослинах/рослинницькій продукції *M. luci* в 2016—2021 рр. [4, 12], дані Державної служби статистики України (Експорт-імпорт окремих видів товарів за країнами світу (2016—2019 рр.)) [13], Держпродспоживслужби України, власних досліджень в попередні роки та літературних джерел.

Для аналізу шляхів інтродукції *M. luci* в Україну аналізували ста-

тистичні дані з імпорту товарів рослинницького походження за кодами Української класифікації товарів зовнішньоекономічної діяльності (далі — УКТ ЗЕД) лише за період 2016—2019 рр. включно [13], оскільки у липні 2020 р. набрав чинності Закон України «Про Митний тариф України» від 04.06.2020 р. № 674-IX, яким було визначено новий, відмінний від попередніх років УКТ ЗЕД.

Аналіз фітосанітарного ризику провадили для території України за відповідними міжнародними стандартами [14—17], а також національними методичними рекомендаціями з процедури проведення АФР в Україні [11].

Аналіз відповідності умов для акліматизації та подальшого поширення нематод проводили за використання кліматичних карт «the Köppen-Geiger climate classification», для чого порівнювали умови в межах сучасного ареалу *M. luci* та схожих в Україні [18].

Результати досліджень та обговорення. Аналіз фітосанітарного ризику *M. luci* для території України здійснювали вперше і за використання результатів АФР для близькоспорідненого виду — *M. ethiopica*, проведеного в попередні роки [6].

Такий підхід зумовлено приналежністю *M. luci* та *M. ethiopica*, разом з *M. inornata* до так званої «*M. ethiopica* групи» через високу подібність на морфометричному (значення більшості морфометричних ознак перекриваються для нематод цих видів) та генетичному рівнях (показано на прикладі мітохондріальної ДНК), наявність спільних рослин-живителів, а також ідентичність шляху еволюційного розвитку цих видів галових нематод (продемонстровано на прикладі структури генів *map-1*) [19].

Висока спорідненість нематод «*M. ethiopica* групи» — *M. luci*, *M. ethiopica* та *M. inornate* — спонукає до використання низки методів для їхньої коректної ідентифікації, а саме: морфологічні дослідження, біотест, біохімічна та молекулярна діагностики [19, 20].

Слід брати до уваги наступні біологічні особливості нематод даної групи. Будова периніальної пластини (одна з найважливіших морфологічних ознак) *M. luci* схожа до такої *M. ethiopica*, але відмінна від *M. inornate*. Усі три види мають відмінні фенотипи за естеразною активністю: EST L3 для *M. luci* (Rm: 1.05, 1.10, 1.25), EST E3 для *M. ethiopica* (Rm: 0.9, 1.05, 1.20) та EST İ3 для *M. inornate* (Rm: 0.80, 1.10, 1.30). Нематод «*M. ethiopica* групи» споріднює властивість розмноження за використання мітотичного партеногенезу, проте вирізняє кількість соматичних хромосом: *M. luci* $2n = 42-46$, *M. ethiopica* $2n = 36-38$, *M. inornate* $3n = 54-58$ [20, 21].

Сучасна таксономічна позиція виду. Eukaryota: Metazoa: Nematoda: Secernentea: Tylenchida: Meloidogynidae: Meloidogyne: Meloidogyne luci n. sp.

Сучасний ареал *M. luci* охоплює країни Центральної та Південної Америки: Бразилія [20, 22–24], Чилі [20, 25], Гватемала [21], Аргентина [26], Болівія [26], Еквадор [26]; Європи: Греція [27], Італія [28], Португалія [29–31], Словенія [9, 21, 32]; Азії: Іран [20, 21], Туреччина [33–35].

При цьому слід повторно звернути увагу на той факт, що на початкових етапах нематод з осередків поширення у країнах ЄС (Словенія, Греція, Італія, Португалія), а також у Туреччині помилково віднесли до *M. ethiopica*, і лише згодом, за використання додаткових поглиблених молекулярно-генетичних досліджень, було підтверджено їхню приналежність до виду *M. luci* [9, 21].

Дотепер залишається невідомим шлях проникнення нематод до регіону, як і статус в окремо взятих країнах, адже крім повідомлення про сам факт виявлення *M. luci* в Італії, наприклад, дотепер відсутня деталізація щодо площі зараження чи запроваджених протинематодних заходів [36].

Слід також зауважити, що хоча перше виявлення *M. luci* у Туреччині датується 2009 роком [33], існує ймовірність більш ранньої інтродукції до цієї країни, оскільки галових нематод з характерним для виду *M. luci* фенотипом за естеразною активністю L3 (на той час відомий під маркуванням М3) виявляли ще у 1985 р. Esbenshade та Triantaphyllou у Південній Америці (Аргентина, Болівія, Еквадор) [19, 20, 26].

Отже, необхідні додаткові моніторингові дослідження для ревізії старих та виявлення нових вогнищ *M. luci* в регіоні.

Рослинами-живителями *Meloidogyne luci* є низка сільськогосподарських, квітково-декоративних, лікарських та інших видів рослин, зокрема:

- томат (*Solanum lycopersicum* L.) [9, 20, 21, 28, 29, 33, 37];
- картопля (*Solanum tuberosum* L.) [29, 37, 38];
- кукурудза (*Zea mays* L.) [27, 38];
- огірок (*Cucumis sativus* L.) [33, 39];
- морква звичайна (*Daucus carota* L.) [21];
- ківі (*Actinidia deliciosa* (Chevalier) Liang & Ferguson) [22, 27];
- квасениця рижкувата (*Oxalis corniculata* L.) [37];
- кордиліна південна (*Cordyline australis* (Forst f.) Hook. F.) [37];
- лаванда (*Lavandula spica* L.) [20, 40];
- люфа циліндрична (*Luffa aegyptiaca* P. Miller (syn. *Luffa cylindrica*)) [41];
- тютюн (*Nicotiana tabacum* L.) [20];
- перець звичайний (*Capsicum annuum* L.) [20];
- салат посівний (*Lactuca sativa* L.) [20, 39];
- квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.) [39];

- ротики садові (*Antirrhinum majus* L.) [20];
- очиток видний (*Hylotelephium spectabile* (Boreau) H. Ohba) [20];
- соя (*Glycine max* L. Merr) [23];
- квасоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.) [20, 24];
- виноград звичайний (*Vitis vinifera* L.) [25];
- троянди (*Rosa* sp.) [20];
- броколі (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) [20, 39];
- бамія їстівна (*Abelmoschus esculentus* (L.) Mönch) [39];
- ротики садові (*Antirrhinum majus* L.) [20];
- якон (*Polymnia sonchifolia* Pöppig & Endlicher) [20, 39].

Дотепер перелік збігається з таким для *M. ethiopica*, оскільки досі не знайдено належного сортименту рослин-диференціаторів для розрізнення цих двох видів [9]. За даними ЄОЗР рослинами-живителями *M. luci* також може бути лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia* L.). А дослідженнями зі штучного зараження доведено спроможність *M. luci* паразитувати на таких сільськогосподарських рослинах [36]:

- цибуля (*Allium cepa* L.);
- селера (*Apium graveolens* L.);
- гречка (*Fagopyrum esculentum*);
- соняшник (*Helianthus annuus* L.);
- ячмінь (*Hordeum vulgare* L.);
- люцерна (*Medicago sativa* L.);
- рис (*Oryza sativa* L.);
- горох (*Pisum sativum* L.);
- персик (*Prunus persica* (L.) Batsch),
- баклажан (*Solanum melongena* L.);
- шпинат (*Spinacia oleracea* L.).

Не дивлячись на широке коло рослин-живителів *M. luci*, типові ознаки мелоїдогенозу — пригнічення розвитку, в'янення та гали на коренях — дотепер фіксували переважно лише на бобових, томатах та сої [36]. Прямі економічні втрати від них у Європі були зареєстровані лише в двох теплицях Словенії (в населених пунктах Dornberk (2003) та Ljubljana (2015)), де спостерігали суттєві (до 80%) втрати томатів. В обох теплицях вогнища були ліквідовані шляхом знищення заражених рослин, дезінфекції (у тому числі — за використання Дазомет), припинення їхньої подальшої експлуатації [9, 38].

Проте поява у Туреччині вірулентних популяцій *M. luci*, здатних долати ген стійкості *Mi-1* томатів, вказує на потенційно високий ризик втрат виробництва внаслідок подальшого поширення та акліматизації виду в регіоні [19]. Прогноз високої потенційної небезпеки виду *M. luci* підтверджує і більш високий рівень плодовитості самиць проти такого у виду *M. ethiopica* [37].

Слід також брати до уваги складність розрізнення нематод

«*M. ethiopica* групи», що дозволяє зробити припущення про наявність більш широкого кола рослин-живителів *M. luci*, схожих не лише до *M. ethiopica*, а й *M. inornate* [19].

Вірогідність інтродукції (проникнення). Визначено щонайменше три шляхи інтродукції (потрапляння) *M. luci* в Україну: завезення (імпорт) заражених рослин або рослинницької продукції, що може містити домішки зараженого нематодами ґрунту/субстрату (табл. 1).

1. Основні шляхи інтродукції *Meloidogyne luci* до України

Шляхи інтродукції <i>M. luci</i>	Джерело інфекції
Садивний матеріал рослин-живителів (у т.ч. живці) з корінням (з ґрунтом чи без ґрунту)/горшкові рослини	Інфіковані рослини. Заражений ґрунт
Садивний матеріал рослин-неживителів з корінням з ґрунтом	Заражений ґрунт
Продукція рослинництва, що може мати домішки ґрунту (бульби, ризоми, коренеплоди)	Заражений ґрунт

Такими можуть виступати імпортовані товари за кодами Української класифікації товарів зовнішньоекономічної діяльності (УКТ ЗЕД): 6010, 6011, 6012, 6020, 6022, 6024, 6029, 7010, 7011 та 7019.

Аналіз показав, що в Україну щорічно завозили рослинницьку продукцію за вказаними вище позиціями УКТ ЗЕД (крім позиції 7011 — картопля насіннева) з країн сучасного поширення *M. luci*: Амери́ки — Бразилія, Еквадор; Європи — Італія, Греція, Португалія; Азії — Туреччина та Іран (табл. 2).

2. Кількість імпортованих в Україну товарів рослинницького походження з країн потенційного ризику від *M. luci* (Держкомстат, 2016—2019 рр.)

Найменування (УКТ ЗЕД)	Країна	Кількість, кг
601000000 Цибулини, бульби, кореневі бульби, бульбоцибулини, кореневища, включаючи розгалужені кореневища, у стані вегетативного спокою, у стані вегетації або цвітіння; саджанці, рослини та корені цикорію, крім коренів товарної позиції 1212:	Еквадор	427,0
	Бразилія	57,0
	Італія	21,0
	Туреччина	1100,0
601100000 - цибулини, бульби, кореневі бульби, бульбоцибулини, кореневища, включаючи розгалужені кореневища, у стані вегетативного спокою	Бразилія	29,0
	Туреччина	1100,0

Закінчення табл. 2.

Найменування (УКТ ЗЕД)	Країна	Кількість, кг
601200000 - цибулини, бульби, кореневі бульби, бульбоцибулини, кореневища, включаючи розгалужені кореневища, у стані вегетації або цвітіння; саджанці, рослини та корені цикорію	Еквадор	427,0
	Бразилія	28,0
	Італія	21,0
602000000 Інші живі рослини (включаючи їх коріння), живці та підщепи; міцелій грибів:	Греція	699,9
	Італія	4693855,7
	Португалія	417,4
	Туреччина	261291,5
602200000 - дерева, кущі та чагарники з їстівними плодами, щеплені чи нещеплені	Греція	662,6
	Італія	1428188,1
	Португалія	332,1
	Туреччина	108300,0
602400000 - троянди, щеплені чи нещеплені	Італія	46566,98
	Туреччина	1000,0
602900000 - інші	Греція	37,3
	Італія	3192801,57
	Португалія	85,3
	Туреччина	151910,9
701000000 Картопля, свіжа або охолоджена:	Греція	265810,0
	Португалія	324,0
	Туреччина	562147,0
	Іран	19725,0
701900000 - інша	Греція	265810,0
	Італія	732600,0
	Португалія	324,0
	Туреччина	611337,0
	Іран	158965,0
Разом за регіонами світу	<i>Америка</i>	<i>968,0</i>
	<i>Європа</i>	<i>10628557,0</i>
	<i>Азія</i>	<i>1876876,0</i>

За обсягами імпорту найбільшу частку складали товари з Європейських країн — 84,98% (10628557,0 кг), на другому місці з країн Азії — 15,01% (1876876,0 кг), і зовсім незначною була частка товарів з країн Америки — 0,01% (968,0 кг).

Серед Європейських країн найбільші обсяги імпорту рослинницької продукції за обраними для аналізу позиціями УКТ ЗЕД реєстрували для Італії — 10094,1 т (проти 533,0 т з Греції та 1,5 т з Португалії). Для країн Азії обсяги імпорту з Туреччини сягали 1698,2 т і перевищували такі для Ірану (178,7 т) у 9,5 раза.

В цілому, слід також відзначити зростання обсягів імпорту до України рослинницької продукції виявлених груп ризику за відповідні роки у 2,4 раза (рис.).

Отже, існує ймовірність потрапляння до України небезпечного виду галових нематод *M. luci* з країн його сучасного ареалу в разі імпортування до України рослинницької продукції за кодами УКТ ЗЕД 6010, 6011, 6012, 6020, 6022, 6024, 6029, 7010 та 7019. Ця вірогідність ґрунтується на здатності галових нематод до виживання під час тривалого транспортування товарів у тканинах кореневої системи уражених рослин (оскільки нематоди є ендопаразитичним видом). У разі ж присутності яєць галових нематод у домішках ґрунту вони можуть зберігати свою життєздатність в ньому до року, перебуваючи в стадії діпаузування [42].

Разом з тим, враховуючи той факт, що переважна кількість продукції підвищеного ризику імпортується з країн Європейської Співдружності, де концентрація нематод на початку шляху поширення



є невисокою (з огляду на нещодавню інтродукцію до регіону — у 2003 р., Словенія), загальний ризик інтродукції (проникнення) *M. luci* до України оцінюється як невисокий.

У разі проникнення нематод до країни подальше їхнє поширення можливе не лише з рослинним матеріалом, а й із зараженим ґрунтом на знаряддях, машинах, іншому устаткуванні, тощо.

Вірогідність акліматизації. Хоча рослини-живителі *M. luci* зустрічаються в Україні за класифікацією CORINE¹ повсюдно — на сільськогосподарських угіддях, захищеному ґрунті (теплиці), багаторічних насадженнях, зеленій зоні міст (включаючи парки, ботанічні сади тощо) — вірогідність акліматизації виду буде різною у регіонах країни.

На це вказує сучасний ареал *M. luci*, порівняння якого до кліматичних умов України засвідчує, що вид не буде здатним виживати у відкритому ґрунті в північних регіонах країни (аналіз проведено з використанням кліматичних карт «the Köppen-Geiger climate classification» [18].

Натомість, така вірогідність існує для південних регіонів, оскільки відомі дані поширення багатьох видів галових нематод у відкритому ґрунті в Середземноморському регіоні ЄС, а також безпосередні факти виявлення *M. luci* на полях з вирощування картоплі (*S. tuberosum*) у Португалії, кукурудзи (*Z. mays*) та ківі (*A. deliciosa*) — у північних регіонах Греції. Слід також звернути увагу на результати досліджень у Словенії, які показали, що вид (на той час ідентифікований як *M. ethiopica*) здатний перезимовувати в помірному кліматі за температури нижче нуля градусів [43].

На противагу цьому і незалежно від ґрунтово-кліматичних умов зони *M. luci* може виживати і поширюватись повсюдно в умовах закритого ґрунту країни.

В цілому, ризик потрапляння на відповідну рослину-живитель та акліматизації для відкритого ґрунту оцінюється як:

- низький для північних регіонів України;
- помірний для південних регіонів країни;
- високий для південного узбережжя АР Крим.

Ризик потрапляння на відповідну рослину-живитель та акліматизації в умовах закритого ґрунту помірний для всієї України.

Разом з тим, з огляду на незначний рух товарів високих груп ризику з країн сучасного ареалу виду загальний ризик проникнення *M. luci*, потрапляння на відповідну рослину-живитель або середовище в Україні оцінюється як невисокий, що призвело до припинення аналізу фітосанітарного ризику на цьому етапі.

¹CORINE Land Cover <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>

ВИСНОВОК

Загальний ризик проникнення *M. luci*, потрапляння на відповідну рослину-живитель або середовище та акліматизації в Україні оцінюється як невисокий, тому не рекомендується включення виду до Національного переліку регульованих шкідливих організмів.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Сухомлін К., Коширець В., Зінченко М., Зінченко О., Білецький Ю. Сучасний стан популяції західного кукурудзяного жука на території Волинської області. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. Серія: Біологічні науки*. 2019. 3 (387), С. 72—80. DOI: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2019-387-72-80>

2. Ключковський Ю.Е., Вовкотруб О.М. Карантинні молі — шкідники пасльонових культур, контроль їх чисельності на Півдні України. *Карантин і захист рослин*. 2016. 6, С. 3—5.

3. Barham E., Sharrock S., Lane C., Baker R. The International Plant Sentinel Network: a tool for Regional and National Plant Protection Organizations. *EPPO Bulletin*. 2016. 46(1). С. 156—162.

4. EPPO Alert List. URL: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list (дата звернення: 29.07.2021).

5. Пилипенко Л.А. Аналіз фітосанітарного ризику небезпечного виду галових нематод *Meloidogyne enterlobii*. *Карантин і захист рослин*. 2011. 12. С. 1—7.

6. Пилипенко Л.А. Аналіз фітосанітарного ризику небезпечного виду галових нематод *Meloidogyne ethiopica*. Матеріали міжнародної конференції «Фитосанитарная безопасность и контроль сельскохозяйственной продукции» ВПРС МОББ, Черновці, 2013. *Информационный бюллетень ВПРС МОББ*. 2013. 44. С. 214—218.

7. Пилипенко Л.А. Експрес-аналіз фітосанітарного ризику від *Heterodera elachista*. *Захист і карантин рослин*. 2014. 60. С. 252—260.

8. Пилипенко Л.А. Експрес-аналіз фітосанітарного ризику від *Meloidogyne mali*. *Захист і карантин рослин*. 2016. 62. С. 188—200.

9. Geric Stare B., Strajnar P., Susič N., Urek G., Širca S. Reported populations of *Meloidogyne ethiopica* in Europe identified as *Meloidogyne luci*. *Plant disease*. 2017. 101(9), P. 1627—1632. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-17-0220-RE>

10. PM 5/3(5). 2011. Guidelines on pest risk analysis. Decision-support scheme for quarantine pests. Paris, EPPO.

11. Пилипенко Л.А., Кудіна Ж.Д., Мар'юшкіна В.Я., Устінова А.Ф., Сикало О.О., Філатова Н.К., Дем'янець Н.А., Ярошенко Л.М. Аналіз фітосанітарного ризику регульованих шкідливих організмів в Україні. Київ: Колобір, 2012. 56 с.

12. EPPO Reporting service (2016—2021). EPPO. URL: [http://archi ves.eppo.org/EPPO Reporting/Reporting_Archives.htm](http://archi ves.eppo.org/EPPO%20Reporting/Reporting_Archives.htm) (дата звернення: 26.04.2021).
13. Експорт-імпорт окремих видів товарів за країнами світу (2016—2019 рр.). Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.07.2021).
14. ISPM 2 (2007) Framework for pest risk analysis. Rome, IPPC, FAO.
15. ISPM 11 (2004) Pest risk analysis for quarantine pests including analysis of environmental risks and living modified organisms. Rome, IPPC, FAO.
16. ISPM 21 (2004) Pest risk analysis for regulated non-quarantine pests. Rome, IPPC, FAO.
17. PM 5/2(2). 2002. Pest risk analysis. Pest risk analysis on detection of a pest in an imported consignment. OEPP/EPPO, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 32: 235—239.
18. Kottek M., Grieser J., Beck C., Rudolf B., Rubel F. World Map of the Köpen–Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.* 2006. 15. P. 259—263.
19. Geric Stare B., Aydınli G., Devran Z., Mennan S., Strajnar P., Urek G., Širca S. Recognition of species belonging to *Meloidogyne ethiopica* group and development of a diagnostic method for its detection. *Eur J Plant Pathol.* 2019. 154: 621—33, <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01686-2>
20. Carneiro R.M., Correa V.R., Almeida M.R.A., Gomes A.C.M., Mohammad Deimi A., Castagnone-Sereno P., Karssen G. *Meloidogyne luci* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitising different crops in Brazil, Chile and Iran. *Nematology.* 2014. 16(3). P. 289—301. doi: <https://doi.org/10.1163/15685411-00002765>
21. Janssen T., Karssen G., Verhaeven M., Coyne D., Bert W. Mitochondrial coding genome analysis of tropical root-knot nematodes (*Meloidogyne*) supports haplotype based diagnostics and reveals evidence of recent reticulate evolution. *Sci Rep.* 2016. 6. P. 22591. <https://doi.org/10.1038/srep22591>.
22. Somavilla L., Gomes C.B., Carbonari J.J., Carneiro R.M.D.G. Survey and characterization of root-knot nematode species in kiwi in Rio Grande do Sul State, Brazil. *Tropical Plant Pathology.* 2011. 36(2). P. 89—94.
23. Belle C., Brum D., Groth M.Z., Barros D.R., Kaspary T.E., Schafer J.T., Gomes C.B. First report of *Meloidogyne luci* parasitizing *Glycine max* in Brasil. *Plant Disease.* 2016. 100(10): P. 2174. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-16-0624-PDN>
24. Machado A.C.Z., Dorigo O.F., Carneiro R.M.D.G., de Araujo Filho J.V. *Meloidogyne luci*, a new infecting nematode species on common bean fields at Paraná State, Brazil. *Helminthologia.* 2016. 53(2): 207—210.
25. Carneiro R.M.D.G., Almeida M.R.A., Cofciewicz E.T., Magunacelaya J.C., Aballay E. *Meloidogyne ethiopica*, a major root-knot nematode parasitising *Vitis vinifera* and other crops in Chile. *Nematology.* 2007. 9(5). P. 635—641.

26. Esbenshade P.R., Triantaphyllou A.C. Use of enzyme phenotypes for identification of *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology*. 1985. 17. P. 6—20.
27. Conceicao I.L., Tzortzakakis E.A., Gomes P., Abrantes I., da Cunha M.J. Detection of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica* in Greece. *European Journal of Plant Pathology*. 2012. 134, P. 451—457. DOI 10.1007/s10658-012-0027-0
28. Maleita C.M., Jose Simoes M., Egas C., Curtis R.H.C., Abrantes I.M.O. Biometrical, biochemical, and molecular diagnosis of Portuguese *Meloidogyne hispanica* isolates. *Plant Disease*. 2012. 96, P. 865—874.
29. Maleita C., Esteves I., Cardoso J.M.S., Cunha M.J., Carneiro R.M.D.G., Abrantes I. *Meloidogyne luci*, a new root-knot nematode parasitizing potato in Portugal. *Plant Pathology*. 2018. 67(2). P. 366—376. <https://doi.org/10.1111/ppa.12755>
30. Santos D., Correia A., Abrantes I., Maleita C. New hosts and records in Portugal for the root-knot nematode *Meloidogyne luci*. *Journal of Nematology*. 2019a. 51, e2019-03. DOI: 10.21307/jofnem-2019-003
31. Rusinque L., Nóbrega F., Cordeiro L., Serra C., Inácio M.L. First detection of *Meloidogyne luci* (Nematoda: Meloidogynidae) parasitizing potato in the Azores, Portugal. *Plants*. 2021. 10. P. 99. <https://doi.org/10.3390/plants10010099>
32. Susic N., Riccio C., Danchin E.G.J., Blaxter M.L., Lunt D.H., Strajnar P., Sirca S., Urek G. Genome sequence of the root-knot nematode *Meloidogyne luci*. *Journal of Nematology*. 2020. e2020-25, vol. 52. DOI: 10.21307/jofnem-2020-025
33. Aydinli G., Mennan S., Devran Z., Širca S., Urek G. First report of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica* on tomato and cucumber in Turkey. *Plant Disease*. 2013. 97(9). 1262 p.
34. Aydinli G., Mennan S. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) from greenhouses in the middle Black Sea region of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*. 2016. 40(5). P. 675—685.
35. Aydinli G. Detection of the root-knot nematode *Meloidogyne luci* (Carneiro *et al.*, 2014) (Tylenchida: Meloidogynidae) in vegetable fields of Samsun Province, Turkey. *Turkish Journal of Entomology*. 2018. 42(3). P. 229—237.
36. EPPO Alert List — *Meloidogyne ethiopica* and *Meloidogyne luci* root-knot nematodes. URL: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_nematodes/meloidogyne_ethiopica_luci (дата звернення: 29.07.2021).
37. Santos D., Martins da Silva P., Abrantes I., Maleita C. (2019b) Tomato Mi-1.2 gene confers resistance to *Meloidogyne luci* and *M. ethiopica*. *Eur J Plant Pathol*. doi.org/10.1007/s10658-019-01907-8
38. Geric Stare B., Strajnar B., Sirca S., Susic N., Urek G. Record of a new location for tropical root knot nematode *Meloidogyne luci* in Slovenia. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2018. 48(1): 135—7. DOI: 10.1111/epp.12443
39. Carneiro R.M.D.G., Almeida M.R.A., Martins I., Freitas, J., Pires A.Q., Tiganio M. Ocorrência de *Meloidogyne* spp. e fungos nematófagos em hortaliças no Distrito Federal Brasil. *Nematologia Brasileira*. 2008. 32. P. 135—141.

40. Carneiro R.M.D.G., Almeida M.R.A., Quénehervé P. Enzyme phenotypes of *Meloidogyne* spp. populations. *Nematology*. 2000. 2: 645—654.

41. Bellé C., Balardin R.R., Ramos R.F., Sobucki L., Gabriel M., Antoniolli Z.I. First report of *Meloidogyne luci* (Nematoda: Meloidogynidae) parasitizing *Luffa cylindrica* in Brazil. *Plant Disease*. 2019. 103(10): 2695-2696. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-19-0735-PDN>

42. Van Gundy, S. D. Van. (1985). Ecology of *Meloidogyne* spp. — emphasis on environmental factors affecting survival and pathogenicity. Pp. 177—182. in J.N. Sasser and C.C. Carter eds. An advance treatise on *Meloidogyne*. Vol. I, Biology and control. Raleigh, NC, USA: North Carolina State University Graphics.

43. Strajnar P., Širca S., Knapič M., Urek G. Effect of Slovenian climatic conditions on the development and survival of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica*. *Eur J Plant Pathol*. 2011. 129(1), 81—88.

Янсе Л.А.

Институт защиты растений НААН,
ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина
e-mail: liliya.janse@gmail.com

Анализ фитосанитарного риска опасного вида галловых нематод *Meloidogyne luci* для территории Украины

Цель. Провести анализ фитосанитарного риска (АФР) проникновения, акклиматизации, распространения и вредоносности галловой нематоды *Meloidogyne luci* для территории Украины. **Методы.** АФР проводили по соответствующим международным стандартам (ISPM 2, 11, 21; PM 5/2 (2)), а также методическим рекомендациям (Пилипенко и др., 2012). Прогноз соответствия условий для акклиматизации и распространения нематод проводили на основе климатических карт «the Köppen-Geiger climate classification» (Kottek et al., 2006). Использовали данные фитосанитарных служб стран ЕС (EPPO Reporting Service 2016—2021; EPPO Alert List 2021), Государственной службы статистики Украины (2016—2019), Государственной службы Украины по вопросам безопасности пищевых продуктов и защиты потребителей, собственных исследований в предыдущие годы и литературных источников. **Результаты.** Установлено, что в настоящее время зона распространения *M. luci* охватывает 6 стран Центральной и Южной Америки, 2 — Азии и 4 — Европы. Растениями-хозяевами *M. luci* могут быть более 36-ти сельскохозяйственных, цветочно-декоративных, лекарственных и других видов растений. Потенциальная опасность вида *M. luci* обусловлена высоким уровнем плодовитости самок, способностью к выживанию в неблагоприятных условиях, способностью к образованию вирулентных

популяций, которые могут преодолевать ген устойчивости *Mi-1* томатов. Определено как минимум три пути возможной интродукции *M. luci* в Украину, в том числе — вместе с растениеводческой продукцией из стран современного распространения *M. luci* (объем ее импорта в 2016—2019 годах вырос в 2,4 раза). Принимая во внимание тот факт, что подавляющее количество такой продукции импортируется из стран, где концентрация нематод в начале пути распространения является низкой, общий риск интродукции (проникновения) *M. luci* в Украину оценивается как невысокий. **Выводы.** Общий риск проникновения *M. luci*, попадания на соответствующее растение-хозяин или среду и акклиматизации в Украине оценивается как невысокий, поэтому не рекомендуется включение вида в Национальный перечень регулируемых вредных организмов.

фитосанитарный риск; *Meloidogyne luci*; растение-хозяин; распространение; акклиматизация; вредоносность

Janse L.

Institute of Plant Protection of NAAS,
33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine
e-mail: liliya.janse@gmail.com

Pest risk analysis of *Meloidogyne luci* for Ukraine

Goal. To analyze the phytosanitary risk of introduction, acclimatization, distribution and harmfulness of *Meloidogyne luci* for Ukraine. **Methods.** Pest risk analysis (PRA) was performed following the international standards ISPM 2, 11, 21; PM 5/2 (2) and the Ukrainian national protocol (Pylypenko et al., 2012). The conditions for acclimatization and further spread of nematodes were predicted using the Köppen-Geiger climate maps (Kottek et al. 2006). Data from EU national plant protection organizations and EPPO (EPPO Reporting Service 2016—2021; EPPO Alert List 2021), State Statistics Service of Ukraine (2016—2019), State Service of Ukraine for Food Safety and Consumer Protection, own research in previous years and literature sources were used for PRA. **Results.** The current distribution area of *M. luci* covers six countries in Central and South America, two in Asia and four in Europe, viz. Greece, Italy, Portugal and Slovenia. More than 36 species (agricultural, flower-ornamental, medicinal and others) can act as host plant of *M. luci*. The potential harmfulness of *M. luci* is based on 1) high level of fertility of females, 2) the ability to survive in adverse conditions and 3) the ability to overcome resistance in tomatoes which is based on the *Mi-1* resistance gene. At least three possible introduction pathways of *M. luci* to Ukraine have been identified via the import of infected plants or plant products from the countries within the current geographical distribution area of *M. luci*, that increased

from (2016—2019 some 2.4 times). **Conclusions.** Most of the imported plant products that could pose a risk for introduction of *M. luci* are coming from areas where it has been introduced recently, with low incidence and population densities. Therefore, the overall risk of introduction of *M. luci* into Ukraine is assessed as too low and it is recommended not to include *M. luci* in the Ukrainian national list of regulated pests.

phytosanitary risk; *Meloidogyne luci*; host plant; distribution; acclimatization; harmfulness

REFERENCES

1. Sukhomlin K., Koshyrets V., Zinchenko M., Zinchenko O., Biletskyi Yu. (2019). Suchasnyi stan populatsii zakhidnoho kukurudzianoho zhuka na terytorii Volynskoi oblasti. [The current state of the population of the western corn beetle in the Volyn region]. *Naukovyi visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu im. Lesi Ukrainky. Seriya: Biologichni nauky.* 3 (387), 72—80. DOI: DOI: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2019-387-72-80> (in Ukrainian).
2. Klechkovskyi Yu.E., Vovkotrub O.M. (2016). Karantynni moli — shkidnyky paslonovykh kultur, kontrol yikh chyselnosti na pivdni Ukrainy. [Quarantine moths — pests of nightshade crops, control of their numbers in the south of Ukraine]. *Karantyn i zakhyst roslyn.* 6, 3—5. (in Ukrainian).
3. Barham E., Sharrock S., Lane C., Baker R. (2016). The International Plant Sentinel Network: a tool for Regional and National Plant Protection Organizations. *EPPO Bulletin.* 46(1), 156—162.
4. EPPO Alert List. URL: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list (date of application: 29.07.2021).
5. Pylypenko L.A. (2011). Analiz fitosanitarnoho ryzyku nebezpechnoho vydu halovykh nematod *Meloidogyne enterlobii*. [Pest risk analysis for harmful root — knot nematodes *Meloidogyne enterlobii*]. *Karantyn i zakhyst roslyn.* 12, 1—7. (in Ukrainian).
6. Pylypenko L.A. (2013). Analiz fitosanitarnoho ryzyku nebezpechnoho vydu halovykh nematod *Meloidogyne ethiopica*. [Pest risk analysis for harmful root — knot nematodes *Meloidogyne ethiopica*]. *Materialy mezhdunarodnoy konferentsii «Fitosanitarnaya bezopasnost' i kontrol' sel'skokhozyaystvennoy produktsii» VPRS MOBB, Chernovtsy, 2013. — Informatsionnyy byuleten' VPRS MOBB.* 44, 214—218. (in Ukrainian).
7. Pylypenko L.A. (2014). Ekspres-analiz fitosanitarnoho ryzyku vid *Heterodera elachista*. [A quickscan pest risk analysis for the *Heterodera elachista*]. *Zakhyst i karantyn roslyn.* 60, 252—260. (in Ukrainian).
8. Pylypenko L.A. (2016). Ekspres-analiz fitosanitarnoho ryzyku vid *Meloidogyne mali*. [A quickscan pest risk analysis for the *Meloidogyne mali*]. *Zakhyst i karantyn roslyn.* 62, 188—200. (in Ukrainian).

9. Geric Stare B., Strajnar P., Susič N., Urek G., Širca S. (2017). Reported populations of *Meloidogyne ethiopica* in Europe identified as *Meloidogyne luci*. *Plant disease*. 101(9), 1627—1632. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-17-0220-RE>
10. PM 5/3(5). 2011. Guidelines on pest risk analysis. Decision-support scheme for quarantine pests. Paris, EPPO.
11. Pylypenko L.A., Kudina Zh.D., Mariushkina V.Ia., Ustinova A.F., Sykalo O.O., Filatova N.K., Demianets N.A., Yaroshenko L.M. (2012). Analiz fitosanitarnoho ryzyku rehulovanykh shkidlyvykh orhanizmiv v Ukraini. [Phytosanitary risk analysis of regulated pests in Ukraine]. Kyiv: Kolobih, 56 s. (in Ukrainian).
12. EPPO Reporting service (2016—2021). EPPO. URL: [http://archi-ves.eppo.org/EPPO Reporting/Reporting_Archives.htm](http://archi-ves.eppo.org/EPPO%20Reporting/Reporting_Archives.htm) (date of application: 26.04.2021).
13. Eksport-import okremykh vydiv tovariv za krainamy svitu (2016—2019 rr.). [Export-import of certain types of goods by countries of the world (2016—2019)]. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (date of application: 20.07.2021). (in Ukrainian).
14. ISPM 2 (2007). Framework for pest risk analysis. Rome, IPPC, FAO.
15. ISPM 11 (2004). Pest risk analysis for quarantine pests including analysis of environmental risks and living modified organisms. Rome, IPPC, FAO.
16. ISPM 21 (2004). Pest risk analysis for regulated non-quarantine pests. Rome, IPPC, FAO.
17. PM 5/2(2). 2002. Pest risk analysis. Pest risk analysis on detection of a pest in an imported consignment. OEPP/EPPO, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 32: 235—239
18. Kottek M., Grieser J., Beck C., Rudolf B., Rubel F. (2006). World Map of the Köppen–Geiger climate classification updated. *Meteorol. Z.* 15, 259—263.
19. Geric Stare B., Aydınli G., Devran Z., Mennan S., Strajnar P., Urek G., Širca S. (2019). Recognition of species belonging to *Meloidogyne ethiopica* group and development of a diagnostic method for its detection. *Eur J Plant Pathol*, 154: 621—633, <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01686-2>
20. Carneiro R.M., Correa V.R., Almeida M.R.A., Gomes A.C.M., Mohammad Deimi A., Castagnone-Sereno P., Karssen G. (2014). *Meloidogyne luci* n. sp. (Nematoda: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitising different crops in Brazil, Chile and Iran. *Nematology*, 16(3), 289–301. doi: <https://doi.org/10.1163/15685411-00002765>
21. Janssen T., Karssen G., Verhaeven M., Coyne D., Bert W. (2016). Mitochondrial coding genome analysis of tropical root-knot nematodes (*Meloidogyne*) supports haplotype based diagnostics and reveals evidence of recent reticulate evolution. *Sci Rep.* 6, 22591. <https://doi.org/10.1038/srep22591>
22. Somavilla L., Gomes C.B., Carbonari J.J., Carneiro R.M.D.G. (2011). Survey and characterization of root-knot nematode species in kiwi in Rio Grande do Sul State, Brazil. *Tropical Plant Pathology*. 36(2), 89—94.

23. Belle C., Brum D., Groth M.Z., Barros D.R., Kaspary T.E., Schafer J.T., Gomes C.B. (2016). First report of *Meloidogyne luci* parasitizing *Glycine max* in Brasil. *Plant Disease*. 100(10): 2174. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-16-0624-PDN>
24. Machado A.C.Z., Dorigo O.F., Carneiro R.M.D.G., de Araujo Filho J.V. (2016). *Meloidogyne luci*, a new infecting nematode species on common bean fields at Paraná State, Brazil. *Helminthologia*. 53(2): 207—210.
25. Carneiro R.M.D.G., Almeida M.R.A., Cofcewicz E.T., Magunacelaya J.C., Aballay E. (2007). *Meloidogyne ethiopica*, a major root-knot nematode parasitising *Vitis vinifera* and other crops in Chile. *Nematology*. 9(5), 635—641.
26. Esbenshade P.R., Triantaphyllou A.C. (1985). Use of enzyme phenotypes for identification of *Meloidogyne* species. *Journal of Nematology*. 17, 6—20.
27. Conceicao I.L., Tzortzakakis E.A., Gomes P., Abrantes I., da Cunha M.J. (2012). Detection of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica* in Greece. *European Journal of Plant Pathology* 134, 451—457. DOI 10.1007/s10658-012-0027-0
28. Maleita C.M., Jose Simoes M., Egas C., Curtis R.H.C., Abrantes I.M.O. (2012). Biometrical, biochemical, and molecular diagnosis of Portuguese *Meloidogyne hispanica* isolates. *Plant Disease*. 96, 865—874.
29. Maleita C., Esteves I., Cardoso J.M.S., Cunha M.J., Carneiro R.M.D.G., Abrantes I. (2018). *Meloidogyne luci*, a new root-knot nematode parasitizing potato in Portugal. *Plant Pathology*. 67(2), 366—376. <https://doi.org/10.1111/ppa.12755>
30. Santos D., Correia A., Abrantes I., Maleita C. (2019a). New hosts and records in Portugal for the root-knot nematode *Meloidogyne luci*. *Journal of Nematology* 51, e2019-03. DOI: 10.21307/jofnem-2019-003
31. Rusinque L., Nóbrega F., Cordeiro L., Serra C., Inácio M.L. (2021). First detection of *Meloidogyne luci* (Nematoda: Meloidogynidae) parasitizing potato in the Azores, Portugal. *Plants*. 10, 99. <https://doi.org/10.3390/plants10010099>
32. Susic N., Riccio C., Danchin E.G.J., Blaxter M.L., Lunt D.H., Strajnar P., Sirca S., Urek G. (2020). Genome sequence of the root-knot nematode *Meloidogyne luci*. *Journal of Nematology*. e2020-25, vol. 52. DOI: 10.21307/jofnem-2020-025
33. Aydinli G., Mennan S., Devran Z., Širca S., Urek G. (2013). First report of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica* on tomato and cucumber in Turkey. *Plant Disease*, 97(9), 1262.
34. Aydinli G., Mennan S. (2016). Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) from greenhouses in the middle Black Sea region of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 40(5), 675—685.
35. Aydinli G. (2018). Detection of the root-knot nematode *Meloidogyne luci* (Carneiro et al., 2014) (Tylenchida: Meloidogynidae) in vegetable fields of Samsun Province, Turkey. *Turkish Journal of Entomology*. 42(3), 229—237.

36. EPPO Alert List — *Meloidogyne ethiopica* and *Meloidogyne luci* root-knot nematodes. URL: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_nematodes/meloidogyne_ethiopica_luci (date of application: 29.07.2021).
37. Santos D., Martins da Silva P., Abrantes I., Maleita C. (2019b). Tomato Mi-1.2 gene confers resistance to *Meloidogyne luci* and *M. ethiopica*. *Eur J Plant Pathol.* doi.org/10.1007/s10658-019-01907-8.
38. Geric Stare B., Strajnar B., Širca S., Susic N., Urek G. (2018). Record of a new location for tropical root knot nematode *Meloidogyne luci* in Slovenia. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 48(1): 135-7. DOI: 10.1111/epp.12443
39. Carneiro R.M.D.G., Almeida M.R.A., Martins I., Freitas, J., Pires A.Q., Tiganio M. (2008). Ocorrência de *Meloidogyne* spp. e fungos nematófagos em hortaliças no Distrito Federal Brasil. *Nematologia Brasileira*. 32, 135—141.
40. Carneiro R.M.D.G., Almeida M.R.A., Quénéhervé P. (2000). Enzyme phenotypes of *Meloidogyne* spp. populations. *Nematology*, 2: 645—654.
41. Bellé C., Balardin R.R., Ramos R.F., Sobucki L., Gabriel M., Antonioli Z.I. (2019). First report of *Meloidogyne luci* (Nematoda: Meloidogynidae) parasitizing *Luffa cylindrica* in Brazil. *Plant Disease* 103(10): 2695-2696. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-19-0735-PDN>
42. Van Gundy, S.D. Van. (1985). Ecology of *Meloidogyne* spp. — emphasis on environmental factors affecting survival and pathogenicity. Pp. 177—182. in J.N. Sasser and C.C. Carter eds. An advance treatise on *Meloidogyne*. Vol. I, Biology and control. Raleigh, NC, USA: North Carolina State University Graphics.
43. Strajnar P., Širca S., Knapič M., Urek G. (2011). Effect of Slovenian climatic conditions on the development and survival of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica*. *Eur J Plant Pathol.* 129(1), 81—88.

Надійшла 17.08.2021 р.

¹V. FEDORENKO, doctor of Biological Sciences

²S. HORNOVSKA, assistant

¹A. FEDORENKO, candidates of Agricultural Sciences

¹Institute of Plant Protection of NAAS,

33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine,

²Department of Technologies in Plant Growing and Plant Protection,

Bila Tserkva National Agrarian University, pl. Soborna, 8/1,

Bila Tserkva, Kyiv region, 09117, Ukraine

e-mail: ¹tana57-2009@ukr.net

DISTRIBUTION AND HARMFULNESS OF *MORDELLISTENA PARVULIFORMIS* BEETLE IN THE LEFT BANK STEPPE OF UKRAINE

Harmfulness and spread of a new dangerous pest of Mordellistena parvuliformis Stshegol.-Bar, 1930 have been recorded in the north-east of Ukraine. The results of researches of the reasons of occurrence, harmfulness and distribution of this dangerous pest of sunflower are generalized.

It was found that the larvae of the sunflower *Mordellistena parvuliformis* from the diapause occur from the end of the third decade of April after feeding on dead stem tissue. Depending on the time of hatching, the presence of pupae is observed until the end of May. From the third decade of May, you can see the flight of adults and after a short additional feeding on flowering vegetation — the beginning of mating. Adult flight lasts a little more than 1.5 months — until the second decade of July. Embryonic development lasts about two weeks. The last eggs laid were observed in early August. From the second decade of June there was a revival of larvae, which are in an active state inside the stems until mid-September until the end of feeding and transition to a state of rest for further wintering. Thus, the development of one complete generation of toadstools per year is established.

***Mordellistena parvuliformis*; sunflower; harmfulness;
plants; imago**

Sunflower is one of the most popular crops in Ukraine. Pests are one of the most serious causes of crop failure. About 60 species of phytophagous, most of which are polyphagous insects, pose a danger to sunflower crops in Ukraine.

In the entomofauna of sunflower agrocenoses in the steppe of Ukraine at present the most common pests should be identified: *Mordellistena parvu-*

lififormis Stscheg.-Bar., *Loxostege sticticalis* L., *Tanymecus palliates* F., *Lethrus apterus* Laxm., *Opatrum sabulosum* L.

Among sunflower pests, the *Mordellistena parvuliformis* Stschegol.-Bar, 1930 is currently the most important.

This insect was first described in 1930 by T.I. Shchegolev-Borovska and, although V.N. Shchegolev and others in 1934 mention it as one that occurs on sunflower, it has practically not harmed this culture and in the entomological literature since 1930, there is a mention of the southern sunflower thistle as a species and not as a malicious pest [4, 10].

Materials and methods. The researches were conducted in 2012—2019 on the private farms and research areas in the educational — scientific — production complex «Kolos».

The research was conducted in the laboratories of the Department of Entomology. Professor M.P. Dyadechko of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Partial research was conducted at the Department of Plant Breeding and Protection of Luhansk National Agrarian University.

In field experiments based on industrial crops of sunflower, the appearance of migrating beetles on crop plants, the beginning and duration of egg laying, the revival of the *Mordellistena parvuliformis* Stscheg.-Bar.

The land-use territory of the farms is situated in Lysychansk-Lugansk region with the following climate conditions.

Black soil is usually low-humid, slightly eroded, hard-loamy, on loess. It has favourable physical and chemical properties for sunflower growing and it is typical of soil difference of black earth in Lugansk region.

Determined the degree of damage to plants, the number of preimaginal stages of thorns (eggs, larvae), inspecting and dissecting the stems with a knife and counting the detection of insects.

Results and discussion. According to V.K. Odnosum the *Mordellistena parvuliformis* Stscheg.-Bar. inhabits the south-eastern regions of Ukraine.

Since 2004, reports of sunflower damage by an unknown pest have been received from various parts of the southern and eastern regions of Ukraine.

In 2006, during expeditionary research on large areas of sunflower in many southern regions of Ukraine, researchers of the Institute of Plant Protection V.P. Fedorenko and A.V. Fedorenko the larvae of the sunflower tumbling beetle (*Mordellistena parvuliformis* Stscheg.-Bar.), which inhabited their stems, were found en masse. After detecting the larva in 2006 and removing an adult insect from it in 2007, it was identified by a researcher at the Institute of Zoology of NASU V.K. Odnosum as a *Mordellistena parvuliformis*.

This appearance of *Mordellistena parvuliformis* is quite natural, because since 2003, the sown area under sunflower in Ukraine has almost doubled, which was the main reason for the sharp increase in the number of this pest,

whose aggressiveness in such conditions has increased to a critical limit [2, 5—8, 9, 16—19].

About 2600 species of the family Mordellidae have been described so far. The fauna of humpback beetles in some regions of Eurasia, North and Central America, Central and South Africa, Southeast Asia, and Australia is relatively well studied. Along with this, large areas remain «white spots» in the study of the family [1, 3, 11, 12—15].

During our observations during 2012—2019, it was found that the larvae pupate in early May by pre-gnawing the passages in the stem environmental humidity. Established atypical behavior for pupae — a high degree of their mobility in the stems. With the help of a pair of urogomphalic growths and lateral motor corns with pronounced hetotaxia, they achieve a reliable inoculation of the body with the walls of the course, which allows the pupa with abrupt translational movements to move quickly in the plant cavity back and forth. The high degree of activity provides an optimally favorable location (especially in hollow and thin stems) when choosing temperature conditions.

The earliest emergence of *Mordellistena parvuliformis* was observed from last year's dry remains of plants growing in the southern exposures of open areas, and are observed from mid-late April for the steppe and early May for the forest-steppe zone of Ukraine.

Thus, the release of imago from the wintering grounds was observed on 21.05 in 2012, 26.05 in 2013 and 23.05 in 2014, 20.05 in 2015, 22.05 in 2016, 24.05 in 2017, 27.05 in 2018, 20.05. in 2019.

Thus, *Mordellistena parvuliformis* appear mainly in late spring — early summer, and are concentrated in wintering grounds. The the beginning of flowering of their main fodder plants begins mass summer, which lasts from late July and lasts until early August.

The exit of the pest from wintering grounds ended in 2013 and 2014 at the beginning of the third decade of June, and in 2012 at the end of the third decade of June. The lifespan of beetles was quite short and lasted up to — 2 months. The first, usually dying females (Table 1).

In 2012—2019, it was noted that from mid-April to early May, the larvae hatch at the end of their gnawed and slightly expanded course.

It was found that depending on the humidity and ambient temperature, the pupa stage lasted 12—14 days.

Examining sunflower stalks, it was found that the pupae of the *Mordellistena parvuliformis* are quite mobile. After cutting the sunflower stalks, it was noted that the larvae in this phase of development with the help of special shoots and lateral mobile calluses had a strong grip of the body with the walls of the course, which allowed it to move abruptly, translationally quickly in the stem cavity provide optimal conditions for development.

The beetles hatch from last year's dry plant remains on the southern slopes of the hills from the second decade of May.

1. Biology of the *Mordellistena parvuliformis* in the research areas in the educational — scientific — production complex «Kolos» (2012—2019)

Phases of pest development	2012			2013			2014			2015 p.			2016			2017			2018			2019		
	beginning	the end	SET	beginning	the end	SET	beginning	the end	SET	beginning	the end	SET	beginning	the end	SET	beginning	the end	SET	beginning	the end	SET	beginning	the end	SET
Revival of larvae	16.06	05.09	137	21.06	11.09	134	18.06	09.09	125	16.06	04.09	122	13.06	08.09	133	15.06	06.09	127	17.06	09.09	122	12.06	04.09	120
Laying eggs	09.06	04.08	115	07.06	05.08	90	07.06	05.08	101	08.06	02.08	96	05.06	04.08	100	07.06	09.08	100	10.06	06.08	86	05.06	02.08	98
Exit from wintering grounds	21.05	28.06	53	23.05	21.06	52	23.05	21.06	57	20.05	25.06	51	22.05	26.06	49	24.05	22.06	59	27.05	28.06	46	20.05	25.06	60

New beetles, after their release, at first slowly, and later, during the mass flowering of the main fodder crops, inhabited them more intensively.

The exit of the pest from wintering grounds ended in 2013 and 2014 at the beginning of the third decade of June, and in 2012 at the end of the third decade of June.

After additional feeding and mating, females began to lay eggs under the epidermis of sunflower stalks, often in the axils of the leaves.

As can be seen from Table 1 in 2012, starting from 09.06 to 04.08, the laying of eggs by female toadstools was observed; in 2013, the first egg-laying was marked on 14.06 and ended on 08.08; in 2014, from 07.06 to 05.08, eggs were laid.

After 10–14 days, small (not more than 1 mm) pale yellow larvae are revived, which immediately penetrate into the middle of the stem. Having penetrated into the core, they make numerous elongated, narrow, tortuous passages, filling them with grayish-white wormholes.

Intensively feeding on the tissues of the stem, the larvae gradually inhabit most of it and can even penetrate below the root collar into the underground organs. In some years, under favorable weather conditions for the migration of beetles and egg laying, the number of larvae can increase to several dozen per plant.

Examination of control plants after 14 days in the inner parenchymal tissue revealed the revival of small (no more than 0.1–0.2 mm) larvae of the first age.

The *Mordellistena parvuliformis* were found during surveys of research sites and farms. Thus, in the surveyed area of educational — scientific — production complex «Kolos» was found damage to each stem of sunflower.

The larvae fed on the inner contents of sunflower stalks and gnawed galleries while moving downward to the root (Fig. 1).



Fig. 1. Galleries gnawed by the larva of the Mordellistena parvuliformis (original photo, 20.09.2019)

All galleries gnaw towards the root. Already in the fall inside the lower part of the stem, root collar and main root of the larvae eat the entire core.

Sunflower stalks damaged by the larva sunflower tumbling beetle are broken by the wind. Yields are significantly reduced (Fig. 2).



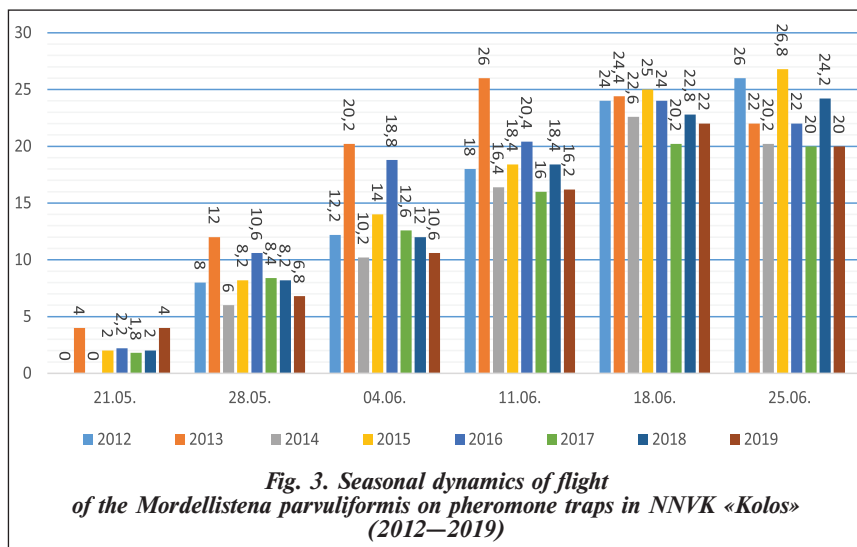
Fig. 2. Damaged sunflower stalks by larve *Mordellistena parvuliformis* and broken by the wind (original photo, 15.09.2019)

Given the almost identical temperature conditions of hatching and the release of beetles was observed for eight years (2012—2019) in the same period.

During 2012—2019 the study of the phenology of the imaginal stage of the *Mordellistena parvuliformis* on sunflower crops was based on studied the stages of seasonal dynamics of flight of beetles (beginning of flight, mass flight, flight completion). Table 2 shows the data of the study of seasonal dynamics of flight phenology of *Mordellistena parvuliformis* in 2012—2019 and shows the average number of adults detected by the pheromone trap,

2. Seasonal dynamics of the flight of the *Mordellistena parvuliformis* on pheromone traps in educational — scientific — production complex «Kolos» (2012—2019)

Date	The average number of adults detected by pheromone traps, sp./ trap							
	Years							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
21.05.	0,0	4,0	0,0	2,0	2,2	1,8	2,0	4,0
28.05.	8,0	12,0	6,0	8,2	10,6	8,4	8,2	6,8
04.06.	12,2	20,2	10,2	14,0	18,8	12,6	12,0	10,6
11.06.	18,0	26,0	16,4	18,4	20,4	16,0	18,4	16,2
18.06.	24,0	24,4	22,6	25,0	24,0	20,2	22,8	22,0
25.06.	26,0	22,0	20,2	26,8	22,0	20,0	24,2	20,0



which allowed to summarize the results and supplement the database to predict the occurrence and harmfulness of this pest (Fig. 3).

From the phenogram of the *Mordellistena parvuliformis* (Table 3) in the Left Bank Steppe of Ukraine (2012—2019) we found that usually, the awakening of larvae after overwintering, should be expected from the end of the third decade of April, after which they feed for some time dead tissue stems, completing additional nutrition and pupate. Depending on the time of hatching, the presence of pupae is observed until the end of May.

The *Mordellistena parvuliformis* is especially dangerous when the number of larvae is over 15 per stem. With such density of its population the

3. Perennial phenogram of the development of the *Mordellistena parvuliformis* in the Left Bank Steppe of Ukraine (2012—2019)

IV			V			VI			VII			VIII			IX		
(-)	(-)	-	-	-													
			0	0	0												
					+	+	+	+	+								
						•	•	•	•	•	•						
							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(-)

Symbols: • — egg; — larva; 0 — pupa; + — imago;

crop capacity is substantially reduced. The yield of the damaged plants is lower, there are a lot of plants with weak cores, blind-seed disease is observed. Moreover, the stems with destroyed cores cannot stand the gusts of wind, in August-September they often break because of the head mass what prevents mechanical harvesting.

Our field researches show that this phytophag is extended almost in all the regions of sunflower cultivation — in Mykolayiv, Kherson, Zaporizhzhya, Dnipropetrovsk, Donetsk, Lugansk regions and in the north of the Crimea. But the zones of its most cultivation are considered to be the South-East Steppe Lugansk, Donetsk and Zaporizhzhya regions. While researching the lands and private farms the larvae of a sunflower tumbling beetle were found. So, on the researched land of Kolos complex of Lugansk National Agrarian University each stem of a sunflower was found to be damaged.

CONCLUSION

Long-term studies (2012—2019) are likely to suggest that from the third decade of May, and in more southern areas in early May, a mass flight of adults is expected after a short additional feeding on flowering vegetation — mating begins. Adult flight lasts about 1.5 months — until the second decade of July. Embryonic development lasts about two weeks. The last eggs laid were observed in early August. From the second decade of June there was a revival of larvae, which until mid-September were observed in an active state inside the stems until the end of feeding and transition to dormancy for further wintering. Thus it is established that the development of one complete generation of toadstools occurs in one year. The obtained research results for the first time provide an opportunity to build a realistic forecast for planning and conducting effective protective measures.

REFERENCES

1. Lytvyn O.P., Fedorenko A.V., Fedorenko V.P. (2012). Nebezpechnyi shkidnyk soniashnyka — pivdenna soniashnykova shyponoska. [Dangerous pest of sunflower — southern sunflower thorn]. *Ahronom.* № 4. November. S. 84. (in Ukrainian).
2. Lebid Ye.M., Andrusenko I.I., Pabat I.A. (1992). Sivozminy pry intensyvnomu zemlerobstvi. [Crop rotation in intensive agriculture]. Kyiv: Urozhai, 224 s. (in Ukrainian).
3. *Odnosum* V.K. (2010). Fauna Ukrainy. T. 19 Zhestkokrylye. Vyp. 9. Zhuiki-gorbatki (Coleoptera, Mordellidae). [Fauna of Ukraine. T. 19. Coleoptera. Issue 9. Humpback beetles (Coleoptera, Mordellidae)]. Kiev: Naukova dumka, 264 s. (in Russian).
4. Fedorenko V.P., Pokozii Y.T., Krut M.V. (Fedorenko V.P. Ed.) (2013). *Ento-*

molohiia: Pidruchnyk. [Entomology: Textbook]. Kyiv: Feniks, Kolobih. 344 s.; il. 48 s. (in Ukrainian).

5. Fedorenko V.P., Sekun N.P., Demianiuk N.M. (2009). Yuzhnaia podsolnechnykovaia shyponoska v Ukrainy. [Southern sunflower spikelet in Ukraine]. *Zashchyta y karantyn rastenyi*, №8. 28 s. (in Russian).

6. Fedorenko V.P. (2014). Perspektyvy entomolohichnykh doslidzhen v Ukraini. [Prospects ntomological research in Ukraine]. *Zakhyst i karantyn roslyn*. №. 60. S. 415—425. (in Ukrainian).

7. Fedorenko V., Retman S., Shevchuk O. et al. (2006). Soniashnyk: shkidnyky y khvoroby. [Sunflower: pests and diseases]. *Propozytsiia*. № 6. S. 96—97. (in Ukrainian).

8. Fedorenko V.P. (2011). Shcho nam obitsiaie poteplinnia. [What warming promises us]. *Karantyn i zakhyst roslyn*. № 1. S. 3—5. (in Ukrainian).

9. Shchegoleva-Borovskaya T.I. (1927). O trekh novykh palearkticheskikh vidakh iz sem. Mordellidae (Coleoptera). [About three new Palaearctic species from this. Mordellidae (Coleoptera)]. *Ezhegod. Zool. muzeya AN SSSR*. Vyp. 2. S. 158—161. (in Russian).

10. Apfelbec V. (1914). Revision der pal. Mordella — Arten aus der aculeate-gruppe. *Ann. Natal. Mus. Hung.* 12. P. 605—622.

11. Borowiec L. (1996). Mordellidae, Miastkowate (Insecta: Coleoptera), Fauna Polski. *Fauna Poloniae*. Warszawa. 18. 191 s.

12. Horak J. (2006). Three new Oriental species from tribe Stenaliini (Coleoptera: Mordellidae). *Ibid. Tax. Ser.* 2, N 1/2. P. 69—76.

13. Horak J. (2007). First records of genera Tomoxiada Ermisch and Paratomoxiada Ermisch (Coleoptera: Mordellidae). *Ibid. Tax. Ser.* 3, N 1—2. P. 51—58.

14. Kubisz D. (2003). A new fossil species from the genus Falsomordellisrena Ermisch, 1941 (Coleoptera, Mordellidae) with description of a new subgenus. *Acta zool. cracoviensia* (suppl. Fossil Insects). 46. P. 185—188.

15. Kuhlmann U., Wiard A., Burgt C.M. (1998). Possibilities for biological control of the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte, in Central Europe. *Biocontrol News and Information*. Vol. 19. № 2. P. 59—68.

16. Liu M., Lu W., Ren D. (2007). A new fossil mordellid (Coleoptera, Tenebrionoidea: Mordellidae) from the Yaxian Formation of Western Liaoning Province, China. *Zootaxa. Magnolia Press*, P. 49—56.

17. Hiyake S. (1994). Notes on insect fauna of the Okusawa-Suigenchi area, Otaru, central Hokkaido, Japan. Mordellidae and Scaptiidae (Coleoptera, Heteromera). *Bull. Otaru Mus.* 8, N 2. P. 15—17.

18. Shiyake S. (1995). A taxonomic study on the genus Tolidopalpus, with description of new species (Coleoptera: Mordellidae). *Ibid.* N 49. P. 11—18.

¹Федоренко В.П., ²Горновська С.В., ¹Федоренко А.В.

¹Інститут захисту рослин НААН,
вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна,

²Білоцерківський національний аграрний університет,
Соборна площа 8/1, Біла Церква, Київська обл., 09117, Україна
e-mail: ¹tana57-2009@ukr.net

Поширення та шкідливість південної соняшникової шипоноски (*Mordellistena parvuliformis*) у Лівобережному Степу України

Шкідливість і поширення нового небезпечного шкідника Mordellistena parvuliformis Stshegol.-Bar, 1930 зафіксовано на північному сході України. Узагальнено результати досліджень причин появи, шкідливості та поширення південної соняшникової шипоноски.

Встановлено, що личинки шипоноски з діапаузи виходять з кінця третьої декади квітня після живлення відмерлими тканинами стебла. Залежно від часу виходу спостерігається наявність лялечок до кінця травня. З третьої декади травня відбувається виліт дорослих особин і після нетривалого живлення квітучою рослинністю розпочинається спарювання. Політ дорослої особини триває трохи більше 45-ти діб, до другої декади липня. Ембріональний розвиток триває близько двох тижнів. Останнє відкладання яєць спостерігали на початку серпня. З другої декади червня відбулося відродження личинок, які перебувають у активному стані всередині стебел до середини вересня — до закінчення живлення та переходу в стан спокою для подальшої зимівлі. Таким чином, відбувається розвиток одного повного покоління шкідника впродовж року.

**південна соняшникова шипоноска; соняшник; шкідливість; рослини;
імаго**

¹Федоренко В.П., ²Горновская С.В., ¹Федоренко А.В.

¹Институт защиты растений НААН,
ул. Васильковская, 33, г. Киев, 03022, Украина,

²Белоцерковский национальный аграрный университет,
Соборная площадь 8/1, Белая Церковь, Киевская обл., 09117, Украина
e-mail: ¹tana57-2009@ukr.net

Распространение и вредоносность южной подсолнечниковой шипоноски (*Mordellistena parvuliformis*) в Левобережной Степи Украины

Вред и распространение нового опасного вредителя Mordellistena parvuliformis Stshegol.-Bar, 1930 зафиксированы на северо-востоке Укра-

ины. Обобщены результаты исследований причин возникновения, вредоносности и распространения южной подсолнечниковой шипоноски.

Установлено, что личинки шипоноски из диапаузы выходят с конца третьей декады апреля после питания мертвой тканью стебля. В зависимости от времени вылупления наблюдается наличие куколок до конца мая. С третьей декады мая можно наблюдать вылет взрослых особей и после непродолжительной подкормки цветущей растительностью — начало спаривания. Полет взрослой особи длится не более 45-ти суток, до второй декады июля. Эмбриональное развитие длится около двух недель. Последние отложенные яйца наблюдали в начале августа. Со второй декады июня произошло возрождение личинок, которые находятся в активном состоянии внутри стеблей до середины сентября — до окончания питания и перехода в состояние покоя для зимовки. Таким образом, развитие одного полного поколения вредителя происходит в течение года.

южная подсолнечниковая шипоноски; подсолнечник; вредоносность; растения; имаго

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Литвин О.П., Федоренко А.В., Федоренко В.П. Небезпечний шкідник соняшника — південна соняшникова шипоноски. *Агроном*. 2012. № 4, листопад. С. 84.
2. Лебідь Є.М., Андрусенко І.І., Пабат І.А. Сівозміни при інтенсивному землеробстві. Київ: Урожай, 1992. 224 с.
3. Односум В.К. Фауна України. Т. 19 Жесткокрылые. Вып. 9. Жуки-горбатки (Coleoptera, Mordellidae). Киев: Наукова думка, 2010. 264 с.
4. Федоренко В.П., Покозій Й.Т., Круть М.В. Ентомологія: Підручник ; за ред. В.П. Федоренка. Київ: Фенікс, Колобів, 2013. 344 с.; іл. 48 с.
5. Федоренко В.П., Секун Н.П., Демянюк Н.М. Южная подсолнечниковая шипоноски в Украине. *Защита и карантин растений*, 2009. № 8. 28 с.
6. Федоренко В.П. Перспективи ентомологічних досліджень в Україні. *Захист і карантин рослин*. 2014. № 60. С. 415—425.
7. Федоренко В., Ретьман С., Шевчук О. та ін. Соняшник: шкідники й хвороби. Пропозиція. 2006. № 6. С. 96—97.
8. Федоренко В.П. Що нам обіцяє потепління. *Карантин і захист рослин*. 2011. № 1. С. 3—5.
9. Щеголева-Боровская Т.И. О трёх новых палеарктических видах из сем. Mordellidae (Coleoptera). *Ежегод. Зоол. музея АН СССР*. 1927. Вып. 2. С. 158—161.
10. Apfelbec V. Revision der pal. Mordella — Arten aus der aculeate-gruppe. *Ann. Natal. Mus. Hung.* 1914. 12. P. 605 — 622.

11. Borowiec L. Mordellidae, Miastkowate (Insecta: Coleoptera), Fauna Polski. *Fauna Poloniae*. Warszawa. 18. 1996. 191 s.
12. Horak J. Three new Oriental species from tribe Stenaliini (Coleoptera: Mordellidae). *Ibid.* 2006. Tax. Ser. 2, N 1/2. P. 69—76.
13. Horak J. First records of genera Tomoxiada Ermisch and Paratomoxioda Ermisch (Coleoptera: Mordellidae). *Ibid.* 2007. Tax. Ser. 3, N 1—2. P. 51—58.
14. Kubisz D. A new fossil species from the genus Falsomordellisrena Ermisch, 1941 (Coleoptera, Mordellidae) with description of a new subgenus. *Acta zool. cracoviensia* (suppl. Fossil Insects). 2003. 46. P. 185—188.
15. Kuhlmann U., Wiard A., Burgt C.M. Possibilities for biological control of the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte, in Central Europe. *Biocontrol News and Information*. 1998. Vol. 19. № 2. P. 59—68.
16. Liu M., Lu W., Ren D. A new fossil mordellid (Coleoptera, Tenebrionoidea: Mordellidae) from the Yaxian Formation of Western Liaoning Province, China. *Zootaxa. Magnolia Press*, 2007. P. 49—56.
17. Hiyake S. Notes on insect fauna of the Okusawa-Suigenchi area, Otaru, central Hokkaido, Japan. Mordellidae and Scaptiidae (Coleoptera, Heteromera). *Bull. Otaru Mus.* 1994. 8, N 2. P. 15—17.
18. Shiyake S. A taxonomic study on the genus *Tolidopalpus*, with description of new species (Coleoptera: Mordellidae). *Ibid.* 1995. N 49. P. 11—18.

Надійшла 17.08.2021

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРІВ

Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Захист і карантин рослин» приймає до друку оригінальні статті за матеріалами наукових досліджень щодо захисту рослин від шкідників, хвороб та бур'янів.

Звертаємо Вашу увагу на те, що опубліковані статті знаходяться у відкритому доступі.

Для авторів публікація статті безкоштовна.

Фінансує видання — Інститут захисту рослин НААН.

ВИМОГИ ДО ПОДАННЯ СТАТТІ

Статтю подавати в редакцію разом супровідними документами:

- **Лист-направлення** (супровідний лист) від установи, в якій виконувалась робота, підписаний керівником організації. У ньому має бути висновок про можливість опублікування даної роботи у відкритій пресі;
- **Ліцензійний договір** про передачу авторських прав журналу подає кожен зі співавторів. Договір набуває чинності лише після прийняття статті до публікації. **Без договорів рукописи не розглядаються.** Договір скачати за посиланням: <http://zkr.ipp.gov.ua/index.php/journal/for-authors>;
- **Інформація про авторів:** прізвище, ім'я, по батькові (повністю) кожного автора, посади, наукові ступені та звання, місце роботи та поштова адреса організації для всіх авторів українською, російською та англійською мовами, e-mail, код ORCID ID кожного автора. Якщо автор не зареєстрований в ORCID, потрібно створити обліковий запис за посиланням <http://orcid.org>. **Слід позначити автора для листування, вказавши його контактний (службовий та мобільний) телефон.**

Супровідні документи надсилати на поштову (оригінали) або електронну адресу (сканована копія) редакції журналу.

Рукописи рецензуються й рекомендуються до друку редакційною колегією. При спілкуванні з рецензентом у супровідному листі слід детально відповісти на зауваження рецензента, а в електронному варіанті статті кольором позначити виправлення.

Редакція зберігає за собою право вводити в текст зміни й скорочення з обов'язковим узгодженням з автором.

Статті, що не відповідають вимогам до подання та структури рукопису, редакція не приймає.

ВИМОГИ ДО РУКОПISY

Рукопис подавати в 2-х примірниках разом із електронною версією (флешка або на електронну адресу karantun.z.r.2017@gmail.com). Обсяг статті не повинен перевищувати 10 сторінок машинописного тексту формату А4 (включаючи ілюстративний матеріал і бібліографічний список). Поля: справа — 1 см, зліва — 2,5 см, зверху й знизу — 2 см. Друкувати через 1,5 інтервалу, кегль шрифту — 12. Бажана гарнітура — Times. У рукописі абзаци ставити, використовуючи тільки клавішу «Enter». У тексті, у т. ч. в списку літератури, для нумерації не застосовувати автоматичну нумерацію у Word.

Для того, щоб прізвище та ініціали, позначення сторінки С. або с. і число, № та число залишалися в одному рядку і не розривалися, користуйтеся комбінацією Shift+Ctrl+Space (нерозривний пробіл).

Рекомендується така структура рукопису:

- ☒ **УДК.**
- ☒ **Ініціали**, прізвище, вчений ступінь або посада без скорочення (якщо відсутній вчений ступінь) автора(ів).
- ☒ **Повна офіційна назва** та поштова адреса установ, де працюють автори.
- ☒ **Електронна адреса** кожного автора.
- ☒ **Назва статті** (набрана з великої малими літерами).
- ☒ **Реферат** (мета, методи, результати та обговорення, висновки) **обсягом 1800—2000 знаків з пробілами.**
- ☒ **Ключові слова** (з червоного рядка, з маленької літери, через крапку з комою).
- ☒ **Текст статті** (постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор; виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття, формулювання цілей статті (постановка завдання); виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням одержаних наукових результатів та їх обговорення; висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у цьому напрямі; зазначення джерел фінансування робіт.

Латинські назви біологічних об'єктів (шкідники, віруси, рослини тощо) слід виділяти курсивом. Всі таксони (назви біологічних об'єктів) від роду до підвиду наводити курсивом. Назви вище родового (від підтриби до класу) друкувати прямим шрифтом.

Правильно

- *Carabus (Tomocaraus) marginalis* Fabricius, 1974, ... триба Carabini, підродина Carabinae, родина Carabidae, ... ряд Coleoptera, клас Insecta

Неправильно

- *Carabus (Tomocaraus) marginalis* Fabricius, 1974, триба Carabini, підродина Carabinae, родина Carabidae, ряд Coleoptera, клас Insecta

Якщо в статті вказується назва пестициду, то після назви слід обов'язково зазначити його препаративну форму, а в дужках (за першого згадування) діючу(і) речовину(и) та концентрацію(ї).

Урожайність вказувати в т/га.

Посилання на літературу робити в квадратних дужках і нумерувати по порядку згадування у тексті.

- ☑ **Література.** Список посилань формувати по порядку згадування джерел у тексті. Наводити лише ті роботи, які згадуються у статті. Бажано цитувати джерела, що опубліковані протягом останніх 10-ти років (якщо це не регламентується умовами представленої роботи), з них не менше 4-х — за останні 5 років. **Слід уникати посилань** на автореферати дисертацій, монографії, матеріали з'їздів і конференцій, службові матеріали (ДСТУ), статті рекламні, статті без методики досліджень і посилань на цитовані джерела. Якщо стаття має цифровий індикатор DOI (digital object identifier), його слід вказати. Посилання на джерела в інтернеті мають бути доступними. Кількість посилань на свої роботи допускається не більше 5%.

Робити потрібно два списки літератури:

Перший пристатейний список (Бібліографічний список) мовою оригіналу оформляти (**Зразок 1**) згідно з ДСТУ 8302:2015.

Другий пристатейний список (References) подавати латиницею, **стиль APA** згідно з вимогами світових реферативних баз даних (**Зразок 2**). Транслітерувати український (російський) алфавіт латиницею потрібно відповідно до постанови КМУ від **27.01.2010 №55**. Для транслітерації кирилиці латиницею з української мови слід обрати стандарт Паспортний (КМУ 2010), з російської — стандарт BGN.

Правильний опис використаних джерел у списках літератури є запорукою того, що цитовану публікацію буде враховано під час визначення індексу цитування.

- ☑ **Метадані російською мовою:** ПІБ авторів(а), назви установ та їхні поштові адреси, електронні адреси авторів, назва статті,

реферат (мета, методи, результати, висновки — обсягом 1800—2000 знаків з пробілами), ключові слова через крапку з комою.

☑ **Метадані англійською мовою:** ПІБ авторів (транслітеровані з української мови), назви установ та їхні поштові адреси, електронні адреси авторів, назва статті, реферат (мета, методи, результати, висновки — обсягом 1800—2000 знаків з пробілами), ключові слова через крапку з комою.

☑ **В кінці статті мають бути підписи авторів.**

Зразок 1.

ОФОРМЛЕННЯ БІБЛІОГРАФІЧНОГО ОПИСУ ДЖЕРЕЛ перший список (згідно з ДСТУ 8302:2015) мовою оригіналу

Книги:

Один автор

Злотин А.З. Техническая энтомология. Київ: Наукова думка, 1989. 183 с.

Два автори

Черней Л.С., Федоренко В.П. Определитель жуков-чернотелок фауны Украины (имаго, личинки, куколки). Київ: Колобіг, 2006. 247 с.

Три автори

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

Чотири автори

Бардов В.Г., Омельчук С.Т., Пельо І.М., Яновський Ю.П. Екологічні основи захисту промислових насаджень і розсадників зерняткових культур від основних шкідників, хвороб, бур'янів. Кіровоград: ЦУВ, 2006. 152 с.

П'ять і більше авторів

Федоренко В.П., Трибель С.О., Іващенко О.О. та ін. Вирощування та захист цукрових буряків. Київ: Колобіг, 2006. 321 с.

Книги за редакцією

Червона книга України. Тваринний світ ; за ред. А.І. Акімова. Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 600 с.

Книги без автора

Міжнародний кодекс зоологічної номенклатури. Видання четверте ; переклад. з англ. і франц. Ю.П. Некрутенка. Київ: Бібліотека офіційних видань, 2003. 175 с.

Словники

Словарь по биологической защите растений ; состав. С. Ижевский, В. Гулий. Москва: Россельхозиздат, 1986. 222 с.

Стандарти

Ентомофаги та акарифаги шкідників сільськогосподарських культур. Номенклатура зоологічна і товарна: ДСТУ 5014:2008. [Чинний від 2008-12-06]. Київ: Держпоживстандарт України, 2009. 39 с. (Національний стандарт України).

Авторські свідоцтва

А. с. 2148163 СССР, МКИ А 01 К 67/00 С 12 К1/06. Способ приготовления питательной среды для насекомых. В.П. Приставко, А.М. Черний, Н.А. Федоряк (СССР). № 545309 ; заявл. 24.06.75 ; опубл. 05.02.77, Бюл. № 5. С. 25—27.

Патенти

Пат. № 95910 Україна, МПК (2015. 01) А01М 99100. Спосіб оцінювання стійкості сортів пшениці проти клопа черепашки (EURYGASTER INTEGRICEPS PYT.) та інших видів клопів. О.О. Стригун, Т.В. Топчій, С.О. Трибель ; заявник і патентовласник Інститут захисту рослин НААН. № u201408283 ; заявл. 21.07.14 ; вид. 12.01.2015. 9 с.

Статті

Від одного до чотирьох авторів

Пучков А.В. Обзор карабидофауны (Coleoptera, Carabidae) Украины и перспективы её изучения. *Вестник зоологии.* 1998. № 9. С. 151—154.

Андрійчук О.Л., Федоренко В.П. Трихограма проти озимої совки. *Карантин і захист рослин.* 2007. № 1. С. 10—12.

Федоренко В.П., Ткаленко А.Н., Конверская В.П. Достижения и перспективы биологического метода защиты растений в Украине. *Информационный бюллетень ВПРС МОББ.* 2009. № 39. С. 5—11.

Трибель С.О., Ретьман С.В., Борзих О.І., Стригун О.О. Наш головний хліб. *Насінництво.* 2012. № 11. С. 9—18.

П'ять і більше авторів

Трибель С.А., Стригун А.А., Ретьман С.В. и др. Контроль вредителей, болезней и сорняков в агроценозах кукурузы. *Посібник українського хлібороба.* 2014. Том 1. С. 38—69.

Якщо стаття має цифровий індикатор DOI
(digital object identifier), його слід вказати

Leschuk N.V., Mazhuha K.M., Orlenko N.S., Starychenko Ye. M., Shkapenko Y.A. Comparative analysis of statistical software products for the qualifying examination of plant varieties suitable for dissemination. *Plant Var. Stud. Prot.* 2017 13 (4), 429—435. doi: 10.21498 / 2518-1017.13.4.2017.117757

Електронні ресурси

Саблук В.Т., Половинчук О.Ю., Смірних В.М. Поширення та шкідливість бурякового довгоносіка-стеблїода на території України. *Новітні агротехнології*. 2016. No 1. URL: <http://plant.gov.ua/uk/2016-1-7>

Зразок 2.

REFERENCES

(другий список — латиницею)

Список літератури латиницею слід робити згідно з вимогами світових реферативних баз даних (бажаний стиль APA (<http://www.apastyle.org/>). Кирилицю транслітерувати латиницею відповідно до постанови КМУ від 27.01.2010 № 55 (<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/55-2010-%D0%BF>). Для транслітерації кирилиці з української мови слід обрати стандарт Паспортний (КМУ 2010), з російської — стандарт BGN.

Порядок опису для неперіодичних видань:

Прізвище та ініціали автора транслітеровані, курсивом. (у круглих дужках рік видання). Назва книги транслітерована. [У квадратних дужках назва книги англійською мовою]. Місто: Видавництво транслітеровані. Сторінки. (Мова видання).

Видання за редакцією:

Прізвище та ініціали автора транслітеровані, курсивом. (у круглих дужках прізвище та ініціали за чиєю редакцією Ed.). (рік видання). Назва книги транслітерована. [У квадратних дужках назва книги англійською мовою]. Місто: Видавництво транслітеровані. Сторінки. (Мова видання).

Для періодичних видань:

Прізвище та ініціали автора транслітеровані, курсивом. (у круглих дужках рік публікації). Назва статті транслітерована. [У квадратних

Зразки опису літературних джерел

Кирилицею	Латиницею (References)
<i>Бровдій В.М., Гулий В.В., Федоренко В.П.</i> Біологічний захист рослин. Навчальний посібник. Київ: Світ, 2003. 352 с.	<i>Brovdii V.M., Hulyi V.V., Fedorenko V.P.</i> Biologichnyi zakhyst roslyn. Navchalnyi posibnyk. [Biological plant protection. Tutorial]. Kyiv: Svit, 2003. 352 s. (in Ukrainian).
<i>Іващенко О.О., Курдюкова О.М.</i> Вплив індукованих енергетичних дис-стресів на біологічну продуктивність незбутниць дрібноkwіткової. <i>Карантин і захист рослин</i> . 2016. № 2—3. С. 47—49.	<i>Ivashchenko O.O., Kurdiukova O.M.</i> (2016). Vplyv indukovanykh enerhetychnykh dys-stresiv na biologichnu produktyvnist nezbutnytsi dribnokvitkovoï. [Influence of the induced power dis-stresses on the biological productivity of <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.]. <i>Quarantine and plant protection</i> . № 2—3. P. 47—49. (in Ukrainian).
<i>Червона книга України</i> . Тваринний світ ; за ред. А.І. Акімова. Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 600 с.	<i>Akimov A.I.</i> (Ed.) (2009). Chervona knyha Ukrainy. Tvarynnnyi svit. [Red Book of Ukraine. Fauna]. Kyiv: Hlobalkonsaltynh, 2009. 600 p. (in Ukrainian).
<i>Leschuk N.V., Mazhuha K.M., Orlenko N.S., Starychenko Ye.M., Shkapenko Y.A.</i> Comparative analysis of statistical software products for the qualifying examination of plant varieties suitable for dissemination. <i>Plant Var. Stud. Prot.</i> 2017 13 (4), 429—435. doi: 10.21498 / 2518-1017.13.4.2017.117757	<i>Leschuk N.V., Mazhuha K.M., Orlenko N.S., Starychenko Ye.M., Shkapenko Y.A.</i> (2017). Comparative analysis of statistical software products for the qualifying examination of plant varieties suitable for dissemination. <i>Plant Var. Stud. Prot.</i> 13 (4), 429—435. doi: 10.21498 / 2518-1017.13.4.2017.117757

дужках назва статті англійською мовою, взята з англійського резюме статті]. *Назва журналу транслітерована, курсивом*. [У квадратних дужках назва журналу англійською мовою, взята із сайту журналу, якщо такий є]. Том. Номер періодичного видання. Сторінки. doi: (обов'язково вказати, якщо такий є). (Мова статті).

ВИМОГИ ДО НАПИСАННЯ ТАБЛИЦЬ

1. Таблиці є однією з найбільш зручних і наочних форм викладу матеріалу, вони доповнюють текст. Але детально повторювати їх зміст у тексті не слід.
2. Таблиці робити у програмі Word, ставити у відповідні місця рукопису, включаючи в загальну нумерацію сторінок.
3. Кожна таблиця повинна мати порядковий номер і коротку чітку назву (якщо у роботі одна таблиця, її не нумерують).
4. За своєю будовою таблиці мають бути простими і зручними для користування. Слід уникати громіздких таблиць. Побудова таблиць з розміщенням матеріалу в один рядок недопустима. Багатоповерхові шапки таблиць небажані.

5. Однотипові таблиці будують однаково (недотримання цього правила ускладнює порівняння наведених в них даних).
6. Основні заголовки і самостійні назви у шапці та боковику таблиці писати з великої літери, а підпорядковані, розміщені нижче тексту, що їх об'єднує, — з малої. У боковику після узагальнюючого слова ставлять двокрапку, а підпорядковані слова пишуть з малої літери, відступивши кілька знаків вправо від початку узагальнюючого слова.
7. Якщо в якійсь з колонок таблиці дані відсутні, то замість них ставлять три крапки або пишуть: «Даних немає» чи ставлять тире. Залишати колонки незаповненими не рекомендується.
8. Одиниці виміру дають без прийменника «в» («у») через кому. Наприклад, урожайність, т/га; довжина, м.
9. Якщо одиниці виміру не скорочуються, їх дають також через кому у називному відмінку множини. Приклад: Вік дерева, роки. Період спостережень, дні, а не: Вік дерев (у роках). Період спостережень (у днях).
10. Усі слова таблиці пишуть повністю, крім прийнятих скорочень.
11. Текст і цифровий матеріал таблиць повинні бути надруковані через два інтервали, шапка — через один.
12. Примітки і виноски до таблиць необхідно друкувати безпосередньо під таблицею.

ВИМОГИ ДО ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Ілюстративний матеріал (фотографії, графіки, схеми, діаграми тощо) дають лише в тому випадку, якщо вони доповнюють текстовий матеріал.
2. Графіки, схеми, діаграми повинні бути чітко виконані у програмі, що дає можливість, у разі необхідності, внести редакційні виправлення.
3. Будують графіки з координатною сіткою, обов'язково позначають осі абсцис і ординат короткими і чіткими написами. Розмірності відділяють від написів або літерних позначень комою.
4. Пояснення позицій до графіків, а також до окремих частин рисунків або схем виносять у підтекстовки. На рисунках залишають тільки відповідні цифрові або літерні позначення.
5. Нумерацію позицій на рисунках слід робити по порядку у напрямку за годинниковою стрілкою.
6. На всі рисунки слід давати посилання у тексті.
7. Зміст рисунків розкривати в підтекстовках, у яких пояснюються усі цифрові та літерні позначення (позиції).

ЗНАКИ, СИМВОЛИ І ЧИСЛА У ТЕКСТІ

1. Математичні знаки вживають при використовуваних у варіаційній статистиці символах ($P > 0,1$; $M \pm$), у формулах і таблицях при цифрах. У тексті їх пишуть словами. Не можна, наприклад, писати: температура була $> 18^{\circ}\text{C}$; $\text{pH} = 6,7$. Правильно: температура була більше 18°C , pH дорівнює 6,7. Виняток становлять знаки плюс (+) і мінус (−) з цифрами. Наприклад, температура змінювалась від $+10$ до -20° .
2. Не допускається вживання символів та умовних позначень замість відповідних термінів. Наприклад, «Т підвищувалась» замість правильного — «температура підвищувалась».
3. Знаки $^{\circ}$, №, %, § тощо в тексті ставлять тільки з цифрами. В інших випадках їх пишуть словами. Наприклад, номер ділянки, а не № ділянки. Знаки №, %, $>$, § для позначення множини не подвоюються. Наприклад, треба писати № 1, 2, а не №№ 1 і 2 або № 1 і № 2.
4. Усі числа з одиницями виміру у виробничій і науковій літературі пишуть цифрами. Наприклад, довжина 5 м, а не довжина п'ять метрів. Одиниці виміру (градус у значенні температури чи кута, кутова секунда, кутова хвилина — напр. $29'24''$), відсотки і т.д.), що позначаються символами ($^{\circ}$, $'$, $''$, $\%$) писати без пробілу між цифрою та символом.
5. Числа до десяти включно без одиниць виміру рекомендується писати у тексті словами (наприклад, на трьох ділянках, на десяти тваринах), а понад десять — цифрами (наприклад, у 12-ти господарствах).
6. Порядкові числівники, позначені арабськими цифрами, пишуть з відмінковими нарощеннями. Наприклад: 1-ша ділянка, 2-га лінія. Порядкові числівники, позначені римськими цифрами, пишуть без нарощень. Наприклад, I група, III період.
7. При написанні дат після числа ставлять крапку, потім місяць арабськими цифрами і рік. Наприклад, 15.12.1984 р.
8. Зимовий період, фінансовий і учбовий роки пишуть через косу лінію, скорочуючи останній рік на дві перші цифри і вживаючи слова «рік» (р.) в однині. Наприклад, у зимовий період 1985/86 р.
9. Для позначення періоду між роками ставлять тире, цифри не скорочують, а слово «рік» пишуть у множині скорочено. Наприклад, у 1985—1986 рр.
10. Час доби показують трьома способами: без скорочень (5 годин 50 хвилин), тільки цифрами через крапку (5.50) або з нарощенням (о 5-й годині 50 хвилин).

СКОРОЧЕННЯ

У статті усі слова, як правило, повинні бути написані повністю. Допускаються такі скорочення.

1. Окремих слів:

- табл. (таблиця), рис. (рисунок) — при посиланнях у тексті, заведених у дужки, наприклад, (табл. 1), (рис. 5);
- і т. д. (і так далі), і т. п. (і тому подібне), та ін. (та інші) — у кінці речення після переліку;
- р. (рік), рр. (роки), в (вік), вв. (віки), ст. (століття), шт. (штука), прим. (примірник), грн (гривна), коп. (копійка), тис. (тисяча), млн (мільйон), млрд (мільярд) — при цифрах;
- ім. (імені), с.-г. (сільськогосподарський) — тільки у таблицях;

2. Спеціальних термінів: НІР (найменша істотна різниця), ЛД (летальна доза) та ін.

3. Географічної термінології: р. (річка), м. (місто), оз. (озеро), о. (острів), с. (село), сел. (селище) — при власних назвах.

4. Наукових звань і ступенів, професій: акад. (академік), проф. (професор), доц. (доцент), канд. (кандидат), д-р (доктор), чл.-кор. (член-кореспондент).

5. При першому згадуванні маловідомих скорочень спеціальних термінів або назв наукових установ треба повністю їх розшифрувати.

ЗМІСТ

Борзих О.І., Гаврилюк Л.Л., Круть М.В. Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України — 75 років.....	3
Борзих О.І., Круть М.В. До 75-річчя Інституту захисту рослин НААН України. Школа хіміків-аналітиків та екотоксикологів.....	18
Борзих О.І., Круть М.В. До 75-річчя Інституту захисту рослин НААН України. Школи фітопатологів	30
Борзих О.І., Бублик Л.І., Гаврилюк Л.Л., Шевчук О.В., Гунчак М.В. Екотоксикологічні параметри безпечного застосування та адаптації хімічних систем захисту яблуні від шкідливих організмів до ґрунтово-кліматичних умов Передкарпатської провінції Карпатської гірської зони України	42
Андрійчук Т.О., Скорейко А.М., Кувшинов О.Я. Оцінка фітосанітарного стану посівів соняшнику в Західному Лісостепу України	73
Баранець Л.О., Балан Г.О., Перепелиця О.О., Леценко А.О. Динаміка чисельності виноградного трипса (<i>Drepanothrips reuteri</i> Uzel.) у виноградних агроценозах Північного Причорномор'я України	85
Власова О.Г., Секун М.П., Зацеркляна М.Д. Токсикологія інсектицидів — теорія, втілена в практику.....	98
Гутянський Р.А., Попов С.І., Кузьменко Н.В., Глубокий О.М. Вплив основного обробітку ґрунту, удобрення та гербіцидів на забур'яненість посівів гороху на зерно в стаціонарній сівоzmіні	115

Джам М.А., Михайленко С.В. Видовий склад грибів роду <i>Fusarium</i> на пшениці озимій у зоні Правобережного Полісся України	131
Дудченко В.В., Паламарчук Д.П., Довбуш О.С., Цілінко Л.М., Паламарчук А.В. Вплив рівня та тривалості забур'яненості посівів на урожайність рису.....	140
Зея А.Г., Макар Т.Й., Зея Г.В. Гармонізація системи виявлення збудника раку картоплі <i>Synchytrium Endobioticum</i> (Schilb.) Perc.....	150
Лісова Г.М. Характеристика стійкості сортів пшениці ярої проти збудників листових хвороб, типових для зони Правобережного Лісостепу України	166
Ляска Ю.М., Стригун О.О., Гончаренко О.М., Кравченко В.П. Шкідливість гусениць бавовникової совки на гібридах кукурудзи	181
Сергієнко В.Г., Шита О.В. Контроль забур'яненості посівів кукурудзи за різних схем застосування гербіцидів	196
Сігарьова Д.Д., Бондар Т.І., Нікішичева К.С., Ніколайчук Л.П. Основні етапи розвитку сільськогосподарської нематології	212
Сікура О.А., Гунчак В.М., Соломійчук М.П. Сезонна динаміка чисельності та добова активність пасльонової мінуючої мухи (<i>Liriomyza solani</i> Hering)	229
Скорейко А.М., Андрійчук Т.О., Білик Р.М., Сафронова Т.В. Оптимізація мікроклонального розмноження сортів-диференціаторів раку картоплі	242
Соломійчук М.П., Піковський М.Й. Вплив біостимуляторів та біостимулюючих комплексів на ріст і розвиток сої в Західному Лісостепу України.....	251
Сторчоус І.М., Іващенко О.О., Тищук О.П. Вплив різних норм витрати гербіциду Базис 75, ВГ на рівень стресу у рослин кукурудзи	270
Федоренко А.В., Бахмут О.О., Борисенко В.І., Неверовська Т.М. Основні шкідники	

зернових колосових культур та фітосанітарний стан у 2020—2021 рр.	291
Черв'якова Л.М., Панченко Т.П. Визначення діючих речовин класу сульфонілсечовини в матрицях.....	304
Янсе Л.А. Аналіз фітосанітарного ризику небезпечного виду галових нематод <i>Meloidogyne luci</i> для території України.....	317
Федоренко В.П., Горновська С.В., Федоренко А.В. Поширення та шкідливість південної соняшникової шипоноски (<i>Mordellistena parvuliformis</i>) у Лівобережному Степу України (англ.)	337
Правила для авторів	349

СОДЕРЖАНИЕ

Борzych А.И., Гаврилюк Л.Л., Круть М.В. Институту защиты растений Национальной академии аграрных наук Украины — 75 лет	3
Борzych А.И., Круть М.В. К 75-летию Института защиты растений НААН Украины. Школа химиков-аналитиков и экотоксикологов.....	18
Борzych А.И., Круть М.В. К 75-летию Института защиты растений НААН Украины. Фитопатологические школы.....	30
Борzych А.И., Бублик Л.И., Гаврилюк Л.Л., Шевчук О.В., Гунчак М.В. Экотоксикологические параметры безопасного применения и адаптации химических систем защиты яблони от вредных организмов к почвенно- климатическим условиям Предкарпатской провинции Карпатской горной зоны Украины	42
Андрийчук Т.А., Скорейко А.Н., Кувшинов А.Я. Оценка фитосанитарного состояния посевов подсолнечника в Западной Лесостепи Украины	73
Баранец Л.А., Балан Г.А., Перепелица О.О., Лещенко А.А. Динамика численности виноградного трипса (<i>Drepanothrips reuteri</i> Uzel.) в виноградных агроценозах Северного Причерноморья Украины.....	85
Власова О.Г., Секун Н.П., Зацеркляная М.Д. Токсикология инсектицидов — теория, воплощенная в практику.....	98
Гутянский Р.А., Попов С.И., Кузьменко Н.В., Глубокий А.Н. Влияние основной обработки почвы,	

удобрения и гербицидов на засоренность посевов гороха на зерно в стационарном севообороте.....	115
Джам М.А., Михайленко С.В. Видовой состав грибов рода <i>Fusarium</i> на пшенице озимой в зоне Правобережного Полесья Украины	131
Дудченко В.В., Паламарчук Д.П., Довбуш Е.С., Целинко Л.Н., Паламарчук А.В. Влияние уровня и продолжительности засоренности посевов на урожайность риса	140
Зея А.Г., Макар Т.Й., Зея Г.В. Система выявления возбудителя рака картофеля <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilb.) Perc.	161
Лесовая Г.М. Характеристика устойчивости сортов пшеницы яровой против возбудителей болезней листьев типичных для зоны Правобережной Лесостепи Украины	166
Ляска Ю.Н., Стригун А.А., Гончаренко О.Н., Кравченко В.П. Вредоносность гусениц хлопковой совки на гибридах кукурузы	181
Сергиенко В.Г., Шита О.В. Контроль сорняков в посевах кукурузы при различных схемах применения гербицидов	196
Сигарева Д.Д., Бондарь Т.И., Никишичева К.С., Николайчук Л.П. Основные этапы развития сельскохозяйственной нематологии	212
Сикура А.А., Гунчак В.М., Соломийчук М.П. Сезонная динамика численности и суточная активность пасленовой минирующей мухи <i>Liriomyza solani</i> Hering	229
Скорейко А.Н., Андрийчук Т.А., Билык Р.М., Сафронова Т.В. Оптимизация микроклонального размножения сортов-дифференциаторов рака картофеля	242
Соломийчук М.П., Пиковский М.Й. Влияние биостимуляторов и биостимулирующих комплексов на рост и развитие сои в Западной Лесостепи Украины	251

Сторчоус И.Н., Иващенко А.А., Тыщук Е.П. Влияние различных норм расхода гербицида Базис 75, ВГ на уровень стресса у растений кукурузы	270
Федоренко А.В., Бахмут А.А., Борисенко В.И., Неверовская Т.М. Основные вредители зерновых колосовых культур и фитосанитарное состояние в 2020—2021 гг.	291
Червякова Л.Н., Панченко Т.П. Определение действующих веществ класса сульфонилмочевин в матрицах	304
Янсе Л.А. Анализ фитосанитарного риска опасного вида галловых нематод <i>Meloidogyne luci</i> для территории Украины	317
Федоренко В.П., Горновская С.В., Федоренко А.В. Распространение и вредоносность южной подсолнечниковой шипоноски (<i>Mordellistena parvuliformis</i>) в Левобережной Степи Украины (англ.)	337
Правила для авторов	349

CONTENTS

Borzykh O., Gavryluk L., Krut M. Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine — 75 years.....	3
Borzykh O., Krut M. To 75 years of Institute of Plant Protection of NAAS of Ukraine. The school of analytical chemists and ecotoxicologists.....	18
Borzykh O., Krut M. To 75th anniversary of Institute of Plant Protection of NAAS of Ukraine. The phytopathological schools.....	30
Borzykh O., Bublyk L., Gavryluk L., Shevchuk O., Hunchak M. Ecotoxicological parameters of safe application and adaptation of chemical protection systems against harmful organisms in apple orchards to the soil and climatic conditions of the Precarpathian province of Carpathian mountain zone of Ukraine.....	42
Andriichuk T., Skoreiko A., Kuvshynov O. Evaluation of phytosanitary condition of sunflower crops in the Western Forest-Steppe of Ukraine.....	73
Baranets' L., Balan H., Perepelytsya O., Leshchenko A. Dynamics of the number of grape thrips (<i>Drepanothrips reuteri</i> Uzel.) in grape agrocenoses of the Southern Black Sea region of Ukraine	85
Vlasova O., Sekun M., Zatserkliana M. Toxicology of insecticides — theory, implemented in practice.....	98
Hutianskyi R., Popov S., Kuzmenko N., Hlubokyi O. Influence of basic tillage, fertilizers and herbicides on weediness of pea crops for grain in stationary crop rotation	115
Dzham M., Mykhailenko S. Species composition of <i>Fusarium</i> spp. on winter wheat in the Right Bank Polissya of Ukraine.....	131

Dudchenko V., Palamarchuk D., Dovbush O., Tsilynko L., Palamarchuk A. Influence of the level and duration of infestation of crops on rice yield.....	140
Zelya A., Makar T., Zelya G. System for detection potato wart <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilb.) Perc. causative agent	162
Lisova H. Characteristics of the resistance of spring wheat varieties to pathogens of leaf diseases typical for the zone of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine	166
Liaska Y., Stryhun O., Honcharenko O., Kravchenko V. Harmfulness of cotton bollworm caterpillars on maize hybrids	181
Serhyenko V., Shyta O. Weed control in maize crops with various schemes of herbicide application	196
Sigareva D., Bondar T., Nikishicheva K., Nikolaytchuk L. The main stages of development of agricultural nematology	212
Sikura A., Gunchak V., Solomiichuk M. Seasonal population dynamics and daily activity of the <i>Liriomyza solani</i> Hering.....	229
Skoreyko A., Andriychuk T., Bilyk R., Safronova T. Optimization of microclonal reproduction of potato wart cultivar-differentiators	242
Solomiychuk M., Pikovskyi M. Influence of biostimulants and biostimulating complexes on the growth and development of soybeans in the Western Forest-Steppe of Ukraine	251
Storchous I., Ivaschenko A., Tyschuk O. The effect of different consumption rates of the herbicide Basis, 75, VG, on the level of stress in maize plants.....	270
Fedorenko A., Bakhmut O., Borisenko V., Neverovskaya T. Main pests of grain crops and phytosanitary condition in 2021—2021	291

Cherviakova L., Panchenko T.	
Determination of active substances of the class of sulphonyl urea in matrixes	304
Janse L.	
Pest risk analysis of <i>Meloidogyne luci</i> for Ukraine	317
Fedorenko V., Hornovska S., Fedorenko A.	
Distribution and harmfulness of <i>Mordellistena parvuliformis</i> beetle in the Left bank Steppe of Ukraine	337
Instructions for authors	349

Наукове видання

ІНСТИТУТ ЗАХИСТУ РОСЛИН
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ЗАХИСТ І КАРАНТИН РОСЛИН

Міжвідомчий тематичний науковий збірник
Заснований у жовтні 1964 р.
Видається один раз на рік

Випуск 67, 2021 р.

Редактор *Волянська Т.І.*
Редактор текстів англійською мовою *Власова М.О.*
Комп'ютерна верстка *Гончарук Н.І.*

Підписано до друку 19.11.2021.
Формат 60 × 84 1/16. Папір офс. Гарнітура 1251 Times.
Друк офс. Обл. вид. арк. 17,4. Ум. друк. арк. 21,39.
Наклад 200.

Свідцтво про державну реєстрацію видання
Серія КВ №19085-7875ПР від 08.05.2012 р.

Адреса редакції та видавця:
Інститут захисту рослин НААН,
вул. Васильківська, 33, м. Київ, 03022, Україна
Тел.: (044) 257-11-24, 257-13-80
Факс: (044) 257-21-85
E-mail: *digest_plant@ukr.net*
сайт: *http://zkr.ipp.gov.ua*