

ISSN 2786-7951

ISSN 2786-796X

ФІТОСАНІТАРНА БЕЗПЕКА



МІЖВІДОМЧИЙ
ТЕМАТИЧНИЙ
НАУКОВИЙ
ЗБІРНИК

70

ІНСТИТУТ ЗАХИСТУ РОСЛИН
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ФІТОСАНІТАРНА БЕЗПЕКА

МІЖВІДОМЧИЙ
ТЕМАТИЧНИЙ
НАУКОВИЙ
ЗБІРНИК

Заснований у жовтні 1964 р.

Випуск

70

КИЇВ 2024

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: О.І. Борзих (головний редактор), Н.О. Козуб (заступник головного редактора), О.Г. Власова (відповідальний секретар), Л.Ф. Волощук (Республіка Молдова), А.Г. Зеля, Б. Гасюв-Ярошевська (Польща), М.М. Кирик, Ю.Е. Клечковський, М.Г. Костюківський (Ізраїль), М.В. Круть, Г.М. Лісова, Л.Т. Міщенко, Д. Новотний, Д.Д. Сігарьова, Д. Сосновська (Польща), О.О. Стригун, Г.М. Ткаленко, В.П. Федоренко, Я. Хрпова (Чеська Республіка), В.М. Чайка, Ю.П. Яновський, Л.А. Янсе, Я.Д. Янсе (Нідерланди).

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: Borzykh O. (editor-in-chief), Kozub N. (deputy editor), Vlasova O. (executive secretary), Volosciuc L. (Moldova), Zelya A., Hasiów-Jaroszewska B. (Poland), Kyryk M., Klechkovskiy Yu., Kostyukovsky M. (Israel), Krut M., Lisova G., Mischenko L., Novotny D., Sigariova D., Sosnovska D. (Poland), Strygun O., Tkalenko H., Fedorenko V., Chrпова Ja. (Czech Republic), Chaika V., Yanovskiy Yu., Janse L., Janse Ja. (Netherlands).

Збірник «Фітосанітарна безпека» (попередні назви: «Захист і карантин рослин», 1996—2021 рр.; «Захист рослин», 1964—1995 рр.) 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:

Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України, вул. Васильківська, 33, Київ, 03022
тел.: (044) 257-11-24; **e-mail:** karantun.z.r.2017@gmail.com,
сайт видання: <http://zkr.ipp.gov.ua>

Фітосанітарна безпека. 2024. Вип. 70.

УДК 632.913

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2024.70.3-19>

¹О.І. БОРЗИХ, доктор сільськогосподарських наук

¹О.О. СТРИГУН, доктор сільськогосподарських наук

¹П.Я. ЧУМАК, кандидат сільськогосподарських наук

²Л.М. БОНДАРЕВА, кандидат сільськогосподарських наук

¹О.М. ГОНЧАРЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

¹О.Г. АНЬОЛ

¹Є.В. КІВЕЛЬ

І.В. БРОУН, кандидат сільськогосподарських наук

¹Інститут захисту рослин НААН,

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

²Національний університет біоресурсів і природокористування України,

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

ВИЯВЛЕННЯ ТА КОНТРОЛЬ ІНВАЗІЙНИХ ФІТОФАГІВ У БОТАНІЧНОМУ САДУ: НОВІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Мета. Визначення оптимальних методів фітосанітарного моніторингу і стратегій контролю чисельності шкідливих членистоногих на основі екологічно безпечних препаратів на декоративних культурах у міських зелених зонах. **Методи.** Моніторинг фітосанітарного стану урбофітоценозів проводили методом маршрутних обстежень насаджень. Для обстеження крони рослин використовували метод візуального виявлення фітофага або слідів його життєдіяльності на стовбурі, гілках, пагонах і листках. Для обліку щільності колоній фітофагів і з метою ідентифікації видів збирали особин, використовуючи прозору липучу плівку. Для моніторингу лускокрилих (Lepidoptera), двокрилих (Diptera), твердокрилих (Coleoptera) та інших комах використовували

кольорові клейові пастки. **Результати.** Використання кольорових клейових пасток у закритому ґрунті Національного ботанічного саду імені акад. О.В. Фоміна з метою моніторингу комах дало змогу виявити 16 видів фітофагів із 4-х рядів: попелиці (*Aphidoidea*) *Myzus persicae* Sulz., *Macrosiphum rosae* L., *Idiopterus nephrolepidis* Davis.; кокциди (*Coccoinea*) *Nipaecoccus nipae* Mask, *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti), *Coccus hesperidum* L., *Diaspis boisduvalii* Sign., *Kuwanaspis pseudoleucaspis* Kuw.; білокрилки (*Aleyrodoidea*) *Aleurodes vaporariorum* Westw., *Bemisia tabaci* Genn., *B. argentifolii* Bellows; трипси (*Thysanoptera*) *Thrips tabaci* Lind., *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche., *Frankliniella occidentalis* Pergande, *Echinothrips americanus* Morgan, *Thrips palmi* Karny. Серед семи кольорів, використаних нами для виявлення ступеня принадності комах, які поширені в закритому ґрунті, найбільш атрактивним є жовтий колір. Використання кольорових пасток у відкритому ґрунті для моніторингу видів *Phyllonorycter issikii* Kumata (шкідник рослин роду *Tilia* L.) та *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (шкідник рослин роду *Aesculus* L.), показує, що найбільш привабливими для цих видів були три кольори: блакитний, зелений та червоний. Встановлено високий рівень ефективності препарату Фітокомплексон-1 у порівнянні з іншими варіантами. Для шкідників *Quadraspidiotus perniciosus*, *Hyphantria cunea* та *Cydalima perspectalis* цей препарат продемонстрував найвищу ефективність, яка варіювала від 79,5 до 92,4%. **Висновки.** Використання кольорових клейових пасток в умовах закритого і відкритого ґрунту є важливим елементом для моніторингу комах. Важлив є врахування кольору пасток при плануванні стратегії моніторингу та контролю за шкідниками рослин, що може покращити ефективність заходів захисту рослин. Підтверджено високий рівень ефективності нових екологічно безпечних препаратів на основі ріпакової олії та витяжок з рослин проти різних видів шкідливих організмів. Зокрема, препарат Фітокомплексон-1 виявився найбільш ефективним проти комах. Дослідження вказує на перспективність використання екологічно безпечних методів захисту рослин в ботанічних садах та мегаполісах.

інвазійні фітофаги; урбофітоценози; кольорові пастки; моніторинг

Сучасний етап захисту рослин від шкідливих організмів характеризується інтенсивним пошуком концептуального і практичного вирішення проблеми зменшення токсичного навантаження на біоценози і уникнення забруднення навколишнього середовища синтетичними пестицидами. На концептуальному рівні домінує уявлення про можливість механічного поєднання усіх існуючих методів захисту рослин у рамках концепції інтегрованого захисту. В захисті рослин від шкідливих організмів упродовж кількох десятиріч минулого і нинішнього століть домінує теорія інтегрованого захисту. Тривале домінування

лише теоретичного напрямку в захисті рослин свідчить про певні переваги концептуальної моделі поєднання комплексу агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення життєздатності рослин і впливу на шкідливі організми, та комплексу заходів, спрямованих на покращення фітосанітарного стану фітоценозу загалом.

Основним постулатом інтегрованого захисту є те, що хімічний і біологічний методи застосовують лише після визначення економічного порогу шкідливості (ЕПШ), лише у разі спроможності фітофага або збудника захворювання рослин спричинити збитки. Водночас використання біологічного та хімічного методів після визначення ЕПШ ґрунтується на уявленні, що результат зовнішньої дії, спрямованої на оптимізацію процесів у біологічній системі (рослина — шкідник — середовище) є однозначним, лінійним і пропорційним затраченій силі (застосованому пестициду). Поряд із цим, не враховується, що синтетичні інсектициди не є нейтральною субстанцією стосовно навколишнього середовища, зокрема — рослин (можуть викликати опіки, зміну фізіологічних процесів у рослинах — навіть стимулювати утворення речовин, сприятливих для розвитку фітофага або збудника захворювання рослин) тощо. Визначений ЕПШ завжди матиме наближене до істини значення, оскільки біологічна система (рослина — шкідник або рослина — комплекс шкідливих організмів — середовище) не є сталою. Багато складових цієї системи змінюються у просторі та часі. Відомо, що у випадку експоненціального збільшення чисельності популяції дуже складно визначити проміжок часу, за який шкідник досягне ЕПШ. Водночас використання в цей період чинника регулювання чисельності (пестицидів, ентомофагів тощо) може мати наслідком виникнення відомого явища «віддачі», або «бумеранг-ефекту». До того ж, визначені ЕПШ не враховують роль шкідників у перенесенні патогенів рослин (фітовірусів, грибів, бактерій тощо) та не беруть до уваги зміну поведінки інвазійних видів у нових регіонах. Важливим є також те, що під час використання основних принципів інтегрованого захисту рослин (ІЗР) слід враховувати специфічні особливості взаємодії шкідливих організмів із рослинами-живителями в різних біоценозах. У випадку штучних ценозів (тепліці, оранжереї, ботанічні сади, парки і сквери міст тощо) принципи ІЗР неприйнятні, тому що будь-якого небажаного інвайдера слід розглядати як карантинний об'єкт, а захист рослин від нього не може залежати від економічних (та інших) порогів шкідливості.

Взявши за основу висновки теорії катастроф, було висунуто концепцію превентивного використання екологічно безпечних засобів і заходів для захисту рослин від інвазійних шкідливих організмів в урбофітоценозах [1, 2].

Складність захисту рослин від шкідливих організмів у ботанічних

садах України станом на сьогодні значно зросла як в умовах оранжерей і теплиць, так і в колекціях рослин на ділянках відкритого ґрунту. Насамперед це пов'язано зі складністю дотримання належного гігротермічного режиму в оранжереях (унаслідок енергетичної й економічної кризи в державі), збільшенням неконтрольованого імпорту квітково-декоративних рослин комерційними структурами (в контейнерах і вазонах, у вигляді цибулин, бульбоцибулин, насіння тощо). Поряд із цим, поповнення колекційного фонду рослин ботанічних садів відбувається стихійно, без дотримання вимог карантину рослин. Унаслідок цього зросла вірогідність проникнення шкідливих організмів в оранжереї не лише ботанічних садів, але й у насадження екзотичних рослин відкритого ґрунту України.

Не одне сторіччя до поширених фітофагів в оранжереях належать *Coccus hesperidum* (Linnaeus, 1758), *Thrips tabaci* (Lindeman, 1889), *Tia-leurodes vaporariorum* (Westwood, 1856), *Aulacorthum circumflexum* (Buckton, 1876), а у відкритому ґрунті — *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock, 1881), *Diaspidiotus ostreaeformis* (Curtis, 1843), *Etiella zinckenella* (Treitschke, 1832). Доволі стрімко додалося і чимало інших інвазійних видів шкідників. За останні 10—15 років виявлено в умовах закритого ґрунту небезпечних фітофагів *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895), *Echinothrips americanus* (Morgan, 1913), *Thrips palmi* (Karny, 1925), *Bemisia tabaci* (Genn., 1889) [3].

У відкритому ґрунті виявлено кілька видів кліщів та комах, які раніше зустрічалися на південному березі Криму, або зареєстровані в Україні вперше. Наприклад, кліщі *Pentamerismus taxi* (Haller, 1877), *Pentamerismus oregonensis* (McGregor, 1949), *Schizotetranychus spireaefolia* (Garman, 1940), *Anthocoptes platynotus* (Nalepa, 1892) [4—6]; молі *Phyllonorycter platani* (Staudinger, 1870), *Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963), *Cameraria ohridella* (Deschka & Dimic, 1986), *Parectopa robiniella* (Clemens, 1863) [7—9], самшитова вогнівка *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) [10], метелик білий американський *Hyphantria cunea* (Drury, 1773) [11], клопи — *Corythucha ciliate* (Say, 1832) та *Arocatus longiceps* (Stal., 1872) [12, 13]; цитрусова цикадка *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) [14]; щитівка каліфорнійська *Quadraspidiotus perniciosus* (Comst., 1881), [15, 16]; ясенова смарагдова вузькотіла златка *Agrilus planipennis* (Fairmaire, 1888) [17]; слимаки *Arion lusitanicus* (Mabille, 1868) [18] та численні інші види інвазійної біоти в екосистемах мегаполісів України [19, 20].

Тривалий час багато інтродукованих рослин, наприклад *Aesculus hippocastanum* L., *Robinia pseudoacacia* L., види роду *Platanus* L., *Vuxus sempervirens* L. та деякі інші, вважали порівняно стійкими до аборигенних та чужорідних видів фітофагів і фітопатогенів. Але в останні десятиліття стан цих та інших інтродукованих видів рослин суттєво погіршився як унаслідок впливу несприятливих абіотичних і антро-

погенних чинників середовища (через глобальні зміни клімату, посилення техногенного навантаження тощо), так й через проникнення у фітоценози ботанічних садів мегаполісів адвентивних видів фітофагів і фітопатогенів та їх масове розмноження.

Проведений нами скринінг робіт із питання моніторингу інвазійних видів фітофагів свідчить, що виявлення інвайдера відбувається зі значним запізненням після його фактичної появи в урбофітоценозах. Відсутні протоколи моніторингу інвазій, економічного обґрунтування можливої шкоди та системи заходів щодо унеможливлення проникнення й регулювання окремих видів шкідливих організмів, а також лікування урбофітоценозів загалом.

Поряд із цим захист рослин в умовах мегаполіса від шкідників і збудників захворювань рослин може вартувати значних зусиль і коштів. Проникнення лише одного із шкідників гіркокаштана звичайного — молі каштанової мінуючої (*Cameraria ohridella*) — у фітоценози мегаполіса (м. Київ) завдає збитків на значну суму. Лікування символу міста, що зображений на гербі столиці, за використання новітньої технології (ін'єкція пестицидів у стовбур рослин) може обійтися киянам у 2 176 748—5 441 852 доларів [21]. А економічні збитки лише від інвазійних організмів у масштабах держави можуть бути величезними. Наприклад, унаслідок інвазій чужоземних видів у США витрачають на рік 137 млрд, в Індії — 117 млрд, Бразилії — 50 млрд доларів США [22].

Метою дослідження є визначення оптимальних методів фітосанітарного моніторингу і стратегій контролю чисельності шкідливих членистоногих на основі екологічно безпечних препаратів на декоративних культурах у міських зелених зонах.

Матеріали і методи досліджень. Моніторинг фітосанітарного стану рослин проводили методом маршрутних обстежень насаджень (з 2010 р.) на території Національного ботанічного саду імені академіка О.В. Фоміна, в парках і скверах м. Києва та в Ботанічному саду Поліського національного університету, парках і скверах м. Житомир. У період вегетації рослин оглядали нижній бік листків, гілки на висоті до 1,5—2,0 м від поверхні ґрунту. Для обстеження пошкоджених листків вище у кроні дерев використовували фототехніку з функцією наближення об'єкта не менше 10× «zoom» та подальшою комп'ютерною обробкою. Складність проведення моніторингу фітосанітарного стану рослин в умовах ботанічних садів і фітоценозів мегаполісів полягає в тому, що на рослинах трапляються шкідливі організми з різних систематичних груп (кліщі, комахи, гриби та мікроорганізми-фітопатогени тощо), які, з одного боку, вимагають індивідуальних методичних прийомів збирання, фіксації, обліку, ідентифікації тощо, а з іншого — можуть викликати подібні (схожі) симптоми пошкодження рослин. Важливим є також дотримання правила «не нашкодь» рос-

линам, заселеним або ураженим шкідливими організмами. Видалення навіть мінімальної кількості (20—25) екземплярів листків або інших органів рослин може бути недопустимим в умовах ботанічних садів і парків мегаполісів. Тому ми використовували переважно удосконалені нами методи відбирання проб із використанням сучасних технічних можливостей [23].

Для обстеження крони рослин використовували метод візуального виявлення фітофага або слідів його життєдіяльності на стовбурі, гілках, пагонах і листках. Пошкоджені фітофагами листки (25—30 екз. з кожної окремо взятої рослини) не відокремлюючи, фотографували. Для обліку щільності колоній фітофагів і з метою ідентифікації особин збирали, використовуючи прозору липку плівку.

Для моніторингу лускокрилих (Lepidoptera), двокрилих (Diptera), твердокрилих (Coleoptera) та інших комах використовували кольорові клейові пастки з липкою речовиною, яка складається із суміші епоксидної смоли з рициновою олією за співвідношення 1:3 (рис. 1).



Рис. 1. Кольорова пастка з липкою речовиною

Ступінь заселення (пошкодження) рослин фітофагами виражали в балах за шкалою, розробленою С.О. Трибелем та ін. (2001) (табл. 1).

Приготування екологічно безпечних інсектицидних препаратів фітокомплексонів здійснювали за методикою Вигери С.М., Чумака П.Я. та інших [23—25]. Препарати отримували методом водяних витяжок з рослинної сировини. Технологія приготування робочої рідини фітокомплексону включає такі операції: 0,4 кг сухої та подрібненої сировини (чистотілу — *Chelidonium majus*, перецю гіркою — *Capsicum annuum* або тютюнового пилу) заливали 5 л теплої води, настоювали 5—6 год, потім розчин проціджували. Окремо 0,05 кг ріпакової олії

1. Якісна та кількісна шкала щільності популяції фітофагів-шкідників на листках рослин

Ознаки пошкоджень	Площа листової поверхні з ознаками пошкодження, %	Бал
Пошкодження відсутні	Поверхня листка без помітних ознак деформації, зміни кольору і пошкоджень	0
Пошкодження ледь помітні (деформована поверхня, зміна кольору або пошкоджені ділянки листка)	3—4	1
Слабка	5—10	2
Середня	11—20	3
Сильна	21—50	4
Дуже сильна	> 50	5

та 0,05 кг емульгатора змішували, утворену суміш заливали 4 л теплої води та знову ретельно розмішували. Для обприскування рослин від шкідників всі отримані речовини зливали в один посуд, ретельно розмішували і зразу ж використовували. Обприскування проти членистоногих проводили розробленими нами препаратами за концентрації робочої рідини 1,5%, а також препаратом Актотіт, 0,2% (еталон) під час масового розмноження шкідників. Препарати використовували відповідно до методики випробування і застосування пестицидів [26].

Цифрові дані обробляли з використанням індексів, прийнятих у статистиці. Математичну обробку результатів вимірювань проводили за допомогою пакету програм MS Excel.

Результати дослідження. Використання кольорових клейових пасток у закритому ґрунті Національного ботанічного саду імені академіка О.В. Фоміна з метою моніторингу комах дало змогу виявити 16 видів фітофагів із 4 рядів: **попелиці (Aphidoidea)** *Myzus persicae* Sulz., *Macrosiphum rosae* L., *Idiopterus nephrolepidis* Davis.; **кокциди (Coccoinea)** *Nipaeococcus nipae* Mask, *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti), *Coccus hesperidum* L., *Diaspis boisduvalii* Sign., *Kuwanaspis pseudoleucaspis* Kuw.; **білокрилки (Aleyrodoidea)** *Aleurodes vaporariorum* Westw., *Bemisia tabaci* Genn., *B. argentifolii* Bellows; **трипси (Thysanoptera)** *Thrips tabaci* Lind., *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche., *Frankliniella occidentalis* Pergande, *Echinothrips americanus* Morgan, *Thrips palmi* Karny. За даними таблиці 2 серед семи кольорів, використаних для виявлення ступеня принадності комах, які поширені в закритому ґрунті, найбільш атрактивним є жовтий колір. Отримані дані привабливості жовтого кольору збігаються з даними інших дослідників про певну ступінь атрактивності цього кольору не лише для комах-фітофагів, але й для *Culex pipiens* L., самиці якого живляться кров'ю людини [27].

2. Принадність пасток різних кольорів для комах в умовах оранжерей і теплиць (липень — серпень)

Колір пастки	Потрапило особин різних видів комах, %			
	попелиці (Aphidoidea)	кокциди (Coccoinea), самці	білокрилки (Aleyrodoidea)	трипси (Thysanoptera)
Сірий (еталон)	3,3 ± 0,19	5,8 ± 0,21	4,0 ± 0,96	3,4 ± 0,11
Білий	3,4 ± 0,26	2,6 ± 0,05	3,9 ± 0,12	3,1 ± 0,15
Блакитний	6,7 ± 1,01	7,9 ± 0,11	5,2 ± 0,17	8,7 ± 0,23
Зелений	3,8 ± 0,47	5,4 ± 0,16	4,6 ± 0,14	4,3 ± 0,19
Жовтий	69,9 ± 4,18	52,7 ± 3,25	68,5 ± 3,67	54,8 ± 1,72
Синій	5,1 ± 0,98	6,5 ± 0,21	4,7 ± 0,38	12,2 ± 0,98
Фіолетовий	3,4 ± 0,46	7,8 ± 0,35	3,8 ± 0,18	10,3 ± 1,12
Червоний	2,3 ± 0,14	9,1 ± 1,23	2,9 ± 0,12	2,1 ± 0,15
Чорний	2,1 ± 0,11	2,2 ± 0,12	2,4 ± 0,11	1,1 ± 0,09

Використання кольорових пасток у відкритому ґрунті для моніторингу видів *Phyllonorycter issikii* Kumata (шкідника рослин роду *Tilia* L.) та *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (шкідника рослин роду *Aesculus* L.) показує, що три кольори були найбільш привабливими для них. Понад 50,5% особин *Phyllonorycter issikii* та 52,9% особин *Cameraria ohridella* потрапили у пастки, забарвлені блакитним, зеленим та червоним кольорами (табл. 3).

Обговорення. Чисельність інвазійних фітофагів за сприятливих умов закритого і відкритого ґрунту збільшується дуже стрімко, і про-

3. Привабливість пасток різного кольору для імаго *Phyllonorycter issikii* Kumata та *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic у відкритому ґрунті

Колір пастки	Потрапило особин, %	
	<i>Phyllonorycter issikii</i> Kumata	<i>Cameraria ohridella</i> Deschka & Dimic
Білий	12,6 ± 0,09	11,5 ± 0,13
Блакитний	15,7 ± 0,19	18,3 ± 0,21
Жовтий	13,8 ± 0,13	14,1 ± 0,12
Зелений	16,5 ± 0,12	16,9 ± 0,18
Сірий (еталон)	12,6 ± 0,08	11,8 ± 0,11
Червоний	18,3 ± 0,20	17,7 ± 0,19
Чорний	10,5 ± 0,14	9,7 ± 0,06

цес набуває вибухового характеру. За несвоечасного захисту від шкідників рослини повністю втрачають декоративність. Тому важливим і складним є завдання захисту рослин в ботанічних садах, парках, скверах, які зазвичай знаходяться в мегаполісі.

Високі санітарні вимоги до використання синтетичних хімічних препаратів в умовах ботанічних садів та в межах мегаполісів спонукають до пошуку екологічно безпечних засобів захисту колекцій рослин від шкідливих організмів. У Національному ботанічному саду імені академіка О.В. Фоміна розроблено нові препарати на основі ріпакової олії, емульгаторів та інших речовин, на які було отримано патенти [23—25]. Даними препаратами було оброблено рослини проти шкідливих членистоногих (табл. 4). Результати вказують на технічну ефективність на п'ятий день після застосування. Актوفіт 0,2%, к.е. виявляє найвищу ефективність (92,5 і 89,2%) проти кліщів *Tetranychus urticae* Koch і *Pentamerismus taxi* Haller. Фітокомплексон-1 викликає загибель на рівні 91,3 і 87,3% з незначним стандартним відхиленням, що може бути відносно близько до результатів Актوفіту. Комплексон-2п і Комплексон-3Г — були менш ефективними проти кліщів (87,5 та 89,2%).

4. Ефективність дії екологічно безпечних препаратів на основі рослинних витяжок фітокомплексонів проти членистоногих в Національному ботанічному саду імені академіка О.В. Фоміна

Шкідливі організми	Технічна ефективність, загибель на 5-ту добу				НІР ₀₅
	Актوفіт 0,2%, к.е. (еталон)	Фітокомплексон-1	Комплексон-2п	Комплексон-3Г	
<i>Tetranychus urticae</i> Koch	92,5 ± 0,83	91,3 ± 0,92	87,5 ± 0,69	89,2 ± 0,72	0,5
<i>Pentamerismus taxi</i> Haller	89,2 ± 0,65	87,3 ± 0,71	82,2 ± 0,88	80,7 ± 0,96	0,9
<i>Neomyzus circumflexus</i> Busk.	93,8 ± 0,74	94,6 ± 0,89	90,9 ± 0,93	91,2 ± 0,48	0,4
<i>Coccus hesperidum</i> L.	82,7 ± 0,85	79,9 ± 0,79	76,2 ± 1,09	75,6 ± 0,88	0,7
<i>Bemisia tabaci</i> Genn.	79,1 ± 0,62	85,1 ± 0,71	78,5 ± 0,96	80,8 ± 0,83	0,6
<i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande	85,8 ± 0,57	90,8 ± 0,08	89,6 ± 0,87	86,3 ± 0,79	0,5
<i>Quadraspidiotus perniciosus</i> Comst.	76,4 ± 0,39	79,5 ± 0,65	72,7 ± 1,23	70,1 ± 2,04	0,3
<i>Hyphantria cunea</i> Drury	84,1 ± 0,76	88,3 ± 0,81	81,7 ± 0,69	82,9 ± 0,16	0,7
<i>Cydalima perspectalis</i> Walker	45,7 ± 0,82	92,4 ± 0,38	57,1 ± 0,94	56,3 ± 0,87	0,7

Усі використані препарати демонстрували високу ефективність у контролі чисельності *Neomyzus circumflexus* Busk та *Frankliniella occidentalis*, де відсоток загибелі становив від 94,6 до 90,9%. Для *Coccus hesperidun* L. усі речовини виявили близьку ефективність. У випадку з *Bemisia tabaci* Genn. Фітокомплексон-1 виявився найбільш ефективним, досягаючи 85,1%, що перевищує ефективність інших препаратів.

Аналіз даних таблиці 4 підтверджує високий рівень ефективності Фітокомплексон-1 у порівнянні з іншими варіантами. Для шкідників *Quadrastipidiotus perniciosus*, *Huphantria cunea* та *Cydalima perspectalis* цей препарат продемонстрував найвищі показники ефективності, які варіювали від 79,5 до 92,4%.

Фітотоксичної дії препаратів за наведених концентрацій не встановлено. З метою уникнення набуття стійкості фітофагів до інсектицидів та акарицидів слід проводити почергове використання біологічного препарату Актофіт, 0,2% та препаратів, виготовлених з рослинних витяжок (Фітокомплексон-1, Комплексон-2п, Комплексон-3Г). Ці прийоми є економічно доцільними й екологічно безпечними.

ВИСНОВКИ

Наведено важливі дані про різноманітність фітофагів у ботанічному саду та ефективність екологічно безпечних препаратів на основі рослинних витяжок для їх контролю. Дослідження в умовах закритого ґрунту виявило 16 видів фітофагів із 4-х рядів, включаючи попелиць, кокцид, білокрилок і трипсів. Використання кольорових клейових пасток у закритому ґрунті дозволило виявити, що жовтий колір є особливо привабливим для цих комах. Дослідження також показало, що при використанні пасток у відкритому ґрунті для моніторингу *Phyllonorycter issikii* та *Cameraria ohridella* найбільш привабливими кольорами були блакитний, зелений та червоний.

Збільшення чисельності фітофагів у закритому та відкритому ґрунті вимагає ефективних заходів захисту рослин. У цьому контексті розроблені препарати на основі ріпакової олії виявилися ефективними та безпечними для використання. Результати дослідження свідчать про перевагу Фітокомплексону-1 у контролі шкідливих організмів, що засвідчує його потенціал як екологічно безпечного і ефективного засобу для збереження рослинності та зменшення втрат врожаю.

Фінансування: ПНД 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» («Захист рослин») 24.02.01.01 Ф «Екологічні основи захисту рослин від шкідників в умовах урбанізованого міського середовища».

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Thom R. Catastrophe Theory: Its present state and future perspectives. Dynamical Systems. Berlin — New York, 1974. P. 366-372.

2. Чумак П.Я. Членистоногі (Arthropoda) в оранжереях України та екологічні основи захисту рослин від шкідників. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2004. 143 с.

3. Чумак П.Я., Вигера С.М., Ключевич М.М. та ін. Превентивний захист рослин урбофітоценозів від попелиць та кокцид. Київ: Компрінт, 2018. 324 с.

4. Bondareva L.M., Chumak P.Y., Bondarev S.I. Revealing the Sustainable Population of *Pentamerismus taxi* (Acari, Tenuipalpidae) Outside the Zone of its Natural Habitation in Ukraine. Vestnik zoologii. 2017. 51 (5). P. 435-438. DOI 10.1515/vzoo-2017-0052

5. Bondareva L., Chumak P. First finding of *Pentamerismus oregonensis* and its abundance (Acari: Tenuipalpidae) on juniper trees in Kyiv Ukraine. Persian Journal of Acarology. 2020. 9 (3) P. 299-301. doi.org/10.22073/pja.v9i3.60667.

6. Bondareva L., Chumak P., Strygun O., Tymoshchuk T., Zavadzka O. New record of *Anthoceptes platynotus* Nalepa (Acari: Eriophyoidea) and its abundance on *Cornus mas* L. in the northern part of a Forest-Steppe zone of Ukraine. Plant and Soil Science. 2023. 14 (4) P. 9-20. <https://doi.org/10.31548/plant4.2023.09>

7. Zhovnerchuk O.V., Chumak P.Y. The spidermite *Schizotetranychus spireaefolia* (Acari, Tetranychidae), specific pest of Spiraea in the A.V. Fomin Botanical Garden. Vestnik Zoologii. 2018. 52(5). P. 389-394.

8. Сильчук О.І., Чумак П.Я., Вигера С.М. та ін. Липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.) і її інвазійний фітофаг міль-строкатка (*Phyllonorycter issikii* Kumata). Агроекологічний журнал. 2016. № 2. С. 134-138.

9. Трибель С.О., Гаманова О.М., Свентославські Я. Каштанова мінуюча міль. Київ: Колобіг, 2008. 70 с.

10. Мацяк І., Крамарець В. Інвазії комах-філофагів на територію України. Наукові праці Лісівничої академії наук України. 2020. № 20. С. 11-25.

11. Nakonechna Yu.O., Stankevych S.V., Zabrodina I.V., Lezhenina I.P., Filatov M.O., Yushchuk D.D., Lutytska N.V., Molchanova O.A., Melenti V.O., Poliakh V.M., Buhaiiov S.M., Belay Yu.M., Martynenko V.I., Zhukova L.V., Buzina I.M., Khainus D.D. Distribution area of *Hyphantria cunea* Drury: the analysis of Ukrainian and world data. Ukrainian Journal of Ecology. 2019. 9(3). P. 214-220.

12. Борзих О.І., Федоренко В.П., Стригун О.О. та ін. Клоп мереживний *Corythucha ciliate* Say, 1832 (Hemiptera: Tingidae) - потенційно небезпечний інвазійний вид у фітоценозах Києва. Карантин і захист рослин. 2022. № 1 (268). С. 13-18. Doi: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.1.13-18>

13. Борзих О.І., Стригун О.О., Чумак П.Я. та ін. Клоп довгоногий

(*Arocatus longiceps* Stal, 1872) — новий шкідник платану у фітоценозах Києва. Захист рослин: наукові здобутки та перспективи досліджень: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 75-річчю заснування Інституту захисту рослин НААН, 150-річчю від дня народження Пospelова Володимира Петровича, 100-річчю від дня народження Арешнікова Бориса Андрійовича, 90-річчю від дня народження Доліна Володимира Гдаліча (24-25 травня 2022 року. Київ, ІЗР НААН). 2022. С. 38-40.

14. Стригун О.О., Федоренко В.П., Чумак П.Я. та ін. Цикадка біла *Metcalfa pruinosa* — новий небезпечний шкідник рослин в парках Києва. Захист рослин: наукові здобутки та перспективи досліджень: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 75-річчю заснування Інституту захисту рослин НААН, 150-річчю від дня народження Пospelова Володимира Петровича, 100-річчю від дня народження Арешнікова Бориса Андрійовича, 90-річчю від дня народження Доліна Володимира Гдаліча (24-25 травня 2022 року. Київ, ІЗР НААН). 2022. С. 60-66.

15. Стефановська Т.Р., Чумак П.Я. Інвазійні щитівки (Sternorrhyncha: Diaspididae) в урбофітоценозах України. Біологічні системи: теорія та інновації. 2021. 12 (3). С. 60-67.

16. Стригун О.О., Федоренко В.П., Чумак П.Я., Вигера С.М., Гончаренко О.М., Аньол О.Г. Златка смарагдова ясенева (*Agrilus planipennis* Fairmaire) в парках Києва. Захист і карантин рослин у ХХІ столітті: проблеми і перспективи. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої ювілейним датам від дня народження видатних вчених-фітопатологів докторів біологічних наук, професорів В. К. Пантелеєва та М. М. Родігіна (м. Харків, 20–21 жовтня 2022 р.). Харків. 2022. С. 198-201.

17. Kozłowski J., Kozłowski R. Expansion of the invasive slug species *Arion lusitanicus* Mabille, 1868 (Gastropoda: Pulmonata: Stylommatophora) and dangers to garden crops — a literature review with some new data. *Folia Malacologica*. 2011.19(4). P. 249-258. doi:10.2478/v10125-011-0005-8.

18. Ключевич М.М., Вигера С.М., Чумак П.Я. та ін. Інвазійні види біоти екосистем Житомирщини: методичні рекомендації. Житомир: Поліський національний університет, 2022. 56 с.

19. Чумак П.Я., Ковальчук В.П. Ентомологічні екскурсії в Ботанічному саду імені акад. О.В. Фоміна. Монографія. Київ: Фітосоціоцентр. 2012. 72 с.

20. Kushnir N.V., Bondareva L.M. Propagation, trophic connection, and phenology of *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Auchenorrhyncha: Hemiptera) in N.N. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Russian Journal of Biological Invasions*. 2022. 13(1). P. 74-80. <https://doi.org/10.1134/S207511172201009X>

21. Чумак П.Я., Вигера С.М., Ключевич М.М. та ін. Превентивний захист рослин урбофітоценозів від попелиць та кокцид. Київ: Компрінт, 2018. 324 с.

22. Pimentel D., McNair S., Janecka J. et al. Economic and environmental threats of a alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2001. 84 (1). P. 1-20.

23. Пат. №37503 Україна, А01G13/00. Екологічно безпечний засіб захисту рослин від комплексу шкідливих організмів «Фітокомплексон-1». С.М. Вигера, П.Я. Чумак. Заявл. 14.07.2008; Опубл. 25.11.2008, Бюл. № 22.

24. Пат. №47717 Україна, А01P15/00. Екологічно безпечний засіб захисту рослин від комплексу шкідливих організмів «Комплексон-2п». С.М. Вигера, П.Я. Чумак. Заявл. 09.07.2009; Опубл. 25.02.2010, Бюл. № 4.

25. Пат. №47719 Україна, А01P15/00. Екологічно безпечний засіб захисту рослин від комплексу шкідливих організмів «Комплексон-3Г». С.М. Вигера, П.Я. Чумак, Л.С. Школьна. Заявл. 09.07.2009; Опубл. 25.02.2010, Бюл. № 4.

26. Методика випробування і застосування пестицидів; за ред. С.О. Трибея. Київ: Світ, 2001. 448 с.

27. Hellhammer F., Heidtmann H., Freise F., Becker S.C. Effects of color and light intensity on the foraging and oviposition behavior of *Culex pipiens* biotype molestus Mosquitoes. *Insects*. 2022; 13(11):993. <https://doi.org/10.3390/insects13110993>

¹**Borzykh O.**, ORCID: 0000-0002-9802-5622

¹**Strygun O.**, ORCID: 0000-0001-7315-1473

¹**Chumak P.**, ORCID: 0000-0002-2053-2341

²**Bondareva L.**, ORCID: 0000-0002-8171-2338

¹**Goncharenko O.**, ORCID: 0000-0002-0555-3427

¹**Anol O.**, ORCID: 0009-0003-2183-8558

¹**Kivel Ye.**, ORCID: 0009-0006-8484-4199

Broun I., ORCID: 0009-0000-5932-6556

¹Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences, 33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

²National university of life and environmental sciences of Ukraine, 15, Heroiv oborony str., 03041, Ukraine

Detection and control of invasive phytophages in the botanical garden: new approaches and perspectives

Goal. Determination of optimal methods of phytosanitary monitoring and strategies for controlling the number of harmful arthropods based on ecologically safe preparations on ornamental crops in urban green areas. **Methods.** Monitoring of the phytosanitary state of urbophytocenoses was carried out by the method of route surveys of plantations. The method of visual detection of the phytophagous or traces of its vital activity on the trunk, branches, shoots and leaves was used to examine the crown of plants.

To record the density of phytophagous colonies and to identify species, individuals were collected using a transparent adhesive film. Colored glue traps were used to monitor Lepidoptera, Diptera, Coleoptera and other insects. **Results.** The use of colored glue traps in the closed soil of the Botanical Garden named after Acad. O.V. For the purpose of monitoring insects, Fomina made it possible to identify 16 species of phytophages from 4 orders: aphids (Aphidoidea) *Myzus persicae* Sulz., *Macrosiphum rosae* L., *Idiopterus nephrolepidis* Davis.; coccids (Coccoinea) *Nipaecoccus nipae* Mask, *Pseudococcus longispinus* (Targioni Tozzetti), *Coccus hesperidum* L., *Diaspis boisduvalii* Sign., *Kuwanaaspis pseudoleucaspis* Kuw.; whiteflies (Aleyrodoidea): *Aleurodes vaporariorum* Westw., *Bemisia tabaci* Genn., *B. argentifolii* Bellows; thrips (Thysanoptera): *Thrips tabaci* Lind., *Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche., *Frankliniella occidentalis* Pergande, *Echinothrips americanus* Morgan, *Thrips palmi* Karny. Among the seven colors we used to determine the degree of attractiveness of insects that are common in indoor soil, the most attractive color is yellow. Using color traps in open ground to monitor species such as *Phyllonorycter issikii* Kumata (a plant pest of *Tilia* L.) and *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (a plant pest of *Aesculus* L.) showed that three colors were most attractive to these species: blue, green and red. A high level of effectiveness of the drug Phytocomplexon-1 has been established in comparison with other options. For the pests *Quadraspidiotus perniciosus*, *Hyphantria cunea* and *Cydalima perspectalis*, this drug showed the highest efficacy rates ranging from 79.5 to 92.4%. **Conclusions.** The use of colored glue traps in closed and open ground conditions is an important element for insect monitoring. It is important to consider the color of traps when planning strategies for monitoring and controlling plant pests, which can improve the effectiveness of plant protection measures. The high level of effectiveness of new environmentally safe preparations based on rapeseed oil and plant extracts against various types of harmful organisms has been confirmed. In particular, the drug Phytocomplexon-1 proved to be the most effective for insects. The study indicates the prospects of using environmentally safe methods of plant protection in botanical gardens and megacities.

invasive phytophages; urbophytocenoses; colored traps; monitoring

REFERENCES

1. Thom R. (1974). Catastrophe Theory: Its present state and future perspectives. Dynamical Systems. Berlin — New York. P. 366-372.
2. Chumak P.Ya. (2004). Arthropoda in the greenhouses of Ukraine and the ecological basis of plant protection from pests. Kyiv: VOC «Kyiv University». 143 p. (in Ukrainian).
3. Chumak P.Ya., Vyhera S.M., Klyuchevych M.M. et al. (2018). Preventive

protection of urbophytocenosis plants from aphids and coccids. Kyiv: Comprint. 324 p. (in Ukrainian).

4. Bondareva L.M., Chumak P.Y., Bondarev S.I. (2017). Revealing the Sustainable Population of *Pentamerismus taxi* (Acari, Tenuipalpidae) Outside the Zone of its Natural Habitation in Ukraine. *Vestnik zoologii*, 51(5), 435-438. DOI 10.1515/vzoo-2017-0052

5. Bondareva L., Chumak P. (2020). First finding of *Pentamerismus oregonensis* and its abundance (Acari: Tenuipalpidae) on juniper trees in Kyiv Ukraine. *Persian Journal of Acarology*, 9(3), 299-301. doi.org/10.22073/pja.v9i3.60667

6. Bondareva L., Chumak P., Strygun O., Tymoshchuk T., Zavadzka O. (2023). New record of *Anthocoptes platynotus* Nalepa (Acari: Eriophyoidea) and its abundance on *Cornus mas* L. in the northern part of a Forest-Steppe zone of Ukraine. *Plant and Soil Science*, 14(4), 9-20. <https://doi.org/10.31548/plant4.2023.09>

7. Zhovnerchuk O.V., Chumak P.Y. (2018). The spidermite *Schizotetranychus spireaefolia* (Acari, Tetranychidae), specific pest of *Spiraea* in the A. V. Fomin Botanical Garden. *Vestnik Zoologii*, 52(5), 389-394.

8. Sylchuk O.I., Chumak P.Ia., Vyhera S.M. ta in. (2016). Lypa sertselysta (*Tilia cordata* Mill.) i yii invaziyni fitofah mil-strokatka (*Phyllonorycter issikii* Kumata). [The linden (*Tilia cordata* Mill.) and its invasive phytophagous moth (*Phyllonorycter issikii* Kumata)]. *Ahroekologichnyi zhurnal*, [Agroecological journal], (2), 134-138. (in Ukrainian).

9. Trybel S.O., Hamanova O.M., Svientoslavski Ya. (2008). *Kashtanova mi-niuucha mil*. Kyiv: Kolobih, 70 s. (in Ukrainian).

10. Matsiakh I., Kramarets V. (2020). *Invazii komakh-filofahiv na terytoriiu Ukrainy*. [Invasions of phyllophage insects on the territory of Ukraine. Scientific works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy*, (20), 11-25. (in Ukrainian).

11. Nakonechna Yu.O., Stankevych S.V., Zabrodina I.V., Lezhenina I.P., Filatov M.O., Yushchuk D.D., ..., Khainus D.D. (2019). Distribution area of *Hyphantria cunea* Drury: the analysis of Ukrainian and world data. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(3), 214-220. (in Ukrainian).

12. Borzykh O., Fedorenko V., Stryhun O., Chumak P., Vyhera S., Honcharenko O., ..., Tkachova S. (2022). *Klop merezhynnyi Corythucha ciliate* Say, 1832 (Hemiptera: Tingidae) — potentsiino nebezpechnyi invaziyni vyd u fitotsenozakh Kyieva. [The sycamore lace bug *Corythucha ciliata* Say, 1832 (Hemiptera: Tingidae) — is a potentially dangerous invasive species in the phytocenoses of Kyiv]. *Karantyn i zakhyst roslyn*, [Quarantine and plant protection], (1), 13-18. Doi: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.1.13-18> (in Ukrainian).

13. Borzykh O.I., Strygun O.O., Chumak P.Ya. (2022). *Plant protection: scientific achievements and research perspectives: materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the founding*

of the Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences, the 150th anniversary of the birth of Volodymyr Petrovych Pospelov, the 100th anniversary of the birth of Boris Andriyovych Areshnikov, the 90th anniversary of birthday of Dolin Volodymyr Hdalich (May 24-25, 2022. Kyiv, IZR NAAS), P. 38-40. (in Ukrainian).

14. Stryhun O.O., Fedorenko V.P., Chumak P.Ia. ta in. (2022). Tsykadka bila *Metcalfa pruinosa* — novyi nebezpechnyi shkidnyk roslin v parkakh Kyieva. Zakhyst roslin: naukovy zdobutky ta perspektyvy doslidzhen: materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoj 75-richchiu zasnuvannia Instytutu zakhystu roslin NAAN, 150-richchiu vid dnia narodzhennia Pospielova Volodymyra Petrovycha, 100-richchiu vid dnia narodzhennia Ariesnikova Borysa Andriiovycha, 90-richchiu vid dnia narodzhennia Dolina Volodymyra Hdalicha (24-25 travnia 2022 roku. Kyiv, IZR NAAN). S. 60-66. (in Ukrainian).

15. Stefanovska T.R., Chumak P.Ia. (2021). Invaziini shchytivky (Sternorrhyncha: Diaspididae) v urbofitotsenozakh Ukrainy. [Invasive scales (Sternorrhyncha: Diaspididae) in urbophytocenoses of Ukraine. Biological systems: theory and innovations]. *Biologichni systemy: teoriia ta innovatsii*, 12(3), 60-67. (in Ukrainian).

16. Stryhun O.O., Fedorenko V.P., Chumak P.Ya., Vyhera S.M., Honcharenko O.M., Anol O.H. (2022). Zlatka smaragdova yaseneva (*Agrilus planipennis* Fairmaire) v parkakh Kyieva. Zakhyst i karantyn roslin u XXI stolitti: problemy i perspektyvy. Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoj yuvileinym datam vid dnia narodzhennia vydatnykh vchenykh-fitopatolohiv doktoriv biologichnykh nauk, profesoriv V.K. Pantielieieva ta M.M. Rodihina (Kharkiv, 20–21 zhovtnia 2022). Kharkiv. S. 198-201. (in Ukrainian).

17. Kozłowski J., Kozłowski R. J. (2011). Expansion of the invasive slug species *Arion lusitanicus* Mabille, 1868 (Gastropoda: Pulmonata: Stylommatophora) and dangers to garden crops — a literature review with some new data. *Folia Malacologica*. 19(4). P. 249-258. doi:10.2478/v10125-011-0005-8

18. Kliuchevych M.M., Vyhera S.M., Chumak P.Ia. ta in. (2022). Invaziini vydy bioty ekosystem Zhytomyrshchyny: metodychni rekomendatsii. [Invasive species of the biota of Zhytomyr Oblast ecosystems: methodical recommendations]. *Zhytomyr: Poliskyi natsionalnyi universytet*, 56 s. (in Ukrainian).

19. Chumak P.Ia., Kovalchuk V.P. (2012). Entomolohichni ekskursii v Botanichnomu sadu imeni akad. O.V. Fomina: monohrafiia. Kyiv: Fitosotsiotsentr. 72 s. (in Ukrainian).

20. Kushnir N.V., Bondareva L.M. (2022). Propagation, trophic connection, and phenology of *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Auchenorrhyncha: Hemiptera) in N. N. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Russian Journal of Biological Invasions*. 13(1). P. 74-80. [https:// doi.org/10.1134/S207511172201009X](https://doi.org/10.1134/S207511172201009X). (in Russian).

21. Chumak P.Ia., Vyhera S.M., Kliuchevych M.M. ta in. (2018). Preventyvnyi zakhyst roslyn urbofitotsenoziv vid popelyts ta kokhtsyd. Kyiv: Komprynt, 324 s. (in Ukrainian).

22. Pimentel D., McNair S., Janecka J., Wightman J., Simmonds C., O'Connell C., ..., Tsomondo T. (2001). Economic and environmental threats of a lien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 84(1), 1-20.

23. Vyhera S.M., Chumak P.Ia. (2008). Pat. №37503 Ukraina, A01G13/00. Ekolohichno bezpechnyi zasib zakhystu roslyn vid kompleksu shkidlyvykh orhanizmiv «Fitokomplekson-1». Zaiavl. 14.07.2008; Opubl. 25.11.2008, Biul. № 22. (in Ukrainian).

24. Vyhera S.M., Chumak P.Ia. (2009). Pat. №47717 Ukraina, A01R15/00. Ekolohichno bezpechnyi zasib zakhystu roslyn vid kompleksu shkidlyvykh orhanizmiv «Komplekson-2p». Zaiavl. 09.07.2009.; Opubl. 25.02.2010, Biul. № 4. (in Ukrainian).

25. Vyhera S.M., Chumak P.Ia., Shkolna L.S. (2009). Pat. №47719 Ukraina, A01R15/00. Ekolohichno bezpechnyi zasib zakhystu roslyn vid kompleksu shkidlyvykh orhanizmiv «Komplekson-ZH». Zaiavl. 09.07.2009; Opubl. 25.02.2010, Biul. № 4. (in Ukrainian).

26. Trybel S.O. (Ed.). (2001). *Metodyka vyprovuvannia i zastosuvannia pestytsydiv*. Kyiv. Svit. 448 s. (in Ukrainian).

27. Hellhammer F., Heidtmann H., Freise F., Becker S.C. (2022) Effects of color and light intensity on the foraging and oviposition behavior of *Culex pipiens* biotype molestus Mosquitoes. *Insects*. 13(11):993. <https://doi.org/10.3390/insects13110993>

Надійшла до редакції: 23.08.2024

Прийнята до друку: 17.09.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

Фітосанітарна безпека. 2024. Вип. 70.

УДК: 632.7: 633.853.494:504.38

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2024.70.20-36>

О.І. БОРЗИХ, доктор сільськогосподарських наук
В.М. ЧАЙКА, доктор сільськогосподарських наук
Л.І. БУБЛИК, доктор сільськогосподарських наук
О.О. БАХМУТ, кандидат сільськогосподарських наук
О.В. ШЕВЧУК, кандидат сільськогосподарських наук
І.В. КРУК, кандидат сільськогосподарських наук
А.В. ФЕДОРЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук
Л.Л. ГАВРИЛЮК, кандидат сільськогосподарських наук
О.Г. ВЛАСОВА, кандидат сільськогосподарських наук
Ю.В. МАКОВЕЦЬКИЙ

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

ФІТОСАНІТАРНА БЕЗПЕКА АГРОЦЕНОЗІВ РІПАКУ ОЗИМОГО В УКРАЇНІ ЗА УМОВ ЗМІНИ КЛІМАТУ

Мета. Аналіз багаторічної динаміки чисельності популяцій основних шкідників посівів ріпаку озимого (*Brassica napus* L.) у різних природно-кліматичних зонах України задля визначення впливу змін клімату на фітосанітарний стан агроценозів у 2012—2022 рр. **Методи.** В дослідженнях було використано аналітично-синтетичний метод та комп'ютерне моделювання. Як вихідні дані використали результати моніторингу розвитку та розповсюдження шкідників в агроценозах ріпаку озимого та прогноз їхнього фітосанітарного стану впродовж 2012—2022 рр. Для аналізу природного потепління використали багаторічну базу даних Гідрометцентру України. Обраховували суми ефективних температур (СЕТ) для розвитку комах для кожної природно-кліматичної зони України. **Результати.** Проведено еколого-статистичний аналіз баз багаторічних даних популяцій шкідників ріпаку озимого, динаміки агрометеорологічних показників. Встановлено, що впродовж 2012—2022 рр. СЕТ постійно перевищувала кліматичні норми в усіх природно-кліматичних зонах України. Відбулося погіршення тепло- та вологозабезпечення вегетаційного періоду. Внаслідок кліматичних змін відбуваються трансформації комплексу шкідників культури. **Висновки.** Як наслідок кліматичних змін, зменшується зона, сприятлива для вирощування озимих польових культур, зокрема ріпаку озимого. Знижується здатність території до самоочищення. Багаторічна динаміка популяцій

шкідливого ентомокомплексу ріпаку озимого демонструє стабільно високу чисельність хрестоцвітих блішок, ріпакового квіткоїда, ріпакового стеблового прихованохоботника та тенденцію до підвищення чисельності останнього. Найбільш уразлива до фітофагів культура у фазі сходів та бутонізації-цвітіння, що необхідно враховувати при розробці систем захисту культури.

агроценоз; ріпак озимий; потепління клімату; шкідники; динаміка популяцій; сума ефективних температур

Польовий агроценоз — це складна система, що заново створюється щороку, функціонування якої залежить від багатьох факторів. Одним з них, який має чи не найбільш істотний вплив та не піддається регулюванню з боку людини, є природно-кліматичні умови.

Відомо, що клімат України змінюється як і глобальний клімат, однак, потепління на нашій території відбувається навіть швидше, ніж в інших регіонах Північної півкулі. За даними Укргідрометцентру, потепління в Україні триває з 1989 р. [1].

Проблема не тільки в тому, що змінюється клімат, але і в тому, що змінилися сівозміни, відбувається їх порушення, збільшилися площі посівів ріпаку, який стали вирощувати, незважаючи на те, що ґрунтово-кліматичні умови не завжди є сприятливими.

Зміни клімату можуть вплинути на шкідливих комах кількома способами. Вони можуть призвести до розширення їхнього географічного поширення, підвищення виживання під час зимівлі, збільшення кількості поколінь, зміни синхронності фенології між рослинами і шкідниками, зміни міжвидової взаємодії, збільшення ризику інвазії шкідниками, що мігрують, збільшення частоти хвороб рослин, що переносяться комахами і зниження ефективності регуляції чисельності за допомогою природних ворогів. Внаслідок цього виникає серйозний ризик економічних втрат урожаю, а також загрози продовольчої безпеки. Оскільки зміни температури є одним з основних факторів динаміки популяцій шкідливих організмів, потрібні дослідження тенденцій фітосанітарного стану агроценозів, щоб мати можливість контролювати статус шкідників [2—4]. Добре відомо, що комахи чутливі до температури, але як на них вплине глобальне потепління, що триває, залишається невизначеним, оскільки ці реакції багатогранні і екологічно складні [5]. Для визначення тенденцій стану популяцій комах в умовах змін клімату особливо цінність представляють результати багаторічних спостережень за чисельністю видів [6].

Досліджено вплив потепління клімату на 31 глобально значимий вид шкідливих комах з метою виявлення загальних тенденцій їх реакції на потепління. В цю оцінку було включено чотири категорії відповідей (розширення ареалу, життєвий цикл, динаміка популяції

та трофічна взаємодія). За вибраними наслідками 41% доліджених видів комах демонстрували реакції, які, як очікується, спричиняють збільшення збитку від шкідників. Примітно, що більшість досліджених видів (55%) продемонстрували неоднозначну реакцію. Це означає, що шкідливість даного виду може як збільшуватися, так і зменшуватися внаслідок тривалого потепління клімату. Аналіз показав, що передбачити вплив потепління клімату на комах-фітофагів далеко не просто [5].

Вплив змін клімату на чисельність комах агроландшафтів в Україні досліджено недостатньо. Наприклад, аналіз багаторічної динаміки популяцій шкідливого ентомокомплексу пшениці озимої свідчить, що шкідники по-різному реагують на потепління залежно від біології виду і можливе поступове зменшення чисельності окремих груп видів в умовах зміни температурного режиму [7].

Мета роботи — дослідити багаторічну динаміку чисельності основних шкідників та визначити ризики фітосанітарного стану агроценозів ріпаку озимого в різних природно-кліматичних зонах України в умовах змін клімату в 2012—2022 рр.

Методика досліджень. Матеріалом дослідження слугували результати фітосанітарного ентомологічного моніторингу, який проводять спеціалісти обласних управлінь Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. Моніторинг здійснюють в базових господарствах, які розташовані в різних регіонах України (всього 161 господарство), за допомогою методологічно стандартизованих щорічних обліків основних шкідливих організмів агроценозів в різних областях України [8]. Видову приналежність шкідників фахівці державної служби визначали за допомогою довідкової літератури [9].

Методичні основи фітосанітарного моніторингу відповідають критеріям об'єктивності аналізу стану популяцій основних шкідників на сільськогосподарських територіях України. У дослідженнях ми використали матеріали моніторингу за 2012—2022 рр.

Результати аналізу обробляли за використання програмного пакету на базі MS Excel. Проводили статистичний аналіз показників багаторічної динаміки чисельності деяких головних шкідників ріпаку озимого в різних природно-кліматичних зонах України. Для аналізу багаторічних усереднених даних показників чисельності шкідників за областями України використовували також діаграму Тьюкі (Box Plot).

За відмінностями рельєфу та ґрунтово-кліматичних умов на рівнинній частині України виділяють три природно-кліматичні зони: Полісся, Лісостеп та Степ [10].

Природно-кліматичні зони України характеризуються специфічними показниками суми ефективних температур (СЕТ). Температурні

норми регіонів розраховували фахівці Гідрометеоцентру України. За період аналізу норми для природно-кліматичних зон становили: Полісся — 969°, Лісостеп — 1124°, Степ — 1400° [1].

Для аналізу змін клімату використовували матеріали показників погоди, які додаються до щорічних регіональних звітів з фітосанітарного моніторингу. Обраховували СЕТ вище 10°C за період вегетації для кожної природно-кліматичної зони. Нижній температурний поріг розвитку комах-шкідників прийнято за +10°C [11].

Результати досліджень та обговорення. Визначальні кліматичні показники, що зумовлюють продуктивність рослинництва, це — зволоження, теплозабезпечення, термічні умови холодного періоду, континентальність. Зміни клімату зумовлюють зміну цих показників. За гумідного (вологого) потепління в середньостроковій перспективі можна очікувати зростання врожайності практично всіх сільськогосподарських культур. За аридного (сухого) потепління до середини XXI сторіччя збільшення посушливих територій стане головним негативним проявом зміни клімату в найбільш родючих районах країни. Врожайність буде швидко зменшуватися у лісостеповій і степовій зонах [1].

Результати досліджень добре ілюструють процес потепління в Україні. Аналіз кліматичних даних засвідчив, що в 2012—2022 рр. в Україні СЕТ постійно перевищувала кліматичні норми природо-кліматичних зон, але показники потепління були різними. Наприклад, в Поліссі перевищення відносно норми становило максимально +331° у 2012 р. В середньому за роки аналізу СЕТ збільшилась на 234°.

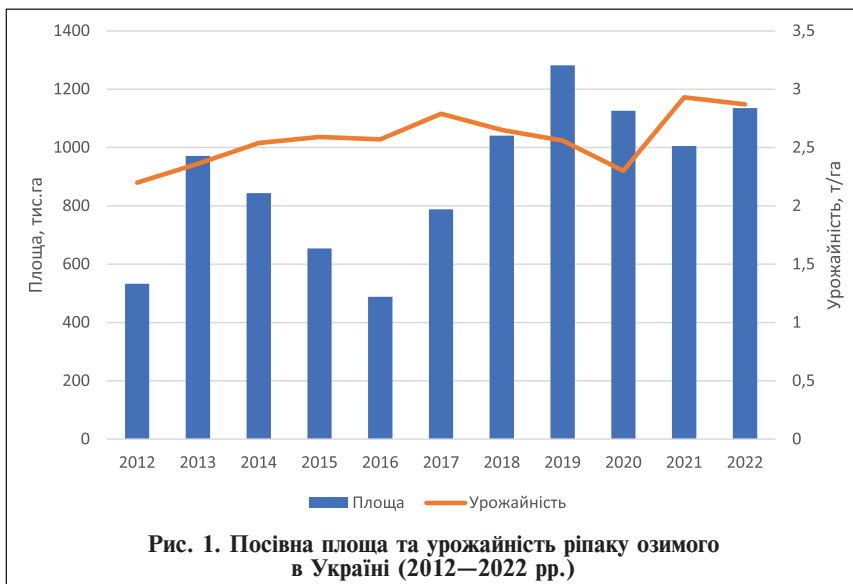
В Лісостепу максимальне перевищення СЕТ зареєстровано у 2012 р. (становило +726°). В середньому по зоні відносно кліматичної норми сума температур у 2012—2022 рр. збільшилась на 210°.

У степовій зоні в 2017 р. спостерігалось деяке зменшення СЕТ відносно кліматичної норми (–20°). Максимальне збільшення тепла (+700°) зареєстровано у 2012 р., який визнано самим теплим роком у всіх зонах за період дослідження. В середньому по зоні Степу сума температур збільшилась на 256° [12].

Протягом останніх 10-ти років за вегетаційний період на всій території України значення ГТК та зонального індексу самоочищення ($\bar{I}_{\text{зон}}$) зменшились. Особливо сильно це відчутно в Лісостеповій та на півночі Степової зон [12]. Такі зміни призводять до порушення функціонування агроценозів та зниження толерантності до пестицидного навантаження [12].

Ріпак озимий використовується у багатьох галузях — від харчової промисловості до енергетики та текстилю. За останні 10 років його посівні площі суттєво збільшились. Нині він є однією з найбільш широко вирощуваних культур в Україні. В 2022 р. його площа досягала

1,135 млн га. Середня урожайність ріпаку варіює в межах 2,2—2,8 т/га (рис. 1) [13]. Тобто збільшення зборів досягається головним чином за рахунок розширення площ під культурою.

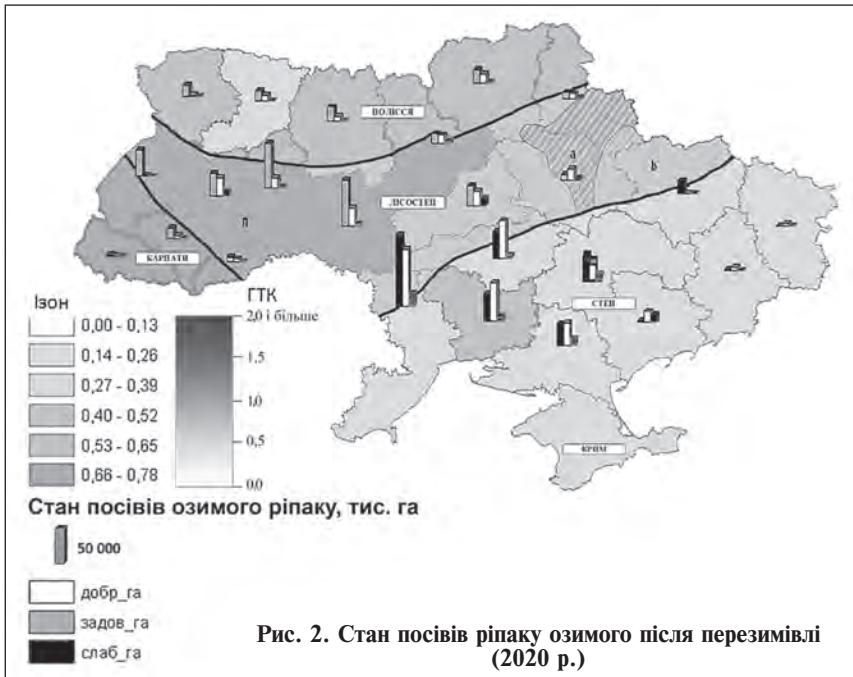


Однак, необхідно враховувати, що як наслідок кліматичних змін зменшується зона, сприятлива для вирощування озимих польових культур, зокрема ріпаку озимого. Якщо 20 років тому вважалось, що за ґрунтово-кліматичними умовами вирощування цієї культури є можливим практично на всій території України, то результати проведених досліджень свідчать, що зона з оптимальними умовами зазнала обмежень. Значною мірою це пов'язано з погіршенням умов перезимівлі культури (рис. 2). Найбільша частка слабких та зріджених посівів спостерігається в степовій зоні, що підтверджує висновки, зроблені І.В. Круком та співавторами про те, що зони з ГТК менше 1,2 є несприятливими для даної культури [14].

Як показують дані попередніх досліджень, зона достатнього зволоження ґрунту зменшується, її межа піднімається вище на північ, відповідно змінюється умовна межа лісостепової та степової зон [12].

Важливим чинником, що впливає на врожай, є шкідники. Одним з наслідків зростання посівних площ є зміни у структурі комплексу шкідливих видів.

В Україні на посівах ріпаку живляться близько 50 видів фітофагів, втрати врожаю насіння від яких можуть сягати 30—40% і



більше за одночасного зниження якості зерна [15]. Найшкідливішими фітофагами на ріпаку озимому є ріпакові і хрестоцвіті блішки (*Phyllotreta* spp.), ріпаковий трач (*Athalia rosae* L.), великий ріпаковий прихованохоботник (*Ceutorhynchus napi* Germar), капустяний стебловий (*Ceuthorrhynchus pallidactylus* Marsham), стручковий (насіenneвий) (*Ceutorrhynchus assimilis* Germar) та інші види прихованохоботників, капустяний стручковий комарик (*Contarinia nasturtii* Kieff), ріпаковий квіткоїд (*Meligethes aeneus* F.).

За появи сходів найбільшу небезпеку ріпаку створюють хрестоцвіті блішки (*Phyllotreta* spp.). В Україні найпоширенішими є: світлонога (*Phyllotreta nemorum* L.), хвиляста (*Phyllotreta undulata* Kutsh.), синя (*Phyllotreta nigripes* F.), чорна (*Phyllotreta atra* F.), хрінна (*Phyllotreta armoraciae* Koch.) хрестоцвіті блішки. У разі масового розмноження блішки за два-три дні здатні повністю знищити сходи.

Пошкодження хрестоцвітими блішками впливають на фізіолого-біохімічні процеси у листках ріпаку. Під час цього відбувається посилення інтенсивності дихання, активності пероксидази і зниження вітаміну С, хлорофілу А, В та каротиноїдів. Жуки хрестоцвітих блішок найнебезпечніші, передусім, у південних областях. Порого-

вою для проведення захисних заходів вважається чисельність понад 3 екз./м² (табл. 1). Активність і шкідливість блішок збільшується у спекотну посушливу погоду. Захист сходів від них — важлива ланка у системі захисту ріпаку, враховуючи, що за температури понад 15°C у суху сонячну погоду цей шкідник за значної чисельності здатен повністю знищити сходи культури [10]. Багаторічну динаміку чисельності хрестоцвітих блішок в Україні наведено на рисунку 3.

1. Економічні порого шкідливості фітофагів ріпаку озимого [15]

Фенофаза	Шкідник	Поріг шкідливості
Сходи	Хрестоцвіті блішки	3 екз./м ²
Сходи — 4 листки	Ріпаківий листкоїд	1—2 жука/м ² 2—3 личинки/м ²
	Ріпаківий трач	1—2 гусениці/рослину
	Ріпковий білан, озима совка, капустяна совка	2—3 гусениці/м ²
Стеблуння — дозрівання	Стебловий прихованохоботник	1 жук/40 рослин, 2 жуки/м ²
Бутонізація — цвітіння	Ріпаківий квіткоїд	2—3 екз./рослину
	Насінневий прихованохоботник	1 жук/рослину
	Капустяна попелиця	2 колонії/м ²
Цвітіння	Стручкова галиця	1 самиця/2 рослини

За даними таблиці 1 найчисельнішими блішки були в зоні Степу та Лісостепу (рис. 3 а). У роки досліджень чисельність шкідників змінювалась. Максимальні показники зареєстровано у 2014 та 2016 роках і перевищували економічний поріг шкідливості (ЕПШ) в Степу та Лісостепу. Після 2016 р. чисельність шкідників поступово зменшувалась у степовій зоні та в середньому становила у 2021—2022 рр. від 1 до 1,5 екз./м². Чисельність хрестоцвітих блішок у Лісостепу була більш стабільною і в останні 7 років становила в середньому 1,5 екз./м². У зоні полісся за роки аналізу чисельність хрестоцвітих блішок варіювала в діапазоні від 1 до 2,3 екз./м².

Усереднений розподіл чисельності шкідників за областями України (рис. 3 б) засвідчив, що найбільш стабільно хрестоцвіті блішки спостерігались на посівах ріпаку озимого в областях Степу та Лісостепу за чисельності від 1 до 3 екз./м². Максимальні показники припадали на Кіровоградську (від 0,2 до 5,0 екз./м², за середнього показника

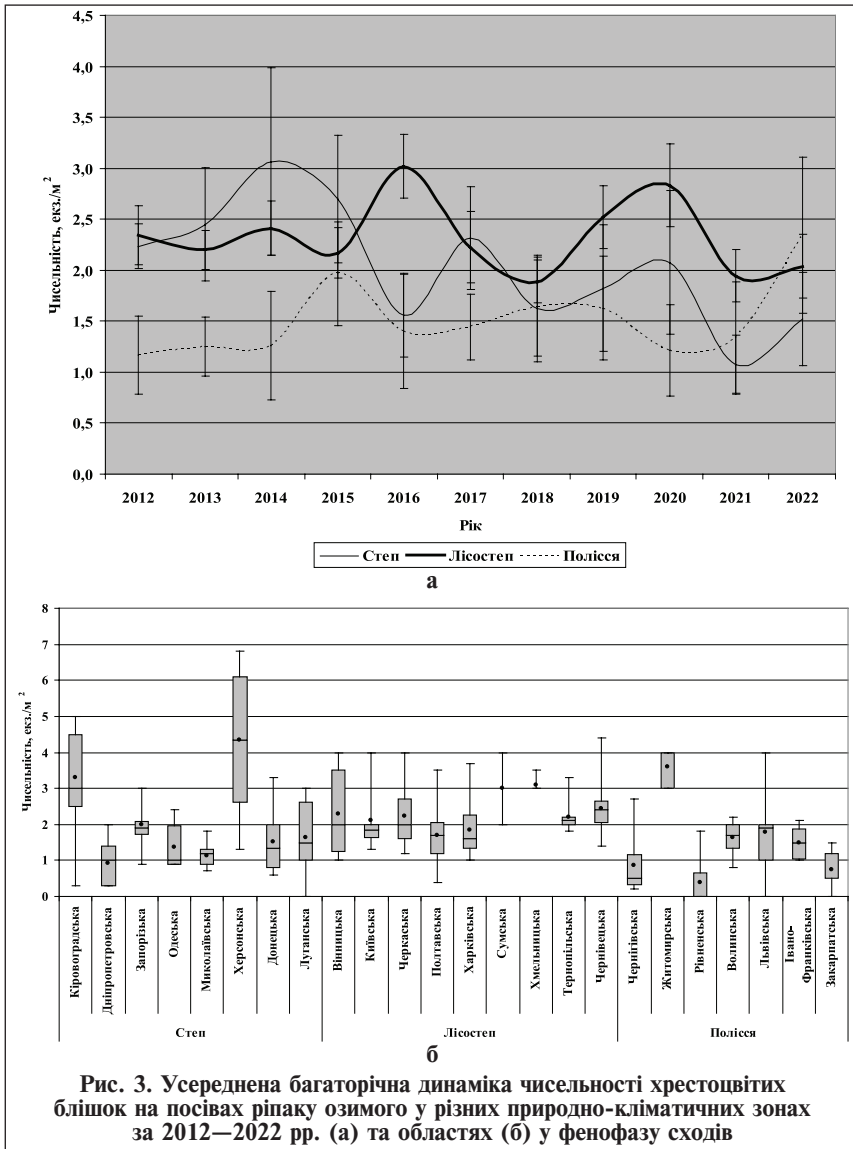


Рис. 3. Усереднена багаторічна динаміка чисельності хрестоцвітих білокрилок на посівах ріпаку озимого у різних природно-кліматичних зонах за 2012—2022 рр. (а) та областях (б) у фенофазу сходів

3,3 екз./м²) та Херсонську області (від 1,2 до 7,0 екз./м², за середнього показника 4,4 екз./м²).

Ріпаківий насіннєвий прихованохоботник поширений в Україні

повсюдно. Зимують жуки у ґрунті й під рослинними рештками. Пробуджуються у квітні за середньодобової температури повітря 7...8°C. Спочатку вони живляться на сходах хрестоцвітих бур'янів (хрінниця, дика редька, суріпиця), згодом переселяються у посіви хрестоцвітих культур (ріпак, капуста, редька тощо).

Личинки ріпакового насінневого прихованохоботника можуть сильно пошкоджувати капустяні культури, зокрема ріпак, гірчицю, насінники капусти, редьки, редиски тощо, насамперед, за сухої теплої погоди вегетації, коли чисельність шкідника значно збільшується. Як наслідок, маса 1000 насінин може зменшитися на 16%, вміст олії — на 2%, схожість насіння — на 40%. Пошкоджені прихованохоботником стручки сильніше уражуються альтернаріозом.

Багаторічну динаміку чисельності ріпакового насінневого прихованохоботника в Україні наведено на рисунку 4. Ріпаковий насінневий прихованохоботник на посівах ріпаку озимого реєструвався в усіх природно-кліматичних зонах (рис. 4 а) України, але найбільшої чисельності досягав в Степу — від 2,2 екз./м² у 2013 р. до 2,3 екз./м² у 2018 р. В подальшому чисельність шкідника помітно зменшилась. У всіх природно-кліматичних зонах шкіднику властиві періодичні коливання чисельності, яка в період максимуму може в 3 рази перевищувати показники мінімуму.

Усереднений розподіл чисельності шкідників за областями України (рис. 4 б) показує, що найбільш стабільно шкідник спостерігався на посівах ріпаку озимого в областях Степу та Лісостепу. Максимальні показники припадали на Дніпропетровську (1,0—6,0 екз./м²) та Одеську області (1,0—5,2 екз./м²) за середнього показника 2,1 екз./м².

Стебловий капустяний прихованохоботник найбільше шкодить у Лісостепу та на Поліссі. Пошкоджує капусту, ріпу, редис, брукву, ріпак ярий, гірчицю та інші капустяні. Зимують статевонезрілі жуки під рослинними рештками на узліссях, у лісосуґах, парках, садах. Жуки пробуджуються у першій половині квітня, коли температура верхнього шару ґрунту прогрівається до 8—9°C. Спочатку жуки додатково живляться на дикорослих, а пізніше на культурних (олійних, кормових і овочевих) капустяних рослинах у полі та на розсаді в парниках [10].

Багаторічну динаміку чисельності ріпакового стеблового прихованохоботника в Україні наведено на рисунку 5. Ріпаковий стебловий прихованохоботник на посівах ріпаку озимого реєструвався в усіх природно-кліматичних зонах (рис. 5 а) України, але найбільшої чисельності досягав у Лісостепу — від 0,5 екз./м² у 2016 до 1,8 екз./м² у 2019 роках. В подальшому чисельність шкідника помітно зменшилась і становила у 2021 р. 1 екз./м². Найменші показники чисельності стеблового прихованохоботника реєстрували у 2017 р. у Степу — 0,25 екз./м².

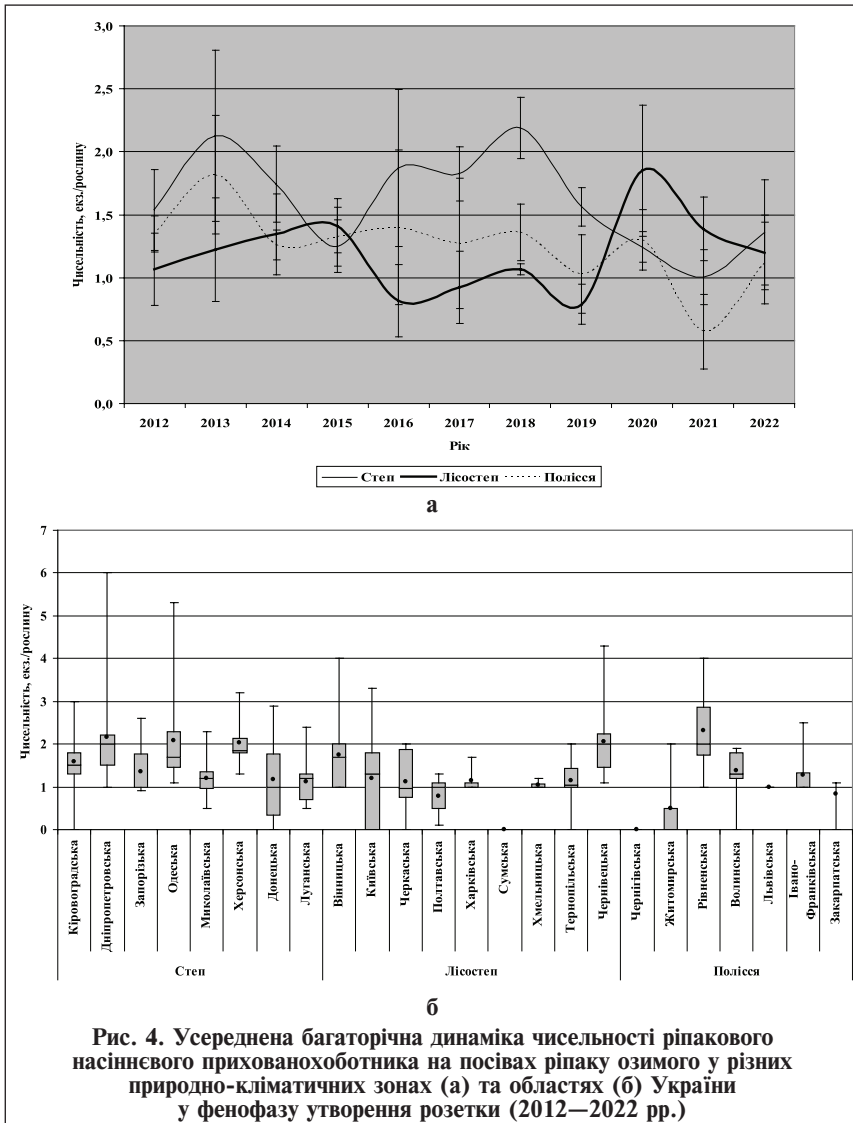
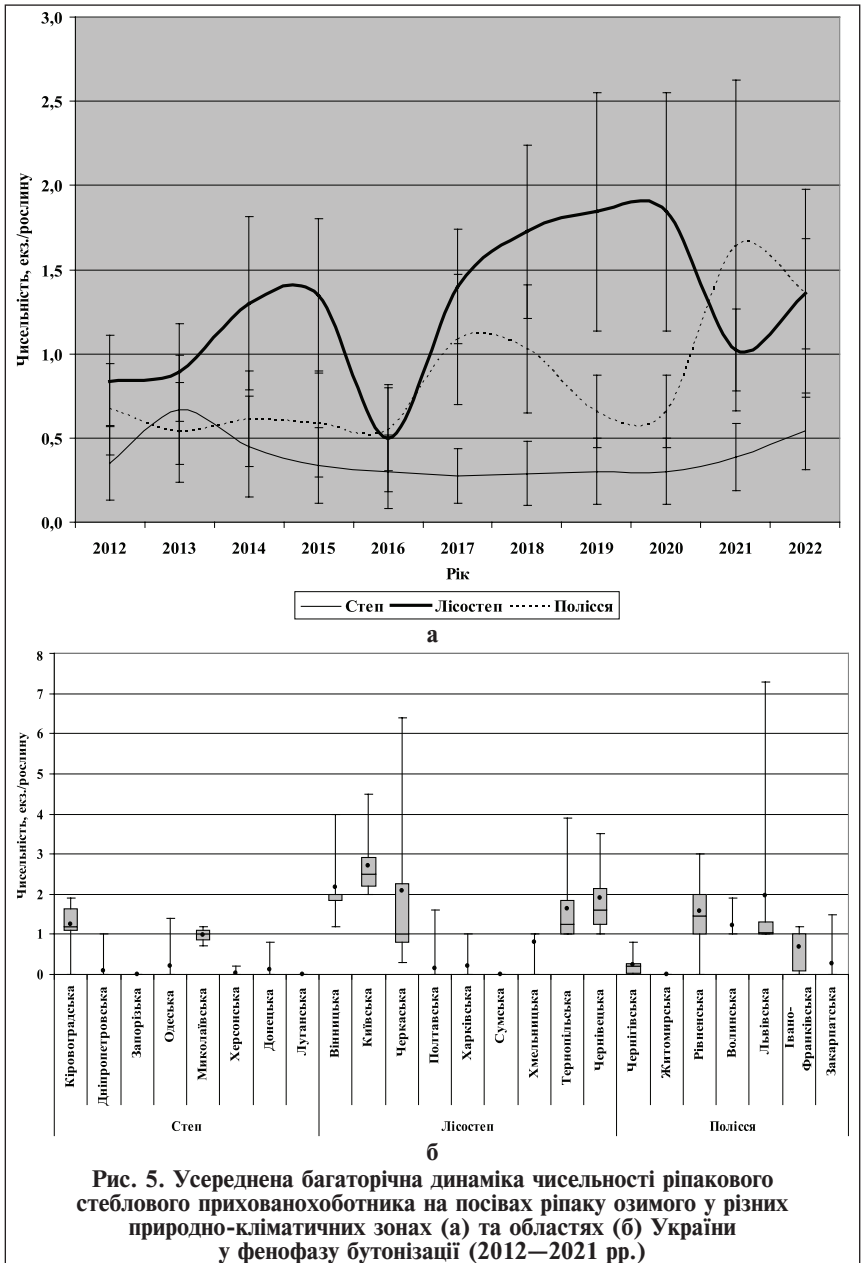


Рис. 4. Усереднена багаторічна динаміка чисельності ріпакового насінневого прихованохоботника на посівах ріпаку озимого у різних природно-кліматичних зонах (а) та областях (б) України у фенофазу утворення розетки (2012–2022 рр.)

Усереднений розподіл чисельності шкідників за областями України (рис. 5 б) засвідчив, що найбільш стабільно за високої чисельності стебловий прихованохоботник спостерігався на посівах ріпаку озимого у Черкаській (0,2–6,0 за середнього показника



2,1 екз./м²) та Львівській (1,0—7,3 за середнього показника 1 екз./м²) областях.

Ріпаковий квіткоїд (*Meligethes aeneus* F.) — один із найнебезпечніших шкідників ріпаку. Впродовж року розвивається одне покоління. Ріпаковий квіткоїд пошкоджує бутони. Маленькі бутони з'їдає повністю, а у великих вигризає отвори. Пошкоджені бутони опадають. Якщо пошкодження незначне, утворюються спотворені стручки з малою кількістю насіння низької якості.

Багаторічну динаміку чисельності ріпакового квіткоїда в Україні наведено на рисунку 6. З наведених даних ріпаковий квіткоїд виявлявся в усіх природно-кліматичних зонах України, але за різних показників чисельності. Максимальну чисельність спостерігали у Лісо-степу (3,5 екз./рослину, 2013 р.) та Поліссі (2,8 екз./рослину, 2014 р.). У 2021—2022 рр. зафіксовано деяку депресію чисельності.

Усереднений розподіл чисельності шкідника за областями України (рис. 6 б) засвідчив, що найбільш стабільно за високої чисельності ріпаковий квіткоїд спостерігався на посівах ріпаку озимого у Черкаській (0,1—5,5 за середнього показника 2,1 екз./рослину) та Чернігівській (0,4—3,7 за середнього показника 2,5 екз./рослину) областях.

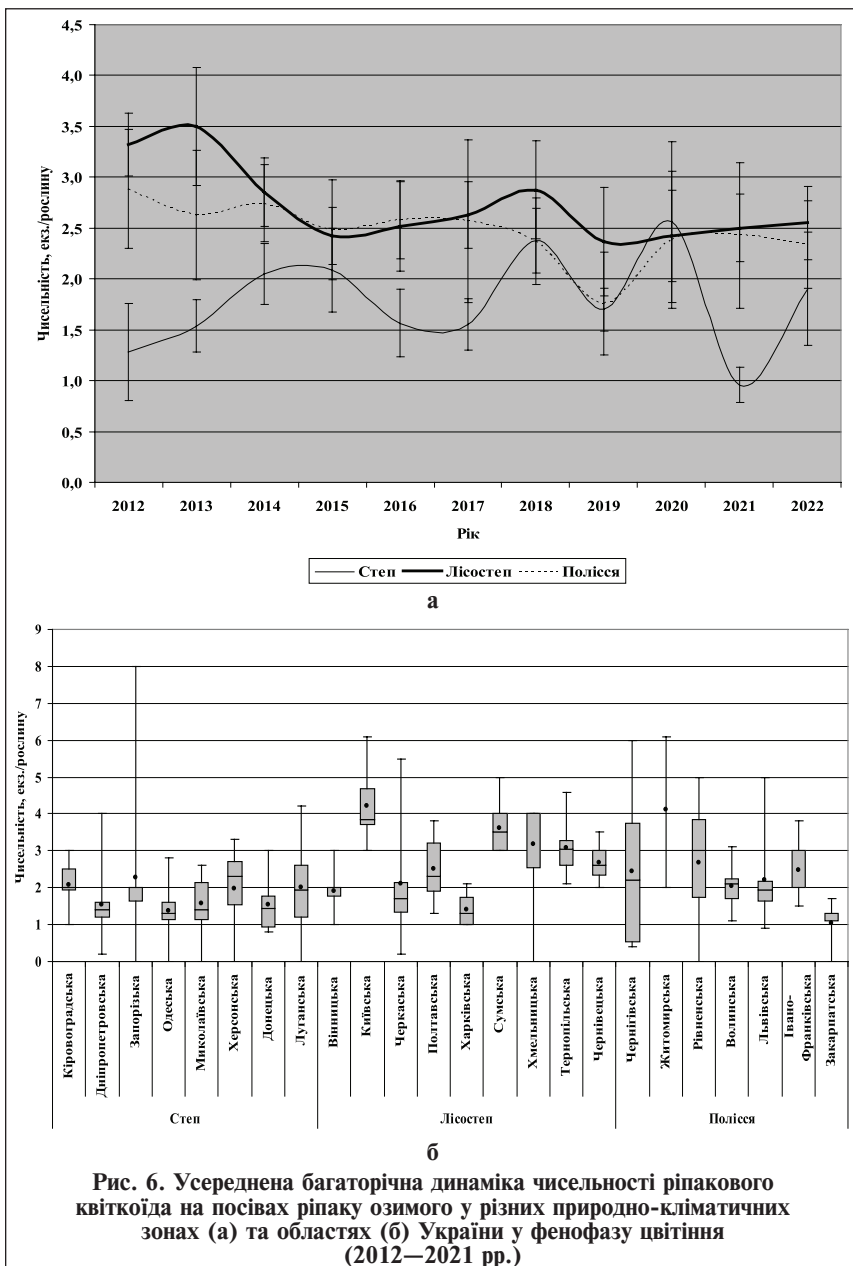
Отже, хрестоцвіті блішки, ріпаковий квіткоїд та ріпаковий стебловий прихованохоботник демонструють стабільно високий рівень чисельності, яка в більшості областей перевищує пороги шкідливості. Необхідно відзначити тенденцію до підвищення щільності популяції ріпакового стеблового прихованохоботника.

ВИСНОВКИ

Аналіз температурних показників вегетаційних періодів 2012—2022 рр. засвідчив, що СЕТ постійно перевищувала кліматичні норми в усіх природно-кліматичних зонах України. Як наслідок кліматичних змін зменшується зона, сприятлива для вирощування озимих польових культур, зокрема ріпаку озимого. Знижується здатність території до самоочищення.

Багаторічна динаміка популяцій шкідливого ентомокомплексу ріпаку озимого демонструє стабільно високу чисельність хрестоцвітих блішок, ріпакового квіткоїда, ріпакового стеблового прихованохоботника та тенденцію до підвищення чисельності останнього. Найуразливішою до фітофагів культура є у фази сходів та бутонізації-цвітіння, що необхідно враховувати при розробці систем захисту культури.

Фінансування: дослідження виконували в рамках завдань 24.05.02.01.Ф «Еколого-токсикологічні основи оптимізації хімічного захисту сільськогосподарських культур від шкідників для фітосанітарного оздоровлення агроценозів», 24.04.02.02.П «Наукове обгрун-



тування формування біокомплексів на основі біологічних агентів та речовин стимулюючої природи, а також їх застосування для обмеження розвитку і боротьби з шкідливими організмами», 24.01.02.03.Ф «Наукові основи управління розвитком хвороб грибної етіології в трансформованих агроценозах».

Конфлікт інтересів: автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Адаменко Т.І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Київ, 2014. 20 с.
2. Wang B-X, Hof A, Ma C-S Impacts of climate change on crop production, pests and pathogens of wheat and rice Front. Agr. Sci. Eng. 2022. V. 9. №1. P. 4-18. DOI: 10.15302/J-FASE-202143
3. Skendzic S., Zovko M., Zivkovic I. et al. The impact of climate change on agricultural Insect Pests. Insects 2021. V. 12. №5. 440. <https://doi.org/10.3390/insects12050440>.
4. Shrestha S. Effects of Climate Change in Agricultural Insect Pest. Acta scientific agriculture. 2019. V. 3. №12. P. 74-80. DOI:10.31080/ASAG.2019.03.0727
5. Lehmann P, Ammunet T., Barton M. et al. Complex responses of global insect pests to climate warming. Frontiers in Ecology and the Environment, 2020. V. 18. №3. P. 141-150. Doi: 10.1002/fee.2160
6. Wagner D., Gramesa E., Forister M. et al. Insect declines in the Anthropocene. PNAS 2021 V. 118. №2. e2023989118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2023989118>
7. Borzykh O., Chaika V., Schevchuk O. et al. Long-term (2005-2020) winter wheat pest population dynamics in Ukraine in response to effects of acreage treated with insecticides and climate change. AgroLife Scientific Journal. 2023. V. 12. №2. P. 35-45. DOI: 10.17930/agl202325
8. Борзих О.І., Чайка В.М., Неверовська Т.М. та ін. Методичні рекомендації щодо складання прогнозу розвитку та обліку багатокішних шкідників, шкідників та хвороб зернових, зернобобових культур та багаторічних трав. Київ: Держпродспоживслужба, 2018. 144 с.
9. Benada Y., Dushen I., Novak I. Atlas of pests and diseases of grain crops. V. 1. Prague. SZN. 1967. 218 p.
10. Стратегія і тактика захисту рослин. т. 1: Стратегія ; за ред. В.П. Федоренка. Київ: Альфа-стевія, 2012. 500 с.
11. Кулешов А.В., Білик М.О. Прогноз розвитку хвороб сільськогосподарських культур: Навчальний посібник. Харків, 2014. 209 с.
12. Борзих О.І., Бублик Л.І., Чайка В.М. та ін. Агрокліматичне та агроекотоксикологічне обґрунтування зональних хімічних систем захисту польових

культуру від шкідливих організмів в умовах змін клімату в Україні. Карантин і захист рослин. 2022. №4. С. 3-9. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.3-9>

13. Статистичний щорічник України за 2022 рік. Київ: Державна служба статистики України, 2023. 387 с.

14. Крук І.В. Агрокліматичне та екотоксикологічне районування території України щодо вирощування ріпаку. Агроекологічний журнал. 2012. №3. С. 67-70.

15. Трибель С.О., Ретьман С.В., Борзих О.І., Стригун О.О. Стратегічні культури. Київ: Фенікс, Колобіг, 2012. 368 с.

Borzykh O., ORCID: 0000-0002-9802-5622

Chaika V., ORCID: 0000-0002-5025-0863

Bublyk L., ORCID: 0000-0001-5620-9303

Bakhmut O., ORCID: 0000-0002-9800-3191

Shevchuk O., ORCID: 0000-0003-0954-1922

Kruk I., ORCID: 0000-0001-9659-5384

Fedorenko A., ORCID: 0000-0002-4398-7330

Gavrylyuk L., ORCID: 0000-0003-2940-1580

Vlasova O., ORCID: 0000-0002-5704-3322

Makovetskyi Yu.

Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences,
33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

Phytosanitary safety of agrocenoses of winter rape in Ukraine under the conditions of climate change

Goal. To analyze the multi-year population dynamics of the main pests of winter rape (*Brassica napus* L.) in different soil-climate zones of Ukraine in order to determine the impact of climate changes on the phytosanitary state of agrocenoses in 2012—2022. **Methods.** Analytical-synthetic method and computer modeling were used in the research. The results of monitoring of the development and spread of pests in agrocenoses of winter rapeseed and the forecast of their phytosanitary status during 2012—2022 were used as initial data. The long-term database of the Hydrometeorological Center of Ukraine was used to analyze the course of natural warming. The sums of effective temperatures for the development of insects were calculated for each soil-climate zone of Ukraine. **Results.** Ecological and statistical analysis of long-term data bases of winter rapeseed pest populations, dynamics of agrometeorological indicators was carried out. It was established that during 2012—2022, the sum of effective temperatures constantly exceeded the climatic norms in all soil-climate zones of Ukraine. There was a deterioration of heat and moisture supply during the growing season. As a result of climatic changes, the complex of pests is undergoing transformations. **Conclusions.** It has been

established that as a result of climate changes, the area favorable for the cultivation of winter field crops, in particular winter rapeseed, is decreasing. The ability of the territory to self-cleaning falls. The long-term dynamics of the populations of the harmful entomocomplex of winter rape demonstrates a consistently high number of cruciferous fleas, rape flower beetle, rape stem borer and a tendency to increase the number of the latter. The crop is most vulnerable to phytophages in the seedling and budding-flowering phases, which must be taken into account when developing crop protection systems.

agrocenosis; winter rape; climate warming; pests; population dynamics; sum of effective temperatures

REFERENCES

1. Adamenko T.I. (2014). Ahroklimatychne zonuvannia terytorii Ukrainy z vrakhovanniam zminy klimatu. [Agroclimatic zoning of the territory of Ukraine taking into account climate change]. Kyiv. 20 p. (in Ukrainian).
2. Wang B-X, Hof A, Ma C-S (2022). Impacts of climate change on crop production, pests and pathogens of wheat and rice *Front. Agr. Sci. Eng.*, 9(1), 4-18. DOI: 10.15302/J-FASE-202143
3. Skendzic S., Zovko M., Zivkovic I. et al. (2021). The impact of climate change on agricultural Insect Pests. *Pests. Insects*, 12, 440. <https://doi.org/10.3390/insects12050440>
4. Shrestha S. (2019). Effects of Climate Change in Agricultural Insect Pest. *Acta scientific agriculture*, 3(12), 74-80. DOI:10.31080/ASAG.2019.03.0727
5. Lehmann P., Ammunét T., Barton M. et al. (2020). Complex responses of global insect pests to climate warming. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8(3), 141-150. Doi: 10.1002/fee.2160
6. Wagner D., Gramesa E., Forister M. et al. (2021). Insect declines in the Anthropocene. *PNAS*. 2021, 118(2), e2023989118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2023989118>
7. Borzykh O., Chaika V., Schevchuk O. et al. (2023). Long-term (2005—2020) winter wheat pest population dynamics in Ukraine in response to effects of acreage treated with insecticides and climate change. *AgroLife Scientific Journal*, 12(2), 35-45. DOI: 10.17930/agl202325
8. Borzykh O., Chaika V., Neverovskaya T. et al (2018). Metodichni rekomendatsii shchodo skladannia prohnozu rozvytku ta obliku bahatoidnykh shkidnykiv, shkidnykiv ta khvorob zernovykh, zernobobovykh kultur ta bahatorichnykh trav. [Methodical recommendations for forecasting and accounting of perennial pests, pests and diseases of cereals, legumes and perennial grasses]. Kyiv: Derzhprodspozhyvsluzhba. 144 p. (in Ukrainian).
9. Benada Y., Dushen I., Novak I. (1967). Atlas of pests and diseases of grain crops. T. 1. Prague, SZN, 218 p.

10. 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).

11. Kulieshov A., Bilyk M., Dovhan S. Prohnoz rozvytku khvorob silskohospodarskykh kultur: Navchalnyi posibnyk. [Phytopathological monitoring and forecast. Tutorial]. Kharkiv, 2011. 607 p. (in Ukrainian).

12. Borzykh O., Bublyk L., Chaika V. et al. (2022). Ahroklimatychne ta ahroekotoksykologichne obgruntuvannya zonalnykh khimichnykh system zakhystu polovykh kultur vid shkidlyvykh orhanizmiv v umovakh zmin klimatu v Ukraini. [Agroclimatic and agroecotoxicological justification of zonal chemical protection systems against harmful organisms for field crops under conditions of climate change in Ukraine]. Karantyn i zakhyst roslyn, [Quarantine and Plant Protection], (4), 3-9. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.3-9> (in Ukrainian).

13. Statystychnyi shchorichnyk Ukrainy za 2022 rik. (2023). [Statistical Yearbook of Ukraine for 2020]. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. 387 p. (in Ukrainian).

14. Kruk I.V. (2012). Ahroklimatychne ta ekotoksykologichne raionuvannya terytorii Ukrainy shchodo vyroshchuvannya ripaku. [Agroclimatic and ecotoxicological zoning of the territory of Ukraine regarding the cultivation of rapeseed]. Ahroekologichnyi zhurnal, [Agroecological journal], 3, 67-70. (in Ukrainian).

15. Trybel S.O., Retman S.V., Borzykh O.I., Stryhun O.O. (2012). Stratehichni kultury. [Strategic cultures]. Kyiv: Feniks, Kolobih. 368 p. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 01.08.2024

Прийнята до друку: 30.09.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

Т.О. АНДРІЙЧУК

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

РОЗВИТОК ТРАХЕОМІКОЗІВ КАРТОПЛІ ЗА АРИДИЗАЦІЇ КЛІМАТУ

Мета. Оцінити ураження картоплі трахеомікозами та встановити найбільш поширені трахеомікозні захворювання, дослідити симптоми хвороб, проаналізувати та уточнити їхню етіологію. **Методи.** Дослідження проводили впродовж 2022—2023 рр. на Українській науково-дослідній станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН, використовуючи методи польовий (обстеження насаджень картоплі для виявлення та встановлення поширення трахеомікозних захворювань картоплі) та лабораторний (ідентифікація патогенів). **Результати.** Дослідження, проведені впродовж 2022—2023 рр., показали, що трахеомікозам належить значне місце серед хвороб картоплі. Головними патогенами, які домінували у насадженнях картоплі, були гриби *Fusarium oxysporum* Schl., *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold; *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Хьюс. Перші прояви в'янення, як у 2022 так і у 2023 роках, спостерігали у другій декаді червня у фазі бутонізації-цвітіння. Кількість уражених кущів різних сортів становила від 11 до 25%. У другій половині вегетації кількість уражених кущів зростає до 35%, в кожному з них було по кілька засохлих стебел. До закінчення вегетації картоплі ураження в'яненням різної етіології вже сягало 65—75%. Обстеження з аналізом відібраних зразків показали, що найбільшого поширення у 2022 і 2023 роках в зоні досліджень набуло фузаріозне в'янення. Поширення хвороби у 2022 р. для різних сортів становило 27,2—36,7%. Вертицильозне в'янення було менш розповсюдженим, кількість уражених кущів досліджуваних сортів становила 10,5—22,1%. У третій декаді липня виявлено симптоми антракнозу. Поширення хвороби у 2022 р. становило 14,3—25,3%. Аналогічна ситуація спостерігалась і у 2023 р. з домінуванням фузаріозного в'янення, поширення якого становило 31,7—45,3%. **Висновки.** Зміна кліматичних умов призвела до значного поширення хвороб в'янення (фузаріозного, вертицильозного, антракнозу) картоплі і нині становить загрозу виробництву якісного насінного матеріалу та продовольчої картоплі.

кліматичні зміни; хвороби; фітопатогени; картопля; трахеомікози

Картопля (*Solanum tuberosum* L. та інші види *Solanum*) — цінна широко розповсюджена продовольча культура. Її вирощують більше ніж у 149-ти країнах світу, як у тропічних так і помірних широтах, на території з різними висотами над рівнем моря, починаючи з нульової позначки і до 4200 м [1].

Загальна площа насаджень картоплі у світовому землеробстві перевищує 19 млн га з валовим збором понад 380 млн т на рік. Україна належить до найбільших країн-виробників картоплі у світі і займає четверте місце після Китаю, Індії та Росії [2]. В Україні площі, зайняті під насадженнями картоплі, перевищують 1200 тис. га, з яких отримують близько 21000 тис. т продукції [3]. Середня урожайність культури становить 173 ц/га, що є невисоким показником серед розвинених європейських держав. Головними чинниками низького врожаю та невисокої якості картоплі є хвороби і шкідники, недотримання сівозміни, слабе забезпечення елементами живлення, неякісний посівний матеріал та нестабільність погодних умов (коли тривала посуха чергується зі зливовими дощами, що сприяє поширенню хвороб). Ці фактори набувають особливого значення за глобальних змін клімату [4–6].

Відбулися значні зміни у розподілі опадів та коливанні температури [2]. Середньорічна температура повітря в Україні нині перевищує 1,2°C, а середньомісячна температура за вегетаційний період — понад норму +0,3—3,4°C. Значно змінився клімат у Лісостеповій та Степовій зонах України: ГТК у Степу становив 0,9, а нині цей показник знизився до 0,77; у Лісостепу норма ГТК становила 1,3 (зона достатнього зволоження), а за останні 10 років цей показник становить вже 1,14, що відповідає зоні недостатнього зволоження [7, 8].

Бойові дії, які відбуваються на території України, додають свій внесок до глобального потепління: внаслідок згорання нафтопродуктів у великих обсягах виділяються чадний та вуглекислий гази, бензпірен, сірчистий та сірчаний ангідриди, оксиди азоту, газоподібні і тверді продукти неповного згорання палива, сполуки ванадію, солі натрію тощо. В цілому, в Україні зафіксовано близько 33 млн т CO²-еквівалентних викидів в атмосферу, що сприяє підвищенню температури як в Україні, так і по всій планеті.

Поряд із загальним підвищенням середніх значень температури спостерігається збільшення амплітуди короткочасних температурних коливань та повторюваність аномальних явищ, таких як сильні морози або спека, зливові дощі, посухи тощо. Зростання температур, особливо зимових, спричинює пом'якшення клімату і розширення ареалу існування збудників хвороб за рахунок сприятливих умов їхньої перезимівлі, що може становити значну загрозу для рослин.

Кліматичні зміни позначаються як на розвитку і фізіології картоплі, так і на фізіології патогенів, впливають на їхні життєві цикли, змінюють стійкість рослин до інфекції, впливають на поширення шкідливих організмів культури, шкідливість, призводять до зміни видового складу. Зміна екологічного оптимуму різних видів шкідливих організмів рослин сприяє поширенню альтернаріозу, який викликає збудник *Alternaria solani* (Ell. et Mart.) Sor., антракнозу, що викликається *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes, бактеріальних хвороб, збудниками яких є *Pectobacterium chrysanthemi* (Burkholder), *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi. Внаслідок зміни клімату кількість ризоктоніозу (*Rhizoctonia solani* Kühn.), рожевої гнилі (*Phytophthora erythroseptica* Pethybr.), чорної ніжки (*Pectobacterium* spp. і *Dickeya* spp.) скорочується, тоді як одна з найбільш небезпечних хвороб картоплі — мікозне в'янення (викликають гриби родів *Verticillium* spp., *Fusarium* spp.) поширюється [9, 10].

Мікозне в'янення (трахеомікоз) є одним з найбільш шкідливих захворювань картоплі та інших сільськогосподарських культур: польових, плодових, ягідних. Уражені рослини раптово засихають або протягом деякого часу поступово відмирають, що завдає значних економічних збитків. Патогени трахеомікозів строго приурочені до життя у судинній системі рослини. Збудниками хвороби можуть бути види родів *Verticillium* (вертицильоз), *Fusarium* (фузаріозне в'янення), *Colletotrichum* (антракноз) тощо [11—13].

Фузаріозне в'янення. Збудниками хвороби є гриби роду *Fusarium*. Ця хвороба картоплі добре розвивається за інтенсивного випаровування вологи у спекотну погоду.

Для фузаріозного в'янення характерним є швидкий перебіг хвороби. За сприятливих для збудника хвороби умов рослини гинуть протягом кількох діб. При сильному прояві хвороби урожай бульб картоплі може знижуватися на 40% [9].

Захворювання проявляється протягом всього періоду вегетації, особливо під час цвітіння. Хвороба, як правило, починається з верхнього ярусу, першими жовтіють і в'януть верхні листки. Особливо добре в'янення стає видимим в найспекотніші години дня. За ніч рослини зазвичай відновлюють свій тургор. У вологому ґрунті в прохолодну погоду в'янення може не спостерігатися, листки тільки жовтіють і скручуються.

Нижня частина стебел буріє і загниває. Вище ураженої частини стебла іноді формуються повітряні бульби. На зрізі стебла біля землі помітні дрібні побурілі ділянки. Бульби, отримані від хворих кущів, під час зберігання загнивають. Гниття починається, частіше всього, зі столонного кінця. Іноді гриб в бульби може проникати через покривні тканини.

Вічка уражених бульб проростають повільно, ниткоподібними па-ростками. Сходи в таких випадках бувають зрідженими.

Збудником фузаріозного в'янення є гриб *Fusarium oxysporum* Schl. Він проникає в рослину через кореневі волоски, просувається вгору по стеблу і закупорює судини, викликаючи їхнє відмирання. Перезимовує в ґрунті, в рослинних рештках і в уражених бульбах. Гриб є термотолерантним видом — колонії його добре ростуть за температури 26—32°C [11]. Для зараження рослин оптимальною є температура 23—25°C. Він добре зберігається як в кислому, так і лужному середовищах (рН ґрунту 4,6—8,2).

Фузаріозне в'янення картоплі — небезпечна хвороба, шкідлива не тільки для врожаю поточного року, але й для наступних репродукцій. Насінневі бульби, уражені прихованою формою фузаріозного в'янення, можуть викликати зріджування сходів і гальмування росту рослин в наступному поколінні. Розвиток фузаріозного в'янення, якщо збудник хвороби вже проник в рослину, значною мірою залежить від умов навколишнього середовища. Джерела фузаріозу завжди є в ґрунті і необхідно лише деяке ослаблення рослин та сприятливі умови для розвитку гриба (чергування вологих і посушливих періодів за високої температури), щоб гриб зміг проникнути в рослину. Саме такі умови в останні роки все частіше складаються на території Західного Лісостепу України.

Вертицильозне в'янення Збудники хвороби — гриби *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold; *Verticillium dahliae* Kleb. Хвороба викликає сильне зниження врожаю бульб. При беззмінній культурі і в роки зі спекотним літом вертицильоз може проявитися під час цвітіння картоплі і викликати повну загибель рослин. Це ґрунтовий гриб, що уражує більше ніж 130 видів рослин. Він зимує в ґрунті, рослинних рештках і бульбах, що зберігаються, у вигляді міцелію або мікросклероціїв.

За різних умов рослини можуть швидко загинути або довго залишатися в хворому стані. Симптоми вілту — в'янення, пожовтіння нижніх листків, зазвичай, з одного боку.

Листки на уражених рослинах починають з нижнього ярусу жовтіти і скручуватися, так, що у сильно уражених рослин залишається зеленою тільки верхівка. У спекотні дні листки в'януть до того, як скручуються. Перші хворі рослини з'являються наприкінці цвітіння. Після проникнення в рослину патоген поширюється по провідних пучках ксилеми, що і зумовлює в'янення. На косому поперечному зрізі основи стебла можна бачити бурі ділянки тканин у вигляді окремих точок. Це судинні пучки, заповнені міцелієм.

У вологих умовах на хворих стеблах і листках, особливо в нижній частині рослин, утворюється наліт брудно-сірого або рожевого

кольору. Оптимальна температура для його розвитку — 21–24°C. На бульбах уражуються вічка. Під час зберігання вони загнивають і перетворюються на сіру порохняву масу. Згодом на місці вічок утворюються западини. Часто на бульбах нема ознак хвороби, але якщо їх висадити то виростають хворі кущі. У зимовий період гриб зберігається в ураженому бадиллі, в ґрунті і в бульбах.

За зовнішніми ознаками відрізнити вертицильозне в'янення від фузаріозного практично неможливо і тільки аналіз, проведений в лабораторних умовах, може дати точну відповідь.

Антракноз викликається грибом *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Хьюс.; це поширене захворювання картоплі зустрічається майже у всіх регіонах її вирощування. Розвивається переважно в роки з сухим і спекотним літом.

До недавнього часу хворобі не надавали особливого значення, оскільки симптоми її схожі на найбільш поширені захворювання картоплі. Симптоми на листках картоплі майже не відрізняються від альтернаріозу, а на бульбах гриб утворює плями, які легко прийняти за сріблясту паршу. Однак, хвороба може бути достатньо руйнівною, оскільки уражує всі органи рослини.

На надземній частині збудник може уразити судинну систему, викликаючи в'янення, а на підземній — призводить до загнивання коренів, пагонів і столонів, що викликає раннє пригнічення рослин, ураження бульб і зниження врожайності.

На ураженій поверхні патоген формує мікросклероції. Вони утворюються не тільки на бульбах, але й можуть бути виявлені на столонах, коренях і стеблі вище і нижче рівня землі. Симптоми на листках — це дрібні коричнево-чорні вдавнені плямки, схожі на ураження альтернаріозом. Ураження стебла, як правило, починається під місцем прикріплення черешка листка з невеликих коричневих плямок. Вони поступово зливаються, утворюючи плями, які можуть охоплювати стебло. На сильно уражених стеблах навколо центрального ураження утворюються великі, неправильної форми плями білого кольору. Мікросклероції формуються в центрі ураження і часто чітко видимі на тлі блілого фону. На інфікованих тканинах мікросклероції можуть щільно вкривати всю поверхню стебла. Мікросклероції часто з'являються наприкінці вегетації біля основи стебла дещо вище рівня ґрунту. При ураженні підземної частини стебла кора відділяється від луба, який забарвлюється в рожево-ліловий колір.

На поверхні і всередині уражених тканин формуються склероції. Столони, як правило, загнивають на невеликій відстані від бульб. Вони повністю руйнуються і при збиранні картоплі можна виявити бульби з частинами столонів. У коренів також спочатку згнивають покривні тканини. Уражені рослини легко висмикуються з ґрунту.

Антракноз може проявлятися протягом всього періоду зберігання у вигляді кільцевого некрозу. На поперечному розрізі бульби видно смужку відмерлої тканини — судинні пучки. Такі бульби можуть втрачати схожість або з них виростають хворі рослини.

Зараження підземних частин рослин триває протягом усього періоду вегетації, особливо, коли рослини знаходяться в стані стресу, наприклад, під час тривалих посух.

Мета досліджень — оцінити ураження картоплі трахеомікозами та встановити найбільш поширені трахеомікозні захворювання, дослідити симптоми хвороб, проаналізувати та уточнити їхню етіологію.

Методика досліджень. Обстеження насаджень картоплі на виявлення хвороб в'янення (трахеомікозів) проводили на дослідному полі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин продовж 2022—2023 рр. В період від повних сходів, фази бутонізації-цвітіння до дозрівання бульб фіксували ураження, візуально виявляючи рослини із симптомами інфікування та відбирали зразки для подальшого дослідження.

Облік ураження бадилля проводили, оглядаючи кущі по двох діагоналях засадженої площі. На ділянці 2 га відбирали 15 проб, кожна з яких складалася з п'яти рослин.

З метою ізоляції патогенів корені і стебла хворих рослин промивали під проточною водою і нарізали невеликими шматочками. Частинки заражених коренів і кореневої шийки поверхнево стерилізували 1% розчином натрію гіпохлориту протягом 3 хв, промивали у стерильній дистильованій воді та підсушували за кімнатної температури, потім поміщали на картопляно-декстрозний агар (КГА), у який додавали 0,3 г/л стрептоміцину та ампіциліну й інкубували при 22—23°C у темряві впродовж 7 діб.

Ідентифікацію патогенів проводили за морфолого-культуральними ознаками за визначниками хвороб [13, 15].

Результати досліджень та обговорення. Згідно з результатами досліджень, проведених впродовж 2022—2023 рр., трахеомікозам належить значне місце серед хвороб картоплі. Перші прояви в'янення, як у 2022 так і у 2023 роках, спостерігали у другій декаді червня у фазі бутонізації-цвітіння: нижні листки на окремих стеблах жовтіли, стебла в'янули, кількість уражених кущів різних сортів становила від 11 до 25%. Посушливі умови цих років сприяли розвитку хвороб в'янення (трахеомікозів). У другій половині вегетації після цвітіння кількість уражених кущів зростає до 35%, в кожному з них було по кілька засохлих стебел. Наприкінці вегетації ураження картоплі в'яненням різної етіології вже сягало 65—75%.

Проведені обстеження з аналізом відібраних зразків показали, що найбільшого поширення у 2022 і 2023 роках в зоні досліджень набуло

фузаріозне в'янення. Поширення хвороби у 2022 р. для різних сортів становило 27,2—36,7%. Найвищі показники поширення фузаріозного в'янення у 2022 р. було відзначено у сортів Санте (35,7%) та Алладін (36,7%) (табл.).

**Поширення трахеомікозів картоплі в умовах Західного Лісостепу
(УкрНДСКР ІЗР, 2022—2023 рр.)**

Сорти картоплі	Ураження збудниками хвороб, %					
	<i>Fusarium oxysporum</i>		<i>Verticillium albo-atrum</i>		<i>Colletotrichum coccodes</i>	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Слов'янка	27,2	31,7	13,7	16,6	21,7	27,5
Санте	35,7	41,3	17,3	26,1	20,8	25,2
Алладін	36,7	45,3	21,2	24,8	25,3	35,6
Лаундін	34,5	40,4	19,6	25,1	16,7	24,8
Фантазія	31,6	35,2	10,5	12,1	14,3	20,4
Орла	30,8	34,4	18,1	26,8	18,5	24,3
Віринія	23,2	35,7	22,1	23,2	21,7	27,8

Вертицильозне в'янення було менш розповсюдженим, кількість уражених кущів досліджуваних сортів становила 10,5—22,1%.

У третій декаді липня були виявлені симптоми антракнозу: вище кореневої шийки, під місцем прикріплення черешка листка з'явилися довгасті білі плями з темною облямівкою, у центрі плям сформувалися органи плодоношення гриба — пікніди. На кореневій шийці були довгасті зморшкуваті плями, зовнішні тканини відшаровувались, набували фіолетового забарвлення, стебла зів'яли, листки засохли але трималися на стеблi. Білі плями подекуди оперізували стебло, столони засихали разом з молодою бульбою, яку живили. Поширення хвороби у 2022 р. становило 14,3—25,3%.

У 2023 р. також домінувало фузаріозне в'янення, поширення якого становило 31,7—45,3%. Найбільша кількість уражених кущів була, як і у 2022 р., у сортів Лаундін (40,4%) та Алладін (45,3%).

Поширення вертицильозного в'янення становило 12,1—26,1%. Значного ураження зазнали сорти Санте (кількість уражених рослин становила 26,1%) та Орла (уражених кущів — 26,8%).

Розповсюдження антракнозу у 2023 р. становило 24,8—35,6%.

У 2022 і 2023 роках домінуючою хворобою, яка викликає передчасне в'янення та загибель рослин, було фузаріозне в'янення. У 2023 р., у порівнянні з 2022, трахеомікози картоплі набули значного поширення.

ВИСНОВКИ

Зміна клімату суттєво впливає на масштаби захворювання рослин картоплі, сприяючи поширенню трахеомікозів. Головними патогенами, які домінували у насадженнях картоплі, були гриби: *Fusarium oxysporum* Schl., *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold; *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Хьюс.

Найбільшого поширення у 2022—2023 рр. в зоні досліджень набуло фузаріозне в'янення. Поширення хвороби у 2022 р. для різних сортів становило 27,2—36,7%, у 2023 р. — 31,7—45,3%.

Внаслідок зміщення межі Степової зони на північ, у сучасну Лісо-степову, зміщується північна межа промислового вирощування овочевих культур, з одночасним підвищенням ризику зменшення територій, сприятливих для вирощування картоплі.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 12. «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів (Захист рослин); ДР № 0119U100228.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Quiroz R., Ramírez D.A., Kroschel J. et al. Impact of climate change on the potato crop and biodiversity in its center of origin. *Open Agriculture*. 2018. № 3. P. 273-283. <https://doi.org/10.1515/opag-2018-0029>
2. FAOSTAT. Food and agriculture data. 2019. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCinfo>
3. Adekanmbi T., Wang X., Basheer S. et al. Climate change impacts on global potato yields: a review. *Environmental Research: Climate*. 2023. V. 3. № 1. DOI 10.1088/2752-5295/ad0e13
4. Сільське господарство України. Статистичний збірник 2022. Державна служба статистики України, 2023. IV. Рослинництво. Київ. 2023.
5. Lal M.K., Kumar A., Raigond P., Dutt S. Impact of Starch Storage Condition on Glycemic Index and Resistant Starch of Cooked Potato (*Solanum tuberosum*) Tubers. *Starch Stärke*. 2020b. <https://doi.org/10.1002/STAR.201900281>
6. Tiwari R.K., Kumar R., Sharma S. et al. Continuous and emerging challenges of silver scurf disease in potato. *Int. J Pest. Manag.* 2020a. <https://doi.org/10.1080/09670874.2020.1795302>
7. Борзих О.І., Бублик Л.І., Чайка В.М. та ін. Агрокліматичне та агро-екологічне обґрунтування зональних хімічних систем захисту польових культур від шкідливих організмів в умовах змін клімату в Україні. *Карантин і захист рослин*. 2022. 4 (271). С. 3-9. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.3-9>

8. 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: <https://zkr.ipp.gov.ua/index.php/journal/article/view/113/114>

9. Gherbawy Y.A., Hussein M.A., El-dawy E., Abdo N. Identification of *Fusarium* spp. associated with potato tubers in upper egypt by morphological and molecular characters. Asian J Biochem Genetics Mol Biol. 2019. № 2. P. 1-14. <https://doi.org/10.9734/AJBGM B/2019/v2i330062>

10. Kamran M., Anamika K., Tabinda P. et al. Fusarium head blight in wheat: contemporary status and molecular approaches, 3 Biotech. 2020. № 3. P. 1-17. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-2158-x>

11. Kumar R., Tiwari R.K., Jeevalatha A. et al. Potato viruses and their diagnostic techniques: an overview. J Pharm Phytochem. 2019. V. 8. № 6. P. 1932-1944.

12. Kumar R., Kaundal P., Arjunan J., Sharma S. Development of a visual detection method for Potato virus S by reverse transcription loopmediated isothermal amplification. 3 Biotech. 2020. № 10. P. 213. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02214-4>

13. Fiers M., Edel-Herman V., Steinberg C. et al. Potato soil-borne diseases. A review Agronomy for Sustainable Development. 2012. № 32. P. 93-132. DOI 10.1007/s13593-011-0035-z

14. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур ; за ред В.П. Омелюги. Київ: Урожай, 1986. С. 199-214.

15. Leslie F.J., Summerel A.B. The Fusarium Laboratory Manual. Blackwell Publishing. 2006. 369 p.

Andriychuk T., ORCID: 0000-0002-7718-7964

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

Potato tracheomycosis development through the climat aridization

Goal. To evaluate the damage of potatoes by tracheomycoses and to identify the most common tracheomycotic diseases, to study the symptoms of diseases, to analyze and clarify their etiology. **Methods.** The research was conducted during 2022—2023 at the Ukrainian Research Station of Plant Quarantine of the Institute of Plant Protection, using field (survey of potato plantations to identify and establish the spread of tracheomycotic diseases of potatoes) and laboratory (identification of pathogens) methods. **Results.** Studies conducted during 2022—2023 showed that tracheomycosis is a significant disease of potatoes. The main pathogens that dominated the potato plantations were the fungi *Fusarium oxysporum* Schl., *Verticillium*

albo-atrum Reinke and Berthold; *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes. The first manifestations of wilting, both in 2022 and 2023, were observed in the second decade of June in the budding-flowering phase. The number of affected bushes of different varieties ranged from 11 to 25%. In the second half of the growing season, the number of affected bushes increased to 35%, each of them had several dried stems. By the end of the potato growing season, wilt damage of various etiologies had already reached 65—75%. The surveys and analysis of the selected samples showed that *Fusarium* wilt was the most widespread in the research area in 2022 and 2023. The disease prevalence in 2022 for different varieties was 27.2—36.7%. *Verticillium* wilt was less common, the number of affected bushes of the studied varieties was 10.5—22.1%. In the third decade of July, symptoms of anthracnose were detected. The disease prevalence in 2022 was 14.3—25.3%. A similar situation was observed in 2023 with the dominance of *Fusarium* wilt, the prevalence of which was 31.7—45.3%. **Conclusions.** Changes in climatic conditions have led to a significant spread of wilt diseases (*Fusarium* wilt, *verticillium* wilt, anthracnose) of potatoes and now pose a threat to the production of quality seed and food potatoes.

climate change; diseases; phytopathogens; potato; tracheomycoses

REFERENCE

1. Quiroz R., Ramírez D.A., Kroschel J., Andrade-Piedra J., Barreda C., Condori B., Perez W. (2018). Impact of climate change on the potato crop and biodiversity in its center of origin. *Open Agriculture*, 3, 273-283. <https://doi.org/10.1515/opag-2018-0029>
2. FAOSTAT Food and agriculture data. (2019). URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCinfo>
3. Adekanmbi T., Wang X., Basheer S., Liu S., Yang A., Cheng H. (2023). Climate change impacts on global potato yields: a review. *Environmental Research: Climate*, 2023, 3(1). DOI 10.1088/2752-5295/ad0e13
4. Sils'ke gospodarstvo Ukraїny. Statystychnyj zbirnyk. 2022. Derzhavna sluzhba statystyky Ukraїny. 2023. IV. Roslynyctvo. Kyiv. 2023. S. 77-124. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/09/Zb_sg_2018%20.pdf (in Ukrainian).
5. Lal M.K., Kumar A., Raigond P., Dutt S. (2020b). Impact of Starch Storage Condition on Glycemic Index and Resistant Starch of Cooked Potato (*Solanum tuberosum*) Tubers. *Starch Stärke*. <https://doi.org/10.1002/STAR.201900281>
6. Tiwari R.K., Kumar R., Sharma S., C Naga K., Sagar V., Shivaramu S. (2020a). Continuous and emerging challenges of silver scurf disease in potato. *Int J Pest Manag.* <https://doi.org/10.1080/09670874.2020.1795302>
7. Borzykh O.I., Bublyk L.I., Chaika V.M., Havryliuk L.L., Kruk I.V.,

Shevchuk O.V., Neverovska T.M., Bakhmut O.O. (2022). Ahroklimatychnе ta ahroekolohichne obgruntuvannia zonalnykh khimichnykh system zakhystu polovykh kultur vid shkidlyvykh orhanizmiv v umovakh zmin klimatu v Ukraini. [Agroclimatic and agroecotoxicological justification of zonal chemical protection systems against harmful organisms for field crops under conditions of climate change in Ukraine]. Quarantine and plant protection, 4(271), 3-9. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.4.3-9> (in Ukrainian).

8. Fedorenko A.V., Bakhmut O.O., Neverovska T.M. (2016). Prohnoz fitosanitarnoho stanu zernovykh kolosovykh kultur. [Forecast of phytosanitary condition of cereals]. Zakhyst i karantyn Roslyn, (62), 260-268. URL: <https://zkr.ipp.gov.ua/index.php/journal/article/view/113/114> (in Ukrainian).

9. Gherbawy Y.A., Hussein M.A., El-Dawy E., Abdo N. (2019). Identification of *Fusarium* spp. Associated with Potato Tubers in Upper Egypt by morphological and molecular characters. Asian J Biochem Genetics Mol Biol., (2), 1-14. DOI: [10.9734/ajbgmb/2019/v2i330062](https://doi.org/10.9734/ajbgmb/2019/v2i330062)

10. Kamran M., Pandey A., Tabinda Athar, Choudhary S., Deval R., Gezgin S. ..., Thomas G. (2020). Fusarium head blight in wheat: contemporary status and molecular approaches. 3 Biotech., (3), 1-17. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-2158-x>

11. Kumar R., Tiwari R.K., Jeevalatha A., Kaundal P., Sharma S., Chakrabarti S.K. (2019). Potato viruses and their diagnostic techniques: an overview. J Pharm Phytochem., 8(6), 1932-1944.

12. Kumar R., Kaundal P., Arjunan J. et al. (2020). Development of a visual detection method for Potato virus S by reverse transcription loopmediated isothermal amplification. 3 Biotech., (10), 213. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02214-4>

13. Fiers M., Edel-Herman V., Chatot C., Le Hingrat Y., Alabouvette C., Steinberg C. (2012). Potato soil-borne diseases. A review Agronomy for Sustainable Development, (32), 93-132. DOI [10.1007/s13593-011-0035-z](https://doi.org/10.1007/s13593-011-0035-z)

14. Omeljuty V.P. (Ed.). (1986). Oblik shkidnykiv i hvorob sil'skogospodars'kyh kul'tur. [Accounting for pests and diseases of crops]. Kyi'v. 199-214. (in Ukrainian).

15. Leslie F.J., Summerel A.B. (2006). The Fusarium Laboratory Manual. Blackwell Publishing. 369 p.

Надійшла до редакції: 02.09.2024

Прийнята до друку: 30.10.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

М.М. БАЩЕНКО

О.В. ШИТА, кандидат сільськогосподарських наук

А.В. ФЕДОРЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

В.М. ЧАЙКА, доктор сільськогосподарських наук

Інститут захисту рослин НААН,

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

ЗАХИСТ ГІРКОКАШТАНА ЗВИЧАЙНОГО (*AESCULUS HIPPOCASTANUS* L.) В УРБАНІЗОВАНОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Мета. Обґрунтування аспекту захисту гіркокаштана звичайного в умовах урбанізованого середовища. **Методи.** У 2023—2024 рр. у лабораторії технології застосування пестицидів ІЗР НААН було проведено аналіз доступних методів захисту гіркокаштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) від каштанової мінуючої молі (*Cameraria ohridella* D.). У Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка Національної академії наук України візуально обстежили крони та листя *Aesculus hippocastanum* на 15-ти деревах з метою виявлення комах, зокрема *Cameraria ohridella*, та ентомофагів. Для визначення наявності *Cameraria ohridella* використовували клейові кольорові пастки жовтого та зеленого кольорів. Обліки проводили з періодичністю 1 раз на 10 діб після початку льоту *Cameraria ohridella*. Пошук ентомофагів здійснювали за відповідними методиками. Обробляли отримані дані за стандартними методами. **Результати.** Захист гіркокаштана звичайного ґрунтується на використанні механічних, хімічних та біологічних методів. Моніторинг сезонної динаміки чисельності популяції *Cameraria ohridella* та контроль за допомогою кольорових клейових пасток протягом вегетаційного періоду забезпечують значну ефективність у зменшенні чисельності шкідника. У 2023 р. на жовтій пастці було зафіксовано 1755 екз. комах, з яких 91,4% становили метелики *Cameraria ohridella*, а 8,6% — ендопаразити виду *Pediobius saulius* W. На зеленій пастці було 1434 комахи, з яких 85,3% припадало на *Cameraria ohridella*, а 14,7% — *Pediobius saulius* W. У 2024 р. зафіксовано на жовтій пастці 1652 комахи, з яких 80,9% — *Cameraria ohridella*, а 19,1% — ендопаразити. На зеленій пастці було зареєстровано 1185 комах, з яких 81,8% — *Cameraria ohridella*, а 18,2% — ендопаразити. З ентомофагів на території Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України виявлено *Formica rufa*, *Mecanema*

meridionale, *Pediobius saulius*, а також птахів *Parus* sp., які можуть впливати на чисельність *Cameraria ohridella*. **Висновки.** Для регуляції щільності популяції *Cameraria ohridella* в урбанізованому середовищі можна використовувати кольорові клейові пастки (зеленого та жовтого кольорів), потрібно збирати та утилізувати опале листя, робити ін'єкції в стовбур дерева, починаючи з діаметра 45 см і більше. Для захисту молодих дерев *Aesculus hippocastanum* (діаметр дерева менше 45 см) доцільно збільшувати кількість гнізд для залучення птахів, проводити масовий випуск ендопаразита *Pediobius saulius* Walker, використовувати атрактанти для залучення *Pediobius saulius* Walker та *Meconema meridionale*.

***Cameraria ohridella*; *Aesculus hippocastanum*; *Pediobius saulius*;
Meconema meridionale; *Formica rufa***

Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.) — багаторічна рослина, що належить до родини сапіндових (Sapindaceae). Щодо історичного ареалу, гіркокаштан звичайний вважається ендемічним видом для гір Балканського півострова [1]. Також, він зустрічається у Греції, зокрема в центральних горах Фессалії, на північному хребті Пінди, в Евританії та Фтіотиді [2], а також у таких країнах, як Албанія [3], Республіка Македонія, Сербія, Іран, північна частина Індії, Північна Америка та на сході Болгарії [4].

Згідно з літературними джерелами, опублікованими В. Дж. Біном, у 1576 р. гіркокаштана звичайного вперше доставили до Відня через Константинополь, після чого його поширення охопило Центральну та Західну Європу [5]. Починаючи з XVII століття, каштани почали активно культивувати у аляях, парках і садах Франції, Італії та Великобританії [6].

В Україну в XI столітті *Aesculus hippocastanum* L. вперше завезено монахами Київської Русі з Візантії, з метою озеленення монастирських територій [7]. Найдавнішим представником цього виду в Києві вважається каштан, посаджений Петром Могилою, і відповідно до легенди, його висадив митрополит у 1647 р. Дане дерево розташоване на території Свято-Троїцького монастиря в Китаївській пустині. Іншими представниками тривалої історії цієї культури є каштани Києво-Печерської лаври, які, згідно з припущеннями науковців, можуть досягати віку 300 років. У дендропарку «Олександрія» цей вид почали культивувати у 1830 р. за ініціативи графині О.В. Браницької [8]. У Києві гіркокаштани використовували під час закладання Ботанічного саду імені академіка О.В. Фоміна у 1841 р. А 1849 р. каштани почали використовувати для укріплення схилів Дніпра [9]. У 1887 р. було висаджено гіркокаштан звичайний на території Полтавської державної сільськогосподарської дослідної станції (заснованої у 1884 р.), а через 100 років, у 1987 році, дане дерево взято під охорону рішенням

Полтавського облвиконкому [10]. У місті Київ гіркокаштан протягом тривалого часу вважається основною зеленою пам'яткою та важливим елементом декоративного оформлення центральної вулиці Хрещатик і багатьох інших вулиць міста. Масове висаджування гіркокаштанів у Києві відбулося у першій половині ХІХ століття. На початку ХХ століття гіркокаштан знаходить відображення у мистецтві та стає символом Києва (1969—1995 рр.). Окрім того, зображення каштанів використовують на гербах міст Чеські Велениці та Насаврки (Чехія), а також муніципалітету Навесуелас (Іспанія). В Україні стилізоване зображення квітки каштана авторства Л. Лунюка (1998) донині є основним елементом герба міста Нововолинськ, що знаходиться у Волинській області.

Гіркокаштан набув популярності в озелененні різних міст не лише завдяки ефектному вигляду під час цвітіння, оригінальним листкам, добрій приживлюваності після пересаджування і високій тіневитривалості, а й тим, що він характеризується стійкістю до забруднення повітря і є унікальним індикатором екологічних умов і стану забруднення урбанізованого середовища різними шкідливими хімічними елементами в повітрі (Fe, Zn, Pb, Cd, Ni та Cr) [11]. Каштан є природним фільтром для очищення ґрунту та води від техногенних забруднень, має вагоме архітектурне, лікувальне та господарське значення [12]. Стан каштанових насаджень в Україні суттєво погіршується, особливо в останнє десятиліття, внаслідок не тільки несприятливого впливу промислових і автотранспортних викидів, посухи, засолення, а й внаслідок пошкоджень шкідником *Cameraria ohridella* D., також грибковою інфекцією *Guinardia aesculi*, які знижують декоративність (зміна забарвлення листя, поява некрозів, ранне опадання листя) та зумовлюють пригнічення дерев. На біохімічному рівні важливо розуміти природу адаптації рослин до абіотичних та біотичних факторів, зокрема, впливу *Cameraria ohridella* D. У цей час у рослин відбуваються складні метаболічні процеси, що змінюють їхній фізіологічний стан і часто супроводжуються утворенням активних форм кисню [13—15].

Шкідливий комплекс гіркокаштану звичайного включає 34 види комах і кліщів. Серед комах 17 видів належать до ряду лускокрилих (6 — п'ядунів, 5 — совок, 3 — молей, 2 — хвилівок, 1 — деревогризів); 12 — до ряду твердокрилих (5 — вусачів, 3 — златок, 1 — шашелів, 1 — каптурників, 1 — довгоносики та 1 — короїд), 5 видів — до ряду рівнокрилих (4 — з ряду кокцид; 1 — з ряду листоблішок) [16—18]. Найбільшої шкоди гіркокаштану звичайному завдає інвазійний вид каштанової мінуючої молі *Cameraria ohridella* D. [16—18]. Шкідник живиться всередині тканин рослин, які є найбільш зволоженими, багатими на поживні, та бідними на захисні речовини [19]. Такий спосіб життя забезпечує цим кохам захист від дефіциту вологи, природних

ворогів і дозволяє обминати захисні механізми рослин [20]. Разом із садивним матеріалом і пакувальною тарою ці фітофаги поширюються в нові регіони [21]. Вони легше адаптуються до міських умов, ніж до лісових насаджень, оскільки у містах наявний більший асортимент рослин для живлення, а підвищення температури повітря сприяє виживанню комах у зимовий період [22–23].

Внаслідок ушкоджень, завданих *Cameria ohridella* D., гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.) втрачає не лише естетичну привабливість, а й зазнає значного зменшення фотосинтетичних процесів. Відсутність хлорофілу призводить до порудіння, висихання та опадання листя, що негативно впливає на фізіологічний стан деревини. У зв'язку з розвитком нових листків та повторним цвітінням у осінній період (рис. 1), гіркокаштан звичайний втрачає здатність забезпечити себе необхідними поживними речовинами, що призводить до часткового або повного вимерзання цих дерев під час заморозків [24]. Ушкодження листкових пластинок, спричинені шкідниками, є основною причиною ураження листків фітопатогенними грибами, такими як *Guignardia aesculi* (Peck) Stev., *Pseudomonas syringae* pv. *Aesculi*, *Uncinula flexuosa*, *Erysiphe flexuosa*, *Coniothyrium australe*, *Diplodia aesculi*, *Dothiorella aesculi*, *Fusicoccum aesculi*, *Phoma hippocastani*, *Phomopsis conjugata*, *Aspergillus* spp. [25–26].



Рис. 1. Осіннє цвітіння каштана, м. Київ, Подільський район, 14.09.2023 р. (фото М.М. Башенко)

Мета досліджень. Обґрунтування аспектів захисту гіркокаштану звичайного в умовах урбанізованого середовища.

Матеріал і методи. У період 2023–2024 рр. у лабораторії технології застосування пестицидів Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України було проведено аналіз доступних інформаційних джерел щодо інтегрованого захисту гіркокаштану звичайного (*Aesculus hippocastanum*) в Європі від шкідника *Cameraria ohridella*. У Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України також протягом 2023–2024 рр. проводили візуальне обстеження крони та листя гіркокаштану звичайного на 15-ти деревах з метою виявлення комах, зокрема каштанової мінуючої молі та ентомофагів.

Для визначення наявності каштанової мінуючої молі використовували клейові кольорові пастки жовтого та зеленого кольорів [27]. Обліки проводили з періодичністю один раз на десять діб після початку льоту каштанової мінуючої молі. Пошук ентомофагів здійснювали відповідно до встановлених методик [28]. Ентомофагів ідентифікували, керуючись даними з літературних джерел [29—32]. Обробляли отримані дані за стандартними методами.

Результати дослідження та обговорення. Захист рослин ґрунтується на комплексному застосуванні різноманітних методів, спрямованих на довгострокове регулювання розвитку та поширення шкідливих організмів, а також на забезпечення надійного захисту рослин і підтримання екологічної рівноваги в навколишньому середовищі. У контексті захисту гіркого каштана звичайного (*Aesculus hippocastanum* L.) використовуються механічні, хімічні та біологічні методи [33].

Механічні — включають осіннє прибирання опалого листа з подальшою утилізацією, що може здійснюватися шляхом компостування, спалювання або використання як вторинної сировини для виробництва біогазу [34].

Моніторинг сезонної динаміки чисельності популяції каштанової мінуючої молі та контроль її чисельності здійснюється за допомогою феромонних [9, 34], кольорових пасток [27] і клейових стрічок [36]. Використання пасток дозволяє встановити сезонну динаміку розвитку та контролювати рівень чисельності фітофага протягом вегетаційного періоду. Простота та ефективність пасток, а також їхня безпечність дають змогу оперативного та своєчасного моніторити динаміку чисельності шкідників на місцевому та регіональному рівнях, що дозволяє ухвалювати обґрунтовані рішення щодо оптимальних строків і обсягів застосування захисних заходів, за 15—20 діб до появи каштанової мінуючої молі [37].

За результатами попередніх досліджень встановлено, що найбільш ефективним є застосування клейових пасток зеленого та жовтого кольорів [27]. У Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України в період 2023—2024 рр. були встановлені кольорові пастки (зеленого та жовтого кольорів) (рис. 2). Аналіз результатів показав, що у 2023 р. виловлено загалом 3189 комах, з яких 50,3% спіймані на жовту пастку, а на зелену — 49,7%. У 2024 р. було виловлено 2837 комах, з яких 47,1% потрапили на жовту пастку, а на зелену — 52,9%.

Кольорові пастки продемонстрували ефективність щодо скорочення чисельності каштанової мінуючої молі, проте не позбавлені недоліків. У 2023 р. на жовтій пастці було зафіксовано 1755 комах, з яких 1605 екз. (91,4%) становили метелики каштанової молі *Cameraria ohridella* D., а 150 екз. (8,6%) — ендопаразити виду *Pediobius saulius* W.

На зеленій пастці було виловлено 1434 комахи, з яких 1224 екз. (85,3%) — каштанова мінуюча міль, а 210 екз. (14,7%) — *Pediobius saulius* W. У 2024 р. на жовтій пастці було 1652 комахи, з яких 1337 екз. (80,9%) — каштанова мінуюча міль, а 315 екз. (19,1%) — ендопаразити, і на зеленій — 1185 комах, з яких відповідно 970 екз. (81,8%) і 215 екз. (18,2%).

Встановлено, що метелики *Cameraria ohridella* D. та ендопаразити *Pediobius saulius* W. здатні розрізняти привабливі об'єкти завдяки зоровим сприйняттям.

З метою обмеження чисельності каштанової молі на каштанових деревах застосовували хімічний метод внутрішньої ін'єкції у стовбур дерева (починаючи з діаметра 45 см і більше) системними інсектицидами Актара 25, WG, ВГ (тіаметоксам, 250 г/кг) та Ривайв 42,9 МЕ, МЕ (емаектину бензоат, 42,9 г/л) на початку вегетаційного періоду (до початку сокоруху). Цей метод контролю поширення шкідника відповідає вимогам охорони довкілля і є придатним для використання в урбанізованому середовищі [10, 13, 37—38]. Тривалість дії препарату становить не менше 3—4 років (рівень ефективності — 90—100%), що зумовлено імунізацією та стимуляцією розвитку рослини [39].

Біологічний метод ґрунтується на використанні паразитичних і хижих комах, хвороботворних мікроорганізмів та інших природних ворогів, що не створюють загрози для навколишнього середовища. Застосування ентомофагів, як елементу біологічного методу, полягає у використанні природних ворогів шкідників з метою зменшення їхньої чисельності та шкідливості [41].

Основними компонентами біологічного методу природної регуляції чисельності лускокрилих є родини Trichogrammatidae [42—44], Coccinellidae [9] та Chrysopidae, які здійснюють знищення або паразитування на стадії яйця [9]. Дослідження показали, що представники Trichogrammatidae, зокрема *T. pintoi* та *T. evanescens*, не паразитують на яйцях каштанової мінуючої молі [45]. Також відзначається, що



Рис. 2. Кольорова пастка в Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України (фото М.М. Башенко)

вид Coccinellidae, зокрема *A. bipunctata* L., не є об'єктом живлення для даного виду [46]. В Україні представником родини Chrysopidae є золотоочка, що широко поширена в місцях, де зустрічаються колонії попелиць. Личинки золотоочки звичайної — поліфаги, яким властиво хижацтво щодо широкого спектра об'єктів, включаючи попелиць, мідяниць, несправжніх щитовок, совок, білокрилок, кліщів, а також дрібних гусениць, личинок жуків і яєць різних представників ряду лускокрилих [29, 41]. Незважаючи на те, що на листках та кронах гіркокаштану звичайного було зафіксовано яйця золотоочки, личинок не було виявлено (рис. 3). Таким чином, можна припустити, що золотоочки, подібно до представників родини Coccinellidae, не живляться каштановою мілью.

Павуки, мурахи та птахи відіграють важливу роль у регуляції чисельності каштанової мінуючої молі. На території України, зокрема в місті Києві, Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України, протягом 2023—2024 рр. було зафіксовано представників роду *Formica*, які можуть впливати на чисельність мінуючих молей (рис. 4) [32]. Серед мурах цього роду особливу увагу слід приділити рудим лісовим мурашкам, таким як *Formica rufa*, а також голоспинним *Formica polyctera*, які виконують функцію захисту лісів від фітофагів [47—48].

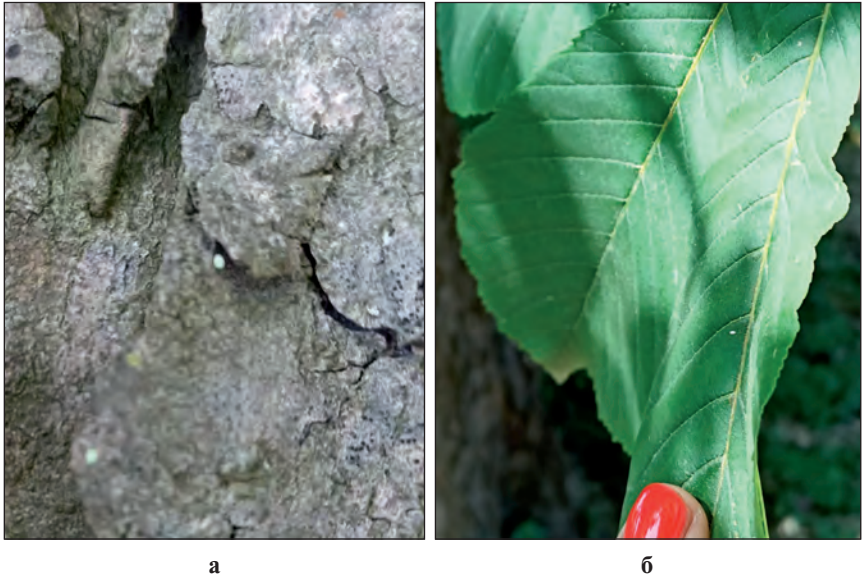


Рис. 3. Яйця золотоочки: а — яйця на стовбурі гіркокаштану;
б — яйця на листку гіркокаштану (фото М.М. Башенко)

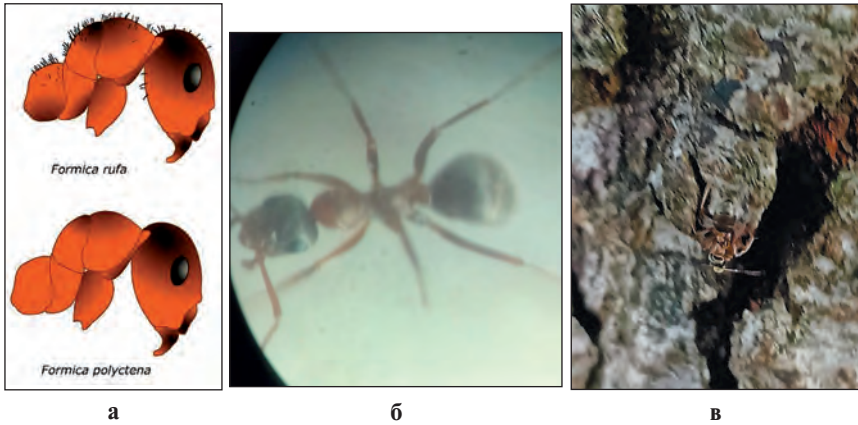


Рис. 4. Вид *Formica*: а — різниця між *Formica rufa* та *Formica polyctena* (https://antclub.org/sub_Formicinae/Formica_polyctena); б — вид *Formica rufa* (фото М.М. Башенко); в — мураха на полюванні (фото М.М. Башенко)

У Європі поширений коник *Mecanema meridionale* (рис. 5), який відзначається своїми хижацькими звичками, зокрема полюванням на попелиць та дрібних комах, що проживають на деревах [49]. Одна особина цього виду здатна знищити до 10-ти гусениць каштанової мінуючої молі [50]. *M. meridionale* часто спостерігається на нижніх ярусах гіркокаштана звичайного. Варто зазначити, що штучне збільшення чисельності популяції *M. meridionale* є недоцільним, оскільки цей вид повільно розширює свою територію [49].



Рис. 5. Коник (*Mecanema meridionale*) (фото М.М. Башенко)

На основі результатів проведених досліджень науковцями Kreft A., Skrzypek H. та Kazimierzak W. [51—52] щодо ряду Rhabditida (Steinernematidae та Heterorhabditidae) встановлено, що ентомопатогенні (ендопаразити) нематоди є облігатними господарями для кишкових грам-негативних симбіотичних бактерій з родів *Xenorhabdus* та *Photorhabdus* та утворюють з ними мутуалістичний нематодно-бактеріальний комплекс. Вони демонструють високу вірулентність проти

шкідників в лабораторних умовах, що свідчить про доцільність їх застосування у польових умовах [51—52].

Застосування ентомопатогенних нематод не є широко розповсюдженим у захисті рослин через недостатню вивченість цієї своєрідної екологічної групи. Незважаючи на це, вони мають потенціал для відновлення, збереження й підтримання саморегуляції біоценозів (агроценозів), а точніше — тих рушійних сил у них, що здатні стримувати масове розмноження фітофагів [53].

Серед птахів види *Parus* (*Parus caeruleus*, *Parus major* та *Parus palustris*) ефективні у природних умовах проти каштанової мінуючої молі в межах 2—4% [36, 50]. Синиці відзначаються високою інтенсивністю метаболізму, підвищеною рухливістю та здатністю долати значні відстані, що сприяє регуляції чисельності фітофагів у агроценозах та лісових екосистемах [54]. Дослідження, проведені в Польщі, підтвердили, що використання *Eisenia fetida* є ефективним засобом для знищення усіх стадій каштанової мінуючої молі, що перебувають у опалому листі [36].

Дослідники на глобальному рівні працюють над виявленням відповідних видів паразитоїдів, які можна використати для регулювання популяції молі [13]. Проте низький рівень паразитизму розглядається як одна з найімовірніших причин збільшення її чисельності [54].

Серед ендопаразитів каштанової мінуючої молі в Європі виявлено домінування п'яти видів: *Prnigalio agrales* W., *Minotetraastichus frontalis* N., *Closterocerus frifasciatus* Westw., *Pediobius saulius* Walker, *Itopectis alternans* Grav. У Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України в місті Київ було зафіксовано вид *Pediobius saulius* Walker (рис. 6).

За літературними даними, *Pediobius saulius* Walker є широко поширеним видом в Європі та виступає як первинний ендопаразит лялечок у лускокрилих. Цей вид може паразитувати на представниках родин Tortricidae, Lithocolletidae, Phyllocnistidae, Bucculatricidae, Yponomeutidae, Gelichiidae, а також на мінуючих довгоносиках родини Rhynchaenus [29—30, 55]. Серед його основних господарів у ряді лускокрилих можна виділити листкомінуючих совок Gracillariidae, до яких належать 59 видів. У Центральній та Західній Європі *Pediobius saulius* W. є звичайним паразитоїдом інших листовійок [55—56].

Швидкість розмноження *Pediobius* в межах одного покоління може досягати 335 особин, тоді як тривалість розвитку становить 21 день за умов температури $25 \pm 10^\circ\text{C}$ та відносної вологості $65 \pm 1,5\%$. Самця *Pediobius* відкладає від 8 до 12 яєць у господарі, якого спочатку паралізує. Максимальна плодючість може сягати 440 яєць протягом 55-ти діб, а період ектопаразитарного розвитку становить 6—9 діб [57].

Щоб захистити гіркокаштана звичайного потрібно:



Рис. 6. *Pedioobius saulius* W. (фото М.М. Башенко)

- застосовувати феромонні та кольорові пастки, а також клейові стрічки (зеленого та жовтого кольорів) для регулювання чисельності молі;
- збирати та утилізувати опале листя шляхом компостування, з подальшим використанням як вторинної сировини для біогазу;
- робити ін'єкції інсектицидів у дерева з діаметром стовбура 45 см та більше;
- приваблювати птахів шляхом використання штучних гніздунь, конструкції яких найповніше відповідають екологічним характеристикам птахів, що віддають перевагу гніздуванню у дуплах [58];
- випускати ендопаразитів для регулювання чисельності фітофага.

ВИСНОВКИ

Для досягнення оптимальної ефективності у регулюванні чисельності каштанової мінуючої молі необхідно застосовувати комплексний підхід, що передбачає використання кількох методів в системі захисту насаджень каштанів.

Доцільно використовувати феромони, кольорові пастки (зеленого та жовтого кольорів) та клейові стрічки (також зеленого та жовтого кольорів) для ідентифікації перших особин метеликів і часткового контролю чисельності каштанової мінуючої молі. Крім того, важливо збирати опале листя та утилізувати його за допомогою компостування або використання як вторинної сировини для виробництва біогазу.

Для обмеження чисельності каштанової мінуючої молі слід проводити токсикацію крон дерев шляхом ін'єкції системних інсектицидів (д.р. тіаметоксам, 250 г/кг та д.р. емаектин бензоат, 42,9 г/л) у стовбур дерева діаметром 45 см і більше, на початку вегетації (перед сокорухом).

Для захисту молодих дерев гіркогокаштана звичайного (стовбур діаметром менше 45 см) необхідно: збільшити кількість гнізд для залучення птахів в урбанізованому середовищі; проводити масовий випуск ендопаразита *Pediobius saulius* Walker; використовувати атрактанти для приваблювання *Pediobius saulius* Walker та коника дубового *Meconeta meridionale*.

Фінансування: дослідження проведено за рахунок бюджетної тематики Інституту захисту рослин НААН в рамках ПНД 24 Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин (Захист рослин). Підпрограма 04. «Регулятори чисельності шкідливих організмів в агроценозах і способи їх використання» («Біологічний метод захисту рослин»). ДР № 0124U001566.

Конфлікт інтересів: автор декларує про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Корачка М., Stathakis T., Broufas G. et al. Diversity and abundance of Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) on horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) in an urban environment: a comparison between Greece and the Czech Republic. *Acarologia*. 2018. № 58. P. 83-90. doi:10.24349/acarologia/20184284
2. Avtzis N.D., Avtzis D.N., Vergos S.G., Diamandis S. A contribution to the natural distribution of *Aesculus hippocastanum* (Hippoocastanaceae) in Greece. *Phytologia Balcanica*. 2007. 13. P. 183-187.
3. Peci D.H., Mullaj A., Dervishi A. The natural distribution of horse-chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) in Albania. *Journal of Institute Alb-Shkenca*. 2012. 5. P. 153-157.
4. Харачко Т.І., Іванюк А.П., Король М.М., Мандзюк Р.І. Особливості росту біогрупи гіркогокаштана звичайного у Зіболківському лісництві ДП «Жовківське лісове господарство». *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. Т. 29. № 2. С. 77-81. <https://doi.org/10.15421/40290215>
5. Bean W.J. *Trees and Shrubs hardy in the British Isles* (8th). London: UK. Murray, 1976. 149 p.
6. Лукаш О.О., Кушнір А.І. Озеленення бульварів міста Києва, сучасний стан та перспективи розвитку. *Наукові тренди постіндустріального суспільства*. 2023. С. 129-135.
7. Роговський С.В., Драган Г.І. Заходи боротьби з мінуючою міллю як

шкідника гіркого каштана звичайного в умовах Лісостепу України. Збірник науково-технічних праць. Науковий вісник НЛНУ. 2009. Вип. 19.1. С. 26-33.

8. Броун І.В., Трегуб Т.Г., Плєскач Л.Я. Оцінка пошкодження насаджень гіркого каштана звичайного дендропарку «Олександрія» каштановою мінуючою мілью. Інтродукція рослин. 2011. № 2. С.91-97.

9. Лісовий М.М., Чайка В.М., Григорюк І.П. Інвазійні види молей в Україні (моніторинг, екологія, контроль чисельності): Монографія. Київ. 2019. С. 86-88. URL: <https://dglib.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e5ce7b6b-835b-4630-bd04-c44988ca4cfd/content>

10. Білявський Ю.В., Вусатий Р.О., Матєєва О.Ю., Гаманова О.М. Ефективність Камеркіл Плюс 25 SL проти каштанової мінуючої молі. Матеріали конференції «Проблеми відтворення та охорони біорізноманіття України в світлі вчення про ноосферу». Полтава, 2009. С. 24-26. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/11163>

11. Seliutina O.V., Holoboorodko K.K. Evaluation of the influence of heavy metals on the degree of damage *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986 leaf surface of *Aesculus hippocastanum* Linnaeus, 1753. Ecology and Noospherology. 2021. 32(1). P. 22-27. doi:10.15421/032104

12. Зубровська О.М., Гришко В.М. Інтенсивність процесів пероксидного окиснення ліпідів та функціональний стан деревних насаджень при забрудненні довкілля важкими металами. Український ботанічний журнал. 2019. 76(5). С. 458-468. doi.org//10.15407/ukrbotj76.05.458

13. Бондарєва Л.М., Тарнавський Н.В. Основні чинники, що впливають на шкідливість та динаміку чисельності *Cameraria ohridella* (Deschka & Dimic, 1986) в умовах міських насаджень Київщини. Journal'Biological Systems. 2023. Вип. 14. С. 128-141. doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.012. URL: <https://bioscience.com.ua/web/uploads/pdf/Biological%20Systems%20Theory%20and%20Innovation,%202023,%20Vol.%2014,%20No.%203-4-128-141.pdf>

14. Shupranova L.V., Holoborodko K.K., Loza I.I., Pahomov O.Ye. Morphophysiological features of the generative offspring of *Aesculus hippocastanum* L. from various ecologically unfavorable areas of an industrial city. Ecology and noospherology. 2023. 34(2). P. 81-86. <https://doi.org/10.15421/032312>

15. Гевал В.Ф., Гузь М.М., Баранов В.І. Біохімічні показники життєдіяльності насіння гіркого каштанів, найпоширеніших у західному регіоні України. Науковий вісник НЛТУ України. 2018. Т. 28. №7. С. 31-35. doi.org//10.15421/40280706

16. Нікітенко Г.М., Свиридов С.В. Комплекс шкідливих членистоногих на кінському каштані в умовах м. Києва. Захист і карантин рослин. 2007. Вип. 53. С. 468-484.

17. Нікітенко Г.М., Свиридов С.В. Шкідники кінського каштана. Карантин і захист рослин. 2007. № 10. С. 22-28.
18. Дмитриев Г.В. Вредители парковых насаждений. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. В 3-х томах. Киев: Урожай, 1975. Т. 3. С. 347-362.
19. Kirichenko N., Augustin S., Kenis M. Invasive leafminers on woody plants: a global review of pathways, impact, and management. Journal of Pest Science. 2019. 92(1). P. 93-106.
20. Branco M., Nunes P., Roques A. et. al. Urban trees facilitate the establishment of non-native forest insects. NeoBiota. 2019. 52. P. 25-46.
21. Frank S.D., Just M.G. Can Cities Activate Sleeper Species and Predict Future Forest Pests? A Case Study of Scale Insects. Insects. 2020. 11(3). P. 142-150.
22. Bogoutdinova L., Tkacheva E., Konovalova L. et. al. Effect of Sun Exposure of the Horse Chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) on the Occurrence and Number of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) Forests. 2023. 14. Article 1079. <https://doi.org/10.3390/f14061079>
23. Kirichenko N.I., Gomboc S., Piškur B., Groot M. Use of an Arboretum and DNA Barcoding for the Detection and Identification of Leaf-Mining Insects on Alien Woody Plants. Forests. 2023. 14. 641. <https://doi.org/10.3390/f14030641>
24. Młynarczyk A., Jankowiak G., Krylewicz S., Piekarczyk J. Charakterystyki spektralne liści kasztanowca białego (*Aesculus hippocastanum* L.) zaatakowanego przez szrotowka kasztanowcowiażka (*Cameraria ohridella*) Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Ratio Ind. Lignar. 2020. 19(4). P. 199-205 <http://dx.doi.org/10.17306/J.AFW.2020.4.21>
25. Буценко Л.М. Бактеріальна виразка — небезпечна хвороба каштана кінського в Європі. Вісник аграрної науки. 2021. № 10(823). С. 38-44. doi. [org/10.31073/agrovisnyk202110-05](https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202110-05)
26. Кульбанська І.М., Швець М.В., Марков Ф.Ф. Екологія і симптоматика бактеріозів деревних рослин у насадженнях зеленої зони м. Києва. Наукові горизонти. 2019. №12(85). С. 84-95. doi. [10.33249/2663-2144-2019-85-12-84-95](https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-85-12-84-95)
27. Башенко М.М., Чайка В.М., Неверовська Т.М. Удосконалення методу виявлення та спостереження за динамікою чисельності каштанової молі (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) в насадженнях гіркококаштану за застосування кольорових пасток. Захист і карантин рослин. 2017. Вип. 63. С. 19-26.
28. Фурсов В.Н. Как собирать насекомых-энтомофагов (сбор, содержание и выведение паразитических перепончатокрылых насекомых). Институт зоологии НАН Украины. Украинское энтомологическое общество. Национальный эколого-натуралистический центр. Киев: Логос, 2003. № 1. 66 с.
29. Зерова М.Д., Котенко А.Г., Толканиц В.И и др. Атлас Европейских насекомых-энтомофагов. Киев. 2010. 55 с.

30. Зерова М.Д., Толканец В.И., Котенко А.Г и др. Энтомофаги вредителей яблони юго-запада СССР. Киев: Наукова думка, 1991. 276 с.
31. Huan-xi Cao, John la Salle, Chao-dong Zhu. Chinese species of *Pedibus* Walker (Hymenoptera: Eulophidae). Copyright. Magnolia Press. Zootaxa. 2017. Article 4240(1). 71p. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4240.1.1>
32. Длусский Г.М. Муравьи рода формика (*Nymenoptera, Formicidae, G. Formica*). Биология, практическое значение и использование, таблицы для определения видов, распространенных в СССР. Москва: Наука, 1967. 236 с. URL: https://www.antwiki.org/wiki/images/e/ed/Dlussky_1967a.pdf
33. Чумак П.Я., Вигера С.М., Стригун О.О. та ін. Стан на перспективи захисту рослин від шкідників в умовах мегаполіса. Захист і карантин рослин. 2020. Вип. 66. С. 209-221. doi.org//10.36495/1606-9773.2020.66.209-221
34. Єлізаров О.І., Лисенко О.І. Отримання біогазу з опалого листя. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. 2013. № 4 (81). С. 166-169.
35. Floricel M., Mitrea I., Oltean I. et al. The testing of some products in order to monitor the *Cameraria ohridella* Deschka-Dimic species (Lepidoptera: Gracillariidae). AgroLife Scientific Journal. 2018. Vol. 7. No 2. P. 53-60.
36. Boronski R. Biologiczne zagrożenie alei parkowych szrotówką kasztanowcowiaczką (*Cameraria ohridella* (Deschka, Dimic, 1986)). Biological threat to park alleys *Cameraria ohridella* (Deschka, Dimic, 1986). Acta Juvenum. 2021. Vol. 6. S. 29-36.
37. Черній А.М. Регулятори поведінки, росту і розвитку комах. Карантин і захист рослин. 2008. Червень. С. 19-23.
38. Gubka A., Zubrik M., Rell S. et. al. The effectiveness of the neem product TreeAzin in controlling *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae). European Journal of Entomology. 2020. 117. P. 463-473. doi:10.14411/eje.2020.049
39. Keszthelyi S., Gerbovits I B., Jycsbk I. Impact analysis of diferent applications of cyantraniliprole on control of horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella*) larvae supported by biophoton emission. Biologia Futura. 2023. 74. P. 209-219 <https://doi.org/10.1007/s42977-023-00169-0>
40. Lesovoy N., Fedorenko V., Viger S. et al. Biological, Trophological, Ecological and Control Features of Horse-Chestnut Leaf Miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) Ukrainian. Journal of Ecology. 2020. 10(3). P. 24-27, doi: 10.15421/2020_128
41. Доля М.М., Ющенко Л.П., Варченко Т.П. Особливості застосування сучасних біологічних засобів захисту сільськогосподарських культур від шкідників у Лісостепу і Поліссі України. Сільськогосподарська мікробіологія. 2018. Вип. 27. С. 60-66.
42. Tai H., Zhang F., Xiao C. et al. Toxicity of chemical pesticides commonly used in maize to *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), an

egg parasitoid of Asian corn borer. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 2022. Vol. 241. Article 113802. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113802>

43. Zelenskaya O., Orlov V. The use of disorientation of the plum moth in the conditions of chemical protection of the orchard. *BIO Web of Conferences*. 2021. 34. Article. 04019. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213404019> BIOLOGIZATION 2021

44. Карпович М.С., Дрозда В.Ф. Біологічні та екологічні основи інтегрованого захисту від лускокрилих фітофагів та супутніх видів сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). Збірник наукових праць. Зрошуване землеробство. 2020. Випуск 73. С.203-207. doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.39

45. Бащенко М.М., Худолій А.І., Чайка В.М. Лабораторна оцінка можливості використання яєць каштанової молі *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986 (Lepidoptera: Gracillariidae) для живлення трихограми *Trichogramma pintoi* Voeg. та *Trichogramma evanescens* Westw. Карантин і захист рослин. 2021. №2. С. 19-22. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2021.2.19-22>

46. Бащенко М.М. Використання сонечка двокрапкового для контролю чисельності каштанової молі. Карантин і захист рослин. 2024. № 3. С. 28-31. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2024.3.28-31>

47. Трускавецька І.Я. Особливості біології та розселення мурах (*Formicidae*) у ландшафтному заказнику «Стовпязькі краєвиди». Науково-практичний журнал. Екологічні науки. 2021. 5(38). С. 99-103. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.5-38.17>

48. Карпович М.С., Дрозда В.Ф. Особливості біології, екології соснового шовкопряда (*Dendrolimus pini* Linnaeus, 1758) у соснових насадженнях Полісся. Таврійський науковий вісник. 2020. № 111. С. 265-272. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.3>

49. Grobelny S., Żurawlew P., Kutera M. et al. Further stands of Southern Oak Bush-cricket *Meconema meridionale* Costa, 1860 (Orthoptera: Tettigoniidae) in Poland *Przegląd. Przyrodniczy* 2019. XXX. 3. P. 27-37 http://kp.org.pl/images/pp/artyku%C5%82y_od_2019/XXX_3/PP_nr_3_2019_Grobelny.pdf

50. Metla Z., Voitkāne S., Sešķēna R. et al. Presence of entomopathogenic fungi and bacteria in Latvian population of horse-chestnut leaf miner *Cameraria ohridella*. *Acta Biol. Univ. Daugavp.* 2013. 13(1). P. 69-76. URL: <https://du.lv/wp-content/uploads/2022/02/Metla.pdf>

51. Kreft A., Skrzypek H., Kazimierczak W. Effectiveness of infection of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) larvae by entomopathogenic nematodes *Steinernema* sp. and *Heterorhabditis* sp. (Nematoda: Rhabditida). *Annales universitatis Mariae Curie-Skłodowska. Lublin — Polonia*. 2004. Vol. LIX. P. 1-8. URL: <https://repozytorium.kul.pl/server/api/core/bitstreams/b21ec2ec-71cf-40d4-b4d3-16b0bdc543bf/content>

52. Kreft A., Skrzypek H., Kazimierczak W. Susceptibility of *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986 (Lepidoptera: Gracillariidae) pupae to entomopathogenic nematodes *Steinernema* sp. and *Heterorhabditis* sp. (Nematoda: Rhabditida). *Annales universitatis Mariae Curie-Sklodowska. Lublin — Polonia*. 2005. Vol. LX. P. 47-54. URL: http://dlibra.umcs.lublin.pl/Content/27546/czas4053_60_2005_4.pdf

53. Ковтун А.М. Індикація та ідентифікація ентопатогенних нематод *Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae* (огляд літератури). *Карантин і захист рослин*. 2023. № 4. С. 21-31. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2023.4.21-31>

54. Мигаль А.В. Рекомендації щодо боротьби з інвазією каштанової мінуючої моли (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimic). 2007. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/33428/1/%D0%9C%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C-%D0%A0%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B4-Cameraria-2007.pdf>

55. Gyrska-drabik E., Kot I., Golan K. et al. Hymenopterous parasitoids associated with *Phyllonorycter coryli* (Nic.) and *Phyllonorycter nicellii* (Stt.) on hazel in Poland. *Turkish Journal of Zoology*. 2017. 41. P. 278-285. doi:10.3906/zoo-1512-58

56. Екологічні основи захисту урбофітоценозів. Монографія : за ред. С.М. Вигера. Київ: ЦП Компрінт, 2016. 473 с.

57. Cock M., Perea P. Biological control of *Opisina arenosella* Walker (Lepidoptera, Oecophoridae). *Occasional Publication. Series*. 1988. No 2. 44 p. URL: https://www.academia.edu/23536572/Biological_Control_of_Opisina_Arenosella_Walker_Lepidoptera_Oecophoridae

58. Основи біологічного методу захисту рослин : за ред. М.П. Дядечка. Київ: Урожай, 1973. 352 с.

Bashchenko M., ORCID: 0000-0001-9844-3608

Shita O., ORCID: 0000-0002-0795-5120

Fedorenko A., ORCID: 0000-0002-4398-7330

Chaika V., ORCID: 0000-0002-5025-0863

Institute of Plant Protection of the NAAS,
33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

Protection of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) in an urbanized environment

Goal. Justification of the protection of the common bitter chestnut in the conditions of an urbanized environment. **Methods.** In 2023—2024, a literature analysis of the protection of the common bitter chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) from the pest of the chestnut moth (*Cameraria ohridella* D.) was

carried out in the laboratory of pesticide application technology of the IPP of NAAS. In the Hryshka Botanical Garden, a visual examination of the crown and leaves of *Aesculus hippocastanum* was carried out on 15 trees in order to detect insects, in particular *Cameraria ohridella* and entomophages. Yellow and green colored glue traps were used to determine the presence of *Cameraria ohridella*. Recordings were carried out at intervals of 1 time every 10 days after the start of the flight of *Cameraria ohridella*. The search for entomophages was carried out in accordance with established methods. Processing of the obtained data was performed according to standard methods. **Results.** Studies show that the protection of *Aesculus hippocastanum* is based on the use of mechanical, chemical and biological methods. Monitoring of the seasonal dynamics of the population of *Cameraria ohridella* and control of its population was carried out using colored glue traps during the growing season. Colored traps have been found to be highly effective in reducing *Cameraria ohridella*, although they are not without some drawbacks. In 2023, 1,755 copies were recorded on the yellow trap. insects, of which 91.4% were *Cameraria ohridella* butterflies, while 8.6% were endoparasites of the species *Pediobius saulius* W. 1434 insects were caught on the green trap, among which 85.3% were *Cameraria ohridella*, and 14.7% were *Pediobius saulius* W. In 2024, 1,652 insects were recorded on the yellow trap, of which 80.9% were *Cameraria ohridella*, and 19.1% were endoparasites. 1185 insects were recorded on the green trap, of which 81.8% were *Cameraria ohridella*, and 18.2% were endoparasites. On the territory of the botanical garden named after The following were found: *Formica rufa*, *Formica polyctera*, *Meconema meridionale*, *Pediobius saulius*, as well as the presence of *Parus* sp. birds, which can affect the number of *Cameraria ohridella*. **Conclusions.** To control the number of *Cameraria ohridella* in the urban environment, it is necessary to use mechanical, chemical and biological methods. These include: the use of colored glue traps (green and yellow); collecting and disposing of fallen leaves; apply injections into the tree trunk, starting with a diameter of 45 cm. To protect young *Aesculus hippocastanum* trees (tree diameter less than 45 cm), it is advisable to increase the number of nests to attract birds; carry out a mass release of the endoparasite *Pediobius saulius* Walker; use actranchants to attract *Pediobius saulius* Walker and *Meconema meridionale*.

Cameraria ohridella*; *Aesculus hippocastanum*; *Pediobius saulius*; *Meconema meridionale*; *Formica rufa*; *Formica polyctera

REFERENCES

1. Kopačka M., Stathakis T., Broufas G., Papadoulis G., Zemek R. (2018). Diversity and abundance of *Phytoseiidae* (Acari: Mesostigmata) on horse chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) in an urban environment: a comparison between

Greece and the Czech Republic. *Acarologia*. (58). P. 83-90. doi:10.24349/acarologia/20184284 (in English).

2. Avtzis N.D., Avtzis D.N., Vergos S.G., Diamandis S. (2007). A contribution to the natural distribution of *Aesculus hippocastanum* (Hippocastanaceae) in Greece. *Phytologia Balcanica*. 13. P. 183-187. (in English).

3. Peci D.H., Mullaj A., Dervishi A. (2012). The natural distribution of horse-chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) in Albania. *Journal of Institute Alb-Shkenca*. 5. P. 153-157. (in English).

4. Kharachko T.I., Ivanyuk A.P., Korol M.M., Mandzyuk R.I. (2019). Osoblyvosti rostu biohrupy hirkokashtana zvychainoho u Zibolkivskomu lisnytstvi DP «Zhovkivske lisove hospodarstvo». [Peculiarities of the growth of the common bitter chestnut biogroup in the Zibolkiv Forestry of the State Enterprise «Zhovkiv Forestry»]. *Scientific bulletin of NLTU of Ukraine*, 29(2), 77-81. <https://doi.org/10.15421/40290215> (in Ukrainian).

5. Bean W.J. (1976). *Trees and Shrubs hardy in the British Isles* (8th). [book. London. UK. Murray]. 149 p. (in English).

6. Lukash O.O., Kushnir A.I. (2023). Ozelenennia bulvariv mista Kyieva, suchasnyi stan ta perspektyvy rozvytku. [Landscaping of the boulevards of Kyiv, current state and development prospects]. *Scientific trends of the post-industrial society*, 129-135. (in Ukrainian).

7. Rogovsky S.V., Dragan G.I. (2009). Zakhody borotby z minuiuchoiu milliui yak shkidnyka hirkokashtana zvychainoho v umovakh Lisostepu Ukrainy. [Measures to combat the ephemeral moth as a pest of common bitter chestnut in the conditions of the forest-steppe of Ukraine]. *Collection of scientific and technical works. Scientific Bulletin of NLNU*, 19.1, 26-33. (in Ukrainian).

8. Brown I.V., Tregub T.G., Pleskach L.Ya. (2011). Otsinka poshkodzhennia nasadzhen hirkokashtana zvychainoho dendroparku «Oleksandriia» kashtanovoiu minuiuchoiu milliui. [Assessment of damage to the bitter chestnut plantations of the Oleksandria Arboretum by the chestnut moth]. *Introduction of plants*, (2), 91-97. (in Ukrainian).

9. Lisovyi M.M., Chaika V.M., Grigoryuk I.P. (M.M. Lisovoy Ed.). (2019). *Invaziini vydy molei v Ukraini (monitorynh, ekolohiia, kontrol chyselnosti): Monohrafiia*. [Invasive species of moths in Ukraine (monitoring, ecology, population control): Monograph.]. Kyiv. FOP Yamchynsky O.V. 86-88. URL: <https://dglb.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/e5ce7b6b-835b-4630-bd04-c44988ca4cfd/content> (in Ukrainian).

10. Bilyavskiy Y.V., Vusaty R.O., Mateeva O.Yu., Gamanova O.M. (2009). Efektyvnist Kamerkil Plus 25 SL proty kashtanovoi minuiuchoi moli. *Materialy konferentsii «Problemy vidtvorennia ta okhorony bioriznomanittia Ukrainy v svitli vchennia pro noosferu»*. [Efficacy of Camerkil Plus 25 SL against the chestnut transient moth. Materials of the conference «Problems of reproduction

and protection of biodiversity of Ukraine in the light of the doctrine of the noosphere»]. Poltava. 24-26. <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/11163> (in Ukrainian).

11. Seliutina O.V., Holoboorodko K.K. (2021). Evaluation of the influence of heavy metals on the degree of damage *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986 leaf surface of *Aesculus hippocastanum* Linnaeus, 1753. *Ecology and Noospherology*, 32(1), 22-27. doi:10.15421/032104 (in English).

12. Zubrovska O.M., Grishko V.M. (2019). Intensyvni protsesiv peroksydnoho okysnennia lipidiv ta funktsionalnyi stan derevnykh nasadzen pry zabrudnenni dovkillia vazhkymy metalamy. [The intensity of the processes of peroxidation of lipids and the functional state of tree plantations during environmental pollution with heavy metals]. *Ukrainian botanical journal*, 76(5), 458-468. doi.org/10.15407/ukrbotj76.05.458 (in Ukrainian).

13. Bondareva L.M., Tarnavskiy N.V. (2023). Osnovni chynnyky, shcho vplyvaut na shkidlyvist ta dynamiku chyselnosti *Cameraria ohridella* (Deschka & Dimic, 1986) v umovakh miskykh nasadzen Kyivshchyny. [The main factors affecting the harmfulness and population dynamics of *Cameraria ohridella* (Deschka & Dimic, 1986) in the conditions of urban plantations of Kyiv region]. *Scientific Journal 'Biological Systems: Theory & Innovation/Biologični Sistemi: Teoriá Ta Ìnnovaciá*, 14, 128-141. doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.012 <https://bioscience.com.ua/web/uploads/pdf/Biological%20Systems%20Theory%20and%20Innovation,%202023,%20Vol.%2014,%20No.%203-4-128-141.pdf> (in Ukrainian).

14. Shupranova L.V., Holoborodko K.K., Loza I.I., Pahomov O.Ye. (2023). Morphophysiological features of the generative offspring of *Aesculus hippocastanum* L. from various ecologically unfavorable areas of an industrial city. *Ecology and noospherology*, 34(2), 81-86. <https://doi.org/10.15421/032312> (in English).

15. Geval V.F., Guz M.M., Baranov V.I. (2018). Biokhimichni pokaznyky zhyttiidialnosti nasinnia hirkokashtaniv, naiposhyrenishykh u zakhidnomu rehioni Ukrainy. [Biochemical indicators of vital activity of bitter chestnut seeds, the most widespread in the western region of Ukraine]. *Scientific bulletin of NLTU of Ukraine*, 28(7), 31-35. doi.org/10.15421/40280706 (in Ukrainian).

16. Nikitenko H.M., Sviridov S.V. (2007). Kompleks shkidlyvykh chlenystonohykh na kinskomu kashtani v umovakh m. Kyieva. [A complex of harmful arthropods on horse chestnut in the conditions of the city of Kyiv]. *Protection and quarantine of plants*, 53, 468-484. (in Ukrainian).

17. Nikitenko H.M., Sviridov S.V. (2007). Shkidnyky kinskoho kashtanu. [Pests of horse chestnut]. *Quarantine and plant protection*, (10), 22-28. (in Ukrainian).

18. Dmitriev G.V. (V.P. Vasiliev Ed.). (1975). Vrediteli parkovykh nasazhdeniy. Vrediteli sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i lesnykh nasazhdeniy. V 3-kh tomakh. [Pests of park plantings. Pests of agricultural crops and forest plantings. In 3 volumes]. T. 3, 347-362. (in Russian).

19. Kirichenko N., Augustin S., Kenis M. (2019). Invasive leafminers on woody plants: a global review of pathways, impact, and management. *Journal of Pest Science*, 92(1), 93-106. (in English).

20. Branco M., Nunes P., Roques A., Fernandes M.R., Orazio C., Jactel H. (2019). Urban trees facilitate the establishment of non-native forest insects. *Neo-Biota*, 52, 25-46. (in English).

21. Frank S.D., Just M.G. (2020). Can Cities Activate Sleeper Species and Predict Future Forest Pests? A Case Study of Scale Insects. *Insects*, 11(3), 142-150. (in English).

22. Bogoutdinova L., Tkacheva E., Konovalova L., Tkachenko O., Olekhovich L., Gulevich A., Baranova E., Shelepova O. (2023). Effect of Sun Exposure of the Horse Chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) on the Occurrence and Number of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Forests*, 14, 1079. <https://doi.org/10.3390/f14061079> (in English).

23. Kirichenko, N.I., Gomboc, S., Piškur, B., Groot M. (2023). Use of an Arboretum and DNA Barcoding for the Detection and Identification of Leaf-Mining Insects on Alien Woody Plants. *Forests*, 14, 641. <https://doi.org/10.3390/f14030641> (in English).

24. Młynarczyk A., Jankowiak G., Krylewicz S., Piekarczyk J. (2020). Charakterystyki spektralne liści kasztanowca białego (*Aesculus hippocastanum* L.) zaatakowanego przez szrotowka kasztanowcowiazka (*Cameraria ohridella*) *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Ratio Ind. Lignar*, 19(4), 199-205. <http://dx.doi.org/10.17306/J.AFW.2020.4.21> (in Polish).

25. Butsenko L.M. (2021). Bakterialna vyrazka - nebezpečna khvoroba kashtana kinskoho v Yevropi. [Bacterial blight is a dangerous disease of horse chestnut in Europe]. *Herald of Agrarian Sciences*, 10(823), 38-44. doi.org/10.31073/agrovisnyk202110-05 (in Ukrainian).

26. Kulbanska I.M., Shvets M.V., Markov F.F. (2019). Ekolohiia i symptomatyka bakterioziv derevnykh roslyn u nasadzhenniakh zelenoi zony m. Kyieva. [Ecology and symptomatology of bacterioses of woody plants in plantations of the green zone of the city of Kyiv]. *Scientific horizons*, 12(85), 84-95. [doi.10.33249/2663-2144-2019-85-12-84-95](https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-85-12-84-95) (in Ukrainian).

27. Bashchenko M.M., Chaika V.M., Neverovska T.M. (2017). Udoskonalennia metodu vyavleniia ta sposterezhennia za dynamikoiu chyselnosti kashtanovoi moli (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) v nasadzhenniakh hirkohokashtanu za zastosuvannia kolorovykh pastok. [Improvement of the method of detection and monitoring the dynamics of the number of chestnut leafminer (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) in stands of horse chestnut using colored traps]. *Plant Protection and Quarantine*, 63, 19-26 (in Ukrainian).

28. Fursov V.N. (2003). Kak sobirat' nasekomykh-entomofagov (sbor, soder-

zhanie i vyvedenie paraziticheskikh pereponchatokrylykh nasekomykh). [How to collect entomophagous insects (collection, maintenance and breeding of parasitic hymenoptera insects)]. Institute of Zoology of the National Academy of Sciences of Ukraine. Ukrainian Entomological Society. National Ecological and Naturalistic Center. Kyiv. Logos Publishing House. (1). 66 p. (in Russian).

29. Zerova M.D., Kotenko A.G., Tolkanits V.I., Nikitenko G.N., Gumovsky A.V., Sviridov S.V., Simutnik S.A., Farinets S.I., Fedorenko V.P. (2010). Atlas of European entomophagous insects. [monograph] Kyiv. 55 p. (in Russian).

30. Zerova M.D., Tolkanets V.I., Kotenko A.G., Narolsky N.B., Fursov V.N., Kokonova S.V. et al. (1991). Entomofagi vreditel'nykh yabloni yugo-zapada SSSR. [Entomophagy of apple tree pests in the southwest of the USSR]. Academy of Sciences of Ukraine. Institute of Zoology I.I. Schmalhausen. Kyiv. Scientific thought. 276 p. (in Russian).

31. Huan-xi Cao, John la Salle & Chao-dong Zhu. (2017). Chinese species of *Pedibius* Walker (Hymenoptera: Eulophidae). [monograph] Copyright. Magnolia Press. Zootaxa, 4240(1), 71. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4240.1.1> (in English).

32. Dlusskiy G.M. (1967). Murav'i roda formika (Nymenoptera, Formicidae, G. Formica). Biologiya, prakticheskoe znachenie i ispol'zovanie, tablitsy dlya opredeleniya vidov, rasprostranennykh v SSSR. [Ants of the genus Formica (Nymenoptera, Formicidae, G. Formica). Biology, practical significance and use, tables for determining species common in the USSR]. Moscow. Science. 236 p. https://www.antwiki.org/wiki/images/e/ed/Dlussky_1967a.pdf (in Russian).

33. Chumak P.Ya., Vyhera S.M., Strygun O.O., Honcharenko O.M., Anyol O.G. (2020). Stan na perspektyvy zakhystu roslyn vid shkidnykh v umovakh mehopolisa. [The state of the prospects of protecting plants from pests in the conditions of a metropolis]. Plant protection and quarantine, 66, 209-221. doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.209-221 (in Ukrainian).

34. Yelizarov O.I., Lysenko O.I. (2013). Otrymannia biohazu z opaloho lystia. [Production of biogas from fallen leaves]. Bulletin of Mykhailo Ostrogradsky National University, 4(81), 166-169. (in Ukrainian).

35. Floricel M., Mitrea I., Oltean I., Florian T., Varga M., Vasian I., Florian V., Hulujan I. (2018). The testing of some products in order to monitor the *Cameraria ohridella* Deschka-Dimic species (Lepidoptera: Gracilariidae). AgroLife Scientific Journal. 7(2). 53-60. (in English).

36. Boronski R. (2021). Biologiczne zagrozenie alei parkowych szrotowkiem kasztanowcowiaczkciem (*Cameraria ohridella* (Deschka, Dimic, 1986)). Biological threat to park alleys *Cameraria ohridella* (Deschka, Dimic, 1986). Acta Juvenum, 6, 29-36. (in English).

37. Cherny A.M. (2008). Rehulatory povedinky, rostu i rozvytku komakh. [Regulators of behavior, growth and development of insects]. Plant protection and Quarantine, 6, 19-23. (in Ukrainian).

38. Gubka A., Zubrik M., Rell S., Gareau N., Goble T., Nikolov C., Galko J., Vakula J., Kunca A., Dejonge R. (2020). The effectiveness of the neem product TreeAzin in controlling *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *European Journal of Entomology*, 117. P. 463-473. doi:10.14411/eje.2020.049 (in English).

39. Keszthelyi S., Gerbovits1 B., Jycs6k I. (2023). Impact analysis of diferent applications of cyantraniliprole on control of horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella*) larvae supported by biophoton emission. *Biologia Futura*, 74:209-219 <https://doi.org/10.1007/s42977-023-00169-0> (in English).

40. Lesovoy N., Fedorenko V., Viger S., Chumak P., Kliuchevych M., Strygun O., Stoliar S., Retman M., Vagaliuk1 L. (2020). Biological, Trophological, Ecological and Control Features of Horse-Chestnut Leaf Miner (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic) *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(3), 24-27. doi: 10.15421/2020_128 (in English).

41. Dolya M.M., Yushchenko L.P., Varchenko T.P. (2018). Osoblyvosti zas-tosuvannia suchasnykh biolohichnykh zasobiv zakhystu silskohospodarskykh kultur vid shkidnykiv u Lisostepu i Polissi Ukrainy. [Peculiarities of the use of modern biological means of protection of agricultural crops from pests in the Forest-Steppe and Polissia of Ukraine]. *Agricultural microbiology*, 27, 60-66. (in Ukrainian).

42. Tai H., Zhang F., Xiao C., Tang R., Liu Z., Bai S., Wang Z. (2022). Toxicity of chemical pesticides commonly used in maize to *Trichogramma ostrinae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), an egg parasitoid of Asian corn borer. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol. 241. August 113802. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113802> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014765132200642X?via%3Dihub> (in English).

43. Zelenskaya O., Orlov V. (2021). The use of disorientation of the plum moth in the conditions of chemical protection of the orchard. *BIO Web of Conferences*, 34, 04019. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213404019> BIOLOGIZATION 2021 (in English).

44. Karpovych M.S., Drozda V.F. (2020). Biolohichni ta ekolohichni osnovy intehrovanoho zakhystu vid luskokrylykh fitofahiv ta suputnykh vydiv sosny zvy-chainoi (*Pinus sylvestris* L.). [Biological and ecological bases of integrated protection against lepidopteran phytophages and associated species of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)]. *Collection of scientific papers. Shifted agriculture*, 73, 203-207. doi. [org/10.32848/0135-2369.2020.73.39](https://doi.org/10.32848/0135-2369.2020.73.39) (in Ukrainian).

45. Bashchenko M.M., Khudoliy A.I., Chaika V.M. (2021). Laboratorna otsinka mozhlivosti vykorystannia yaiets kashtanovoi moli *Cameraria ohridella* Desckha&Dimic, 1986 (Lepidoptera: Gracillariidae) dlia zhyvlenia trykhohramy *Trichogramma pintoi* Voeg. ta *Trichogramma evanescens* Westw. [Laboratory evaluation of the possibility of using the eggs of the chestnut moth *Cameraria*

ohridella Desckha&Dimic, 1986 (Lepidoptera: Gracillariidae) to feed the trichogram *Trichogramma pintoi* Voeg. and *Trichogramma evanescens* Westw]. Quarantine and plant protection, 2, 19-22. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2021.2.19-22> (in Ukrainian).

46. Bashchenko M.M. (2024). Vykorystannia sonechka dvokrapkovoho dlia kontroliu chyselnosti kashtanovoi moli. [The use of two-spotted ladybugs to control the abundance of the chestnut moth]. Quarantine and plant protection, 3, 7-10. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2024.3.7-10> (in Ukrainian).

47. Truskavetska I.Ya. (2021). Osoblyvosti biolohii ta rozselennia murakh (Formicidae) u landshaftnomu zakaznyku «Stovpiazki kraievdy». [Peculiarities of the biology and distribution of ants (Formicidae) in the landscape reserve «Stovpyazki kreyvydy»]. Scientific and practical journal. Environmental sciences, 5(38), 99-103. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.5-38.17> (in Ukrainian).

48. Karpovych M.S., Drozda V.F. (2020). Osoblyvosti biolohii, ekolohii sosnovoho shovkopriada (*Dendrolimus pini* Linnaeus, 1758) u osnovnykh nasadzhenniakh Polissia. [Peculiarities of the biology and ecology of the pine silkworm (*Dendrolimus pini* Linnaeus, 1758) in the pine plantations of Polissia]. Taurian Scientific Bulletin, 111, 265-272. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.3> (in Ukrainian).

49. Grobelny S., Żurawlew P., Kutera M., Brodacki M., Kupczyk M., Gwardjan M., Radzikowski P., Itczak A., Czyżewski S. (2019). Further stands of Southern Oak Bush-cricket *Meconema meridionale* Costa, 1860 (Orthoptera: Tettigoniidae) in Poland Przegląd. Przyrodniczy XXX, 3 P. 27-37 http://kp.org.pl/images/pp/artyku%C5%82y_od_2019/XXX_3/PP_nr_3_2019_Grobelny.pdf (in English).

50. Metla Z., Voitkāne S., Seškēna R., Petrova V., Jankevica L. (2013). Presence of entomopathogenic fungi and bacteria in Latvian population of horse-chestnut leaf miner *Cameraria ohridella*. Acta Biol. Univ. Daugavp. 13(1). P. 69 - 76. <https://du.lv/wp-content/uploads/2022/02/Metla.pdf> (in English).

51. Kreft A., Skrzypek H., Kazimierczak W. (2004). Effectiveness of infection of *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) larvae by entomopathogenic nematodes *Steinernema* sp. and *Heterorhabditis* sp. (Nematoda: Rhabditida). Annales universitatis Mariae Curie-Sklodowska. Lublin - Polonia. Vol. LIX. P. 1-8. URL: <https://repozytorium.kul.pl/server/api/core/bitstreams/b21ec2ec-71cf-40d4-b4d3-16b0bdc543bf/content> (in English).

52. Kreft A., Skrzypek H., Kazimierczak W. (2005). Susceptibility of *Cameraria ohridella* Desckha & Dimic, 1986 (Lepidoptera: Gracillariidae) pupae to entomopathogenic nematodes *Steinernema* sp. and *Heterorhabditis* sp. (Nematoda: Rhabditida). Annales universitatis Mariae Curie-Sklodowska. Lublin - Polonia. Vol. LX. P. 47-54. URL: http://dlibra.umcs.lublin.pl/Content/27546/czas4053_60_2005_4.pdf (in English).

53. Kovtun A.M. (2023). Indykatsiia ta identyfikatsiia entopatohennykh nematod Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae (ohliad literatury). [Indication and identification of entopathogenic nematodes Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae (literature review)]. Quarantine and plant protection, 4, 21-31. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2023.4.21-31> (in Ukrainian).

54. Myhal A.V. (2007). Rekomendatsii shchodo borotby z invaziieiu kashtanovoi minuiuchoi moli (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimic). [Recommendations for combating the infestation of the chestnut transient moth (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimic)]. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/33428/1/%D0%9C%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D0%BB%D1%8C-%D0%A0%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B4-Cameraria-2007.pdf> (in Ukrainian).

55. Gyrska-drabik E., Kot I., Golan K., Kmiec K., Lagowska B. (2017). Hymenopterous parasitoids associated with *Phyllonorycter coryli* (Nic.) and *Phyllonorycter nicellii* (Stt.) on hazel in Poland. Turkish Journal of Zoology, 41, 278-285. doi:10.3906/zoo-1512-58 (in English).

56. Vygera S.M. (Ed.). (2016). Ekolohichni osnovy zakhystu urbofitotsenoziv. [Ecological bases of protection of urbophytocenoses]. Monograph. Kyiv: CP Comprint. 473 p. (in Ukrainian).

57. Cock M., Perea P. (1988). Biological control of *Opisina arenosella* Walker (Lepidoptera, Oecophoridae). Occasional Publication. Series, (2), 44. https://www.academia.edu/23536572/Biological_Control_of_Opisina_Arenosella_Walker_Lepidoptera_Oecophoridae (in English).

58. Diadechko M.P. (Ed.). (1973). Osnovy biolohichnoho metodu zakhystu roslyn. [Basics of the biological method of plant protection. sciences]. Kyiv: Urozhai. 352 s. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 19.07.2024

Прийнята до друку: 05.09.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

О.В. ВЕНГЕР, кандидат сільськогосподарських наук

Н.А. ФЕДОРЧУК

О.П. ШЕВЧУК

Інститут сільського господарства Полісся НААН, Шосе Київське,
131, м. Житомир, 10007, Україна

НОВА НЕБЕЗПЕКА ДЛЯ РОСЛИН ХМЕЛЮ

Мета. Науково обґрунтувати еколого-біологічні особливості розвитку сірої плісняви та встановити закономірності впливу різних методів контролю хвороби на хмелі. **Методи.** Польовий — у поєднанні з візуальними спостереженнями та обліками; розрахунково-порівняльний — для визначення ефективності заходів; лабораторний — визначення вмісту біохімічних компонентів шишок; математико-статистичний — розрахунок параметрів кількісної мінливості з використанням дисперсійного і кореляційно-регресійного аналізу для оцінки достовірності отриманих результатів. **Результати.** У 2021—2023 рр. провели моніторинг та фітосанітарну діагностику закономірностей розвитку плісняви сірої в агроценозі хмелю залежно від кліматичних чинників, а також визначено рівень шкідливості під впливом різних схем та методів регулювання її поширеності. Проведено розрахунок ефективності методів контролю та фітосанітарної оптимізації ценозів хмелю з опрацюванням отриманих даних, визначено якісні та кількісні показники урожаю. Доведено, що механічні пошкодження сприяють ураженню рослин хмелю збудником *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. у фазі росту гілок перед цвітінням, а ознаки проявляються переважно після його цвітіння в липні. На уражених тканинах хмелю переважає конідіальна стадія гриба. Встановлено, що поширення ураженості рослин збудником плісняви сірої насаджень хмелю України становило до 40% у Житомирській області, а у Хмельницькій, Рівненській та Львівській — до 25% з інтенсивністю до 29%. Виділено групу селекційних номерів, достовірно стійкіших до плісняви сірої. **Висновки.** Встановлено закономірності розвитку плісняви сірої на хмелі залежно від кліматичних чинників, а також визначено рівень шкідливості під впливом різних схем та методів регулювання її поширеності, що забезпечують збереження врожаю до 0,9 т/га шишок хмелю та 1,07% альфа-кислоти з прибутком до 265 тис. грн з 1 га.

хміль; фітосанітарний моніторинг; пліснява сіра; кліматичні чинники; стійкі сорти; заходи захисту

Виходячи із сьогоднішніх потреб для отримання високих і якісних врожаїв хмелю необхідно адаптувати існуючі і створити нові системи захисту від шкідливих організмів відповідно до нових економічних реалій, до сортового складу насаджень та умов навколишнього середовища. Зміна погодних умов призводить до значного поширення тих хвороб і шкідників, які раніше проявлялися незначною мірою, не становили великої загрози культурним рослинам та не перевищували економічного порогу шкідливості (ЕПШ). На хмелі такою хворобою стала пліснява сіра (*Botrytis cinerea* Pers. et Fr.), яку раніше виявляли не частіше 1 разу на 5 років, незначними осередками та мінімальними проявами. Науковці Інституту сільського господарства Полісся НААН (ІСП НААН) за щорічного фітосанітарного моніторингу насаджень хмелю в спеціалізованих господарствах України за останні 3–4 роки дану хворобу фіксували щорічно на 30% плантацій, де вона спричинює значні пошкодження шишок хмелю, знижує якісні та кількісні показники урожаю [1, 2].

На початку весни міцелій стає активним і виробляє велику кількість мікроскопічних спор (конідій) на поверхні старих рослинних залишків в рядах насаджень. Збудник зберігається у формі конідій і склероціїв, які є першоджерелом зараження у ґрунті та на уражених рослинних рештках. Спори поширюються вітром по всіх насадженнях, осідаючи на стеблах та листках, і проростають за умови наявності вологого шару на поверхні рослини і ґрунту [3, 4]. Зараження відбувається упродовж кількох годин. Ідеальними умовами для розвитку хвороби є температура в межах 20–27°C і наявність вологи на листках від дощу, роси, туману або зрошувальної води [5, 6]. Як стверджують закордонні виробники хмелю, ураженню переважно піддаються ті листки, стебла та шишки, на поверхні яких є ушкодження, якщо ж вони повністю цілі, то ця хвороба їх не уразить. Фахівці таке захворювання ще називають «паразитом теплого трупа», оскільки спочатку вона селиться на відмерлій ділянці і тільки після цього поширюється на живу тканину [7]. Дослідженнями встановлено, що на хмелі травмування відбувається шкідниками та механічно технікою, що обробляє, сусідніми рослинами за сильних поривів вітру, градом [1, 8].

Спостереження показали, що в більшості випадків інфікування відбувається перед, або під час цвітіння, однак симптоми, зазвичай, не проявляються до початку формування шишок. За даними Lizotte E. та Serrine R. під час цвітіння грибок колонізує здорові ділянки цвіту, молоді пагони та листки рослини, від чого вони часто стають недорозвиненими і покриваються сірим нальотом. Інфікований цвіт передає інфекцію молодим шишкам [9]. Таким чином, найбільш критичним періодом щодо застосування фунгіцидів для контролю плісняви сірої є період перед або відразу після цвітіння. Це важливий аспект, на який

варто зважати, приймаючи рішення щодо використання фунгіцидів для контролю плісняви сірої на хмелю.

Особливу небезпеку дане захворювання становить в період обрізування головних кореневищ і заготівлі живців, оскільки *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. уражує як живці, так і матки хмелю. Характерною ознакою ураження збудником плісняви сірої є попелясто-сірий наліт міцелію, який являє собою конідіальне спороношення гриба [10, 11]. За даними низки авторів найбільш відчутної шкоди хвороба завдає за раннього ураження культури, перешкоджаючи дозріванню. При несвоєчасному проведенні захисних заходів хвороба може знищити 100% урожаю [4, 7, 12]. Для запобігання проявам хвороби зменшують норми внесення азотних та збільшують внесення фосфорних і калійних добрив, що сприяє підвищенню стійкості рослин до патогена [4, 9].

Мета. Враховуючи значні прояви плісняви сірої за останній період в насадженнях хмелю в Україні, а також запити виробників хмелю, у 2021—2023 рр. досліджували особливості прояву продуктивного потенціалу хмелю за різних методів контролю плісняви сірої, та розробили ефективні критерії екологічно безпечного контролю хвороби.

Житомирське Полісся, де проводили дослідження, характеризується помірно континентальним, переважно м'яким кліматом, який формується за рахунок атмосферної циркуляції атлантичних повітряних мас з досить частим супроводженням циклонічними явищами. Останнім часом часто бувають роки, коли в певний період вегетації кількість опадів удвічі і навіть утричі нижче норми, а загальна їх сума за всю вегетацію близька до середньої, іншими словами нерівномірність випадання опадів за останні 10 років суттєво зросла. Відзначено, що у червні 2022 р., а також у травні — червні 2023 р. у більшості хмелярських господарств України опадів випадало близько 5% від середніх показників.

Методи. Дослідження проводили з використанням методів, які використовуються в міжнародній практиці [13—16]. Випробування препаратів проти *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. проводили на сортах хмелю Слов'янка та Заграва на ділянках з вирівняним фоном по стану рослин, рельєфу, агротехніки, застосування добрив та інших хімічних засобів. Для вчасного виявлення початкової стадії захворювання рослин та вжиття радикальних заходів з обмеження шкідливості хвороб систематично обстежували плантації хмелю. Для цього в 10-ти рівновіддалених місцях уздовж однієї діагоналі плантації оглядали по 5 рослин поспіль в ряду із підрахунками кількості уражених стебел збудником плісняви сірої, на яких листки, черешки, пагони вкриті плямами з сірим борошністим нальотом. Підраховували кількість рослин, уражених збудником виявленої хвороби, а також фіксували початок прояву хвороби на хмелі (табл. 1).

1. Період прояву плісняви сірої на хмелі

Роки	Червень			Липень			Серпень		
	Декади								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2020	-	-	-	*	-	Δ	-	-	-
2021	-	-	*	-	Δ	-	-	-	-
2022	-	-	-	*	-	-	Δ	-	-
2023	-	*	-	-	-	Δ	-	-	-

Примітки: * — перші прояви хвороби; Δ — максимальні прояви хвороби

Результати та обговорення. За фітосанітарного моніторингу в усіх хмельярських господарствах України визначено ураженість насаджень рослин хмелю збудником *Botrytis cinerea* Pers. et Fr., яка становила в середньому 20% у Бердичівському районі Житомирської області, та 25% у Дубенському районі Рівненської області, у Львівській і Хмельницькій областях інтенсивність ураження хворобою не перевищувала 15%. Проте щорічний розвиток хвороби впродовж вегетаційного періоду динамічно збільшувався як просторово, так і на самих рослинах, що потребувало не менше двох обробок засобами захисту для контролю захворювання. Максимального поширення і розвитку пліснява сіра набувала у 2—3 декаді липня, тоді як в серпні, після проведених обробок рекомендованими нами препаратами, кількість хворих рослин зменшувалась. Також знижувалась інтенсивність розвитку хвороби.

Щорічними обстеженнями встановлено тенденцію до поширення плісняви сірої в хмельярських господарствах України в усіх регіонах вирощування. Найінтенсивніше поширення хвороби відбувалося в Житомирській області, де зосереджено найбільші масиви насаджень хмелю.

За допомогою методу лінійної регресії визначено рівень впливу змін кліматичних чинників у 2019—2023 рр. на динаміку збільшення ураження пліснявою сірою насаджень хмелю в умовах Полісся України (рис. 1).

Аналіз п'ятирічної динаміки ураження збудником плісняви сірої на хмелі дав змогу з'ясувати вплив гідротермічних умов на їх поширення в агроценозі насаджень хмелю та втрати врожаю. З'ясовано, що підвищення температури на 1,5°C у зоні Полісся України мало позитивний вплив на поширення хвороби, шкідливість якої може зростати в разі в деякі несприятливі роки. На нашу думку, такі явища зумовлені особливостями біології розвитку збудника, дія якого може бути підсилена або пригнічена зовнішніми метеорологічними чинниками, зокрема підвищенням рівня вологи і температури повітря. Ранжування

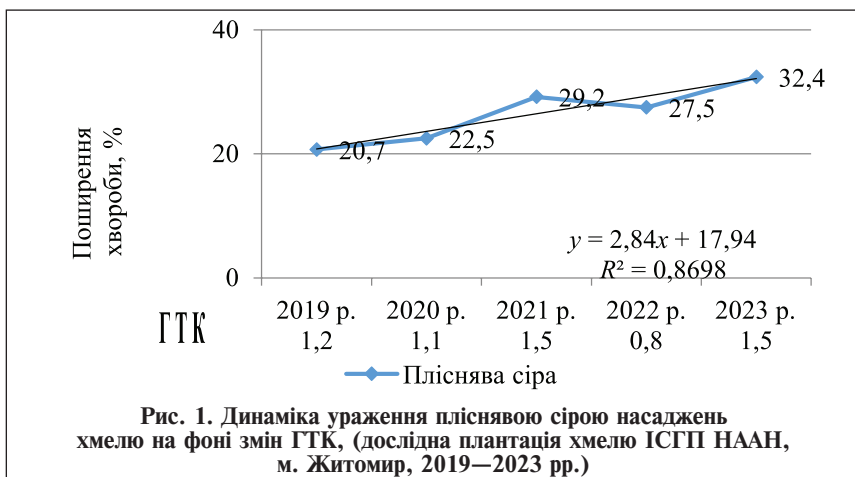


Рис. 1. Динаміка ураження пліснявою сірою насаджень хмелю на фоні змін ГТК, (дослідна плантація хмелю ІСП НААН, м. Житомир, 2019—2023 рр.)

коефіцієнта детермінації лінійної регресії (R^2) за ступенем впливу дало можливість визначити збудника за впливом екологічних чинників як найбільш позитивний ($R^2 = 0,869$). Частка чинника «погодні умови» становить 87%. Динаміка захворювання рослин хмелю цією хворобою у насадженнях показує, що зміна гідротермічного коефіцієнта через зміну клімату спричиняє збільшення поширеності збудника *Botrytis cinerea* Pers. et Fr.

Відомі дані щодо біології гриба *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. не дозволяють повною мірою розкрити процеси закономірності формування окремих структур їхнього поширення в природних умовах та визначити роль в епідеміології плісняви сірої на хмелі. Відсутність чітких відомостей щодо значення та частки хламідоспор і сумкоспор у виникненні первинної інфекції унеможливорює ефективне прогнозування небезпечної хвороби — плісняви сірої хмелю — й вимагає вивчення біологічних особливостей патогена в конкретних екологічних умовах.

Патоген є складовою частиною мікробіоти ґрунтів, на яких вирощуються сільськогосподарські культури. Гриб — широко розповсюджений та небезпечний паразит-омнівор.

За даними спостережень на уражених тканинах хмелю переважає конідіальна стадія гриба. Мета утворення конідій — експансія гриба в просторі. Проведеними в лабораторних умовах дослідженнями з ізолятами *B. cinerea*, виділеними з уражених рослин хмелю, встановлено, що склероції гриба проростають з формуванням конідіального спороношення (рис. 2).

Також виявили утворення мікроконідій на тих самих гіфах, на яких формуються конідієносці з головками макроконідій з компакт-

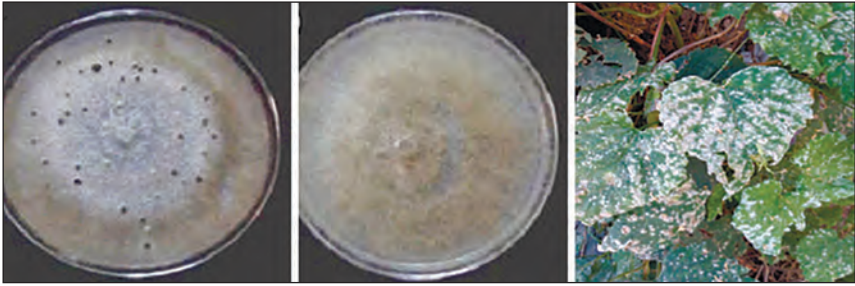


Рис. 2. Міцелій гриба *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. в чашках Петрі за лабораторного культивування та на листі хмелю. ІСГП, м. Житомир, 2021 р. (фото оригінальні)

ним розміщенням округлих, однорідних, дрібних, кулеподібних спор діаметром близько 2 мкм, що утворювалися ланцюжками.

Мікроконідії виконують спермаційну функцію у процесі статевого розмноження, що й доведено в лабораторних експериментах (рис. 3).

У дослідженнях окрім утворення мікроконідій спостерігали формування мікросклероціїв *B. cinerea*. Під час культивування гриба за умов відносної вологості повітря 100% при зіткненні міцелію із твердою поверхнею утворювалися апресорії, у яких кількість клітин з часом зростала і в кінцевому результаті виникали мікросклероції. Останні були неправильної форми та нездатні до проростання. Можливо апресорії *B. cinerea* відіграють важливу роль у патологічному процесі, їх утворення стимулюється механічними перешкодами та позитивно корелює зі стійкістю рослин.

Визначено також стійкість нових номерів та основних реєстрованих сортів хмелю до збудника сірої плісняви з метою розробки системи захисту в умовах Полісся України. Об'єктами для досліджень були зразки хмелю різного еколого-географічного та селекційного походження, які представлені в базовій колекції Інституту сільського господарства Полісся (ІСГП) НААН. Дослідження проводили згідно з існуючими в селекційній світовій практиці методиками оцінювання рослин хмелю та з розробленою власною методикою добору на адаптивні ознаки.

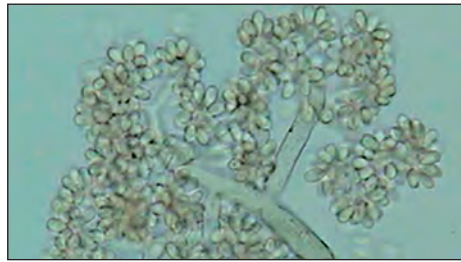


Рис. 3. Утворення конідій на гіфах гриба в лабораторних умовах. Електронний мікроскоп, м. Житомир, 2021 р.

Комплексний скринінг наявного вихідного матеріалу дозволив виділити низку джерел основних господарсько-цінних ознак хмелю з визначеним рівнем стійкості абіотичних факторів довкілля, які можуть слугувати батьківськими формами для створення нових генотипів, адаптованих до змін кліматичних чинників в зоні Полісся та нових форм хмелю, отриманих біотехнологічними методами з покращеною фізіологічною стійкістю до лімітів змінних чинників умов вирощування. Розроблені біотехнологічні методи розмноження оздоровленого садивного матеріалу гібридних генотипів хмелю шляхом використання апікальних меристем, формування біотехнологічних колекцій селекційних форм хмелю дозволили скоротити терміни вивчення нових селекційних форм в системі селекційних розсадників.

Встановлено, що всі рослини хмелю реєстрованих сортів та номерів за наявності патогена і сприятливих умов певною мірою уражувались пліснявою сірою. Найбільше ураження пліснявою сірою виявилось, як і в попередні роки, у сортономерів 7001, 7006, 7008, 6008. На рослинах цих номерів ураження надземної маси рослин під час росту бічних гілок сягало від 37,5 до 48,5% за інтенсивності розвитку хвороби від 12,8 до 13,2%, а на момент формування шишок становило 48,8–60,0% та 24,8–27,5% відповідно. Рослини хмелю, уражені пліснявою сірою, накопичують менше альфа-кислот у шишках на 12–25%, отже погіршується якість, а не тільки кількість урожаю. За аналізу середніх показників ураження нових сортономерів та реєстрованих сортів хмелю несправжньою борошністою россою за 3 роки досліджень виділено групу сортів і номерів, які незалежно від кліматичних чинників є більш стійкими до збудника плісняви сірої. Найстійкішими за досліджуваний період до хвороби виявилися сортономері та реєстровані сорти гіркої групи: Альта, Гайдамацький, 7003, 6007. У них ураження надземної частини рослин під час росту бічних гілок становило 18,5–32,0% за інтенсивності розвитку хвороби 8,6–10,5%, а в період формування шишок хмелю — 24,5–38,4% та 12,2–19,8% відповідно.

В умовах глобальних змін клімату вкрай важливим є пошук та всебічне вивчення найбільш пластичних форм хмелю звичайного для потреб селекції. Адже поступова зміна фізичних показників довкілля може призвести до появи низки негативних факторів, що значно ускладнять культивування традиційних для зони Полісся сортів хмелю.

Для розробки ефективних заходів з контролю збудника плісняви сірої на хмелі в умовах зміни кліматичних чинників перевірено 25 пестицидів та агрохімікатів з різними нормами, які використовуються на інших культурах проти даної хвороби і зареєстровані в чинному Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання.

Упродовж років досліджень відібрано найбільш ефективні пре-

парати, що дозволяють на належному рівні контролювати розвиток і поширення *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. в насадженнях хмелю.

Перед проведенням досліду з визначення технічної ефективності застосування фунгіцидів проти сірої плісняви на хмелі сорту Заграва з початку липня розвиток хвороби становив в середньому 11,0—12,6%, а ураження рослин хмелю збудником патогена — 39,4—44,2%.

Через 21 день після обприскування серед випробовуваних препаратів максимальний (7,0—6,6%) розвиток хвороби на рослинах хмелю був у еталонному варіанті із застосуванням Квадрісу SC, к.с. (1,2 л/га) та дослідному — Хорусу, в.д.г. (0,7 кг/га). Мінімальний (4,2%) розвиток хвороби був за використання фунгіциду Амістар Екстра 280 SC, к.с. (1,5 л/га) за ураження хворобою 17,8%.

Облік урожайності свідчить, що найбільше шишок хмелю зібрали у варіанті із застосуванням Амістарту Екстра 280 SC, к.с. — 1,56 т/га, що переважає контроль на 0,9 т/га і еталон — на 0,44 т/га. Вміст альфа-кислот у даному варіанті був найвищим і становив 4,4%, тоді як без обприскування від збудника сірої плісняви в (контролі) отримали 3,4% корисних смол. Заслужує на увагу варіант з обприскуванням Кантусом, в.д.г. з нормою 1,2 кг/га, й Світчем, в.г. з нормою витрати 1,0 кг/га, де отримали урожайність 1,38 і 1,42 т/га відповідно із вмістом альфа-кислот 4,3—4,2%, що переважає контрольний і еталонний варіанти.

Аналізуючи дані за три роки досліджень отримали підтвердження технічної й господарської ефективності препаратів Амістар Екстра 280 SC, к.с., Кантус, в.д.г., Світч, в.г. та Хорус, в.д.г. з рекомендованими нормами витрати. Перевага над еталонним варіантом становить до 7,4%, приріст урожаю — до 0,45 т/га і вміст корисних смол в шишках хмелю збільшується на 0,34% (табл. 2).

За результатами досліджень з встановлення ефективності застосування фунгіцидів проти плісняви сірої на хмелі найменший прояв хвороби на рослинах був після обприскування їх препаратами Амістар Екстра 280 SC, к.с. (1,5 л/га), Світч, в.г. (1,0 кг/га), Хорус, в.д.г. (0,7 кг/га) та Кантус, в.д.г. (1,2 кг/га). Технічна ефективність застосування становить 89,6%; 86,6; 83,1; 85,9% відповідно. Всі ці переваги впливають на якість продукції, і як наслідок — на ціну реалізації.

За період досліджень 2021—2023 рр. найбільший прибуток отримали у варіанті із застосуванням препарату Амістар Екстра 280 SC, к.с. (1,5 л/га) — 265,0 тис. грн., що перевищувало еталонний варіант із Квадрісом SC, к.с. (1,2 л/га) на 138,1 тис. грн з рівнем рентабельності 205,4%. Дещо менший прибуток (220,8 тис. грн.) був при застосуванні препарату Світч, в.г. (1,0 кг/га). Його рентабельність становила 154% і перевищувала еталон на 85,3%. За використання Кантусу, в.г. (1,2 кг/га) отримали 215,0 тис. грн, а рівень рентабельності становив

2. Господарська ефективність застосування фунгіцидів проти плісняви сірої на хмелі сорту Заграва, м. Житомир, дослідна хмелеплантація ІСГП НААН, 2021–2023 рр.

Варіант, норма витрати	Розвиток хвороби, %		Технічна ефективність, %	Урожайність, т/га	Вміст альфа-кислот, %
	до обробки	21-ша доба			
Контроль — без обробки	11,6	40,2	—	0,65	3,3
Еталон — Квадріс SC, к.с. (азоксистробін, 250 г/л) — 1,2 л/га	11,0	7,0	82,2	1,1	4,03
Амістар Екстра 280 SC, к.с. (ципроконазол, 80 г/л + азоксистробін, 200 г/л) — 1,5 л/га	11,2	4,2	89,6	1,56	4,37
Світч, в.г. (флудиоксоніл, 250 г/кг + ципродиніл, 375 г/кг) — 1,0 кг/га	10,6	5,4	86,6	1,41	4,2
Хорус, в.г. (ципродиніл, 750 г/кг) — 0,7 кг/га	12,4	6,6	83,1	1,14	4,05
Кантус, в.д.г. (боскалід, 500 г/кг) — 1,2 кг/га	12,6	5,8	85,9	1,39	4,25
НІР ₀₅	0,12	2,1	—	0,37	0,62

148%. Що було менше еталонного варіанту на 50,0 тис. грн і 79,3% відповідно. Найменшим (141,7 тис. грн.) був прибуток у варіанті із обприскуванням Хорусом, в.г. Рентабельність не перевищувала 80,6%.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що зміна кліматичних чинників призвела до щорічного прояву та поширення плісняви сірої в хмелегосподарствах України. Визначено домінуючий вплив екологічних чинників на динаміку збільшення ураження хворобою, який становить 87%.

Доведено, що механічні пошкодження сприяють ураженню рослин хмелю збудником *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. у фазу росту гілок перед цвітінням, а ознаки проявляються після його цвітіння в липні. На уражених тканинах хмелю переважає конідіальна стадія гриба.

Встановлено, що поширення ураженості рослин збудником *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. насаджень хмелю в Україні сягає 40% у Житомирській області, у Хмельницькій, Рівненській та Львівській — 25% з інтенсивністю розвитку хвороби до 29%.

Найбільш стійкими до *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. є номери та реєстровані сорти Альта, Гайдамацький, 7003, 6007, у яких ураження

рослин в умовах 2023 р. становило 5,0—8,0%, інтенсивність розвитку хвороби — 3,5—4,6%.

Доведено ефективність фунгіцидів проти плісняви сірої на хмелі Амістар Екстра 280 SC, к.с. (1,5 л/га), Світч, в.г. (1,0 кг/га) та Кантус, в.д.г. (1,2 кг/га), які контролюють розвиток на рівні 89,6%; 86,6 та 85,9% відповідно й дозволяють зберегти до 0,9 т/га шишок хмелю та 1,03% альфа кислот. Прибуток від застосування рекомендованих препаратів становить 141,7—265,0 тис. грн із рентабельністю 80,6—205,4%.

Фінансування: в основу фінансування завдання покладено пріоритетні напрями наукових досліджень НААН на 2021—2025 рр. Завдання виконували упродовж 2021—2023 рр. в Інституті сільського господарства Полісся НААН України, державна реєстрація №0121U107513 в рамках ПНД НААН 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин».

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Венгер О.В., Ключевич М.М., Федорчук Н.А., Шевчук О.П. Ефективність чергування фунгіцидів для захисту хмелю від плісняви сірої. Всеукраїнська наукова конференція «Стратегія і тактика вирішення проблем здоров'я фітоценозів і людини». 6-7 квітня. ПНУ. 2023 р. С. 31-35.
2. Sabina Berne, Nataša Kovačević, Damijana Kastelec et al. Hop Polyphenols in Relation to Verticillium Wilt Resistance and Their Antifungal Activity Submission received: 7 September 2020 / Revised: 30 September 2020 / Accepted: 3 October 2020. Published: 6 October 2020. Plants. 2020. 9(10). 1318. <https://doi.org/10.3390/plants9101318>
3. Венгер В.М., Савченко Ю.І., Ковальов В.Б. та ін. Технологія вирощування та захисту хмелю від шкідливих організмів; за ред. В.М. Венгера. Київ: Колобір, 2011. 195 с.
4. Mizuho Nita, Extension Plant Pathologist, Alson H. Smith Jr. AREC Hops: Diseases Horticultural & Forest Crops 2020. URL: <https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/ab61c7e8-73a9-40ba-ae85-040be3f39d7f/content>
5. Піковський М.Й., Колесніченко О.В., Мельник В.І., Середюк О.О. Квітково-декоративні рослини-господарі *Botrytis cinerea* pers. Біоресурси і природокористування. 2018. № 5–6. С. 5–10. <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.001>
6. Gent D.H., Walsh D., Barbour J. et al. 2015. Field Guide for Integrated Pest Management in Hops (3rd ed.). 112 p. URL: <http://www.usahops.org>
7. Herrera-Romero I., Ruales C, Caviedes M., Leon-Reyes A. Postharvest

evaluation of natural coatings and antifungal agents to control. *Botrytis cinerea* in *Rosa* sp. *Phytoparasitica*. 2017. Vol. 45. №1. P. 9-20. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12600-017-0565-2>

8. Mizuho Nita. Nonchemical Approaches. Preplanting considerations. Hops: Diseases. *Horticultural & Forest Crops*. 2020. 10 p. URL: <https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/ab61c7e8-73a9-40ba-ae85-040be3f39d7f/content>

9. Vasył Cherlinka. *Botrytis Cinerea* (Gray Mold): Causes, Symptoms, And Treatment. *EOS Data Analytics*. 2024. URL: <https://eos.com/blog/botrytis-cinerea/>

10. Samarakoon U.C., Schnabel G., Faust J.E. et al. First Report of Resistance to Multiple Chemical Classes of Fungicides in *Botrytis cinerea*, the Causal Agent of Gray Mold From Greenhouse-Grown Petunia in Florida. *Plant diseases*. 2017. 101. 6. 1052.

11. Чикин Ю.А., Лихачёв А.Н. Морфологические типы изолятов *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. и гифальное взаимодействие между ними. *Микология и фитопатология*. 1997. Т. 31. Вып 4. С. 54-61.

12. Elisabetta Gargani et al. A survey on pests and diseases of Italian Hop crops *Review* n. 32. *Italus Hortus*. 24(2), 2017: 1-17. doi: 10.26353/j.itahort/2017.2.117

13. Бублик Л.І., Васечко Г.І., Васильев В.П. та ін. Довідник із захисту рослин ; за ред. М.П. Лісового. Київ: Урожай, 1999. 744 с.

14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

15. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Іващенко О.О. та ін. Методики випробування і застосування пестицидів ; за ред. проф. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.

16. Методические рекомендации по составлению прогноза развития и учету вредителей и болезней сельскохозяйственных растений. Киев, 1981. 237 с.

Wenher O., ORCID: 0000-0002-2213-4670

Fedorchuk N., ORCID: 0009-0006-2324-1239

Shevchuk O., ORCID: 0009-0009-5436-0531

Institute for Agriculture of Polissia National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 131, Kyiv highway, Zhytomyr, 10007, Ukraine

A new danger for hop plants

Goal. To scientifically substantiate the ecological and biological features of the development of gray mold and to establish the patterns of influence of various methods of gray mold control on hops. **Methods.** Field — combined

with visual observations and records; calculation and comparison — to determine the effectiveness of measures; laboratory to determine the content of biochemical components of cones; mathematical and statistical to identify the parameters of quantitative variability using dispersion and correlation-regression analysis to assess the reliability of the obtained results. **Results.** In 2021—2023, monitoring and phytosanitary diagnostics of gray mold development patterns in the hop agroecosystem depending on climatic factors were carried out, and the level of harmfulness under the influence of various schemes and methods of regulating its prevalence was determined. The calculation of the effectiveness of methods of control and phytosanitary optimization of hops was carried out with the processing of the obtained data, the qualitative and quantitative indicators of the harvest were determined. It has been proven that mechanical damage contributes to damage to hop plants by the pathogen *Botrytis cinerea* Pers. et Fr. in the phase of growth of branches before flowering, and the signs appear mainly after its flowering in July. The conidial stage of the fungus predominates on the affected hop tissues. It was established that the spread of plant damage by the causative agent of gray mold of hop plantations of Ukraine was up to 40% in Zhytomyr region, and in Khmelnytskyi, Rivne and Lviv regions — up to 25% with an intensity of up to 29%. A selected group of selection numbers that are reliably more resistant to gray mold. **Conclusions.** The regularities of the development of gray mold on hops depending on climatic factors have been established, as well as the level of harmfulness under the influence of various schemes and methods of regulating its prevalence, which ensure the preservation of the harvest up to 0.9 t/ha of hop cones and 1.07% alpha-acid with a profit of up to UAH 265.000/ha.

hops; phytosanitary monitoring; gray mold; climatic factors; resistant varieties; protective measures

REFERENCES

1. Wenger O., Klyuchevych M., Fedorchuk N., Shevchuk O. (2023). Venher O.V., Kliuchevych M.M., Fedorchuk N.A., Shevchuk O.P. Efektyvnist chervannia funhistsydiv dlia zakhystu khmeliu vid plisniavy siroi. Vseukrainska naukova konferentsiia «Stratehii i taktyka vyrishennia problem zdorovia fitosenoziv i liudyny». [Effectiveness of alternating fungicides to protect hops from gray mold All-Ukrainian scientific conference «Strategy and tactics for solving phytocenosis and human health problems»]. April 6-7. PNU, pp. 31-35. (in Ukrainian).

2. Sabina Berne, Nataša Kovačević, Damijana Kastelec, Branka Javornik and Sebastjan Radišek Hop Polyphenols in Relation to Verticillium Wilt Resistance and Their Antifungal Activity Submission received: 7 September 2020 / Revised: 30 September 2020 / Accepted: 3 October 2020 / Published: 6 October 2020 *Plants* 2020, 9(10), 1318; <https://doi.org/10.3390/plants9101318>

3. Venher V.M., Savchenko Yu.I., Kovalov V.B. et al. (Venher V.M. Ed.). (2011). Tekhnolohiia vyroshchuvannya ta zakhystu khmeliu vid shkidlyvykh orhanizmv [Technology of cultivation and protection of hops from harmful organisms]. Kyiv: Kolobih, 2011. 195 s. (in Ukrainian).
4. Mizuho Nita, Extension Plant Pathologist, Alson H. Smith Jr. AREC Hops: Diseases Horticultural & Forest Crops 2020. URL: <https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/ab61c7e8-73a9-40ba-ae85-040be3f39d7f/content>
5. Pikovskiy M.I., Kolesnichenko O.V., Melnyk V.I., Serediuk O.O. (2018). Kvitkovo-dekoratyvni roslyny-hospodari *Botrytis cinerea* pers. [Flower and decorative host plants *Botrytis cinerea* pers]. Bioresursy i pryrodokorystuvannya. [Bioresources and nature management], (5-6), 5-10. <https://doi.org/10.31548/bio2018.05.001> (in Ukrainian).
6. Gent D.H., Walsh D., Barbour J., Boydston R., George A., James D., & Sirmine R. (2015). Field Guide for Integrated Pest Management in Hops (3rd ed.). URL: <http://www.usahops.org>
7. Herrera-Romero I., Ruales C, Caviedes M., Leon-Reyes A. (2017). Post-harvest evaluation of natural coatings and antifungal agents to control *Botrytis cinerea* in *Rosa* sp. *Phytoparasitica*, 45(1), 9-20. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12600-017-0565-2>
8. Mizuho Nita. (2020). Nonchemical Approaches. Preplanting considerations. Hops: Diseases. Horticultural & Forest Crops, 10 p. URL: <https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/ab61c7e8-73a9-40ba-ae85-040be3f39d7f/content>
9. VasyL Cherlinka. (2024). Botrytis Cinerea (Gray Mold): Causes, Symptoms, And Treatment. EOS Data Analytics. URL: <https://eos.com/blog/botrytis-cinerea/>
10. Samarakoon U.C., Schnabel G., Faust J.E., Bennett K., Jent J., Hu M.J., Basnagala S., Williamson M. (2017). First Report of Resistance to Multiple Chemical Classes of Fungicides in *Botrytis cinerea*, the Causal Agent of Gray Mold From Greenhouse-Grown Petunia in Florida. *Plant diseases*, 101, 6, 1052.
11. Chikin Yu.A., Likhachev A.N. (1997). Morfologicheskie tipy izolyatov *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. i gifal'noe vzaimodeystvie mezhdru nimi. [Morphological types of isolates of *Botrytis cinerea* Pers.: Fr. and hyphal interaction between them], *Mikologiya i fitopatologiya*. [Mykology and phytopathology], T. 31. Vyp 4. S. 54-61. (in Russian).
12. Elisabetta Gargani et al. (2017). A survey on pests and diseases of Italian Hop crops Review n. 32 — *Italus Hortus*, 24(2), 1-17. doi: 10.26353/j.ita-hort/2017.2.117
13. Bubylyk L.I., Vasechko H.I., Vasylyev V.P. et al. (M. Lisoviy Ed.). (1999). Dovidnyk iz zakhystu roslyn. Kyiv: Urozhai, 744 s. (in Ukrainian).

14. Dospekhov B.A. (1985). Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 5-e izd., dop. i pererab. Moskva: Agropromizdat, 1985. 351 s. (in Russian).

15. Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P., Ivashchenko O.O. et al. (S.O. Trybel Ed.). (2001). Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv. Kyiv: Svit, 448 s. (in Ukrainian).

16. Metodicheskie rekomendatsii po sostavleniyu prognoza razvitiya i uchetu vrediteley i bolezney sel'skokhozyaystvennykh rasteniy. Kiev, 1981. 237 s. (in Russian).

Надійшла до редакції: 30.08.2024

Прийнята до друку: 30.09.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

А.Т. ГАВРИЛЮК, кандидат біологічних наук

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

ПРОДУКТИВНІСТЬ КАРТОПЛІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОСТИМУЛЯТОРА РОСТУ АМІНОСТИМ

Мета. Вивчити ефективність застосування біологічного стимулятора росту Аміностим на продуктивність посівів картоплі. **Методи.** Польові (обробка рослинного матеріалу та аналіз). Дослідження ефективності застосування біопрепарату здійснювали на базі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН впродовж 2023—2024 рр., на природному інфекційному фоні. Досліджуваним препаратом обприскували вегетуючі рослини (30 мл/10 л/1 сотку). Аміностим — містить амінокислоти, що знаходяться в легкозасвоюваній для рослини формі (L- α -амінокислоти), — 134 г/л, азот загальний — 24 г/л, фосфор водорозчинний — 20 г/л, калій водорозчинний — 20 г/л, ауксини — 10 г/л та цитокініни — 0,03 г/л. Під час вегетації перше обприскування даним препаратом провели при змиканні рослин у рядках, наступні три — через кожних 12 діб. **Результати.** Застосування препарату Аміностим на рослинах картоплі під час вегетаційного періоду позитивно вплинуло на їхню продуктивність. Приріст урожаю — 0,3 т/га, що становить 14% порівняно з контролем. Кількість бульб з одного куща була на 2,7 шт./рослину більшою ніж у контрольному варіанті. Застосування стимулятора позитивно вплинуло на фракційний склад бульб. Спостерігалось зменшення кількості дрібної картоплі, на 7,6%, тоді як кількість насінневої фракції зроста на 12,5%. Кількість бульб великої фракції залишилася майже без змін (8,8%). **Висновки.** Біологічний стимулятор проявив захисну дію щодо альтернативіозу картоплі. Розвиток хвороби у сорту Княгиня при обробці стимулятором становив 47,5%, тоді як на контролі сягав 59,4%. Зважаючи на економічні аспекти, перспективним є застосування стимулятора Аміностим в органічному землеробстві і в системах інтегрованого захисту проти захворювань картоплі.

картопля; альтернативіоз; шкідливість; добрива; захист

Наприкінці ХХ — початку ХХІ століття агровиробники поставили на перший план питання охорони навколишнього середовища та виробництва екологічно чистих продуктів харчування. Для вирішення цих завдань вчені використовують новітні розробки щодо підвищення урожайності овочевих культур, зокрема картоплі, покращення товарного вигляду та якості продукції.

За обсягами споживання та ареалом вирощування культура картоплі займає одне з чільних місць у мережі цінної харчової та кормової продукції на теренах України. Результати аналітичної обробки статистичних даних стосовно цієї культури свідчать, що площа насаджень картоплі займає четверте місце після рису, пшениці та кукурудзи. Рекордну кількість картоплі у світі одержали у 2021 р. — 376,1 млн т. Площі насаджень становили 18,0 млн га. Україна (21,4 млн т) у трійці лідерів за валом виробництва картоплі після Китаю (94,3 млн т) та Індії (54,2 млн т). У 2022 р. світове виробництво картоплі скоротилося на 6% — до 354,3 млн т через низку факторів. Зокрема, початок війни в Україні призвів до зменшення площ насаджень, також мають вплив несприятливі погодні умови [1—3]. Важливим аспектом у недоборі врожаю, втраті якості та товарного вигляду насінневого та продовольчого матеріалу картоплі є вірусні, грибні та бактеріальні хвороби. Одним із найагресивніших шкідливих грибних захворювань, що уражує надземну та підземну частини картоплі, є альтернаріоз, відомий у картоплярстві ще як макроспоріоз або суха плямистість картоплі. Збудниками його є гриби роду *Alternaria* spp., що належать до некротрофних незавершених патогенів класу Deuteromycetes.

Актуальною проблемою картоплярства в Україні та за її межами є захист від хвороб картоплі, збудниками яких є різні фітопатогенні організми [4]. Зважаючи на зростання тенденції до зниження пестицидного навантаження на картопляні агрофітоценози, актуальним є впровадження новітніх перспективних біотехнологій, які базувалися на використанні біологічних методів захисту рослин, біостимуляторів для поліпшення функціонального стану рослин, продуктивності і якості продукції [5]. Відзначено важливу роль мікро- та макроелементів у хелатних й інших легкодоступних формах [6]. Регулятори росту підвищують урожайність сільськогосподарських культур, стресостійкість рослин до несприятливих факторів природного та антропогенного походження [7].

Аміноним — біостимулятор з високим вмістом амінокислот рослинного походження та інших біологічно активних речовин. Він створений на основі амінокислот, що знаходяться в легкозасвоюваній для рослини формі (L- α -амінокислоти) і можуть швидко та без додаткових затрат енергії бути залучені до обміну речовин, — 134 г/л, азоту загального — 24 г/л, фосфору водорозчинного — 20 г/л, калію водо-

розчинного — 20 г/л, ауксинів — 10 г/л та цитокинінів — 0,03 г/л. За даними фірми виробника Ензим, цей стимулятор активізує білковий обмін та пришвидшує синтез захисних білків, сприяє закладанню більшої кількості квітів та суцвіть, подовжує стресостійкість рослин за високих температур та посухи, швидко відновлює вегетативну масу після механічних пошкоджень, підвищує стійкість рослин до захворювань та стресових ситуацій на 30%, сприяє підвищенню врожайності культури на 15—27% та покращує якість продукції.

Мета роботи. Вивчити вплив стимулятора росту рослин Аміностим на продуктивність картоплі.

Методика досліджень. Польові досліді закладали упродовж 2023—2024 рр. у насінницькій сівозміні Української науково-дослідної станції карантину рослин ІЗР НААН. Попередник — пшениця озима. Ґрунт — чорнозем важкосуглинковий. Схема польового досліді включає варіанти контрольний та обробка препаратом Аміностим. Агротехніка вирощування картоплі загальноприйнята для зони Західноукраїнської Лісостепової провінції. Для дослідження використовували сорт Княгиня. Бульби картоплі садили вручну. Обприскували вегетуючі рослини препаратом в дозі 30 мл/10 л, на 1 сотку: перше обприскування при змиканні рослин у рядках; наступні три — через кожних 12 діб.

Проти колорадського жука обробляли препаратом (БТУ ЦЕНТР) Актоверм, 35 мл/10 л. За два тижні до збирання — скошування картоплиння. Спостереження та обліки здійснювали згідно із методичними рекомендаціями щодо досліджень картоплі [8, 9].

Результати та обговорення досліджень. На основі отриманих результатів встановлено, що на ділянках із внесенням стимулятора Аміностим спостерігалось підвищення урожайності картоплі та зниження розвитку альтернаріозу. Обприскування рослин картоплі стимулятором під час вегетаційного періоду, не зважаючи на метеорологічні умови, дало позитивний приріст продуктивності (табл.). Збільшення урожаю, становило 0,3 т/га (14%) порівняно з контролем. Кількість бульб з одного куща — на 2,7 шт./рослину більша ніж у контрольному варіанті. Розвиток хвороби при обробці стимулятором становив 47,5%, тоді як у контролі був 59,4%.

Застосування стимулятора позитивно вплинуло на фракційний склад бульб. Спостерігалось зменшення кількості дрібної картоплі на 7,6%, тоді як кількість насінневої фракції зросла на 12,5%. Кількість бульб великої фракції залишилася майже без змін (8,8%). Результати досліджень вказують на перспективу застосування біологічного стимулятора Аміностим в органічному землеробстві і в системах інтегрованого захисту картоплі.

**Продуктивність рослин картоплі при використанні
біостимулятора росту Аміностим, 2023—2024 рр.**

Варіант	Урожайність, т/га	Густина рослин перед збиранням, тис. шт./ га	Маса бульб з одного куща, кг	Кількість бульб з одного куща, шт.	Фракційний склад бульб в урожаї, %		
					< 28 мм	28—60 мм	> 60 мм
Контроль (без обприскування)	2,14	43	0,681	9,4	30	39	17
Обробка по вегетації Аміностимом	2,17	43	0,738	12,1	23	49	15
НІР₀₅	0,3	—	—	—	—	—	—

ВИСНОВКИ

Застосування біостимулятора Аміностим на рослинах картоплі під час вегетаційного періоду позитивно вплинуло на продуктивність. Приріст урожаю від застосування стимулятора становив 0,3 т/га, що склало 14%, порівняно з контролем. Кількість бульб з одного куща — на 2,7 шт./рослину більша ніж у контрольному варіанті.

Біологічний стимулятор проявив захисну дію щодо альтернативності картоплі. Розвиток хвороби у сорту Княгиня за обробки стимулятором становив 47,5%, тоді як у контрольному досліді — 59,4%. Перспективно Аміностим застосовувати в органічному землеробстві і в системах інтегрованого захисту картоплі від захворювань.

Фінансування: дослідження виконували в рамках завдань ПНД 12. «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» (Захист рослин); ДР № 0119U100230.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

- Бондарчук А.А. Наукові основи насінництва картоплі в Україні. Біла церква, 2010. 400 с.
- Дубовик В.І. Виробництво картоплі у світі. Вісник СНАУ, 2010. Вип. 4. № 19. С. 108-112.
- Камінський В.Ф. Біологічне землеробство в умовах зміни клімату. Посібник українського хлібороба. 2017. № 1. С. 28-31.
- Зея А.Г., Гунчак В.М., Мельник А.Т. та ін. Фітосанітарний стан вогнищ раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival у Карпатському регіоні України. Карантин і Захист рослин. 2020. № 4-6. С. 9-15. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2020.4-6.9-15>

5. Ільчук Ю.Р., Ільчук Р.В., Рудник-Іващенко О.І. Реакція ранньостиглих сортів картоплі на агротехнологічні заходи вирощування в умовах Західного Лісостепу. Картоплярство. Вип. 45. 2020. С. 138-147.

6. Андрійчук Т.О., Скорейко А.М., Мельник А.Т. Мікроелементи проти фомозу картоплі. Захист і карантин рослин. Вип. 64. 2018. С. 11-16. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.11-16>

7. Анішин Л.А. Вплив біостимуляторів на урожай і якість картоплі. Картопляр. 2002. № 1. С. 4-5.

8. Куценко В.С., Осипчук А.А., Підгаєцький А.А. Методичні рекомендації щодо дослідження картоплі. Немішаєве. 2002. 182 с.

9. Бондарчук А.А., Колтунов В.А., Олійник Т.М. та ін. Картоплярство: методи оцінки якості. Вінниця: Нілан-ЛТД, 2021. 465 с.

Gavrilyuk A., ORCID: 0000-0002-7982-4365

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

Potato productivity during the growth biostimulator Aminostym usage

Goal. To calculate the effectiveness of the effect of stagnation of the biological growth stimulator Aminostim on the productivity of potato crops.

Methods. Field (sampling of plant material and its analysis). The study of the effectiveness of the frozen biological product was carried out on the basis of the Ukrainian Research Station for Plant Quarantine of the Institute of Plant Protection of NAAS for implementation in 2023—2024, on a natural infectious background and. The additional preparation was sprayed on vegetative plants (30 ml/10 l/1 sq.m.). Aminostim — contains amino acids that are easily digestible for plants (L- α -amino acids) — 134 g/l, nitrogen dioxide — 24 g/l, water-soluble phosphorus — 20 g/l, water-soluble potassium — 20 g/l, auxins — 10 g/l and cytokinins — 0.03 g/l. During the growing season, the first application of the preparation was carried out when the sprouts were compacted in the rows, and the next three times were applied through the skin after 12 days. **Results.** The use of Aminostim on potato plants during the growing season had a positive effect on their productivity. The yield increase was 0.3 t/ha, which is 14% more than in the control. The number of tubers per bush is 2.7 pieces higher than in the control variant. Stagnation of the stimulant had a positive effect on the fractional composition of the bulbs. There was a change in the number of potato fraction by 7.6%, while the number of vegetable fraction increased by 12.5%. A large number of bulbs of the large fraction was lost without changes (8.8%). **Conclusions.** The biological stimulant showed dryness similar to *Alternaria* of potato. The development of the disease in the *Knyaginya* variety under the stimulant treatment was 47.5%,

while in the control it was 59.4%. From an economic point of view, the most promising is the use of the stimulant Aminostim in organic farming and in systems of integrated protection of potatoes against diseases.

potato; alternaria blight; harmfulness; fertilizers, protection potatoes

REFERENCES

1. Bondarchuk A.A. (2010). Naukovi osnovy nasinnytstva kartopli v Ukraini. [Scientific foundations of potato seedling in Ukraine]. Bila tserkva. 400 p. (in Ukrainian).
2. Dubovyk V.I. (2010). Vyrobnnytstvo kartopli u sviti. [World potato production]. Visnyk SNAU, 4(19), 108-112. (in Ukrainian).
3. Kamynskyi V.F. (2017). Biolohichne zemlerobstvo v umovakh zminy klimatu. Posibnyk ukrainskoho khliboroba. [Biological farming in terms of climatic changes. Ukrainian farmer's manual]. (1), 28-31. (in Ukrainian).
4. Zelia A.H., Hunchak V.M., Melnyk A.T., Andriichuk T.O., Popesku H.S., Zadorskyi E.V. (2020). Fitosanitarnyi stan vohnyshch raku kartopli *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival u Karpatskomu rehioni Ukrainy. [The phytosanitary term of old sources potato wart *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. in Ukraine]. Karantyn i zakhyst roslyn, (4-6), 9-15. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.11-16> (in Ukrainian).
5. Ilchuk Yu.R., Ilchuk R.V., Rudnyk-Ivashchenko O.I. (2020). Reaktsiia rannostyhykh sortiv kartopli na ahrotekhnolohichni zakhody vyroshchuvannia v umovakh Zakhidnoho Lisostepu. [Reaction of early-matured potato varieties to agro-technological measures of growing in the conditions of west stew], 45, 138-147. (in Ukrainian).
6. Andriichuk T.O., Skoreiko A.M., Melnyk A.T. (2018). Mikroelementy proty fomozu kartopli. [Microelements against the potato phoma]. Zakhyst i karantyn roslyn, 64, 11-16. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.11-16> (in Ukrainian).
7. Anishyn L.A. (2002). Vplyv biostymulatoriv na urozhai i yakist kartopli. [Biostimulants impact on yield and potato quality]. Kartopliar, (1), 4-5. (in Ukrainian).
8. Kutsenko V.S., Osypchuk A.A., Pidhaietskyi A.A. (2002). Metodychni rekomendatsii shchodo doslidzhennia kartopli. [Methodological recommendations as per potato researches]. Nemishaieva. 182 p. (in Ukrainian).
9. Bondarchuk A.A., Koltunov V.A., Oliinyk T.M. et al. (2021). Kartopliarstvo: metody otsinky yakosti. [Potato study; quality evaluation methods]. Vinnytsia: Nilan-LTD. 465 p. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 02.09.2024. Прийнята до друку: 03.10.2024
Надруковано: грудень, 2024. Опубліковано онлайн: лютий, 2025

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Система біозахисту №1 базувалася на 3-х обприскуваннях:

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

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

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

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

Система біозахисту № 2 включала застосування:

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

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

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

Система біозахисту №3 базувалась на обприскуваннях:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ВИСНОВКИ

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

Фінансування: дослідження виконували в рамках завдання ПНД 11. «Біологічні методи захисту рослин за умов екологізації землеробства» (Біоконтроль); 11.00.03.05 П. «Розроблення науково-обґрунтованих технологій застосування екологічно безпечних систем захисту плодівних насаджень в органічному землеробстві за використання препаратів БТ».

Конфлікт інтересів: автор декларує відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

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

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

3. Яновський Ю.П., Суханов С.В., Крикунов І.В., Фоменко О.О. Ефективність сучасних інсектицидів у захисті яблуневих насаджень від попелиці червоноголової. Захист і карантин рослин. 2020. Вип. 66. С. 222-230. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.222-230>

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

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

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

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

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

9. Martin E.A., Feit B., Requier F. et al. Assessing the resilience of biodiversity-driven functions in agroecosystems under environmental change. *Advances in Ecological Research*. 2019. V. 60. P. 59-123. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/bs.ae-cr.2019.02.003>

10. Шерстобоева О.В., Крижанівський А.Б., Крижко А.І. Екологічні переваги застосування мікробіометоду в інтегрованій системі захисту рослин. Агроекологічний журнал. 2021. № 3. С. 27-32. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2021.240318>

11. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур ; під ред. В.П. Омелюти. Київ: Урожай, 1986. 293 с.

12. Методика випробування і застосування пестицидів ; за ред. проф. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.

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

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

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

²Chernivtsi regional center of the State Institution «Soils Protection

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

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

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

apple; aphids; phytosanitary monitoring; biological method of protection; technical efficiency; crop capacity

REFERENCES

1. Lisovyi M.P. (Ed). (1999). Dovidnyk iz zakhystu roslyn. [Plant Protection Handbook]. Kyiv: Urozhai. 744 s. (in Ukrainian).
2. Shevchuk I.V., Hrynyk I.V., Kalenych F.S. (2021). Ahroekolohichni systemy intehrovanoho zakhystu plodovykh i yahidnykh kultur vid shkidnykiv i khvorob. Rekomendatsii. [Agroecological systems of integrated protection of fruit and berry crops from pests and diseases. Recommendations]. Kyiv: PP Sansparel. 188 s. (in Ukrainian).
3. Ianovskyi Yu.P., Sukhanov S.V., Krykunov I.V., Fomenko O.O. (2022). Efektyvnist suchasnykh insektytsydiv u zakhysti yablunevykh nasadzen vid popelytsi chervonohalovoi. [Effectiveness of modern insecticides in protecting apple orchards from red-headed aphid]. Zakhyst i karantyn roslyn, 66, 222-230. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.222-230> (in Ukrainian).
4. Fedorenko V.P., Broun I.V. (2012). Biolohichni zakhyst vid zelenoi yablunevoi popelytsi. [Biological protection against green apple aphid]. Karantyn i zakhyst roslyn, 1, 24-25 (in Ukrainian).
5. Brovdii V.M., Hulyi V.V., Fedorenko V.P. (2003). Biolohichni zakhyst roslyn: Navchalnyi posibnyk. [Biological protection of plants: Study guide]. Kyiv: Svit. 352 s. (in Ukrainian).
6. Dyadechko M.P. (2001). Biolohichni zakhyst roslyn. [Biological plant protection]. Bila Tserkva. 312 s. (in Ukrainian).
7. Hunchak M.V. (2023). Efektyvnist zastosuvannia biolohichnykh system zakhystu yabluni vid boroshnystoi rosy ta parshi v umovakh Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. [The effectiveness of the application of biological systems for the protection of apple trees against powdery mildew and scab in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine]. Fitosanitarna bezpeka, 69, 62-75. DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.62-75> (in Ukrainian).
8. Hunchak M.V., Zaitsev Yu.O., Shapran S.V. (2023). Biolohichni metod zakhystu yabluni proty zelenoi (*Aphis pomi* Deg.) ta siroi (*Dysaphis Devectora*) yablunevykh popelyts v umovakh Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. [Biological method of apple tree protection against green (*Aphis pomi* Deg.) and gray (*Dysaphis Devectora*) apple aphids in the conditions of the Western Forest Steppe of Ukraine]. Ahroekolohichni zhurnal, 4, 141-148. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2023.293781> (in Ukrainian).
9. Martin E.A., Feit B., Requier F. et al. (2019). Assessing the resilience of biodiversity-driven functions in agroecosystems under environmental change.

Advances in Ecological Research, 60, 59-123. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/bs.aecr.2019.02.003> (in English).

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

11. Omeliuta V.P. (Ed). (1986). Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur. [Accounting for pests and diseases of crops]. Kyiv: Urozhai. 293 s. (in Ukrainian).

12. Trybel S.O. (Ed). (2001). Metodyka vyprobuvannya i zastosuvannya pestytsydiv. [Testing technique and pesticide usage]. Kyiv: Svit. 448 s. (in Ukrainian).

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

Надійшла до редакції: 12.09.2024

Прийнята до друку: 24.11.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

А.Г. ЗЕЛЯ, кандидат біологічних наук

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

НОВІ ПАТОТИПИ РАКУ КАРТОПЛІ *SYNCHYTRIUM ENDOBIOTICUM* (SCHILBERSKY) PERCIVAL В УКРАЇНІ

Мета. Виявлення та ідентифікація патотипів раку картоплі, які існують в Україні, гармонізована з вимогами EPPO Standard для *Synchytrium endobioticum*. **Методи.** Зразки ґрунту відбирали за схемою EPPO Standard удосконаленим буром. Виділення зооспорангіїв збудника раку проводили флотажією у розчині натрію йодистого. Ідентифікацію існуючих патотипів та ізолятів збудника хвороби проводили з визначенням реакції українського та європейського тест-сортименту картоплі на зараження зимовими зооспорами патотипів збудника раку. **Результати.** Аналіз проведених досліджень з ідентифікації патотипів раку картоплі у 2021—2023 рр. показав, що за визначення реакції на зараження українських сортів-диференціаторів картоплі зимовими зооспорами різних патотипів та ізолятів раку картоплі ідентифіковано 5 патотипів збудника раку: (D1) звичайний; 11(M1) Міжгірський, 13(R1) Рахівський, 18(Ya) Ясінівський; 22(B) Бистрецький. Ідентифікація ізоляту збудника раку з м. Сторожинець показала відмінність даного ізоляту від інших патотипів збудника хвороби, що існують в Україні. Використання європейського тест-сортименту картоплі ускладнювало точне розмежування на зараження українськими патотипами. Деякі європейські сорти-диференціатори (Combi, Saphir, Miriam, Giewont, Blanik, Irga, Evora та Spunta) дали однотипову реакцію на зараження українськими патотипами збудника раку. **Висновки.** За використання українського тест-сортименту картоплі ідентифіковано 5 патотипів збудника раку. За використання європейського тест-сортименту картоплі частина європейських сортів-диференціаторів дали однотипну реакцію на зараження українськими патотипами збудника хвороби. Для продовження досліджень з ідентифікації українських патотипів збудника хвороби пропонується оновити тест-сортимент картоплі.

рак; картопля; виявлення; зооспорангії; вогнища; патотипи; ідентифікація

Рак, збудником якого є внутрішньоклітинний облигатний патоген *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival, — найнебезпечніша хвороба картоплі [1]. Вперше її було ідентифіковано в Австро-Угорщині у 1888 р., Великобританії — 1898, Ірландії — 1902, Норвегії — 1914, у Швеції — в 1915 р. [2,3]. Пізніше у 2008 р. хворобу ідентифіковано у Польщі [4], 2009 — у Туреччині [5]. У Грузії рак ідентифіковано у 2020 р. [6]. За даними Європейської та Середземноморської організації карантину і захисту рослин (ЄОКЗР) рак картоплі включено до переліку карантинних захворювань 38-ми країн світу (включаючи Європу, Африку, Азію, Північну та Південну Америку). На теперішній час в світі вже зареєстровано 40 патотипів збудника [7].

В Україні вперше збудника раку виявлено у 1938 р. [1]. В наступні роки відбувалося збільшення площ заражених ґрунтів. У 2006—2008 рр. збудника виявили у 13-ти областях України на площі 8307,2 га. За останні роки площа вогнищ раку картоплі зменшилась у 3,5 раза, або на 72% у порівнянні з 2008 р. [8]. На 1 січня 2024 р. хвороба розповсюджена у 5-ти областях, 21-му районі, 225-ти населених пунктах, 8274-х присадибних ділянках на загальній площі 2337,96 га [9]. У Карпатському регіоні України виявлено найбільшу кількість вогнищ раку. Природно-кліматичні умови (перепади добових температур та висота над рівнем моря) в цьому регіоні є сприятливими для розвитку раку картоплі. У зв'язку зі зменшенням площі сільськогосподарських угідь у гірських районах картопля вирощується в монокультурі і це є однією з причин диференціації виду і формування нових патотипів збудника хвороби. Це явище проявляється ще сильніше за довготривалого вирощування суміші різних за стійкістю до раку сортів картоплі [10].

Нині в Україні зареєстровано: звичайний (Далемський) патотип збудника раку (D1), розповсюджений у Чернівецькій області; чотири агресивних — 11(M1) Міжгірський, 13(R1) Рахівський, 18(Ya) Ясінівський, поширені у Закарпатській області, 22(B) Бистрецький, поширений у Івано-Франківській області [11, 12].

Для виявлення зооспорангіїв збудника раку картоплі та ідентифікації патотипів раку картоплі, які існують у Європі, розроблено новий EPPO Standard PM 7/28(1) [12] та EPPO Standard PM 7/28(2) для *Synchytrium endobioticum* [13].

Для діагностування та ідентифікації раку картоплі за кордоном використовують молекулярно-генетичні методи. В практиці діагностичних лабораторій світу набув метод полімеразно-ланцюгової реакції (ПЛР), який виявився більш чутливим для ідентифікації нових патотипів [14—17].

Мета досліджень — ідентифікація патотипів раку картоплі, які існують в Україні, гармонізована з вимогами EPPO Standard PM 7/28(1) та EPPO Standard PM 7/28(2) для *Synchytrium endobioticum*.

Методика досліджень. Відбір зразків ґрунту для виявлення зооспорангіїв збудника раку картоплі у вогнищах раку проводили за стандартом ЕРРО РМ 7/28 (2) [12, 13]. Із кожних 0,01 га відбирали 6 вихідних зразків, за використання удосконаленого буру, з яких формували одну змішану пробу.

Для ідентифікації патотипів раку картоплі у 2021—2023 рр. розмножено європейський тест-сортимент картоплі (основний — Deodara, Tomensa, Eisterling, Producent, Combi, Saphir, Delcora, Miriam, Caroline, Ulme; додатковий — Asche Saemling, Desiree, Talent, Universal, Gievont, Blank, Baltyk, Irga, Nicola, Gavin, Evora, Spunta, Otolia, Megusta) та український (Поліська рожева, Слов'янка, Калинівська, Малинська біла, Щедрик, Червона рута, Базис, Сантарка, Глазурна, Божедар). У лабораторних умовах Української науково-дослідної станції карантину рослин ІЗР НААН (УкрНДСКР ІЗР НААН) було заражено зимовими зооспорами збудника раку по 6 бульб кожного сорту-диференціатора і через 75 діб визначено реакцію сорту на зараження патотипами (рис. 1). Виділяли зимові зооспори патотипів раку картоплі, що існують в Україні, запатентованим способом способом флотації у розчині натрію йодистого [19]. Всі експерименти проводили у трьох аналітичних повторностях. Статистичну вірогідність отриманих даних оцінювали з використанням Statistica 5.

Результати та обговорення. Дослідженнями з ідентифікації патотипів раку картоплі у лабораторних умовах виявлено ураження сортів диференціаторів Поліська рожева (рис. 2), що характерно для звичай-

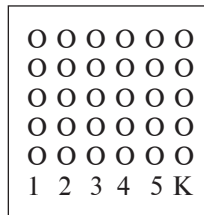


Рис. 1. Схема закладання лабораторних дослідів способом зараження картоплі зимовими зооспорами збудника раку (у субстраті ґрунт/перліт): 1—5 — сорти-диференціатори; К — контроль

ного патотипу збудника раку. При зараженні зооспорами 11(M1) Міжгірського агресивного патотипу виявлено ураження сортів Поліська рожева, Слов'янка, Легенда, Тетерів та Калинівська, що характерно для даного патотипу. При зараженні 13(R1) Рахівським патотипом уразились сорти 1-ї та 2-ї груп — Малинська біла, Диво, Червона рута та Фантазія; 18(Ya) Ясінівським — Диво, Червона рута, Фантазія та Щедрик; 22 (Бистрецьким) — уразились Диво та Червона рута.

В результаті проведених досліджень з ідентифікації патотипів раку картоплі, що існують в Україні, ідентифіковано 5 патотипів — D1 звичайний та 4 агресивних. Звичайний (Далемський) патотип збудника раку (D1) розповсюджений у смт Берегомет, Вижницького р-ну, Чернівецької обл. Агресивні патотипи 11(M1) Міжгірський, 13(R1) Рахівський, 18(Ya) Ясінівський поширені у Закарпатській, а 22(B1) Бистрецький — у Івано-Франківській обл. (табл. 1). У м. Сторожинець працівниками фітосанітарної служби Чернівецької обл. у 2019 р. виявлено новий осередок поширення збудника раку на площі 0,02 га з високим інфекційним навантаженням зооспорангіїв. Нині потрібно ідентифікувати даний ізолят.



Рис. 2. Сорт картоплі Поліська рожева, уражений 1 (D1) звичайним патотипом збудника раку

1. Ідентифікація патотипів збудника раку за використання українського тест-сортименту картоплі (2021—2023 рр.)

№ п/п	Назва сорту	Реакція на зараження патотипами та ізолятами раку					
		Звичайний (D1)	Міжгір'я 11(M1)	Рахів 13(R1)	Ясіня 18(Ya)	Бистрець 22(B)	Сторожинець
1	Поліська рожева	+ (S2)	+(S2)	+(S2)	+(S2)	+(S2)	+ (S1)
2	Слов'янка	- (R1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)
3	Легенда	- (R1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)
4	Тетерів	- (R1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)
5	Малинська біла	- (R1)	- (R1)	+ (S1)	- (R1)	- (R1)	+ (S1)
6	Калинівська	- (R2)	+ (S1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R2)
7	Диво	- (R1)	- (R1)	- (R1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)
8	Червона рута	- (R1)	- (R1)	- (R1)	+(S1)	+ (S1)	+ (S1)
9	Фантазія	- (R1)	- (R1)	+ (S1)	+ (S1)	- (R1)	- (R2)
10	Щедрик	- (R1)	- (R1)	- (R1)	+ (S1)	- (R1)	+ (S1)
11	Сантарка	- (R1)	- (R2)	- (R2)	- (R2)	- (R2)	- (R2)
12	Глазурна	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R2)
13	Божедар	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)

Примітка: + (S1), (S2) — ураження сорту-диференціатора;
- (R1), (R1) — відсутність ураження

У результаті проведених досліджень у лабораторних умовах виявлено ураження сортів диференціаторів: Поліська рожева, Слов'янка, Легенда, Тетерів, Малинська біла, Диво, Червона рута та Щедрик. Цей ізолят не схожий на ті, що ідентифіковані в Україні (табл. 1). Його ідентифікація буде продовжена.

Із літературних джерел відомо, що у різних країнах тест-сортимент може бути неоднаковим, але принцип підбору сортів — єдиний [19]. Для визначення патотипів раку використовують тест-сорті різної генетичної природи з розділенням на групи: 1 — уражені всіма відомими патотипами; 2 — стійкі до звичайного але уражені всіма іншими; 3 — стійкі до звичайного патотипу, але з різною реакцією на зараження новими патотипами; 4 — стійкі до всіх патотипів збудника хвороби.

При використанні європейського тест-сортименту картоплі у лабораторних умовах виявлено ураження сортів картоплі, сприйнятливих до всіх патотипів збудника раку, що існують у Європі: Deodara, Tomensa та Eisterling. При зараженні зооспорами 11(M1) Міжгірського патотипу виявлено ураження сортів Producent, Combi, Saphir, Delcora, Miriam — з основного тест-сортименту та Asche Samling, Desiree, Talent, Universal, Gievont, Blanik, Baltik, Irga, Evora, Spunta, Otolia — з додаткового сортименту.

При зараженні 13(R1) Рахівським патотипом виявлено ураження тих самих сортів-диференціаторів (основного тест-сортименту) та Asche Samling, Talent, Universal, Gievont, Blanik, Irga, Evora, Spunta, Otolia — з додаткового тест-сортименту.

Реакція на зараження основного тест-сортименту 18(Ya) Яснівським агресивним патотипом була однаковою з зараженням 11(M1) Міжгірським патотипом, за виключенням сорту Delcora. З додаткового тест-сортименту картоплі були уражені всі сорти за виключенням сортів Otolia та Megusta.

У результаті зараження 22(B1) Бистрецьким патотипом реакція на зараження була однаковою з реакцією на зараження 13(R1) Рахівським патотипом, за виключенням сортів Asche Samling, Desiree та Talent (табл. 2). Тест-сорті картоплі Karolin, Ulme та Megusta не уразились жодним патотипом збудника раку.

Використання європейського основного тест-сортименту картоплі для ідентифікації українських патотипів за попередніми даними не дало чіткої картини ідентифікації наших патотипів збудника раку, тому було введено додатковий тест-сортимент. Аналіз досліджень з ідентифікації патотипів раку картоплі у 2021—2023 рр. показав, що європейський тест-сортимент картоплі ускладнював точне розмежування на зараження українськими патотипами. Деякі сорти-диференціатори (Combi, Saphir, Miriam, Giewont, Blanik, Irga, Evora та Spunta) дали однотипову реакцію на зараження патотипами, тому для

2. Ідентифікація патотипів збудника раку за використання європейського тест-сортименту картоплі (2021—2023 рр.)

№ п/п	Назва сорту	Реакція на зараження патотипами раку				
		Звичайний (D1)	Міжгір'я 11(M1)	Рахів 13(R1)	Ясіня 18(Ya)	Бистрець 22(B)
1	Deodara	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)
2	Tomensa	+ (S2)	+(S2)	+(S2)	+(S2)	+(S2)
3	Eisterling	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)
4	Producent	- (R2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)
5	Combi	- (R2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)
6	Saphir	- (R2)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)
7	Delcora	- (R2)	+ (S1)	+ (S1)	- (R1)	+ (S1)
8	Miriam	- (R1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)	+ (S1)
9	Karolin	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)
10	Ulme	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)
11	Asche Samling	+ (S2)	+ (S2)	+ (R1)	+ (S2)	- (R1)
12	Desiree	- (R1)	+ (S2)	- (R1)	+ (S1)	- (R1)
13	Talent	- (R1)	+ (S2)	- (R1)	+ (S2)	- (R1)
14	Universal	- (R1)	+ (S2)	- (R1)	+ (S1)	+ (S2)
15	Giewont	- (R1)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)
16	Blanik	- (R1)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S1)	+ (S1)
17	Baltik	- (R1)	+ (S2)	- (R1)	+ (S1)	+ (S2)
18	Irga	- (R1)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)
19	Nicola	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)
20	Gawin	+ (S1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)
21	Evora	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)
22	Spunta	- (R1)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)	+ (S2)
23	Otolia	- (R1)	+ (S2)	+ (S2)	- (R1)	- (R1)
24	Megusta	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)	- (R1)
Примітка: + (S1), (S2) — ураження сорту; - (R1), (R1) — відсутність ураження						

ідентифікації українських патотипів необхідно оновити і основний і додатковий тест-сортименти картоплі. Свого часу Л.П. Салтикова запропонувала скоротити та оновити тест-сортимент картоплі для ідентифікації українських патотипів збудника раку [10].

За роки незалежності України відібрано новий тест-сортимент картоплі для ідентифікації патотипів збудника раку [11].

ВИСНОВКИ

Дослідженнями з ідентифікації патотипів збудника раку при використанні українського тест-сортименту картоплі ідентифіковано 5 патотипів збудника раку. Ідентифікація ізоляту збудника раку з м. Сторожинець Чернівецької обл. показала відмінність даного ізоляту від інших патотипів збудника хвороби, що існують в Україні.

За використання європейського тест-сортименту картоплі виявлено, що деякі європейські сорти-диференціатори (Combi, Saphir, Miriam, Giewont, Blanik, Irga, Evora та Sprunta) дали однотипову реакцію на зараження українськими патотипами збудника хвороби.

Для продовження досліджень з ідентифікації українських патотипів пропонується оновити тест-сортимент картоплі для ідентифікації українських патотипів збудника хвороби.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 12. Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів». (Захист рослин); державна реєстрація № 0116 U002555.

Конфлікт інтересів: автор декларує про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Симонов В.Є., Мацьків Т.І., Мельник П.О. та ін. Фітосанітарна безпека України: Регульовані організми картоплі. Чернівці: Зелена Буковина, 2011. 160 с.
2. Vaayen R.P., Cochius G., Hendriks H. et al. History of potato wart disease in Europe — a proposal for harmonisation in defining pathotypes. *European Journal Plant Pathology*. 2006. 116:21-31. <https://doi.org/10.1007/s10658-006-9039-y>
3. Bojnansky V. Potato wart pathotypes in Europe from an ecological point of view. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 1984. 14(2). 141-146. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1984.tb01861.x>
4. Przetakiewicz J. First report of new pathotype 39 (P1) of *Synchytrium endobioticum* causing potato wart disease in Poland. *Plant Disease*. 2015. Vol. 99 (2). 285.2. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-14-0636-PDN>
5. Çakir E., Demirci F. A new pathotype of *Synchytrium endobioticum* in Turkey: Pathotype 2. *Bitki koruma bulteni*. 2017. Vol. 57. №4. P. 415-422. <https://doi.org/10.16955/bitkorb.34044.1>
6. Ghogheridze S., Sikharulidze Z., Tsetskhladze Ts. et al. Occurrence

of the Pathotype 38 of *Synchytrium endobioticum* in Khulo Municipality of Georgia. Bulletin of the Georgian national academy of science. 2020. Vol. 14. № 1. P. 114-119.

7. EPPO (2018) EPPO Global Database (available online). URL: <https://gd.eppo.int> (дата звернення: 26. 08.2024).

8. Röhrs I., Linde M., Przetakiewicz J. et al. Potato Wart: Isolates from Europe and North America Form Distinct Clusters of Genetic Variation. Life. 2023. 13. 1883. Basel, Switzerland. <https://doi.org/10.3390/life13091883>

9. Огляд поширення карантинних організмів в Україні станом на 01.01.2024 р. URL: http://www.consumer.gov.ua/ContentPages/Oglyad_Poshirennya_Karantinnikh_Organizmiv_V_Ukraini/224 (дата звернення: 22.08.2024).

10. Салтыкова Л.П. Идентификация патотипов рака картофеля в СССР. Защита растений. 1988. №11. С. 27-28.

11. Зея А.Г., Гунчак В.М., Мельник А.Т. та ін. Фітосанітарний стан вогнищ раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival в Карпатському регіоні України. Карантин і захист рослин. 2020. № 4-6. С. 9-15. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2020.4-6.9-15>

12. EPPO Standard PM 7/28/1 *Synchytrium endobioticum*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 2004. Vol. 34, № 2. P. 213-218. URL: [https://www.furs.si/law/eppo/zvr/ENG/EPPO2004/diag_protokoli_PM7/pm7-28\(1\).pdf](https://www.furs.si/law/eppo/zvr/ENG/EPPO2004/diag_protokoli_PM7/pm7-28(1).pdf)

13. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 2017. Vol. 47, №3. P. 420-440. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588>

14. Obidiegwu J.E., Sanetomo R., Flath K. et al. Genomic architecture of potato resistance to *Synchytrium endobioticum* disentangled using SSR markers and the 8.3k SolCAP SNP genotyping array. BMC Genetics. 2015. 16. 38. <https://doi.org/10.1186/s12863-015-0195-y>

15. Prodhomme C., van Arkel G., Plich J. et al. A Hitchhiker's guide to the potato wart disease resistance galaxy. Theoretical and Applied Genetics. 2020. 133. 3419-3439. <https://doi.org/10.1007/s00122-020-03678-x>

16. Van de Vossen B.T.L.H., Prodhomme C., Vossen J.H., Van der Lee T.A. *Synchytrium endobioticum*, the potato wart disease pathogen. Molecular Plant Pathology. 2022. 23 (4). P. 461-474. <https://doi.org/10.1111/mpp.13183>

17. Groth J., Song Y., Kellermann A., Scharzfischer A. Molecular characterisation of resistance against potato wart races 1, 2, 6 and 18 in a tetraploid population of potato (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*). Journal of applied genetics. 2013. Vol. 54. № 2. P. 169-178. <https://doi.org/10.1007/s13353-013-0141-5>

18. Пат № 125771 Україна. МПК G01N 1/30 (2006.01). G01N 21/25 (2006.01). C12N 1/06 (2006.01). Спосіб виявлення зооспорангіїв збудника раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Perc. з ґрунту. А.Г. Зея,

В.М. Гунчак, Г.В. Зеля, Т.Й. Макар, О.Я. Кувшинов, У.С. Кочмаровська ; заявник і патентовласник Українська науково-дослідна станція карантину рослин ІЗР НААН. № u201712463 ; заявл. 15.12.2017 ; вид. 25.05.2018. Бюл. № 10. 5 с.

19. Flath K., Przetakiewicz J., P.C.J. van Rijswick, Ristau V., van Leeuwen G.C.M. Interlaboratory tests for resistance to *Synchytrium endobioticum* in potato by the Glynne-Lemmerzahn method. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 2014. 44(3). 510-517. <https://doi.org/10.1111/epp.12167>

Zelya A., ORCID: 0000-0002-1470-7707

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

New potato wart *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival pathotypes in Ukraine

Goal. Potato wart pathotypes determined and identified in Ukraine harmonized with requirements EPPO Standard for *Synchytrium endobioticum*. **Methods.** Soil samples were extracted according to the EPPO Standard scheme with an improved drill. The potato wart causative agents zoosporangium have conducted by flotation in sodium iodide solution. The existing pathotypes and isolates of disease causative agent identification conducted as per determining reaction of Ukrainian and European potato test-assortment on winter zoospores defeating of wart pathotypes of causative agents. **Results.** There were identified 5 pathotypes of wart causative agents: (D1) common, 11 (M1) Mizhirrya, 13 (R1) Rachiv, 18 (Ya) Yasynnya, 22 (B) Bystrets. The reactions conducted on Ukrainian potato cultivar-differentiators by winter zoosporangium of different pathotypes and isolates of potato wart. The analysis of researches for potato wart pathotypes conducted during 2021—2023. Wart causative agent isolate identification of t. Storozhinetz showed the difference of specified isolate from other existing disease causative agents in Ukraine. It was difficult to determine correctly Ukrainian pathotypes during by European potato test-assortment usage. Some European cultivar-differentiators (Combi, Saphir, Miriam, Giewont, Blanik, Irga, Evora Spunta) showed the same type reaction on Ukrainian causative agents pathotypes defeating. **Conclusions.** There were identified 5 pathotypes of wart causative agent by the Ukrainian potato test-assortment. The European test-assortment showed the same reaction on one-type reaction on Ukrainian causative agents of disease pathotype during their usage. We propose to renew the test-assortment for our Ukrainian causative agents disease pathotypes identifying for continue the researches for determining.

wart; potato; determination; zoosporangia; sources; pathotypes; identification

REFERENCES

1. Simonov V.E., Matskiv T.I., Melnik P.O., Romanchenko V.O., Fialkovskiy L.G., Andriychiuk T.O.... Galata O.M. (2011). Fitosanitarna bezpeka Ukrainy: Rehulovani orhanizmy kartopli. [Phytopsanitary security of Ukraine: Potato regulated pests]. Chernivtsi: Zelena Bukovyna. 160 p. (in Ukrainian).
2. Baayen R.P., Cochius G., Hendriks H., Meffert J.P., Bakker J., Bekker M., ... Van Leeuwen G.C.M. (2006). History of potato wart disease in Europe — a proposal for harmonisation in defining pathotypes. *European Journal Plant Pathology*, 116:21-31. <https://doi.org/10.1007/s10658-006-9039-y>
3. Bojnansky V. (1984). Potato wart pathotypes in Europe from an ecological point of view. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, 14(2), 141-146. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.1984.tb01861.x>.
4. 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. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-14-0636-PDN>
5. Çakir E., Demirci F. (2017). A new pathotype of *Synchytrium endobioticum* in Turkey: Pathotype 2. *Bitki koruma bulteni*, 57(4), 415-422. <https://doi.org/10.16955/bitkorb.34044.1>
6. Ghoghoberidze S., Sikharulidze Z., Tsetskhladze Ts. et al. (2020). Occurrence of the Pathotype 38 of *Synchytrium endobioticum* in Khulo Municipality of Georgia. *Bulletin of the Georgian national academy of science*, 14(1), 114-119.
7. EPPO (2018) EPPO Global Database (available online). URL: <https://gd.eppo.int> (application date: 08/26/2024).
8. Röhrs I., Linde M., Przetakiewicz J., Zelya A., Zelya G., Debener T. (2023). Potato Wart: Isolates from Europe and Nort America Form Distinct Clusters of Genetic Variation. *Life*, 13, 1883. Basel, Switzerland. <https://doi.org/10.3390/life13091883>
9. Ohliad poshyrennia karantynnykh orhanizmiv v Ukraini stanom na 01.01.2024 r. [Review of quarantine pests spread in Ukraine on 01.01.2024]. URL: http://www.consumer.gov.ua/ContentPages/Oglyad_Poshyrennya_Karantinnikh_Organizmiv_V_Ukraini/219 (in Ukrainian).
10. Saltikova L.P. (1988). Identyfikatsiia patotipov raka kartofeoa v SSSR. [Potato wart pathotypes identification in USSR]. *Zashchyta rastenyi*, 11, 27-28. (in Russian).
11. Zelia A.H., Hunchak V.M., Melnyk A.T., Popesku G., Zadorsky E. (2020). Fitosanitarnyi stan vohnyshch raku kartopli *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. u Karpatskomu rehioni Ukrainy. [The phytopsanitary term of old sources po-

tato wart *Synchytrium endobioticum* (Schlb.) Perc.in Ukraine]. Karantyn i zakhyst roslyn, 4-6, (261):9-15. DOI: 1036495/2312-0614/2020/4-6.9-15 (in Ukrainian).

12. EPPO Standard PM 7/28/1 *Synchytrium endobioticum*. (2004). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 34(2). 213-218. URL: [https://www.furs.si/law/eppo/zvr/ENG/EPPO2004/diag_protokoli_PM7/pm7-28\(1\).pdf](https://www.furs.si/law/eppo/zvr/ENG/EPPO2004/diag_protokoli_PM7/pm7-28(1).pdf)

13. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. (2017). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 47(3). 420-440. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.125881>

14. Obidiegwu J.E., Sanetomo R., Flath K., Tacke E., Hafferbert H.R., Hofman A.... Gebhardt K. (2015). Genomic architecture of potato resistance to *Synchytrium endobioticum* disentangled using SSR markers and the 8.3k SolCAP SNP genotyping array. BMC Genetics, 2015, 16, 38. <https://doi.org/10.1186/s12863-015-0195-y>

15. Prodhomme C., Van Arkel G., Plich J., Tammes J.E., Rijn J., Van Ech H.J. ... Vossen J.H. (2020). A Hitchhiker's guide to the potato wart disease resistance galaxy. Theoretical and Applied Genetics, 133, 3419-3439. <https://doi.org/10.1007/s00122-020-03678-x>

16. Van de Vossen B.T.L.H., Prodhomme C., Vossen J.H., Van der Lee T.A. (2022). *Synchytrium endobioticum*, the potato wart disease pathogen. Molecular Plant Pathology, 23(4), 461-474. <https://doi.org/10.1111/mpp.13183>

17. Groth J., Song Y., Kellermann A., Scharzficher A. (2013). Molecular characterisation of resistance against potato wart races 1, 2, 6 and 18 in a tetraploid population of potato (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*). Journal of applied genetics, 54(2), 169-178. <https://doi.org/10.1007/s13353-013-0141-5>

18. Zelya A.G., Hunchak V.M., Zelya G.V., Makar T.Yo., Cuvchinov O.Ya., Cocimarovska U.S. Pat. № 125771 Ukra]na. МПК G01N 1/30 (2006.01). G01N 21/25 (2006.01). C12N 1/06 (2006.01). Sposib vyivlennia zoosporanhiiv zbudnyka raku kartopli *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Pers. z hruntu. [The method of detection of zoosporangia of the causative agent of potato cancer *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Pers. from the ground]. zaiavnyk i patentovlasnyk Ukrainska naukovo-doslidna stantsiia karantynu roslyn IZR NAAN. № u201712463 ; zaiavl. 15.12.2017 ; vyd.. 25.05.2018. Biul. № 10. 5s. (in Ukrainian).

19. Flath K., Przetakiewicz J., P.C.J. van Rijswick, Ristau V., van Leeuwen G.C.M. (2014). Interlaboratory tests for resistance to *Synchytrium endobioticum* in potato by the Glynne-Lemmerzähl method. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 44(3), 510-517. <https://doi.org/10.1111/epp.12167>

Надійшла до редакції: 27.08.2024

Прийнята до друку: 02.10.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

Г.В. ЗЕЛЯ

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

ОЦІНКА СТІЙКОСТІ КАРТОПЛІ ПРОТИ ЗБУДНИКА РАКУ *SYNCHYTRIUM ENDOBIOTICUM* (SCHILBERSKY) PERCIVAL

Мета. Оцінити та відібрати селекційні зразки картоплі української селекції, стійкі проти звичайного та агресивних патотипів збудника раку, що розповсюджені в Україні. **Методи.** За останні 11 років (2012—2023 рр.) у попередньому випробуванні проведено оцінку та відбір 4219-ти селекційних зразків картоплі, стійких до раку, згідно з методичними рекомендаціями, модифікованими за вимогами ЄС. Проведено державне випробування 163-х зразків. Дослідження зразків картоплі при зараженні зимовими зооспорами збудника раку проводили за допомогою тест-методу Spiekermann A. Зараження літніми зооспорами проводили за допомогою тест-методу Glynne-Lemmerzähl. Для визначення стійкості картоплі до хвороби висаджували по 10 бульб у трьох повтореннях, в польових умовах у вогнищах патотипів раку. **Результати.** Із тестованих впродовж 2012—2023 рр. 4219-ти селекційних зразків картоплі у західному регіоні України у попередніх випробуваннях на стійкість проти раку відібрано 3866 (91,7%) стійких та 353 сприйнятливих зразків картоплі до звичайного патотипу (D1) збудника раку. Державним випробуванням виділено 163 селекційних зразків. Оцінено 36 селекційних зразків картоплі на стійкість до українських агресивних патотипів збудника хвороби. **Висновки.** Стійкі селекційні зразки проти звичайного та агресивних патотипів збудника раку рекомендовані до державної реєстрації із зазначенням характеристики стійкості проти збудника раку та подальшого районування у вогнищах хвороби в Україні. Сорти картоплі із комплексною стійкістю до звичайного та чотирьох місцевих українських агресивних патотипів збудника раку картоплі рекомендовані для залучення в селекційний процес в якості джерел стійкості.

селекційний матеріал; картопля; рак; тестування; стійкість; патотипи; впровадження

Картопля (*Solanum tuberosum* L.) за валовим виробництвом у світі займає четверте місце після рису, пшениці та кукурудзи. За даними ФАО на грудень 2023 р. світове валове виробництво картоплі склало 376 млн т [1]. Культура вирощується більше ніж у 100 країнах, а споживають її понад мільярд людей у всьому світі. Середня врожайність — 21 т/га. Одним з основних резервів підвищення врожайності і поліпшення якості картоплі є створення і впровадження нових високопродуктивних, стійких до хвороб і шкідників сортів картоплі [2].

Найнебезпечнішою хворобою картоплі є рак, який викликає внутрішньоклітинний облігатний патоген *Synchytrium endobioticum* Schilbersky Percival. Він є однією з основних причин значного недобору врожаю картоплі, зниження її якості як продовольчої та і кормової культури [2]. Шкідливість хвороби залежить від природно-господарських умов зони, рівня застосовуваної агротехніки, стійкості сорту, родючості ґрунту, впровадження прогресивних технологій, рівня ведення насінництва, системи захисту та інших факторів [3].

Рак картоплі включено до переліку карантинних захворювань 38-ми країн світу. Найбільш висока щільність вогнищ раку та його агресивних форм зустрічається у Гірсько-Карпатській зоні України. Сприятливі умови впливають на розвиток хвороби і, разом з тим, є однією з причин диференціації виду гриба і формування нових патотипів. Це явище спостерігається в монокультурі картоплі, особливо, при вирощуванні суміші різних за стійкістю проти раку сортів картоплі [3]. Площа вогнищ раку картоплі в Україні за останні роки зменшилась. На 1 січня 2024 р. хвороба розповсюджена у 5-ти областях на площі 2337,96 га [4].

Агресивні патотипи, що розповсюджені у гірських районах України, здатні уражувати до 90% стійкого до звичайного патотипу сортименту картоплі.

Оскільки хімічний контроль *S. endobioticum* у польових умовах обмежений, найбільш економним та ефективним заходом захисту є впровадження в сільськогосподарське виробництво стійких сортів картоплі [5–8]. Тому дослідження з оцінювання стійкості вітчизняного селекційного матеріалу до раку картоплі є актуальними.

Розробку лабораторних фітопатологічних методів оцінювання стійкості картоплі розпочато за кордоном у минулому столітті. В Німеччині дослідники Spieckermann A., Kohler E., у Великобританії — Glynn M., Lemmerz J., незалежно один від одного в лабораторних умовах проводили зараження бульб картоплі у спеціально підготовленому компості, ґрунт був заражений зимуючими зооспорангіями збудника раку (на 1 г компосту — 50 зооспорангіїв збудника раку). Зараження в компості тривало 75 діб за температури +16–18°C і вологості 70–80% [5–8].

Дослідники Л.П. Салтикова, В.І. Яковлева, В.П. Тарасова розробили методику зараження паростків картоплі зимовими та літніми зооспорами зі свіжих ракових наростів [9].

За роки незалежності України співробітниками Української науково-дослідної станції карантину рослин Інститут захисту рослин НААН (УкрНДСКР ІЗР НААН) розроблено біохімічні та біофізичні методи оцінки селекційного матеріалу картоплі на стійкість до раку, які гармонізовано з вимогами ЄС.

Мета досліджень — оцінити селекційні зразки картоплі на стійкість до патотипів раку, поширених в Україні, та виділити стійкі сорти для впровадження у осередках поширення хвороби і використання у селекційному процесі в якості джерел стійкості до *S. endobioticum*.

Матеріали та методи досліджень. У 2012—2023 рр. у попередньому випробуванні стійкості до звичайного патотипу раку було оцінено 4219 селекційних зразків картоплі, у державному — 163 зразки, отриманих від шести науково-дослідних установ України: Інституту картоплярства НААН (ІК НААН), Поліського науково-дослідного відділення ІК НААН, Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, Інститут сільського господарства Полісся НААН, Гірського наукового підрозділу Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, ПАТ НВО «Чернігівеліткартопля». На стійкість до агресивних патотипів раку, поширених в Україні, досліджували 36 сортів картоплі із трьох селекційно-дослідних установ України.

Оцінку та відбір стійких до раку зразків селекційного матеріалу картоплі проводили за авторською методикою «Методика оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі, стійкого до раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., гармонізована з вимогами ЄС, 2015 р.».

Зараження селекційних зразків картоплі зимовими зооспорами збудника раку (у субстраті ґрунт/перліт)

Зараження зразків картоплі зооспорами із зимуючих зооспорангіїв збудника раку проводили в лабораторних умовах. Для цього створювали штучний інфекційний фон. Використовували підготовлений стерильний субстрат (1 ч. ґрунту + 1 ч. перліту), отриманий шляхом автоклавування упродовж 40 хв за тиску 2 атм та температури 120°C, для знищення всіх мікроорганізмів. У пластикові контейнери (300 × 400 × 155 мм) ST4315R-3/1-ВК (фірми Полімерцентр, Україна) поміщали субстрат, в якому ретельно розподілили зимові зооспорангії збудника хвороби (на 1 г ґрунту (субстрату) — 50 шт.). Замість однієї частини ґрунту було використано агроперліт (перліт ІІ-ЗР) фірми ZРостай, Україна [10, 11].

Дослідження розпочинали у січні місяці. У кожному контейнері було висаджено по 5 зразків картоплі (5 бульб та контрольний сорт

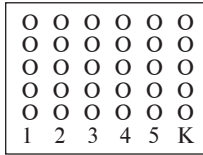


Рис. 1. Схема закладання лабораторних дослідів способом зараження картоплі зимовими зооспорами збудника раку (у субстраті ґрунт/перліт): 1, 2, 3, 4 — зразки картоплі; K — контрольний

картоплі Поліська рожева (рис. 1)). Контейнери розміщували у приміщенні лабораторії для зараження за температури +17—18°C, через кожних 5 днів їх поливали, раз на тиждень рихлили поверхневу частину субстрату і через 60 та 75 днів проводили облік ураження зразків картоплі (їх викопували з контейнерів і підраховували ракові нарости з кожного зразка, а також з контрольних сортів картоплі). Результати вважалися достовірними, якщо ураження контрольного сорту становило не менше 80%. Запропонований спосіб має певні переваги і дає змогу отримати сталий інфекційний фон для проведення дослідів з визначення стійкості картоплі до збудника раку в лабораторних умовах незалежно від періоду року. У субстраті, який було використано, заміна однієї частини ґрунту на перліт дала можливість швидшому зараженню зразків картоплі зимовими зооспорами збудника раку, тому що перліт утримує вологість, чим створює сприятливі умови для міграції зооспор у субстраті і зараження паросткової частини картоплі патогеном, крім того він легкий, що дозволяє працюючому персоналу пересувати контейнери.

Зараження паростків бульб картоплі літніми зооспорами зі свіжих ракових пухлин

Відповідно до сучасних, гармонізованих до методик ЄС в лабораторних умовах, проводили зараження паростків бульб від свіжих ракових пухлин (літні зооспорангії) за допомогою частково зміненого тест-методу Glynne-Lemmerzahl. Селекційні зразки бульб картоплі промивали проточною водою і поміщали у темну кімнату до проростання паростків до 1—2 мм. Попередньо заготовляли паперові кільця заввишки 0,5 см під розмір бульб картоплі за допомогою підігрітої суміші парафіну (воскопарафін, НПК «Галичина», Україна) та вазеліну (вазелін фарм OLKAR (Індія) (1:1)). Потім їх прикріплювали навколо паросткової частини бульби картоплі за допомогою тієї ж суміші. У кільце наливали дистильовану воду і проводили інокуляцію бульб. Для цього додавали 0,5 см³ свіжого наросту раку, який вмішував літні зооспори збудника. Для досліджень використовували по 5 бульб кожного зразка картоплі. В пластикові контейнери

(280 × 520 × 90 мм) ST4315R-3/1-ВК (Полімерцентр, Україна) клали по 10 зразків картоплі.

Для стимулювання процесу зараження зразки інкубували в клімокамері за температури +11°C без освітлення. Через 48 год продовжували інкубування у клімокамері за температури +17—18°C упродовж 28-ми діб без покриття. Через кожних три доби заражені зразки картоплі поливали водою.

Після закінчення цього терміну спостерігали реакцію зразків картоплі на зараження патогеном. Паростки картоплі аналізували під бінокулярною лупою і визначали ступінь стійкості [10]. Ступінь стійкості паростків картоплі визначали за п'ятибальною шкалою, згідно зі стандартами ЕРРО Standard РМ 7/28/1 [16] та 7/28/2 [11]:

- 1 — високостійкий, ранні некрози, відсутність сорусів (R_1);
- 2 — стійкий, пізні некрози, поодинокі соруси (R_1);
- 3 — слабкостійкий, дуже пізній некроз, до п'яти сорусів (R_2);
- 4 — слабкосприйнятливий, щільне утворення сорусів з деформацією паростків (S_1);
- 5 — сильносприйнятливий, щільні соруси, раковий нарост (S_2) [12].

Загальний бал (M) ураження сортів картоплі визначали за формулою:

$$M = [a + 2b + 3c + 4d + 5e] / n,$$

де a, b, c, d, e — кількість бульб, що отримали відповідний бал ураження; 1, 2, 3, 4, 5 — бали ураження; n — кількість заражених бульб картоплі дослідного зразка.

У разі визначення загального бала ураження 1, 2 чи 3 — дослідний зразок вважали стійким до збудника раку (R — resistant «-»); 4 чи 5 — сприйнятливим (S — susceptible — «+») [11, 12].

Відбір зразків картоплі з комплексною стійкістю до патотипів раку у польових умовах

Відбір селекційного матеріалу картоплі, стійкого до раку у польових умовах, проводили на природному інфекційному фоні, у вогнищах розповсюдження:

- патогену звичайного (D_1) — у н.п. Берегомет, Вижницького р-ну, Чернівецької обл.;
- агресивних патотипів 11($M1$) — у с. Майдан, Хустського р-ну, 13($R1$) — в с. Сурупи, 18(Ya) — у с. Ясіня, Рахівського р-ну, Закарпатської області; 22(B) — в с. Бистрець, Верховинського р-ну, Івано-Франківської обл.

Відбір здійснювали у триразовій повторності згідно зі схемою (рис. 2).

Польові дослідні заклади у травні місяці. Впродовж вегетаційного періоду здійснювали агротехнічні заходи по догляду за рослинами

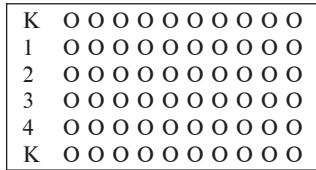


Рис. 2. Схема закладання польових дослідів з визначення стійкості селекційного матеріалу картоплі до звичайного та агресивних патотипів збудника раку: 1, 2, 3, 4 — зразки картоплі; К — контрольний

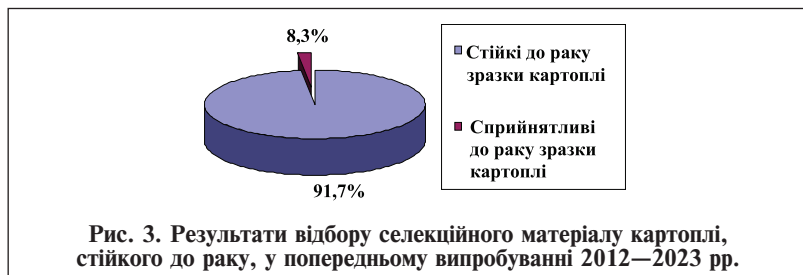
картоплі. Проти шкідників провели обробку Конфідором (0,2 кг/га); проти хвороб — Ридомілом Голд (2,5 кг/га). У серпні виконали попередній облік уражених рослин, у вересні — основний облік за удосконаленою 5-бальною шкалою. Виділили зразки картоплі з комплексною стійкістю до патотипів раку.

Результати та обговорення. У 2012—2023 рр. за визначення стійкості зразків картоплі до збудника раку за допомогою тест-методу Spiekermann A, упродовж кожних 2 років проводили попереднє випробування. З 4219 випробуваних селекційних зразків картоплі було уражено збудником хвороби 353, що склало 8,3%, та вибракувано 3866 зразків картоплі (91,7%) (табл. 1, рис. 3).

У державному випробуванні на стійкість до звичайного патотипу збудника раку зі 163 зразків картоплі не уразився жоден зразок. Всі отримали оцінку стійких, що склало 100% (табл. 2).

1. Результати попереднього випробування селекційного матеріалу картоплі на стійкість до звичайного патотипу *Synchytrium endobioticum* (Д₁), (2012—2023 рр.)

Назва селекційної установи	Всього	Стійких, %	Сприйнятливих, %
Інститут картоплярства НААН	1777	1585	192
Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН	205	191	14
Інститут сільського господарства Полісся НААН	274	262	12
Гірський науковий підрозділ Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН	110	89	21
ПАТ НВО «Чернігівеліткартопля»	61	60	1
Поліське дослідне відділення ІК НААН	1792	1679	113
Загальна сума зразків:	4219	3866	353



При випробуванні селекційного матеріалу на стійкість до 11(M1) Міжгірського агресивного патотипу у лабораторних та польових умовах з 36 зразків картоплі 59,1% отримали оцінку стійких (табл. 2).

За випробування до 13(R1) Рахівського агресивного патотипу було уражено 59,1% зразків картоплі а 40,9% отримали оцінку стійких до даного агресивного патотипу.

При відборі стійких зразків до 18(Ҁа) Ясінівського агресивного патотипу уразились 50,0% зразків картоплі, а друга половина зразків за результатами випробувань були стійкими.

Випробування стійкості до 22(B) Бистрецького агресивного патотипу показало ураження 45,5% зразків картоплі, 54,5% зразків отримали оцінку стійких (табл. 2).

2. Результати випробування селекційного матеріалу картоплі на стійкість до звичайного та агресивних патотипів *Synchytrium endobioticum* (Schilb) Perc.

Назва патотипу	Стойкі, %	Сприйнятливі, %
D1 звичайний патотип	100	0
11(M1) Міжгірський агресивний патотип	40,9	59,1
13(R1) Рахівський агресивний патотип	40,9	59,1
18(Ҁа) Ясінівський агресивний патотип	50,0	50,0
22(B) Бистрецький агресивний патотип	54,5	45,5

Результати досліджень стійкості сортів картоплі передані в Український інститут експертизи сортів рослин для затвердження за списком стійких і районування у вогнищах хвороби.

ВИСНОВКИ

У попередньому випробуванні селекційного матеріалу картоплі на стійкість до звичайного патотипу збудника раку з 4219 зразків відібрано 3688 (91,7%) стійких до хвороби.

За результатами державного випробування селекційного матеріалу картоплі на стійкість до звичайного патотипу збудника раку із 163 досліджених зразків картоплі виділили 100% стійких.

Дослідженнями з відбору селекційного матеріалу картоплі за комплексною стійкістю до агресивних патотипів у лабораторних та польових умовах відібрано 59,1% зразків стійких до 11-го Міжгірського патотипу раку, 40,9% — стійких до 13-го Рахівського, 50,0% — стійких до 18-го Ясінівського та 54,5% — стійких до 22-го Бистрецького патотипу раку.

Зразки картоплі, стійкі до патотипів раку, рекомендовано використовувати у селекційному процесі в якості батьківських форм для схрещування і отримання стійких нащадків.

Стійкі гібриди картоплі рекомендовано для впровадження у осередках поширення патотипів хвороби. Це є одним із заходів контролю поширення раку картоплі та сприяє збільшенню виробництва картоплі в даних регіонах.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 21. «Створення сортів картоплі різного напрямку використання». (Картоплярство); 21.00.02.06 Ф «Пошук донорів стійкості картоплі до збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival». Державна реєстрація №0121U108605.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Potato news today. 2023. <https://www.potatonewstoday.com/2023/01/21/global-potato-statistics-latest-fao-data-published> (дата звернення: 21. 08. 2024).
2. Державна служба статистики України. Рослинництво України. Статистичний збірник. Київ. 2021. С. 134-135. URL: <https://mail.google.com/mail/u/4/#inbox?projector=1> (дата звернення: 20. 10. 2023).
3. Бондарчук А.А., Колгунов В.А., Олійник Т.М. та ін. Картоплярство: методи оцінки якості. Вінниця. Нілан — ЛТД, 2021. 456 с.
4. Огляд поширення карантинних організмів в Україні станом на 01.01.2023 р. URL: http://www.consumer.gov.ua/ContentPages/Oglyad_Poshirennya_Karantinnikh_Organizmv_V_Ukraini/219/ (дата звернення 21. 08. 2024 р.).
5. Zelya A., Zelya G., Oliynik T. et al. Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in Western region of Ukraine. Agricultural Science and Practice. 2018. Vol. 5. №3, P. 3-11. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.03.003>

6. Spieckermann A., Kothoff P. Testing potatoes for wart resistance. Deutsche Landwirts. Presse. 1924. Vol. 51. P. 114-115.

7. Glynne M.D. Infection experiments with wart disease of potatoes *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Annals of Applied Biology. 1925. Vol. 12. P. 34-60.

8. Lemmerzahl J. A new simplified method for inoculation of potato cultivars to test for wart resistance. Züchter. 1930. Vol. 2, P. 288-297.

9. Салтыкова Л.П., Тарасова В.П., Яковлева В.И. Методические указания по испытанию селекционного материала на ракоустойчивость. Ленинград, 1982. 42 с.

10. European and Mediterranean Plant Protection Organization (2004) *Synchytrium endobioticum*. EPPO Standard PM 7/28/1 *Synchytrium endobioticum*. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588>. (last accessed: 20. 08. 2024).

11. European and Mediterranean Plant Protection Organization (2017). *Synchytrium endobioticum*. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin.. 47(3). 420–440. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588>. (last accessed 27. 08. 2024).

12. Зея Г.В., Олійник Т.М., Зея А.Г., Гунчак В.М., Пилипенко Л.А. Методика оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі стійкого до раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., гармонізована з вимогами ЄС. Чернівці. 2015. 24 с.

Zelya G., ORCID: 0000-0001-7040-1908

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

Potato resistance evaluation against wart causative agent *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival

Goal. To evaluate and select breeding samples of potatoes of Ukrainian selection resistant to common and aggressive pathotypes of the cancer pathogen common in Ukraine. **Methods.** Over the past 11 years (2012—2023), 4219 cancer-resistant potato breeding accessions were evaluated and selected in a preliminary trial according to the guidelines modified to meet EU requirements. State testing of 163 samples was conducted. Potato samples were tested for infection with winter zoospores of the cancer pathogen using the Spieckermann A test method. Infection with summer zoospores was carried out using the Glynne-Lemmerzahl test method. To determine the resistance of potatoes to the disease, 10 tubers were planted in triplicate in the field in the foci of cancer pathotypes. Results. Out of 4219 potato breeding samples tested during 2012—2023 in the western region of Ukraine, 3866

(91.7%) resistant and 353 susceptible potato samples to the common pathotype (D1) of the cancer pathogen were selected in preliminary tests for resistance to cancer. State testing has identified 163 breeding samples. 36 potato breeding samples were evaluated for resistance to Ukrainian aggressive pathotypes of the pathogen. **Results.** Out of 4219 potato breeding accessions tested during 2012—2023 in the western region of Ukraine, 3866 (91.7%) resistant and 353 susceptible potato accessions to the common pathotype (D1) of the cancer pathogen were selected in preliminary tests for resistance to cancer. State testing identified 163 breeding samples. 36 potato breeding accessions were evaluated for resistance to Ukrainian aggressive pathotypes of the pathogen. **Conclusions.** Resistant breeding samples against common and aggressive pathotypes of the cancer pathogen are recommended for state registration with the indication of resistance characteristics against the cancer pathogen and further zoning in the disease foci in Ukraine. Potato varieties with complex resistance to common and four local Ukrainian aggressive pathotypes of potato cancer pathogen are recommended for involvement in the breeding process as sources of resistance.

breeding material; potato; cancer; testing; resistance; pathotypes; introduction

REFERENCES

1. Potato news today. (2023) <https://www.potatonewstoday.com/2023/01/21/global-potato-statistics-latest-fao-data-published> (last accessed: 21. 08. 2024).
2. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Roslynnnytstvo Ukrainy. Statystychnyi zbirnyk. . [State Service of Ukraine. Ukrainian crop production. Statistical collection]. 2021. P. 134-135. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/04/zb_rosl_2018.pdf. (last accessed: 19. 10. 2023). (in Ukrainian).
3. Bondarchuk A.A., Koltunov V.A., Oliynyk T.M. et al. (2021). Kartopliarstvo: metody otsinky yakosti. [Potato study: methods for quality evaluation]. Vinnytsia Nilan-LTD. 456 p. (in Ukrainian).
4. Ohliad poshyrennia karantynnykh orhanizmiv v Ukraini stanom na 01.01.2024. URL: http://www.consumer.gov.ua/ContentPages/Oglyad_Poshyrennya_Karantynnykh_Organizmiv_V_Ukraini/219/. (last accessed 21. 08. 2024). (in Ukrainian).
5. Zelya A., Zelya G., Oliynyk T., Pylypenko L., Solomiychuk M., Kordulean R., Skoreyko A., Bunduc Yu., Ghunchk V. (2018). Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in Western region of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*, 5(3), 3-11. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.03.003>
6. Spieckermann A., Kothoff P. (1924). Testing potatoes for wart resistance. *Deutsche Landwirs. Presse*. 51. 114-115.

7. Glynne M.D. (1925). Infection experiments with wart disease of potatoes *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. *Annals of Applied Biology*, 12, 34-60.
8. Lemmerz J. (1930). A new simplified method for inoculation of potato cultivars to test for wart resistance. *Züchter*, 2, 288-297.
9. Saltykova L.P., Tarasova V.P., Yakovleva V.I. (1982). Metodicheskie ukazaniya po ispytaniyu selektsionnogo materiala na rakoustoychivost'. [Methodological notes for breeding material testing on wart resistance]. Leningrad. 42 s. (in Russian).
10. European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2004). *Synchytrium endobioticum*. EPPO Standard PM 7/28/1 *Synchytrium endobioticum*. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588>. (last accessed: 20. 08. 2024).
11. European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2017). *Synchytrium endobioticum*. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 47(3). 420–440. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/epp.12588>. (last accessed 27. 08. 2024).
12. Zelia H.V., Oliinyk T.M., Zelia A.H., Gunchak V.M., Pylypenko L.A. (2015). Metodyka otsinky ta vidboru selektsiinoho materialu kartopli stiikoho do raku *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., harmonizovana z vymohamy ES. [Techniques for choice and evaluation potato breeding material resistant to wart *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc, harmonized with EU requirements]. 24 p. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 04.09.2024

Прийнята до друку: 24.10.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

Л.П. КАВА, кандидат сільськогосподарських наук

Л.І. КУЧЕР, кандидат сільськогосподарських наук

О.О. СИКАЛО, кандидат сільськогосподарських наук

Т.Р. КУЧЕР

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03022, Україна

ВИДОВИЙ СКЛАД КОМАХ-ФІТОФАГІВ У НАСАДЖЕННЯХ МАЛИНИ В ЦЕНТРАЛЬНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мета. Вивчити видовий склад фітофагів та визначити домінантні види у насадженнях малини. **Методи.** Дослідження проводили у зоні Лісостепу України у 2023—2024 рр. Уточнювали видовий склад комах-фітофагів за загальноприйнятими методиками. Для встановлення видового складу фітофагів у насадженнях малини використовували загальноприйняті в ентомології методи досліджень: косіння ентомологічним сачком, візуальний огляд рослин, ґрунтові розкопки. **Результати.** Під час обстежень виявлено комах, які відносилися до 5-ти рядів (Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Hymenoptera та Diptera). Найбільшим видовим різноманіттям характеризувався ряд Coleoptera, до складу якого входило 6 видів з 4-х родин. Аналіз видового складу комах-фітофагів малини за кормовими зв'язками показав, що на цій культурі переважають поліфаги — 9 видів, проте основної шкоди завдають 2 види олігофагів. **Висновки.** За результатами моніторингу ентомокомплексу насаджень малини в Центральному Лісостепу України виявлено 14 видів шкідливих комах з 5-ти рядів. Аналіз видового складу показує, що систематично домінували представники ряду Coleoptera — 43%. Встановлено, що найнебезпечнішими шкідниками, які завдають значної шкоди в Лісостепу, є комплекс комах — шкідників генеративних органів: малиновий жук (*Byturus tomentosus* F.) та малиново-суничний довгоносик квіткогриз (*Anthonomus rubi* Hrb.).

**малина; видовий склад; домінуючі види; комахи-фітофаги;
шкідники**

Малина є однією з найпоширеніших культур в українському ягідному секторі. За даними Державної служби статистики, в Україні у 2021 р. господарства всіх форм власності виростили 36,3 тис. т ма-

лини. За календарний 2021 р. вітчизняні виробники експортували 29,1 тис. т цієї продукції на загальну суму близько 3 млрд грн [1].

В Україні на малині виявлено понад 230 видів комах-фітофагів, з яких 18 видів є найбільш шкідливими на цій культурі, 30 видів масово розмножуються в окремі роки і шкодять локально на невеликій площі або трапляються щорічно в значній кількості, але великої шкоди не завдають [2]. Інші комахи (близько 80 видів — переважно поліфаги), що зареєстровані на малині в межах України, є випадковими шкідниками. Основні шкідники малини представлені кількома спеціалізованими видами: (малинова пагонова попелиця (*Aphis idaei* W.D. Goot), малиново-суничний довгоносик квіткогриз (*Anthonomus rubi* Hrb.) та малиновий жук (*Byturus tomentosus* F.) [3–5].

Видовий склад комплексу шкідливої ентомофауни плодово-ягідних культур у різних регіонах країни може мати суттєві відмінності [6]. Видовий склад комах знаходиться в постійній динаміці і залежить, насамперед, від абіотичних, біотичних, антропоічних чинників та формується відповідно до росту та розвитку культури [7]. Клімат України в останні десятиріччя характеризується тенденцією до потепління. У Лісостепу України середня річна температура повітря зросла на 0,5–1,0°C. Таке підвищення температури позначається на перебігу фенофаз розвитку рослин, може зумовлювати збільшення чисельності популяцій шкідливих організмів, зміни економічних домінантів [8].

Моніторинг видового складу і динаміки чисельності шкідників дає можливість вивчати і обґрунтовувати закономірності в структурі популяцій комах, прогнозувати їхню шкідливість, удосконалювати систему захисту або окремих її складових [9].

Мета досліджень Вивчити видовий склад фітофагів та визначити домінантні види у насадженнях малини Центрального Лісостепу України.

Матеріал і методи. Дослідження проводили у зоні Центрального Лісостепу України у 2023–2024 рр. (Київська обл, Бучанський р-н, смт Макарів, ПФГ «Перлина Лелі»). Насадження малини — 2020 р. посадки, зрошення — краплинне, сорти — Геракл та Полка (ремонтантний). Для встановлення видового складу фітофагів у насадженнях малини використовували загальноприйняті в ентомології методи досліджень: косіння ентомологічним сачком, візуальний огляд рослин, ґрунтові розкопки. Таксономічну належність комах встановлювали за допомогою визначників [10]. Облік чисельності шкідників проводили за відповідними методиками [11].

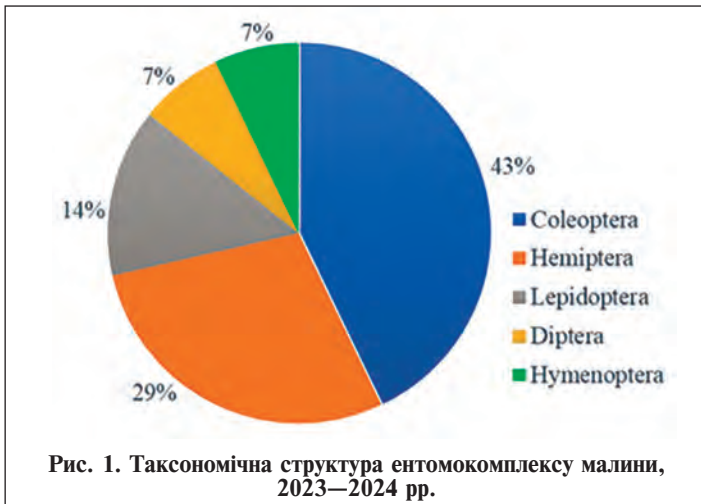
Чисельність шкідників (заселеність насаджень) визначали за формулою:

$$P = 100 (N-n) / N,$$

де P — загальна чисельність, %; n — кількість особин в обліку, шт.; N — кількість особин на куші, шт.

Результати досліджень та обговорення. За вивчення ентомокомплексу насаджень малини в Центральному Лісостепу України виявлено 14 видів комах з 11-ти родин та 5-ти рядів, які тою чи іншою мірою можуть пошкоджувати цю культуру (табл. 1).

Аналіз видового складу показує, що в таксономічній структурі шкідливого ентомокомплексу малини домінували представники рядів Coleoptera — 43% та Hemiptera — 29%. Представники Lepidoptera займали 14%, а найменш чисельними були Hymenoptera і Diptera — по 7% (рис. 1).



Ряд жуки, або твердокрилі (Coleoptera), характеризувався найбільшим видовим різноманіттям (6 видів) і був представлений родинami пластинчастовусі (Scarabaeidae), довгоносики (Curculionidae), чорнотілки (Tenebrionidae) та малинники (Byturidae). Ряд Hemiptera налічував 4 види з родин пентатоміди (Pentatomidae), цикадинові (Cicadinea) і попелиці (Aphidinea). Серед представників ряду Lepidoptera у насадженнях малини були комахами з 2-х родин: совки (Noctuidae) і листовійки (Tortricidae) (табл. 1). Найменшим видовим різноманіттям (1 родина, 1 вид) характеризувались ряди двокрилі (Diptera) та перетинчастокрилі (Hymenoptera), які становили по 7% у структурі ентомокомплексу малини.

Аналіз видового складу комах-фітофагів малини за кормовими зв'язками показав, що на цій культурі переважають поліфаги — 9 видів (хрущ травневий західний, оленка волохата, довгоносик сирій

1. Видовий склад фітофагів малини в Центральному Лісостепу України

Ряд	Родина	Вид	
		латинська назва	українська назва
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Melolontha melolontha</i> L.	Хрущ травневий західний
		<i>Epicometis hirta</i> Poda	Оленка волохата
	Curculionidae	<i>Anthonomus rubi</i> Hrbs.	Малиново-суничний довгоносик квіткогряз
		<i>Sciaphobus squalidus</i> Gyll.	Довгоносик сірий бруньковий
	Tenebrionidae	<i>Opatrum sabulosum</i> L.	Мідляк піщаний
	Byturidae	<i>Byturus tomentosus</i> F.	Малиновий жук
Hemiptera	Aphidinae	<i>Aphis idaei</i> W.D. Goot	Попелиця малинова пагонова
	Cicadinea	<i>Cicadella viridis</i> L.	Цикада зелена
	Pentatomidae	<i>Dolycoris baccarum</i> L.	Клоп ягідний
		<i>Palomena prasina</i> L.	Паломена зелена
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Scotia segetum</i> Schiff.	Совка озима
	Tortricidae	<i>Exapate congelatella</i> Cl.	Листовійка приморозкова
Hymenoptera	Tenthredinidae	<i>Priophorus morio</i> Lep.	Трач малиновий гребінчастовусий
Diptera	Cecidomyiidae	<i>Resseliella theobaldi</i> Barn	Галиця малинова

бруньковий, мідляк піщаний, цикада зелена, клоп ягідний, паломена зелена, совка озима, листовійка приморозкова) (табл. 2). Проте суттєвої шкоди у роки досліджень завдавали олігофаги — малиново-суничний довгоносик квіткогряз та малиновий жук.

За характером пошкодження насаджень малини можна відзначити такі трофічні групи комах:

- 1 — види, які пошкоджують коріння (*Melolontha melolontha* L., *Scotia segetum* Schiff.);
- 2 — види, що живляться на бруньках і листках (*Sciaphobus squalidus* Gyll., *Aphis idaei* W.D. Goot, *Cicadella viridis* L., *Dolycoris baccarum* L., *Palomena prasina* L., *Exapate congelatella* Cl., *Byturus tomentosus* F., *Priophorus morio* Lep.);
- 3 — види, що пошкоджують суцвіття, зав'язь та ягоди (*Epicometis hirta* Poda, *Anthonomus rubi* Hrbs., *Dolycoris baccarum* L., *Palomena prasina* L., *Byturus tomentosus* F.);

2. Трофічна спеціалізація шкідливої ентомофауни малини

Вид		Частина рослин, які пошкоджують комахи-фітофаги	Трофічна спеціалізація
Хрущ травневий західний (<i>Melolontha melolontha</i> L.)	Личинки	Підземні частини	Поліфаг
Оленка волохата <i>Epicometis hirta</i> Poda	Імаго	Генеративні органи	Поліфаг
Малиново-суничний довгоносик квіткогриз <i>Anthonomus rubi</i> Hrb. s.	Імаго, личинки	Бруньки, листки, генеративні органи	Олігофаг
Довгоносик сірий бруньковий <i>Sciaphobus squalidus</i> Gyll.	Імаго	Бруньки, листки	Поліфаг
Мідляк піщаний <i>Opatrum sabulosum</i> L.	Імаго	Підземні частини	Поліфаг
Малиновий жук <i>Byturus tomentosus</i> F.	Імаго, личинки	Листки, генеративні органи	Олігофаг
Малинова пагонова попелиця <i>Aphis idaei</i> W.D. Goot	Імаго, личинки	Стебла, листки, генеративні органи	Олігофаг
Цикада зелена <i>Cicadella viridis</i> L.	Імаго, личинки	Листки	Поліфаг
Клоп ягідний <i>Dolycoris baccarum</i> L.	Імаго, личинки	Листки, генеративні органи	Поліфаг
Паломена зелена <i>Palomena prasina</i> L.	Імаго, личинки	Листки, генеративні органи	Поліфаг
Галиця малинова <i>Resseliella theobaldi</i> Barn.	Личинки	Стебла	Олігофаг
Совка озима <i>Scotia segetum</i> Schiff.	Личинки	Підземні частини	Поліфаг
Листовійка приморозкова <i>Exarate congelatella</i> Cl.	Личинки	Листки	Поліфаг
Трач малиновий гребінчастовусий <i>Priophorus morio</i> Lepeletier	Личинки	Листки	Олігофаг

4 — види, що пошкоджують стебла (*Aphis idaei* W.D. Goot, *Resseliella theobaldi* Barn.).

Комахи ягідний клоп, паломена зелена, малиновий жук та малиново-суничний довгоносик квіткогриз під час живлення можуть пошкоджувати і листя і генеративні органи, малинова пагонова попелиця пошкоджує всі надземні частини малини.

Впродовж всього вегетаційного періоду на листі та дозріваючих ягодах малини шкодили імаго і личинки цикади зеленої, ягідного клопа та паломени зеленої (рис. 2).



Рис. 2. Імаго *Palomena prasina* L. на рослинах малини (фото Л.П. Кава, смт Макарів, Київська обл., 2023)

Грунтові шкідники, серед яких личинки хруща травневого західного та совки озимої, у насадженнях малини значної шкоди рослинам не завдавали, оскільки у господарстві щорічно у весняний період поливають плантації 0,25% розчином Актари, 25 WG, в.г.

Значної шкоди насадженням малини у 2023—2024 рр. завдавали малиново-суничний довгоносик квіткогриз та малиновий жук. У 2023 р. довгоносик у весняний період пошкодив 14,5% бутонів на малині сорту Геракл, а малинового жука виявили у 18,3% ягід.

ВИСНОВКИ

Моніторинговими дослідженнями фітосанітарного стану насаджень малини виявлено 14 видів комах-фітофагів із 5-ти рядів 11-ти родин. У таксономічній структурі шкідливого ентомокомплексу домінували представники рядів: Coleoptera (6 видів) та Hemiptera (4 види). Аналіз видового складу комах-фітофагів малини за кормовими зв'язками показав, що на цій культурі переважають поліфаги — 9 видів. Найчисельнішими (домінантними) видами були малиновий жук (*Byturus tomentosus* F.) та малиново-суничний довгоносик квіткогриз (*Anthonomus rubi* Hrb.), які завдали значних пошкоджень насадженням малини.

Проведені дослідження, з урахуванням фітосанітарного стану насаджень малини в наступні роки, є підґрунтям для розроблення системи захисних заходів культури.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ініціативної НДР «Розробка природоохоронної системи контролю шкідливих та корисних комах інтродукованих квітково-декоративних рослин закритого ґрунту». Державна реєстрація № 0114U003816

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Обсяг виробництва, урожайність та зібрана площа сільськогосподарських культур за їх видами по регіонах. Державна служба статистики. Архів 2021. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Гадзало Я.М. Інтегрований захист ягідних насаджень від шкідників у Північно-Західному Лісостепу і Поліссі України. Львів: Світ, 1999. 184 с.
3. Arus L, Kikas A., Luik A. Carabidae as natural enemies of the raspberry beetle (*Byturus tomentosus* F.). *Žemdirbystė-Agriculture*. Vol. 99. №3. 2012. P. 327-332. URL: [https://zemdirbyste-agriculture.lt/99\(3\)tomas/99_3_tomas_str14.pdf](https://zemdirbyste-agriculture.lt/99(3)tomas/99_3_tomas_str14.pdf)
4. Мринський І.М., Урсал В.В., Тимошук Т.М. Шкідники ягідних культур. Посібник. Київ: Syngenta. 2018. 352.
5. Трускавецька І.Я. Ентомокомплекс шкідників ягідних культур в умовах Броварського району Київської області. Екологічні науки: науково-практичний журнал. 2021. № 3(36). С. 17-21. doi: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.3-36.3>
6. Максименко М.О., Мухіна О.Ю. Комахи-шкідники плодово-ягідних культур околиць с. Зелений гай Дніпропетровської області: збірник наукових праць «Сьома міжнародна конференція молодих учених «Харківський природничий форум», 16-17 травня 2024 р. Харків. 2024. С. 216-219.
7. Стригун О.О., Судденко Ю.М. Видовий склад шкідливої ентомофауни агробіоценозу пшениці озимої в Правобережному Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2016. № 3. С. 15-18. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2016/03/5.pdf>
8. Чайка В.М., Гавей І.В., Неверовська Т.М. Динаміка чисельності шкідників пшениці озимої Лісостепу України в умовах змін клімату. Захист і карантин рослин. 2014. № 60. С. 444-451.
9. Власова О.Г., Зацеркляна М.Д., Власова М.М., Сердюкова М.М. Моніторинг видового складу і чисельності комах та кліщів на яблуні в Правобережному Лісостепу України. Фітосанітарна безпека. 2023. № 69. С. 27-35. doi: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.27-35>.

10. Єрмоленко В.М., Клочко З.Ф. Визначник комах. Київ: Радянська школа, 1971, 178 с.

11. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур ; за ред. В.П. Омелюти. Київ: Урожай, 1986. 296 с.

Kava L., ORCID: 0000-0001-5757-6738

Kucher L., ORCID: 0000-0002-7211-693X

Sikalo O., ORCID: 0000-0002-0403-2101

Kucher T.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
15, Horikhuvatskyi shliakh str., Kyiv, 03041, Ukraine

Specific composition of raspberry herbivorous pest in the Central Forest Steppe of Ukraine

Goal. To study the species composition of herbivorous pests and to determine the dominant species on raspberry. **Methods.** The research was conducted in the Forest Steppe of Ukraine during 2023—2024 years. Clarification of the species composition of herbivorous pests was carried out according to generally accepted methods. Insects were identified using markers. To study the species composition of raspberry herbivorous pests research methods generally accepted in entomology were used: mowing with an entomological net, visual inspection of plants, soil samples. **Results.** The insects that were discovered during the research belong to 5 orders (Coleoptera, Hemiptera, Diptera, Hymenoptera and Lepidoptera). Order Coleoptera, which included 6 species from 4 families, was characterized by the greatest species diversity. The analysis of the species composition of raspberry herbivorous pests based on feeding relationships showed that this culture is dominated by polyphages — 9 species, but the main damage is caused by 2 types of oligophages. **Conclusions.** According to the results of the monitoring of the entomocomplex of raspberry in the Central Forest Steppe of Ukraine, 14 species of pests from 5 orders were found. Analysis of their species composition shows that representatives of the order Coleoptera dominated — 43%. It has been established that the most dangerous pests that cause significant damage in the Forest Steppe are a complex of pests of generative organs: the raspberry beetle (*Byturus tomentosus* F.) and the raspberry strawberry weevil (*Anthonomus rubi* Hrb.).

raspberry; species composition; dominant species; herbivorous pests; pests

REFERENCES

1. Obsiah vyrobnytstva, urozhainist ta zibrana ploshcha silskohospodarskykh kultur za yikh vydamy po rehionakh. Derzhavna sluzhba statystyky. (2021). URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (in Ukrainian).

2. Hadzalo Ya.M. (1999). Intehrovanyi zakhyst yahidnykh nasadzhen vid shkidnykiv u Pivnichno-Zakhidnomu Lisostepu i Polissi Ukrainy. Lviv: Svit, 184 p. (in Ukrainian).
3. Arus L., Kikas A., Luik A. (2012). Carabidae as natural enemies of the raspberry beetle (*Byturus tomentosus* F.). *Žemdirbystė-Agriculture*, 99(3), 327-332. URL: [https://zemdirbyste-agriculture.lt/99\(3\)tomas/99_3_tomas_str14.pdf](https://zemdirbyste-agriculture.lt/99(3)tomas/99_3_tomas_str14.pdf)
4. Mrynskyi I.M., Ursal V.V., Tymoshchuk T.M. (2018) Shkidnyky yahidnykh kultur. Posibnyk. Kyiv: Syngenta, 352 p. (in Ukrainian).
5. Truskavetska I.Ya. (2021). Entomokompleks shkidnykiv yahidnykh kultur v umovakh Brovarskoho raionu Kyivskoi oblasti. *Ekolohichni nauky: nauko-vo-praktychnyi zhurnal*, 3(36), 17-21. (in Ukrainian).
6. Maksymenko M.O., Mukhina O.Iu. (2024). Komakhy-shkidnyky plodovo-yahidnykh kultur okolyts s. Zelenyi hai Dnipropetrovskoi oblasti: zbirnyk naukovykh prats «Soma mizhnarodna konferentsiia molodykh uchenykh «Kharkivskiy pryrodnychiy forum», Kharkiv, 216-219. (in Ukrainian).
7. Stryhun O.O., Suddenko Yu.M. (2016). Vydovyi sklad shkidlyvoi entomofauny ahrobiotsenozu pshenytsi ozymoi v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy, *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, (3), 15-18. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2016/03/5.pdf> (in Ukrainian).
8. Chaika V.M., Havei I.V., Neverovska T.M. (2014). Dynamika chyselnosti shkidnykiv pshenytsi ozymoi Lisostepu Ukrainy v umovakh zmin klimatu. *Zakhyst i karantyn roslyn*, 60, 444-451. (in Ukrainian).
9. Vlasova O.H., Zatserkliana M.D., Vlasova M.M., Serdiukova M.M. (2023). Monitorynh vydovoho skladu i chyselnosti komakh ta klishchiv na yabluni v Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy, *Fitosanitarna bezpeka*, 63, 27-35. doi: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.27-35>. (in Ukrainian).
10. Iermolenko V.M., Klochko Z.F. (1971.) *Vyznachnyk komakh*. Kyiv: Radianska shkola, 178 p. (in Ukrainian).
11. Omeliuta V.P. (1986). *Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur*. Kyiv: Urozhai, 296 p. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 06.09.2024
Прийнята до друку: 23.10.2024
Надруковано: грудень, 2024
Опубліковано онлайн: лютий, 2025

¹Ю.Е. КЛЕЧКОВСЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук

¹Н.Т. МОГИЛЮК, кандидат сільськогосподарських наук

¹К.А. ШМАТКОВСЬКА, кандидат сільськогосподарських наук

¹Р.П. ЦУРКАН, кандидат сільськогосподарських наук

¹Дослідна станція карантину винограду і плодових культур

Інституту захисту рослин НААН, вул. Фонтанська дорога, 49,

м. Одеса, 65049, Україна

МОНІТОРИНГ ФІТОСАНІТАРНОГО СТАНУ ВИНОГРАДНИХ НАСАЖДЕНЬ ПІВДНЯ УКРАЇНИ у 2022—2024 рр.

Мета. Захист виноградних насаджень базується на моніторингу, який забезпечує раннє виявлення, оцінку ступеня зараженості та прогноз обсягу майбутніх популяцій шкідливих організмів, що збільшує шанси уникнути економічних втрат від них. Фітосанітарний моніторинг у регулюванні інтенсивності розвитку та поширення фітопатогенних організмів має безперечне економічне та природоохоронне значення. Метою роботи було вивчення особливостей поширення та розвитку шкідливих об'єктів та бур'янів на виноградних насадженнях Півдня України. **Методи.** Польовий — для визначення розповсюдження, розвитку і шкідливості основних шкідливих об'єктів виноградних насаджень та бур'янів; лабораторний — для вивчення збудників хвороб винограду; візуальний та математично-статистичний. Об'єктами моніторингу були виноградні насадження різних строків садіння та сортового асортименту. **Результати.** Польовими обстеженнями у 2022—2024 рр. виявлено поширення та розвиток *Plasmopara viticola* Berl. et Toni та *Uncinula necator* Berk. на виноградних насадженнях Півдня України. Встановлено, що найбільш сприятливим для *Plasmopara viticola* Berl. et Toni був вегетаційний період 2024 р., коли на суцвіттях спостерігали високий ступінь розвитку хвороби і на необроблених ділянках поширення становило майже 80%, за розвитку хвороби 20%. Визначено, що за роки досліджень умови були сприятливими для прояву *Uncinula necator* Berk., найбільший відсоток поширення проявився під кінець вегетаційного періоду на гронах й сягав 60%, за розвитку 30%. Феромонним моніторингом, проведеним протягом досліджуваного періоду, встановлено динаміку розвитку популяції *Lobesia botrana* Schiff., строки та тривалість розвитку всіх стадій шкідника. Спостереження показали різну

кількість самців метелика першої генерації, в розрахунку на пастку. Найбільша кількість самців, порівняно з 2023—2024 рр., потрапляла у 2022 р. Виявлено, що на виноградних насадженнях спостерігається змішаний тип забур'яненості, а саме — коренепаросткові та кореневищні багаторічні, які є найбільш масовими і шкідливими видами бур'янів. **Висновки.** Результати проведених досліджень 2022—2024 рр., з урахуванням фітосанітарного стану виноградних насаджень в наступні роки, дають основу для розроблення системи захисних заходів щодо подальшого впровадження у технологію вирощування винограду.

моніторинг; сезонні хвороби; гронова листокрутка; бур'яни

Комплексний захист рослин у сучасному розумінні передбачає управління популяціями шкідливих організмів у межах спецагробі-оценів з використанням оптимальної для конкретних умов системи заходів. Головною передумовою комплексного захисту рослин є фітосанітарний моніторинг та прогнозування чисельності шкідливих організмів. Прогноз є основою для планування та розробки сучасних систем комплексного захисту сільськогосподарських культур від комплексу шкідників і хвороб, розрахунку потреби в хімічних, біологічних та інших засобах захисту рослин [1].

На виноградній лозі відомо близько 600 видів шкідників. Пороги економічної шкідливості долають лише окремі. Обмеження чисельності популяції потребує гронова листокрутка.

На виноградних насадженнях в умовах Півдня України зустрічаються три види листокруток — дворічна (*Eupoecilia ambiguella* Hb.), гронова (*Lobesia botrana* Schiff.) та виноградна (*Sparganothis pilleriana* Den. et Schiff.). Серед них гронова листокрутка виділяється особливою агресивністю, щорічно завдає істотної шкоди цій культурі у всьому світі. За великої чисельності поліфага та відсутності захисних заходів, втрати врожаю становлять 60—80%, а в окремих випадках шкідник може знищити весь урожай [2—6]. Стратегія захисту базується на моніторингу популяції, чисельності та інтенсивності розмноження, що дає змогу визначити площу заселення, рівень її шкідливості та спланувати потребу в засобах захисту рослин, як в окремих регіонах (областях), так і в країні загалом.

На виноградних насадженнях Півдня України основне значення в комплексі грибних хвороб, які завдають серйозних збитків та погіршують якість врожаю, становить епіфітотійна хвороба мільдю (збудник *Plasmopara viticola* Berl. et Toni). Зі спектра грибних хвороб за поширенням та шкідливістю на виноградних насадженнях слід відзначити оїдіум. Оїдіум, або справжня борошниста роса (збудник *Uncinula necator* Berk.) нині є найнебезпечнішою хворобою, до якої сприйнятливі понад 90% районованих сортів вітчизняної селекції. Розвиток

хвороби за типом епіфітотії фіксується 7—8 разів на 10 років. У роки епіфітотійного розвитку оїдіуму прями втрати врожаю, без проведення захисних дій, можуть досягати 100%. Також хвороба погіршує визрівання лози, її морозостійкість та продуктивність насаджень у наступні роки [7, 8].

Забур'янення на виноградниках має свої особливості, тому що виноград є багаторічною культурою, яка росте на одному місці кілька десятків років. Більшість видів бур'янів є багаторічники, які не типові для посівів однорічних сільськогосподарських культур [9]. На виноградних насадженнях, де передбачається рядова посадка кущів з міжряддями 2,0—3,5 м, створюються вільні екологічні ніші, які швидко заповнюються бур'янами. Кількісний та видовий склад бур'янів на виноградниках варіює залежно від кліматичних умов, типу ґрунту, зрошення, системи удобрення і агротехніки [10]. Знання характеру та ступеня забур'янення виноградних насаджень дасть можливість найбільш раціонально застосовувати хімічні засоби, виключити їх використання там, де витрати не окупаються.

Мета. Вивчення особливостей поширення та розвитку шкідливих об'єктів та бур'янів на виноградних насадженнях Півдня України.

Матеріали та методи. Дослідження проводили з використанням методичних підходів, які застосовуються у сучасній практиці наукових досліджень з виноградарства, захисту рослин та фітопатології. При проведенні досліджень використовували методи польового та лабораторного дослідів, зокрема: фітопатологічні — для вивчення поширення та розвитку хвороб; маршрутні обстеження — візуальний огляд з подальшою оцінкою ураження сортів та ступеня розвитку хвороб; лабораторний; математично-статистичний. Фітосанітарний моніторинг проведено в основні фенологічні фази розвитку винограду з визначенням строків появи збудників та динаміки їхнього розвитку, згідно із загальноприйнятими методичними рекомендаціями.

Спостереження за появою гронової листокрутки і динамікою її чисельності проводили за загальноприйнятими методиками [11]. Для визначення строку льоту метеликів гронової листокрутки на ділянках винограднику розміщували рівномірно п'ять сигнальних феромонних пасток на висоті розташування суцвіть. Пастки розвішували на відстані 25—30 м одна від одної. До початку масового льоту облік спійманих самців виконували щоденно, а пізніше — один раз в три дні.

Для встановлення видового складу, рясності і трапляння бур'янів здійснювали маршрутно-польові обстеження виноградних насаджень в Одеській обл. впродовж 2022—2024 рр. Обліки виконували за загальноприйнятими методиками [12, 13]. Видовий склад бур'янів визначали за визначниками [14, 15]. Досліди з вивчення динаміки сходів та розвитку найбільш поширених видів бур'янів (чисельність, маса)

проводили у СТОВ «Роздільнянське» Роздільнянського р-ну, Одеської обл. на винограднику сорту Одеський чорний. Обліки проводили у фази: набухання бруньок, ріст пагонів і суцвіть, цвітіння винограду, ріст ягід, досягання ягід, технічна стиглість.

Результати та обговорення досліджень. Погодні умови років досліджень були не однаковими та характеризувалися великою різноманітністю температурних показників і кількістю опадів в окремі фази розвитку винограду. Сума активних температур за вегетаційний період становила від 2960,4°C у 2023 р. до 3269,3°C у 2024 р. ГТК за вегетаційний період був в межах 0,62 (2022 р.) — 1,50 (2023 р.).

Динаміку розвитку міддю вивчали з моменту появи перших візуальних ознак прояву захворювань й до самого збору врожаю. За багаторічними даними, міддю в умовах Півдня України проявляється наприкінці першої — на початку другої декад червня.

2022—2024 рр. помітно відрізнялися за погодними умовами та розвитком хвороб. У 2022 р., за відсутності ефективних опадів у травні на фоні високих денних температур, міддю розвивалась тільки в липні. Поява первинної інфекції на гронах припала на II декаду липня. На листках прояву хвороби не виявляли, відсоток поширення не перевищував на кінець вегетаційного періоду 12,0%, за розвитку — 8,8%, залежно від сорту. Умови 2023 р. також були несприятливі для розвитку хвороби, поширення якої на виноградних насадженнях мало локальний характер. До липня міддю знаходилась у депресивному стані. Появу її було зафіксовано у I—II декадах липня, переважно на молодому прирості на необроблених ділянках. Відсоток поширення хвороби на листках не перевищував наприкінці вегетаційного періоду 14,00%, за розвитку — 4,40%. З аналізу результатів обліків встановлено, що інтенсивність розвитку міддю на гронах в умовах 2023 р. була невисокою. Відсоток поширення не перевищував на кінець вегетаційного періоду 18,00%, при розвитку — 8,05%. Метеорологічні умови весни поточного року характеризувались нестійкою погодою. Березень і квітень були теплими і дощовими. Перша і третя декади травня були теплішими за середні багаторічні дані, а друга декада була прохолоднішою. Тепла і дощова погода спостерігалась і у першій декаді червня, тоді як друга половина місяця була більш спекотною і сухою. Появу міддю на виноградних насадженнях спостерігали наприкінці травня — на початку червня, на листках та суцвіттях винограду. Поширення та розвиток хвороби на листках мали помірний характер й не перевищували 2,0—3,5% за розвитку 0,0—1,7%. На суцвіттях хвороба розвивалась сильно. На необроблених ділянках поширення хвороби становило до 80,0%, при розвитку 20,0%. У липні міддю була у депресивній стадії. Появу хвороби на деяких сортах винограду фіксували наприкінці вегетаційного періоду, на окремих ягодах.

Погодні умови літніх місяців 2022 року, особливо в передзбиральний період, були сприятливі для розвитку збудника оїдіуму (*Uncinula necator* Berk.) на рослинах винограду. Первинні ознаки пошкодження виноградних кущів оїдіумом спостерігали на стадії ВВСН 71 (початок росту ягід, опадання тичинок квіток). Хвороба розвивалась на ягодах грон у вигляді білого або сіро-білого нальоту. Ознаки хвороби на листках були відсутні. Наприкінці липня — на початку серпня фіксували масове поширення та розвиток оїдіуму на пагонах та перехід міцелію на листки нижнього ярусу. У вересні відбувся осінній спалах розвитку хвороби. Поширення оїдіуму або справжньої борошнистої роси у фазу передзбиральної стиглості становило на листках виноградних насаджень 1,0—17,3%, а розвиток 0,6—15,8%; в гронах показник поширення був вищим і становив 11—55% за розвитку 8—33%. На ці показники впливали біологічні особливості досліджуваних сортів. Фітосанітарний моніторинг, проведений у червні 2023 р. (період розвитку винограду «дрібна горошина»), показав початок розвитку оїдіуму на виноградних насадженнях Одеської області. Хвороба траплялася переважно осередками, але погодні умови у вигляді високих температур повітря та вологості були сприятливими для подальшого інтенсивного розвитку оїдіуму. В подальшому, при проведенні обліків в липні, фіксували продовження розвитку хвороби як на листі, так і на гронах винограду. Відсоток поширення хвороби на листі не перевищував на кінець вегетаційного періоду 21% за розвитку 15%. Аналізом результатів обліків встановлено, що інтенсивність розвитку оїдіуму на гронах в умовах 2023 р. була високою. Відсоток поширення наприкінці вегетаційного періоду становив 35% за розвитку 20%. В умовах поточного року оїдіум мав поширення наприкінці сезону. Найбільше він проявився на гронах винограду, поширення його склало на необроблених ділянках 60%, а розвиток 30%.

Моніторингові спостереження чисельності гронової листокрутки у 2022 р. за допомогою феромонних пасток показали істотне зростання кількості самців метелика першої генерації, порівняно з 2023—2024 рр. У 2022 р. кількість метеликів на пастку становила — 137 шт., у 2023 — 110, у поточному році — 105 шт. Таке збільшення чисельності шкідника у 2022 р. пов'язане, на нашу думку, зі збереженням зимуючих форм гронової листокрутки через сприятливі в період спокою винограду 2021—2022 рр. метеорологічні умови, які характеризувалися високою температурою повітря і невеликою сумою негативних температур, меншою у порівнянні з середньобагаторічними значеннями.

Метеорологічні умови періоду вегетації як у 2022, так і 2023 роках також були сприятливі для розвитку шкідника. Особливо сприятливі умови для розвитку гронової листокрутки склалися у 2022 р. Відомо, що оптимальна температура для живлення гусениць гронової листо-

крутки становить 20—25°C, відносна вологість — 55—85%, а шкідники у стадії яйця не розвиваються за температури вище 32°C і вологості нижче 50%. Аналіз одержаних результатів свідчить, що динаміка поширеності гронової листокрутки відрізнялася за роками.

Біоекологічні особливості розвитку гронової листокрутки в умовах Півдня України вивчали у вегетаційний період 2022—2024 рр. Для відстеження динаміки льоту метеликів застосовували феромонні пастки. Початок льоту метеликів I генерації у 2022 р. почався 29.04 і тривав 15 діб, II генерації — 29.06 з тривалістю 14 діб, III генерації — 01.08 з тривалістю 22 доби. Початок льоту метеликів I генерації у 2023 р. почався 26.04 та тривав 20 діб, II генерації — 24.06. з тривалістю 16, III генерації — 10.08 з тривалістю 32 доби. Початок льоту метеликів I генерації у 2024 р. почався 08.04 і тривав 38 діб, II генерації — 26.06 з тривалістю 20, III генерації — 03.08 з тривалістю 17 діб.

Впродовж дослідних років було обстежено промислові виноградники та виявлено 59 видів бур'янів, які належать до 24-ох ботанічних родин. Домінуючими по кількості представлених видів були родини айстрових (*Asteraceae*) — 15 видів, і тонконогових (*Poaceae*) — 10 видів. Найбільш масові і поширені серед багаторічних видів бур'янів: осот рожевий — рясність 2,0 шт./м², трапляння 30,5%; березка польова — 7,2 та 61,4; пирій повзучий — 81,9 та 38,1% молочай лозаний — 1,6 шт./м² та 25,7%. Серед однорічних видів: щиріця звичайна — рясність 10,1 шт./м², трапляння 61,9%; амброзія полинолиста — 8,2 та 44,7; лобода біла — 4,1 та 40,0; злинка канадська — 2,0 та 24,8; нетреба звичайна — 1,5 та 16,2; мишій зелений — 29,2 та 46,2; півняче просо — 23,0 та 24,3; бромус покрівельний — 31,9 шт./м² за трапляння 20,5%.

Для вибору строків обробки та норм витрати гербіцидів велике значення має динаміка появи сходів і зміни чисельності рослин бур'янів. На динаміку появи сходів рослин бур'янів впливають різні фактори: температура повітря і ґрунту, запаси вологи у ґрунті, видовий склад бур'янів, особливості вирощування сільськогосподарської культури. Для вивчення динаміки появи сходів найбільш поширених видів бур'янів на виноградниках були проведені обліки на зафіксованих майданчиках, починаючи з 20 квітня через кожних 10 діб до 20 червня, після обліку рослини бур'янів видаляли без розпушування ґрунту. Узагальнюючи аналіз динаміки появи сходів бур'янів слід зазначити, що найбільш інтенсивне проростання насіння проходить з першої декади травня до другої декади червня. Виходячи з цього саме в цей період необхідно ретельно контролювати чисельність та розвиток бур'янів. З третьої декади червня інтенсивність появи сходів рослин починає поступово знижуватись. Зменшення появи сходів рослин бур'янів у червні пов'язане з тим, що частково вичерпані

запаси насіння, які знаходяться у верхньому шарі ґрунту, а також зі збільшенням проективного затінення поверхні ґрунту листям винограду. Одним із істотних факторів, що обмежують можливості для проростання насіння і появи нових сходів бур'янів, є дефіцит ґрунтової вологи у верхньому шарі, який наростає по мірі зниження ГТК та посилення випаровування води.

Водночас з визначенням динаміки появи сходів на виноградних насадженнях вивчали особливості процесів забур'янення (динаміка чисельності та маси). Дані динаміки розвитку рослин бур'янів у конкретних природно-кліматичних умовах потрібні для прогнозування засміченості виноградних насаджень. Спостереження за динамікою чисельності бур'янів показали, що чисельність на 1 м² протягом досліджень 2022—2024 рр. була різною й істотно змінювалася як за роками, так і впродовж періоду вегетації. Літо 2022 р. було спекотним і посушливим, тому велику питому частку в структурі забур'янення займали багаторічні види, які мають глибоко проникаючу кореневу систему, наприклад, пирій повзучий, осот рожевий, осот жовтий, молочай лозяний, березка польова, а також посухостійкі однорічники: мишій зелений, мишій сизий, щиряця звичайна, просо півняче. Чисельність ярих бур'янів була значно меншою порівняно з 2023 та 2024 роками.

Теплі зими 2023 та 2024 років сприяли добрій перезимівлі значної кількості зимуючих та озимих видів бур'янів. Особливо великим різноманіттям відрізнявся склад бур'янів влітку 2023 р., коли для їхнього розвитку були виключно сприятливі умови (численні опади та помірний температурний режим повітря і ґрунту). В цей рік спостерігали бурхливий розвиток ранніх та пізніх ярих дводольних та злакових бур'янів: щиряці звичайної, амброзії полинолистої, лободи білої, не-треби звичайної, портулаку городнього, проса півнячого, мишію зеленого і сизого та ін. В середньому за роки досліджень інтенсивне проростання основної кількості бур'янів відбувалось наприкінці травня — початку червня (у фази росту пагонів і суцвіть та цвітіння винограду) від 161,9 до 232,6 шт./м². Найбільшу чисельність їх фіксували у фазі росту ягід винограду — 264,8 шт./м². Основну кількість бур'янів склали однорічні види: щиряця звичайна, амброзія полинолиста, мишій зелений. Найчисленнішим з багаторічних видів був пирій повзучий. У фазі технічної стиглості винограду після закінчення вегетації таких видів, як пирій повзучий, осот рожевий, мишій зелений чисельність бур'янів знижувалася і становила 182,1 шт./м².

Інтенсивне наростання маси бур'янів (642,2—3424,1 г/м²) спостерігали в період між фазами росту пагонів та суцвіть і росту ягід винограду. Максимальне наростання маси бур'янів (4236,5 г/м²) припадає на фазу дозрівання ягід винограду. Найбільшу питому частку у структурі забур'янення в цей період мали з однорічних дводольних —

нетреба звичайна, шириця звичайна, лобода біла; серед багаторічних бур'янів — осот рожевий та молочай лозяний. Аналіз динаміки чисельності і маси біологічних груп бур'янів на виноградних насадженнях показав, що багаторічні бур'яни домінують у ценозі на початку вегетаційного періоду, а ярі — наприкінці.

ВИСНОВКИ

В результаті феромоніторингу встановлено динаміку чисельності гронової листокрутки, строки та тривалість розвитку всіх стадій шкідника.

В умовах 2022—2023 рр. розвиток міддю можна охарактеризувати як депресивний. Відсоток поширення хвороби не перевищував наприкінці вегетаційного періоду 12,0%, за розвитку 8,8%, залежно від сорту винограду. В умовах 2024 р. хвороба найбільше проявилась на суцвіттях, поширення сягало 80,0%, розвиток — 20,0%.

Поширення оїдіуму у фазі передзбиральної стиглості на листках виноградних насаджень не перевищувало 1,5—18,0%, розвиток — 1,0—16,0%; на гронах показник поширення був вищим — 55,0%, розвиток — 10,0—40,0%. В умовах 2024 р. найбільше оїдіум проявився на гронах винограду, поширення його склало на необроблених ділянках 60,0%, а розвиток — 30,0%.

Виявлено, що на виноградних насадженнях спостерігається змішаний тип забур'яненості. Найбільш масовими і шкідливими видами бур'янів є коренепаросткові та кореневищні багаторічні березка польова *Convolvulus arvensis* L., осот рожевий *Cirsium arvense* L., пирій повзучий *Agropyron repens* L., молочай лозяний *Euphorbia virgata* Waldst. et kit.; з однорічних видів — шириця звичайна *Amaranthus retroflexus* L., амброзія полинолиста *Ambrosia artemisiifolia* L., мишій зелений *Setaria viridis* L., нетреба звичайна *Xanthium strumarium* L.

Фінансування: науково-дослідні роботи проводили в межах ПНД 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» («Захист рослин»). Підпрограма 6 «Моніторинг регульованих шкідливих організмів відповідно до міжнародних вимог» («Прогноз та карантин рослин»).

24.06.02.02.Ф Виявлення та ідентифікація видового складу шкідливих та регульованих організмів промислових виноградників та вдосконалення системи захисту в умовах Південно-Західного регіону України. ДР №0121U000079.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Kletchkovskiy Y., Shmatkovskaya K. Prediction of the numbers of *Lobesia botrana* SCHIFF on vineyard plantations of southern Ukraine. *Protecția plantelor realizări și perspective*. 2023. P. 458-463. <https://doi.org/10.53040/ppap2023.68>
2. Timer J., Tobin P.C., Saunders M.C. Geographic variation in diapause induction: the grape berry moth (Lepidoptera: Tortricidae.). *Environ. Entomol.* 2010. Vol. 39. №6. P. 1751-1755.
3. Lucchi A., Scaramozzino P. *Lobesia botrana* (european grapevine moth). *CABI Compendium* 2022. DOI: 10.1079/cabicompendium.42794
4. Ozsemerci F., Altindisli F.O., Koclu T., Karsavuran Y. Egg parasitoids of *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae) in the vineyards of Izmir and Manisa Provinces in Turkey. 39th World Congress of Vine and Wine. 2016. DOI:10.1051/bioconf/20160701006
5. Sammaritano A.J. et all. The entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae* for the European grapevine moth, *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera:Tortricidae) and its effect to the phytopathogenic fungus, *Botrytis cinerea*. *Egypt. J. Biol. Pest Control*. 2018. Vol. 28, №1. DOI:10.1186/s41938-018-0086-4
6. Rank A. et all. Risk of the introduction of *Lobesia botrana* in suitable areas for *Vitis vinifera*. *J. Pest Sci.* 2020. Vol. 93. P. 1167-1179.
7. Ключковський Ю.Е., Шматковська К.А.. Моніторинг фітосанітарного стану виноградних насаджень Півдня України у 2022—2023 роках. Фітосанітарна безпека. 2023. Вип. 69. С. 87-96. DOI: 10.36495/PHSS.2023.69.87-96
8. Mane M.A., Bodke S.S., Dhawale R.N. Isolation and Identification of *Uncinula necator* Associated with Grapevine from Marathwada Region. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2018. №6. P. 729-741.
9. Могиліук Н.Т. Забур'яненість виноградних насаджень в зоні південно-західного Степу України. *Карантин і захист рослин*. 2015. № 6. С. 22-23.
10. Могиліук Н.Т. Особливості забур'янення промислових виноградників в зоні Південно-західного Степу України. *Вісник аграрної науки Південного регіону. Сільськогосподарські та біологічні науки*. 2005. Вип. 6. С. 106-112.
11. Мринський І.М., Воєводін В.В. Шкідники винограду: навчальн. посібник. Київ, 2020. 520 с.
12. Косолап С.М. Методика обліку забур'яненості. *Захист рослин*. 2003, №10. С. 17-18.
13. Фисюнов А.В. Методические рекомендации по учёту и картированию засорённости посевов. *Днепропетровск*, 1974. 71 с.
14. Бур'яни України. Київ, 1970. 508 с.
15. Веселовський І.В., Лисенко А.К., Манько Ю.П. Атлас-визначник бур'янів. Київ, 1988. 72 с.

Klechkovskiy Yu., ORCID: 0000-0003-4404-5553

Mohyliuk N., ORCID: 0000-0001-6574-0905

Shmatkovska K., ORCID: 0000-0002-3884-7595

Tsurkan R., ORCID: 0009-0004-5986-9365

Quarantine Station of grape and fruit cultures of Institute of Plant Protection of the NAAS, 49, Fountain Road str., Odesa, 65049, Ukraine

Monitoring of the phytosanitary state of grape plantations in the south of Ukraine in 2022—2024

Goal. The protection of vineyards is based on monitoring, which provides early detection, assessment of the degree of infection and forecasting of future populations of pests, which increases the chances of avoiding economic losses from them. Phytosanitary monitoring in regulating the intensity of development and spread of phytopathogenic organisms is of undoubted economic and environmental importance. **Methods** of the work was to study the peculiarities of the spread and development of harmful objects and weeds in the vineyards of the South of Ukraine. The main research methods were: field — to determine the distribution, development and harmfulness of the main harmful objects of vineyards and weeds; laboratory — to study pathogens of grape diseases; visual and mathematical-statistical. The objects of monitoring were grape plantations of different planting dates and varietal assortment. **Results.** Field surveys in 2022—2024 revealed the spread and development of *Plasmopara viticola* Berl. et Toni and *Uncinula necator* Berk. on grape plantations in the South of Ukraine. It was found that the most favorable for *Plasmopara viticola* Berl. et Toni was the vegetation period of 2024, when a high degree of disease development was observed on the inflorescences and the spread in untreated areas was almost 80%, with the development of the disease 20%. It was determined that during the years of research the conditions were favorable for the manifestation of *Uncinula necator* Berk., the highest percentage of distribution was observed at the end of the growing season on the clusters and reached 60%, with 30% development. Pheromone monitoring conducted during the study period revealed the dynamics of *Lobesia botrana* Schiff. population development, the timing and duration of all stages of the pest. Observations showed a different number of males of the first generation of the butterfly per trap. The largest number of males, compared to 2023—2024, was recorded in 2022. It was found that a mixed type of weediness is observed in vineyards, namely, root and rhizome perennials, which are the most widespread and harmful weed species. **Conclusions.** The results of the research conducted in 2022—2024, taking into account the phytosanitary condition of vineyards in the following years, provide the basis for the development of a system of protective measures for further implementation in the technology of grape growing.

monitoring; seasonal diseases; bunchy leaf spot; weeds

REFERENCES

1. Kletchkovskiy Y., Shmatkovskaya K. (2023). Prediction of the numbers of *Lobesia botrana* SCHIFF on vineyard plantations of southern Ukraine. Protecția plantelor realizări și perspective. P. 458-463. <https://doi.org/10.53040/ppap2023.68>.
2. Timer J., Tobin P.C., Saunders M.C. (2010). Geographic variation in diapause induction: the grape berry moth (Lepidoptera: Tortricidae). Environ. Entomol., 39(6), 1751-1755.
3. Lucchi A., Scaramozzino P. (2022). *Lobesia botrana* (European grapevine moth). CABI Compendium. DOI: 10.1079/cabicompendium.42794
4. Ozsemerci F., Altindisli F.O., Koclu T., Karsavuran Y. (2016). Egg parasitoids of *Lobesia botrana* (Den. & Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae) in the vineyards of Izmir and Manisa Provinces in Turkey. 39th World Congress of Vine and Wine. DOI:10.1051/bioconf/20160701006
5. Sammaritano A.J. et al. (2018). The entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae* for the European grapevine moth, *Lobesia botrana* Den. & Schiff. (Lepidoptera:Tortricidae) and its effect to the phytopathogenic fungus, *Botrytis cinerea*. Egypt. J. Biol. Pest Control, 28(1). DOI:10.1186/s41938-018-0086-4
6. Rank A. et al. (2020). Risk of the introduction of *Lobesia botrana* in suitable areas for *Vitis vinifera*. J. Pest Sci., 93, 1167-1179.
7. Klechkovsky Yu.E., Shmatkovska K.A. (2023). Monitorynh fitosanitarnoho stanu vynohradnykh nasadzhen Pivdnia Ukrainy u 2022-2023 rokakh. [Monitoring of the phytosanitary state of grape plantations in Southern Ukraine in 2022-2023]. Fitosanitarna bezpeka, 69, 87-96. DOI: 10.36495/PHSS.2023.69.87-96 (In Ukrainian).
8. Mane M.A., Bodke S.S., Dhawale R.N. (2015). Isolation and Identification of *Uncinula necator* Associated with Grapevine from Marathwada Region. Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. 2018, (6), 729-741.
9. Mohyliuk N.T. (2015). Zaburianenist vynohradnykh nasadzhen v zoni pivdenno-zakhidnoho Stepu Ukrainy. [Pollution of grape plantations in the zone of the southwestern Steppe of Ukraine]. Karantyn i zakhyst roslyn, (6), 22-23. (In Ukrainian).
10. Mohyliuk N.T. (2005). Osoblyvosti zaburianennia promyslovykh vynohradnykh v zoni Pivdenno-zakhidnoho Stepu Ukrainy. [Peculiarities of weeding of industrial vineyards in the Southwestern Steppe zone of Ukraine]. Visnyk ahrarynoi nauky Pivdennoho rehionu. Silskohospodarski ta biolohichni nauky, 6, 106-112. (In Ukrainian).
11. Mrynskyi I.M., Voievodin V.V. (2020). Shkidnyky vynuohradu: navchalnyi posibnyk. [Pests of grapes: study guide]. Kyiv. 520 s. (In Ukrainian).

12. Kosolap S.M. (2003). Metodyka obliku zaburianenosti. [Weeding accounting methodology]. Zakhyst roslyn. (10), 17-18. (In Ukrainian).
13. Fysiunov A.V. (1974). Metodycheskye rekomendatsyy po uchëtu y kartyrovaniyu zasorënnosti posevov. [Guidelines for recording and mapping crop weed infestation]. Dnepropetrovsk. 71 s. (In Russian).
14. Buriany Ukrainy. [Weeds of Ukraine]. (1970). Kyiv. 508 s. (In Ukrainian).
15. Veselovskyi I.V. Lysenko A.K., Manko Yu.P. (1988). Atlas-vyznachnyk burianiv. [Atlas-determiner of weeds]. Kyiv. 72 s. (In Ukrainian).

Надійшла до редакції: 29.08.2024

Прийнята до друку: 24.09.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

ЧО.Е. КЛЕЧКОВСЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук

Л.Г. ТИТОВА, кандидат біологічних наук

Л.М. БОНДАРЕВА, кандидат сільськогосподарських наук

¹Дослідна станція карантину винограду і плодових культур
Інституту захисту рослин НААН, вул. Фонтанська дорога, 49,
м. Одеса, 65049, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

РОЗШИРЕННЯ АРЕАЛУ АДВЕНТИВНОГО ВИДУ *METCALFA PRUINOSA* SAY (ЦИКАДКА ЦИТРУСОВА) В УКРАЇНІ

Мета. Визначення можливості подальшого поширення адвентивного виду комахи *Metcalfa pruinosa* (Say) на території України з використанням сучасних комп'ютерних програм: AgroAtlas, MapInfo Pro15.0 (ESTIMap®) та IDRISI SELVA (Clarklabs®). **Методи.** Моделювання за допомогою сучасних комп'ютерних програм AgroAtlas, MapInfo Pro15.0 (ESTIMap®) та IDRISI SELVA (Clarklabs®), які дають змогу в автоматизованому режимі створювати прогностичні карти поширення адвентивних організмів. **Результати.** Встановлено, що кліматичні умови на всій території України задовольняють умовам проживання виду за низкою показників: сумою активних температур, багаторічною середньорічною температурою, багаторічними середньорічними температурами найхолоднішого (січень) і найтеплішого (липень) місяців, середньорічною кількістю опадів. Аналіз моделі показує, що потенційним ареалом *M. pruinosa* може бути вся територія України, це зумовлено наявністю великого кола рослин-господарів і відповідністю кліматичних умов вимогам виду. **Висновки.** Цитрусова цикада добре адаптується і розмножується на різних дикорослих і декоративних рослинах, що слугують для неї резерватами. Існуючі фітосанітарні заходи не можуть надійно запобігти ризику поширення *M. pruinosa* в Україні. Необхідна розробка системи контролю чисельності шкідника для запобігання подальшому поширенню та зниження шкідливості. Як ефективний захід управління ризиком може бути включення *M. pruinosa* до списку регульованих некарантинних організмів Переліку регульованих шкідливих організмів в Україні.

карантин рослин; *Metcalfa pruinosa*; моделювання потенційного ареалу

Адвентивний вид — це широка категорія інорайонних для даного біоценозу (формації, території) видів, занесених з інших місцевостей у результаті еволюції фітоценозів та антропогенної діяльності. Чужорідні види, які дуже успішно розмножуються на новому місці й активно поширюються, є інвазійними або проблематичними чужорідними видами. Інвазійні чужорідні види, згідно зі звітом Міжурядової науково-політичної платформи з біорізноманіття та екосистемних послуг ООН (МНППБЕП) (The Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services: opportunities for the social sciences. Innovation: IPBES), становлять серйозну глобальну загрозу природі, економіці, продовольчій безпеці та здоров'ю людей. Поряд із різкими змінами в біорізноманітті та екосистемах, пов'язаних зі зміною клімату, чужорідні види спричиняють глобальні економічні витрати. У 2019 р. вони вже перевищили \$423 млрд. Витрати збільшуються щонайменше в 4 рази кожне десятиліття, починаючи з 1970 р. Зареєстровано 34% наслідків біологічних інвазій у Північній і Південній Америці, 31% — у Європі та Центральній Азії, 25% — в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні та близько 7% — в Африці. За оцінками, через чужорідні види Європейський союз втрачає близько 12 млрд євро на рік [1]. Тому чужорідні види, що вторглися в нове середовище проживання, це глобальна проблема. МНППБЕП ООН вказує на недостатні заходи для розв'язання цих проблем, відсутність планів зі збереження біорізноманіття та управління чужорідними видами. Виходячи з вищезазначеного, виявлення у 2011 р. адвентивного північноамериканського виду *Metcalfa pruinosa* Say (цикадка цитрусова або біла) в Україні потребує вивчення всіх аспектів життєдіяльності комахи і, в першу чергу, визначення потенційного ареалу шкідника в країні.

Цикадки являють собою одну з найбільших і найпоширеніших груп шкідників, що висмоктують соки рослин, які є в дикій природі та в сільськогосподарських середовищах існування. Вони завдають шкоди рослинам безпосередньо через живлення та відкладання яєць або опосередковано через передачу небезпечних патогенів рослин [2, 3]. До них належить і цитрусова (біла) цикадка (*Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) — вид, що здатен розвиватися на сотнях видів рослин із багатьох ботанічних родин.

Батьківщиною *M. pruinosa* є Північна Америка, де комаха має широке розповсюдження в різних кліматичних зонах, що простягаються від Техасу та Флориди по всій східній частині США до південного Онтаріо та Квебека в Канаді. Випадково завезена з Північної Америки в Італію в 1979 р. [4]. Шкідник швидко поширився й наразі присутній майже в усіх європейських країнах, спричиняючи економічну шкоду важливим сільськогосподарським культурам і фруктовим деревам [5, 6]. Відомо, що цитрусова цикадка може бути переносником

Pseudomonas syringae pv. *actinidiae* (Psa), які викликають важке бактеріальне ураження рослин [2]. Особлива загроза існує в сильну спеку, коли виділяється рясна медвяна «роса», на якій розвиваються сажисті, що закупорюють продиhi рослин і утруднюють фотосинтез.

Наразі комаха зареєстрована в ряді європейських країн: Албанія, Австрія, Боснія і Герцеговина, Болгарія, Угорщина, Німеччина, Греція, Іспанія, Італія, Росія, Румунія, Сербія, Словаччина, Словенія, Франція, Хорватія, Чорногорія, Чехія, Швейцарія, Польща, Азербайджан [6]. У 1994 р. *M. pruinosa* була зафіксована у Великій Британії, проте інвазійну популяцію вдалося знищити [7].

Перша інформація про виявлення *M. pruinosa* в Україні датується 2011 роком, коли поодинокі особини були зафіксовані на айланті найвищому (*Ailanthus altissima*) в Одесі, після чого відбулося розселення шкідника [8]. В Овідіопольському районі Одеської області на сьогоднішній день сформувалася стійка популяція шкідника, яка була виявлена під час обстеження насаджень плодovих, декоративних та овочевих культур [9]. *M. pruinosa* швидко поширилася в деяких регіонах України менше ніж за 10 років. Вогнища цитрусової цикадки були виявлені в містах Донецьк, Сімферополь, Київ, у Виноградівському та Ужгородському районах Закарпатської області, у Харківській, Дніпропетровській областях [10–13]. Однак, інформацію про площі осередків не наведено. *M. pruinosa* має понад 300 видів рослин-господарів [14], тому досить імовірно, що вона приживеться в усіх районах України, умови яких відповідають вимогам виду (відповідність клімату і наявність рослин-господарів). Висока екологічна пластичність цикадки цитрусової може являти собою фітосанітарну небезпеку.

Факт виявлення *M. pruinosa* в Україні та її потенційна шкідливість зумовлюють необхідність виявлення території України, придатних для подальшого розселення шкідника, та визначення потенційного ареалу для наступної процедури аналізу фітосанітарного ризику (АФР) на основі біокліматичного моделювання з використанням сучасних комп'ютерних програм. Підґрунтям побудови біокліматичної моделі є вдалі результати побудови таких моделей для України щодо інших інвазійних видів, таких як *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte, *Oenona hirta* Fabricius, *Thaumatotibia leucotreta* Meyrick, *Grapevine roditis leaf discoloration-associated virus* [15–18].

Мета. Метою дослідження було встановлення потенційного ареалу адвентивного шкідника рослин *Metcalfa pruinosa* (Say), який з початку першого виявлення у 2011 р. значно розповсюдився на території України. *M. pruinosa*, будучи поліфагом, пошкоджує 55 видів рослин із 50-ти родин, що являє значну загрозу рослинним ресурсам держави. Визначення потенційного ареалу шкідника дозволяє своєчасне прийняття превентивних заходів захисту рослин для уникнення шкоди.

Матеріали і методи. Визначення потенційного ареалу *Metcalfa pruinosa* в Україні проводили з використанням сучасних комп'ютерних програм AgroAtlas, MapInfo Pro15.0 (ESTIMap®) та IDRISI SELVA (Clarklabs®), які дають змогу в автоматизованому режимі створювати прогностичні карти поширення адвентивних організмів [15, 19].

З цією метою проводили кілька послідовних операцій:

1. Побудова векторної карти європейської частини ареалу *M. pruinosa* в програмі MapInfo Pro15.0.
2. Експорт побудованої векторної карти європейської частини ареалу *M. pruinosa* в програму IDRISI SELVA.
3. Визначення середніх багаторічних показників кліматичних чинників у різних частинах європейського ареалу на світових кліматичних картах (середньорічна температура, сума активних температур_10, температури найтеплішого та найхолоднішого місяців, середньорічна кількість опадів).
4. Визначення максимальних і мінімальних показників у кількісних амплітудах кожного з лімітуючих чинників.
5. Визначення придатності кліматичних умов території України для існування виду за кожним з окремих показників клімату.
6. Побудова векторних карт екологічно придатних територій за кожним із лімітуючих факторів на кліматичних картах програми AgroAtlas.
7. Побудова карти потенційного ареалу *M. pruinosa* в Україні з проведенням операції накладення одна на одну трьох векторних карт екологічно придатних територій, визначення території, придатної для існування виду за комплексом кліматичних чинників.

Результати і обговорення. Наразі *M. pruinosa* зафіксована в кількох регіонах України, але можлива поява шкідника і в інших місцях [9, 20]. В умовах Києва *M. pruinosa* має одне покоління. Дорослі особи зустрічаються з липня до кінця серпня, масово — у 2—3 декадах липня (рис. 1). На території Донбасу личинок старших вікових груп та імаго реєстрували з серпня до кінця жовтня 2018 р. [10]. Абіотичні чинники середовища мають суттєвий вплив на цикадку. Дослідження показали, що денна та нічна температура повітря, кількість опадів та їхня тривалість мали вирішальне значення в темпах розвитку комахи. Розвиток шкідника обмежується мінімальною температурою повітря 17—20°C та значною кількістю опадів [12].

Будучи поліфагом, на території Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАНУ (м. Київ) *M. pruinosa* пошкоджує 55 видів рослин із 50-ти родин [12]. Широкий спектр культур, що використовуються для живлення цикадкою, слугує так само резерватами для цього виду. Місцями зимівлі є лише деревні рослини, тому лісові



Рис. 1. *Metcalfa pruinosa*: а, б — імаго; в — колонія личинок *Metcalfa pruinosa*, які живляться на бур'янистих трав'янистих рослинах (фото Л.М. Бондарева, Київ, 2021)

смуги відіграють важливу роль для зимівлі та подальшого збільшення чисельності, особливо на польових культурах.

На рисунку 2 наведено карту областей України, де виявлено осередки цикадки цитрусової. Виявлення шкідника в різних регіонах країни водночас вказує на можливість стрімкого різновекторного розповсюдження фітофага та вимагає екстренної розробки системи контролю і заходів із запобігання його поширенню, що мають базува-



Рис. 2. Облaсті України, де виявлено осередки *Metcalfa pruinosa*

тися на прогнозі можливості акліматизації та визначенні потенційного ареалу *M. pruinosa* в Україні.

Відомо, що причиною поширення фітофагів та зміни їхнього ареалу є навмисна або ненавмисна діяльність людини, а також глобальні кліматичні зміни. Однією з основних умов оселення виду на новій території є відповідність кліматичних умов умов наявного ареалу. З цією метою було проведено аналіз типів клімату європейської частини ареалу *M. pruinosa* та України.

Клімат європейської частини ареалу цитрусової цикадки вирізняється різноманітністю і включає кілька зон: помірного, континентального, помірно континентального, субтропічного середземноморського типу. Зона помірного клімату характеризується середньою температурою найхолоднішого місяця вище 0°C і нижче 18°C , а також наявністю хоча б одного місяця з температурою вище 10°C . Такий тип клімату характерний для Німеччини, більшої частини Франції, Чехії, Польщі. Зона континентального клімату характеризується середньою температурою найхолоднішого місяця, нижчою за 0°C , та наявністю хоча б одного місяця з температурою, вищою за 10°C . Такий тип клімату характерний для Румунії та півночі Сербії, гірських районів Албанії. Помірно континентальний клімат поширений у центральній і Східній Європі: в Австрії, Угорщині, Боснії і Герцеговині, півдні Сербії, Словаччині, Швейцарії. Середземноморський субтропічний клімат трапляється по всій прибережній зоні Албанії, на південному заході Боснії і Герцеговини, більшій частині Греції, в Іспанії, Італії, на південному узбережжі Франції, Хорватії.

Віддаленість України від океанів, континентальної Євразії та переважно рівнинний характер території визначають клімат країни як помірно континентальний, з континентальністю, що поступово змінюється із заходу на схід. Середні температури січня становлять близько -5°C , липня — $+20^{\circ}\text{C}$. Річна кількість опадів варіює від 300—350 мм на південному сході та півдні до 550—650 мм на заході та північному заході. Режим атмосферних опадів: максимум — влітку і мінімум — взимку. На Південному березі Криму клімат субтропічний (середземноморського типу), спостерігається середземноморський тип літнього режиму опадів: максимум — узимку, мінімум — улітку. Встановлено, що деякі типи клімату, характерні для європейської частини ареалу, такі як континентальний, помірно континентальний і середземноморський, визначають клімат України в різних частинах країни.

На світових кліматичних картах було визначено середні багатрічні значення кліматичних показників у різних частинах європейського ареалу шкідника (середньорічна температура, сума активних температур 10, температури найтеплішого і найхолоднішого місяців, середньорічна кількість опадів) та виявлено максимальні й мінімальні значення в кількісних амплітудах кожного з лімітуючих чинників. Дані проведеного ГІС-аналізу застосовували для визначення прийнятних кліматичних умов в Україні для існування *M. pruinosa* та побудови векторних карт екологічно придатних територій за кожним із лімітуючих факторів. Використовували максимальні та мінімальні значення екологічних амплітуд у європейській частині ареалу (табл.).

Побудова електронної векторної карти потенційного ареалу, проведена з використанням комп'ютерних програм AgroAtlas, MapInfo Pro 15.0 та IDRISI SELVA, дає змогу графічно відобразити прийнят-

Показники амплітуд коливань кліматичних показників європейської частини ареалу *Metcalfa pruinosa*

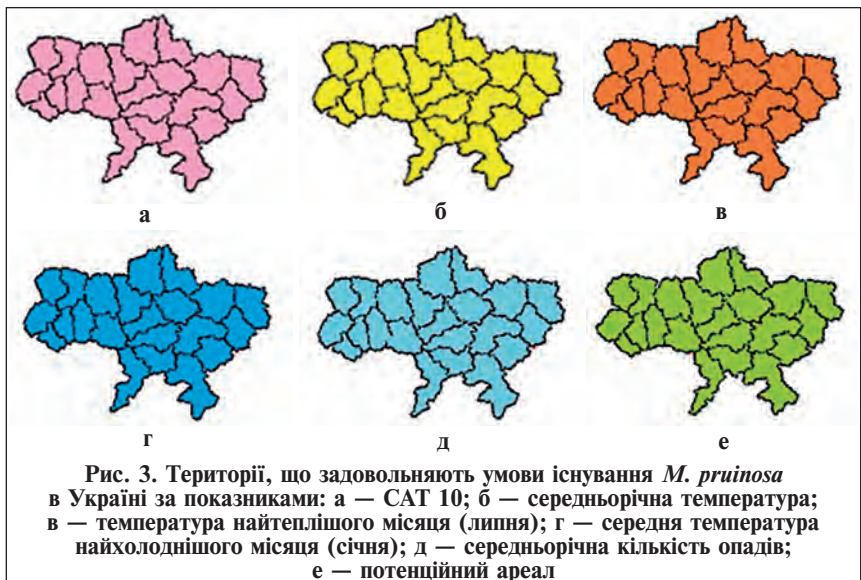
САТ_10, $^{\circ}\text{C}$	1635; 1882; 2010; 2030; 2124; 2187; 2430; 2582; 2639; 2706; 3384; 3550; 3550; 3597; 3857; 6189; 6266; 6481
Середньорічна температура, $^{\circ}\text{C}$	3,5; 3,8; 4,4; 6,3; 7,2; 7,4; 7,7; 7,8; 9,1; 9,3; 10,1; 10,4; 12,7; 13,3; 13,8; 14,7; 15,7; 17,2; 17,8; 18,2; 19,5
Температури найтеплішого місяця, $^{\circ}\text{C}$	15,3; 15,9; 16,4; 16,7; 16,8; 17,1; 17,5; 18,6; 19,1; 20,3; 20,6; 20,6; 22,6; 23,2; 23,4; 24,2; 24,5; 25,2; 25,3; 26,2; 26,3; 26,5
Температури найхолоднішого місяця, $^{\circ}\text{C}$	-16,2; -15,1; -15,1; -12,8; -12,0; -11,8; -10,9; -10,8; -9,2; -7,9; -6,1; -5,5; -4,2; -3,9; -3,7; -3,0; -2,4; -1,9; -1,7; -1,3; -1,0; 0
Середньорічна кількість опадів, мм	158; 387; 409; 471; 482; 506; 515; 516; 525; 543; 543; 563; 575; 612; 639; 645; 646; 665; 704; 736; 764; 764; 799; 841; 871; 1088; 1360; 1487; 2046

ність клімату на території України для *M. pruinosa*. При цьому повністю виключається суб'єктивний фактор, оскільки межі ареалу визначає програма на підставі біологічних особливостей об'єкта.

Програма IDRISI SELVA прибирає зони, які не відповідають необхідним заданим параметрам, що дає змогу на основі аналізу систематизувати всі дані та чітко прогнозувати можливі зони акліматизації та поширення шкідника. Непридатні для існування виду території забарвлені чорним, а території, придатні за кожним із проаналізованих кліматичних чинників, і потенційного ареалу мають заданий програмою колір.

Побудовані векторні карти свідчать, що кліматичні умови на всій території України задовольняють умовам проживання виду за низкою показників: сумою активних температур, багаторічною середньорічною температурою, багаторічними середньорічними температурами найхолоднішого (січень) і найтеплішого (липень) місяців, середньорічною кількістю опадів (рис. 3 а, б, в, г, д). В результаті об'єднання в єдину карту кліматично придатних за кожним із лімітуючих чинників показників було визначено потенційний ареал *M. pruinosa*, який охоплює всю територію України (рис. 3 е).

Технології еколого-географічного аналізу та моделювання поширення біооб'єктів широко використовуються в усьому світі при складанні прогнозів поширення шкідливих об'єктів. Відомо кілька моделей прогнозу поширення цитрусової цикадки за межі наявного



ареалу. В Австрії для визначення географії потенційного поширення випадково завезеної в Європу *M. pruinosa* та областей фітосанітарного ризику використовували програму CLIMEX. Визначено зони, що забезпечують найбільш сприятливий клімат для розвитку шкідника і схильні до ризику його впровадження. За даними G. Strauss (2010) території органічного виробництва в південному Бургенланді та південно-східній Штирії, а також райони Відня, Нижньої та Верхньої Австрії особливо схильні до фітосанітарного ризику [21].

Результати моделювання поширення *M. pruinosa* в Кореї, проведені за допомогою програмного забезпечення MaxEnt, обґрунтували швидке поширення шкідника за рахунок низки чинників, серед яких антропогенний та екологічний (температурний) фактори були найбільш важливими агентами довкілля [22].

Вивчення ймовірності інтродукції та поширення цитрусової цикадки в європейських країнах показало, що вперше її було виявлено в розплідниках і відкритих центрах декоративного садівництва, що вказує на те, що цей шкідник заноситься на нові території через торгівлю рослинами для висаджування [7]. Яйця шкідник відкладає під кору, де вони добре захищені взимку. Тому виживання комахи на стадії яйця під час транспортування та зберігання рослин є дуже ймовірним. Ще один ймовірний шлях потрапляння комахи — це рух транспортних засобів. *M. pruinosa* була знайдена вздовж доріг, автобусних маршрутів, автомагістралей і паркувальних місць у різних європейських країнах. Пасивне поширення комахи через туристичні поїздки в Європейських країнах під час літнього сезону відпусток також можна розглядати як другорядний шлях поширення [21].

Найкращий спосіб звести до мінімуму шкоду від інвазійних видів — запобігти їхньому вторгненню, адже викоринити види, що вже розселилися, надзвичайно складно. Багато розвинених країн шукають способи запобігти вторгненню чужорідних видів за допомогою початкового моніторингу. Геопросторове моделювання з використанням комп'ютерного програмного забезпечення CLIMEX, MaxEnt, AgroAtlas, MapInfo Pro 15.00 і IDRISI SELVA вже використовувалося в багатьох інших розвинених країнах і широко застосовувалося для прогнозу поширення інвазійних видів [20]. Його можна використовувати як ефективний інструмент для превентивного моніторингу з метою раннього виявлення та швидкого реагування на чужорідні види, а також для розроблення моделей прогнозування міграції, розселення та поширення інвазійних видів, спричинених зміною клімату.

ВИСНОВКИ

В Україні існує загроза подальшого поширення *M. pruinosa* за межі виявлених місць перебування шкідника, що зумовлено наявністю вели-

кого кола рослин-господарів і відповідністю кліматичних умов вимогам виду. Існуючі фітосанітарні заходи не можуть надійно запобігти ризику поширення *M. pruinosa* в Україні. Необхідна розробка ефективної системи контролю чисельності шкідника для зниження його шкідливості та запобігання подальшому поширенню. Як ефективний захід управління ризиком може бути включення *M. pruinosa* до списку Регульованих некарантинних шкідливих організмів Переліку України. Рекомендується проводити моніторинг насаджень на території України на наявність *M. pruinosa*, а також інформувати населення про цього шкідника.

Фінансування: науково-дослідні роботи проводили в межах ПНД 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» («Захист рослин»). Підпрограма 6 «Моніторинг регульованих шкідливих організмів відповідно до міжнародних вимог» («Прогноз та карантин рослин»). 24.06.02.03.Ф Аналіз фітосанітарного ризику (АФР) для України шкідливих організмів сигнального списку ЄОЗР (Alert list eppo) *Grapevine roditis leaf discoloration-associated virus*, *Xylosandrus compactus*, *Xylotrechus chinensis*, *Zaprionus indianus*, *Zaprionus tuberculatus*. ДР № 0121U000078.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Merike Linnamägi. Võõrliik: kas edukuse musternäide? Eesti Loodus. 2019. № 3. P. 16-23. URL: <https://loodusveeb.ee/ru/themes/chuzherodnye-vidy/chuzherodnye-vidy-obrazec-uspekha>.
2. Donati I., Mauri S., Buriani G. et al. Role of *Metcalfa pruinosa* as a vector for *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. Plant Pathology Journal. 2017. № 33. P. 554-560. DOI:10.5423/PPJ.OA.04.2017.0074
3. El Hady R., El Hawagry M., Soliman M. Diversity and temporal variations of the leafhopper fauna (Cicadellidae, Auchenorrhyncha, Hemiptera) in two ecological zones of Egypt. Journal of Natural History. 2021. № 54(43-44): P. 2869-2887. <https://doi.org/10.1080/00222933.2021.1874560>
4. Zangheri S., Donadini P. Comparsa nel Veneto di un omottero neartico: *Metcalfa pruinosa* Say (Homoptera, Flatidae). Redia. 1980. 63: 301-305. URL: <https://flow.hemiptera-databases.org/flow/?id=1315&page=explorer&db=flow&card=author&lang=en>
5. Kim Y., Kim M., Hong K.-J., Lee S. Outbreak of an exotic flatid, *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera: Flatidae), in the capital region of Korea. Journal of Asia-Pacific Entomology. 2011. № 14. P. 473-478. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2011.06.002>.
6. *Metcalfa pruinosa*. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.35054>

7. Malumphy C., Baker R., Cheek S. *Citrus planthopper*. Plant Pest Notice. Central Science Laboratory. 1994. № 19. P. 1-2.

8. Ужевская С.Ф., Попова Е.Н., Рыжко В.Е. Белая цикадка (*Metcalfa pruinosa* Say, 1830) в Одессе. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. Серія : Фітопатологія та ентомологія. 2012. № 11. С. 123-133.

9. Попова Л.В., Бондарева Л.М., Положенец В.М., Немерицкая Л.В. Образование устойчивой популяции инвазионного вида *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (*Auchenorrhyncha*: Flatidae) на юге Украины. <https://doi.org/10.1134/S2075111719010132>

10. Мартынов В.В., Никулина Т.В. Первая находка инвазивного вида Меткалфа пруиноза (Say, 1830) (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Flatidae) в фане Донбасса. Промышленная ботаника. 2018. № 18 (4). С. 54-62.

11. Стрюкова Н.М., Стрюков А.А. Новые данные об инвазивных насекомых в Республике Крым. Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2020. № 1(157). С.56-66. <https://doi.org/10.36305/2712-7788-2020-4-157-56-66>

12. Кушнир Н.В., Бондарева Л.М. Распространение, трофическая связь и фенология *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (*Auchenorrhyncha*: Hemiptera) в Национальном Ботаническом саду им. Н.Н. Гришка НАН Украины. <https://doi.org/10.1134/S207511172201009X>

13. UkrBIN: Ukrainian Biodiversity Information Network [public project & web application]. Retrieved from: URL:<http://www.ukrbn.com> (Accessed:01.02.2022).

14. Wilson S.W., Lucchi A. Distribution and ecology of *Metcalfa pruinosa* and associated planthoppers in North America (Homoptera: Fulgoroidea). *Atti dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia Rendiconti*. 2001. № 49. P. 121-130.

15. Борзих О.І., Клечковський Ю.Е., Тітова Л.Г., Палагіна О.В. Використання сучасних комп'ютерних технологій для визначення можливості акліматизації адвентивних фітофагів в Україні при проведенні аналізу фітосанітарного ризику (АФР). *Захист і карантин рослин*. 2018. № 64. С. 3-10.

16. Klechkovskiy Y., Titova L., Palagina O., Janse, L. *Grapevine roditis leaf Discoloration-associated virus*: express pest risk analysis for Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2022. № 9 (1). P. 39-49. <https://doi.org/10.15407/agrisp9.01.039>.

17. Тітова Л.Г., Клечковський Ю.Е., Палагіна О.В. *Oemona hirta* Fabricius. Аналіз фітосанітарного ризику для України. *Карантин і захист рослин*. 2017. № 7–9. С. 12-14.

18. Тітова Л.Г., Клечковський Ю.Е., Палагіна О.В. *Eutetranychus orientalis* Klein (східний павутинний кліщ) — аналіз фітосанітарного ризику для України. *Карантин і захист рослин*. 2020. № 1. С. 1-4. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2020.01.1-4>

19. Шумилин В.П., Ли Ю.С. 2009. AgroAtlas программное ГИС обеспечение.
20. Константинова М. Сисні шкідники винограду. Садівництво по українськи. 2016. № 2. С. 70-71.
21. Strauss G. Pest risk analysis of *Metcalfa pruinosa* in Austria. Journal of Pest Science. 2010. № 83. P. 381-390. DOI 10.1007/s10340-010-0308-3
22. Min-Jung Kima, Sunghoon Baeka, Sang-Bum Leeb. et al. Current and future distribution of *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera: Flatidae) in Korea: Reasoning of fast spreading. Journal of Asia-Pacific Entomology. 2019. №22. С. 933-940. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2019.07.007>

Klechkovskiy Yu., ORCID: 0000-0003-4404-5553

Titova L., ORCID: 0000-0003-4168-7753

Bondareva L., ORCID: 0000-0002-8171-2338

¹Quarantine Station of grape and fruit cultures of Institute of Plant Protection of the NAAS, 49, Fountain Road str., Odesa, 65049, Ukraine

²National University of Life and Environmental Sciences, 13, Heroiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine

Expansion of the range of the adventive species *Metcalfa pruinosa* Say (citrus cicada) in Ukraine

Goal. Determination of the possibility of further spreading of the adventitious insect species *Metcalfa pruinosa* (Say) in Ukraine using modern computer programs: AgroAtlas, MapInfo Pro15.0 (ESTIMap®) та IDRISI SELVA (Clarklabs®). **Methods.** Computer programs AgroAtlas, MapInfo Pro15.0 (ESTIMap®) and IDRISI SELVA (Clarklabs®), which allow for automated creation of predictive maps of the spread of adventitious organisms. **Results.** According to our modeling, it was found that climatic conditions throughout Ukraine meet the species' habitat requirements in terms of a number of indicators: the sum of active temperatures, long-term average annual temperature, long-term average annual temperatures of the coldest (January) and warmest (July) months, and average annual precipitation. The model analysis shows that the potential range of *M. pruinosa* can be the entire territory of Ukraine, due to the presence of a large range of host plants and the compliance of climatic conditions with the requirements of the species. **Conclusions.** The citrus cicada is well adapted and reproduces on various wild and ornamental plants that serve as reserves for it. Existing phytosanitary measures cannot reliably prevent the risk of *M. pruinosa* spreading in Ukraine. It is necessary to develop a pest control system to prevent further spread and reduce the damage caused by the pest. The inclusion of *M. pruinosa* in the list of regulated non-quarantine organisms of the List of Regulated Pests of Ukraine may be an effective risk management measure.

plant quarantine; *Metcalfa pruinosa*; modeling of the potential area

REFERENCES

1. Merike Linnamägi. (2019). Võõrliik: kas edukuse musternäide? Eesti Loodus, (3), 16-23. <https://loodusveeb.ee/ru/themes/chuzherodnye-vidy/chuzherodnye-vidy-obrazec-uspekha> (in Estonia).
2. Donati I., Mauri S., Buriani G., Cellini A., Spinelli F. (2017). Role of *Metcalfa pruinosa* as a vector for *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. Plant Pathology Journal, (33), 554-560. DOI:10.5423/PPJ.OA.04.2017.0074
3. El Hady R., El Hawagry M., Soliman M. (2021). Diversity and temporal variations of the leafhopper fauna (Cicadellidae, Auchenorrhyncha, Hemiptera) in two ecological zones of Egypt. Journal of Natural History, 54 (43-44), 2869-2887. <https://doi.org/10.1080/00222933.2021.1874560>
4. Zangheri S., Donadini P. (1980). Comparsa nel Veneto di un omottero neartico: *Metcalfa pruinosa* Say (Homoptera, Flatidae). Redia, (63), 301-305. <https://flow.hemiptera-databases.org/flow/?id=1315&page=explorer&db=flow&card=author&lang=en>
5. Kim Y., Kim M., Hong K.-J., Lee S. (2011). Outbreak of an exotic flatid, *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera: Flatidae), in the capital region of Korea. Journal of Asia-Pacific Entomology, (14), 473-478. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2011.06.002>
6. *Metcalfa pruinosa*. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.35054>
7. Malumphy C., Baker R., Cheek S. (1994). *Citrus planthopper*. Plant Pest Notice. Central Science Laboratory, (19), 1-2.
8. Uzhevskaya S.F., Popova E.N., Ryzhko V.E. (2018). Belaya tsikadka (Say, 1830) v Odesse 2012. [White leafhopper Say, 1830 in Odessa]. Visnyk Harkivskogo natsionalnogo agrarnogo universytetu. Seriya «Fitopatologiya ta entomologiya», (11), 123-133. (in Russian)
9. Popova L.V., Bondareva L.M., Polozhenets V.M., Nemeritskaya L.V. (2019). Formation of Persistent Population of Invasive Species *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Auchenorrhyncha: Flatidae) in the South of Ukraine. Russian Journal of Biological Invasions, 10 (1), 110-115. (in Russian). <https://doi.org/10.1134/S2075111719010132>
10. Martynov V.V., Nikulina T.V. (2018). The first record of the invasive species *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Hemiptera:Auchenorrhyncha: Flatidae) in the fauna of Donbassa. Industrial Botany, (18), 54-62.
11. Stryukova N.M., Stryukov A.A. (2020). New data on invasive insects in the republic of Crimea. Plant Biology and Horticulture: theory, innovation, 4 (157), 56-66. <https://doi.org/10.36305/2712-7788-2020-4-157-56-66> (in Russian).
12. Kushnir N.V., Bondareva L.M. (2022). Propagation, Trophic Connection, and Phenology of *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Auchenorrhyncha: Hemiptera)

in the Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. <https://doi.org/10.1134/S207511172201009X> (in Russian).

13. UkrBIN: Ukrainian Biodiversity Information Network [public project & web application]. Retrieved from: <http://www.ukrbn.com> (Accessed:01.02.2022)

14. Wilson S.W., Lucchi A. (2001). Distribution and ecology of *Metcalfa pruinosa* and associated planthoppers in North America (Homoptera: Fulgoroidea). *Atti dell'Accademia Nazionale Italiana di Entomologia Rendiconti*, (49), 121-130.

15. Borzykh O.I., Klechkovskiy Y.E., Titova L.G., Palahina O.V. (2018). The use of modern computer technologies to determine the possibility of acclimatization of adventitious phytophages in Ukraine in the course of phytosanitary risk analysis (PRA). *Plant protection and quarantine*, (64), 3-10. (in Ukrainian).

16. Klechkovskiy Y., Titova L., Palagina O., Janse L. (2022). *Grapevine roditis leaf Discoloration-associated virus*: express pest risk analysis for Ukraine. *Agricultural Science and Practice*, 9(1), 39-49. <https://doi.org/10.15407/agrisp9.01.039>

17. Titova L.G., Klechkovskiy Y.E., Palagina O.V. (2017). *Oemona hirta* Fabricius. Phytosanitary risk analysis for Ukraine. *Quarantine and Plant Protection*, (7-9), 12-14. (in Ukrainian).

18. Titova L.G., Klechkovskiy Y.E., Palagina O.V. (2020). *Eutetranychus orientalis* Klein (eastern spider mite) — phytosanitary risk analysis for Ukraine. *Quarantine and Plant Protection*, (1), 1-4. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2020.01.1-4> (in Ukrainian).

19. Shumilin V.P., Li Yu.S. (2009). *AgroAtlas GIS software*. (in Russian).

20. Konstantinova M. (2016). Sucking pests of grapes. *Gardening in Ukrainian*, (2), 70-71.

21. Strauss G. (2010). Pest risk analysis of *Metcalfa pruinosa* in Austria. *Journal of Pest Science* (83), 381-390. DOI 10.1007/s10340-010-0308-3

22. Min-Jung Kima, Sunghoon Baeka, Sang-Bum Leeb, Sang-Ku Leeb, Bueyong Parkb, Young Su Leec, Ki-Su Ahnd, Yong-Seok Choie, Hwa-Young Seoe, Joon-Ho Leea. (2019). Current and future distribution of *Metcalfa pruinosa* (Say) (Hemiptera: Flatidae) in Korea: Reasoning of fast spreading. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, (22), 933-940. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2019.07.007>

Надійшла до редакції: 05.07.2024

Прийнята до друку: 16.10.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

Фітосанітарна безпека. 2024. Вип. 70.

УДК 631.147:502.131.1(477.7)

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2024.70.161-183>

М.А. КУЗНЕЦОВА, кандидат економічних наук

О.Б. ЛАБУНСЬКА

Державна установа «Інститут ринку і економіко-екологічних досліджень Національної академії наук України», Французький бульвар, 29, м. Одеса, 65044, Україна

ІННОВАЦІЙНА СКЛАДОВА ПОШИРЕННЯ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА У КОНТЕКСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ НА ПРИКЛАДІ ПІВДЕННОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Мета. Аналіз ролі інноваційної складової у розвитку органічного землеробства, як одного з напрямів, що сприяє досягненню глобальних цілей сталого розвитку на прикладі Південного регіону України. **Методи.** Використовували загальнонаукові методи — аналіз та синтез, порівняння, наукова абстракція, узагальнення, графічні прийоми дослідження. Для розкриття теми статті авторами було розроблено форми опитування та проведено анкетування у закладах вищої освіти та наукових установах агропромислового сектору Південного регіону України стосовно особливостей, результативності та фінансування їхньої наукової діяльності у сільськогосподарській галузі. **Результати.** Проаналізовано цілі сталого розвитку та роль органічного виробництва у їхній реалізації, сучасний стан функціонування органічного виробництва в країнах Європи за показниками приросту органічних земель за останні 10 років та кількістю органічних операторів. Зібрано актуальні дані стосовно розвитку органічного виробництва по областях України. Доведено, що цей напрям сільськогосподарської діяльності є наукомістким, а його поширення базується на посиленні інноваційної складової. Зроблено аналіз даних за 2023 р. по Південному регіону України за показниками: кількість проведених досліджень для агропромислового комплексу; результати впровадження досліджень у агропромисловий комплекс; унікальність результатів досліджень; наявність елементів інноваційно-дослідницької інфраструктури; джерела фінансування наукових досліджень, що здійснюють заклади вищої освіти (ЗВО) та наукові установи сільськогосподарської сфери. Доведено необхідність посилення державної підтримки агропромислової галузі з метою стимулювання розвитку органічного виробництва шляхом збільшення бюджетного фінансування наукових досліджень у цій

царині. **Висновки.** На основі проведеного опитування у ЗВО та наукових установах галузевого підпорядкування Південного регіону України автори дійшли висновку, що наявність певної кількості наукових розробок та інноваційних пропозицій, які мають високий науковий рівень, та їх впровадження у агропромисловий сектор стане запорукою прискореного розвитку органічного виробництва як пріоритетного методу ведення сільського господарства в нашій країні.

**цілі сталого розвитку; органічне виробництво;
джерело фінансування фундаментальних, прикладних
досліджень та інноваційних розробок; грантове фінансування;
елементи інноваційно-дослідницької інфраструктури**

У сучасному глобальному середовищі виникає багато викликів економічного, соціального, екологічного змісту. Їх вирішення передбачає консолідацію зусиль усіх країн світу, їхню взаємоузгоджену діяльність в напрямі досягнення сталого стану, що зафіксовано у Глобальних цілях у межах концепції сталого розвитку. Одним з пріоритетних практичних механізмів досягнення визначених цілей є поширення принципів органічного виробництва у сільськогосподарській сфері. Дослідженню сучасного стану та стратегії сталого розвитку сільського господарства України, як визначальної складової, присвятили свої роботи вітчизняні науковці Д.С. Богданов, В.В. Гаркавий, О.І. Дребот, Д.С. Добряк, П.П. Мельник, Л.І. Сахарнацька, О.І. Котикова, Ю.В. Лопатинський, О.Г. Михайленко, О.І. Панков, А.О. Пінчук, О.Л. Попова, А.Г. Тихонов, Н.В. Гребенюк, О.В. Тихоненко та ін. [1—10]. Актуальність розвитку органічного виробництва, як сучасного напряму агропромислового комплексу, базується на тому, що його реалізація надає можливість досягти балансу між прагненням до підвищення соціально-економічного рівня суспільства та збереженням екологічної безпеки як у світі в цілому, так і в Україні. Наукові дослідження теоретичного змісту, особливостей, механізмів реалізації та рівня розвитку органічного виробництва в світі й в Україні представлені у роботах вітчизняних вчених Д.С. Бреус, Т.З. Бубела, А.П. Бурляй, В.І. Вовк, Ю.П. Воскобійник, О.В. Ульяновченко, Д.В. Шиян, Ю.С. Герасименко, М.М. Гузь, О.М. Довгань, О.Т. Дудар, В.В. Дяченко, А.М. Орел, Л.С. Іванова, В.І. Кисіль, М.І. Кобець, О.Д. Костюк, О.М. Маслак, Є.В. Милованов, В.П. Резніченко, Л.В. Коломієць, С.В. Стефанюк, В.О. Шлапак та ін. [11—28].

Разом з цим, теоретичні та практичні питання впливу впровадження інновацій у сільськогосподарську сферу та їхній безпосередній взаємозв'язок з рівнем розвитку органічного виробництва, на наш погляд, потребують додаткового розгляду та аналізу.

Мета роботи полягає в аналізі ролі інноваційної складової у роз-

вितку органічного землеробства як одного з напрямів, що сприяє досягненню глобальних цілей сталого розвитку на прикладі Південного регіону України.

Матеріали та методи. Використовували загальнонаукові методи — аналіз та синтез, порівняння, наукова абстракція, узагальнення, графічні прийоми дослідження. Авторами статті було розроблено форми опитування та проведено анкетування у закладах вищої освіти (ЗВО) та наукових установах агропромислового сектору Південного регіону України стосовно особливостей, результативності та фінансування їхньої наукової діяльності у сільськогосподарській галузі.

Результати та обговорення досліджень. Глобальна парадигма сталого розвитку, яка була вперше представлена на всесвітньому саміті в Ріо-де-Жанейро у 1992 та у 2015 роках, ухвалена на 70-й сесії Генеральної Асамблеї ООН у Нью-Йорку, являє собою модель діяльності суспільства, що передбачає надання універсальної відповіді на сучасні виклики, які супроводжують процес еволюційного розвитку цивілізації. Дана концепція покликана гармонізувати процес постійного зростання життєвих потреб людства та збереження його природного середовища існування як для сучасного покоління, так і у майбутньому. На основі концепції сталого розвитку сформовано Порядок денний, який охоплює 17 взаємодоповнюючих цілей сталого розвитку, реалізацію яких у повному обсязі передбачається досягти до 2030 р. [29]. Глобальні цілі мають взаємозалежний характер та поєднують довгостроковий економічний, соціальний розвиток й екологічну безпеку. До означеного документа приєднались 193 країни світу. У 2019 р. Україна також підтримала резолюцію Генеральної Асамблеї ООН «Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року» та ухвалила Національну доповідь «Цілі сталого розвитку: Україна» [30], де загальні глобальні тенденції розвитку були адаптовані до сучасних реалій України. Також, з урахуванням специфіки вітчизняного соціально-економічного розвитку, було визначено основні завдання та індикатори їх поетапного досягнення до 2030 р. В подальшому, Цілі сталого розвитку були визначені у якості основних орієнтирів розробки та реалізації державних програм й напрямів формування державної політики України. Таким чином, сталий розвиток може бути забезпечений шляхом узгодження інтересів зростання прибутковості бізнесу та усвідомлення й задоволення соціальних потреб на державному рівні.

Докладний аналіз змісту усіх 17-ти Цілей сталого розвитку довів, що реалізація більшості з них пов'язана з аграрною сферою, оскільки вона має безпосередній вплив на якість та рівень життя людей. Водночас, впровадження механізмів стимулювання аграрного сектору у відповідності до сучасних тенденцій становлення елементів економіки

на глобальному рівні має формувати пріоритетність впровадження найбільш ефективних інноваційних технологій у цій галузі, які за умов прибутковості мінімізували б екологічні ризики. Однією з таких інноваційних технологій у сільському господарстві є органічне виробництво. Принципи ведення органічного землекористування розглядаються у контексті виконання Цілей сталого розвитку та представлені як індикатори реалізації трьох цілей:

- Глобальна ціль 2 передбачає здійснення заходів щодо усунення голоду в світі, покращення якості харчування та формування умов продовольчої безпеки. Крім цього, досягнення Цілі 2 має сприяти забезпеченню сталого розвитку виробництва харчування за умов збереження та покращення існуючого рівня якості земель та ґрунтів шляхом впровадження інноваційних технологій, про що йдеться у завданні 2.3 цієї Цілі. Одним з індикаторів виконання визначеного завдання є відсоток земель, що використовуються у сільському господарстві, зайнятих під органічне виробництво, від загального обсягу угідь (індикатор 2.3.3). Відповідно до цільових значень цей індикатор для України повинен досягти у 2030 році рівня 1,7% [30, с. 21].
- Глобальна ціль 12 пов'язана з поступовим впровадженням у сільському господарстві найбільш ефективних інноваційних технологій з метою мінімізації використання хімічних речовин (завдання 12.3). Одним з індикаторів (індикатор 12.3.2) виконання поставленого завдання є забезпечення контролю використання небезпечних хімічних речовин у сільському господарстві згідно з міжнародними стандартами, який у 2030 р. в Україні має становити 100% [30, с. 93].
- Глобальна ціль 15 присвячена необхідності захисту та відновлення екосистем суші. Одним з важливих завдань (завдання 15.3) цієї Цілі є необхідність здійснення заходів щодо відновлення деградованих сільськогосподарських угідь шляхом впровадження інноваційних технологій. Зростання площі використовуваних земель, де впроваджується органічне землеробство, складає індикатор 15.3.4 виконання цього завдання [30, с. 109].

Проведений огляд Глобальних цілей дає змогу констатувати, що поширення органічного виробництва у сільськогосподарській сфері забезпечує практичну реалізацію принципів концепції сталого розвитку та формує умови взаємодії її основних елементів на основі балансу між екологічною, соціальною та економічною складовими.

Нині в світі існує доволі багато визначень категорії «органічне виробництво», які представлені як міжнародними, так і національними установами, що регламентують діяльність у агросфері. Більшість визначень акцентує увагу на екологічній складовій здійснення

сільськогосподарського виробництва, збереженні природного потенціалу використовуваних угідь, біологічного розмаїття, покращенні стану агроєкосистеми за умов мінімізації застосування шкідливих штучних речовин, які викликають несприятливі наслідки. Такі визначення «органічного виробництва» надані Комісією Кодекс Аліментаріус ФАО/ВООЗ [31], Міжнародною федерацією органічного сільськогосподарського руху (IFOAM) [32], Департаментом сільськогосподарства США (USDA) [33], представлені у Постанові Ради (ЄС) № 834/2007 стосовно органічного виробництва і маркування органічних продуктів [34]. У цій Постанові також акцентується увага на соціальній функції «органічного виробництва». Взаємозв'язок органічного виробництва та інновацій представлений у аналізі цієї дефініції, який наданий Міжнародною федерацією органічного сільськогосподарського руху. Органічне землеробство набуло активного поширення у країнах Європи (табл. 1).

1. Розвиток органічного виробництва у країнах Європи*

Країна	Приріст органічних земель за 10 років, %	Кількість органічних операторів
Австрія	17,9	26 042
Албанія	129,9	86
Бельгія	67,2	2394
Болгарія	359,2	6213
Боснія і Герцеговина	191,7	86
Велика Британія	-34,4	3581
Греція	70,7	30124
Данія	75,3	4109
Естонія	95,4	2060
Ірландія	54,5	1725
Ісландія	-1,1	26
Іспанія	61,7	41838
Італія	79	70561
Кіпр	76,5	1252
Латвія	74,2	4178
Литва	68,6	2417
Македонія	-89,4	817
Мальта	129,2	24

Закінчення табл. 1

Країна	Приріст органічних земель за 10 років, %	Кількість органічних операторів
Молдова	-13,3	241
Нідерланди	47,2	1867
Німеччина	62,9	34136
Норвегія	-20,8	1976
Польща	-2,7	18655
Португалія	45,8	5637
Румунія	116,3	9277
Сербія	146,3	373
Словаччина	13,2	802
Словенія	61,7	3823
Угорщина	137	5136
Україна	73,2	419
Фінляндія	81,2	5129
Франція	165	47196
Хорватія	363	5153
Чехія	20,7	4694
Чорногорія	33,4	393
Швейцарія	54,9	н/д
Швеція	40	5730
*Складено авторами за даними джерела [35]		

Найбільшу площу сільськогосподарських угідь, зайнятих у органічному виробництві, має Іспанія (2,4 млн га), де приріст таких земель за останні роки склав 61,7%. У Франції у органічному виробництві зайнято 2,2 млн га сільськогосподарських земель, обсяг яких збільшився на 165% за останні 10 років. В Італії під органічне землеробство відведено 2 млн га, а в Німеччині — 1,6 млн га земель, що використовуються в агровиробництві. За десять років їх обсяги в Італії зросли на 79%, а у Німеччині — на 62,9%. Найбільше зростання обсягів органічного землеробства в останній час було здійснено у Хорватії — на 363%. Водночас, у деяких країнах Європи можна спостерігати тенденції до скорочення земель органічного виробництва, а саме: у Македонії їх зменшення відбулось на 89,4%, у Великій Британії — на 34,4%, у Норвегії — на 20,8%, у Польщі — на 2,7%, у

Ісландії — на 1,1%. Найбільшу частку земель, залучених у органічне виробництво, має Австрія, яка складає 26% від загальної кількості оброблюваних земель. За прогнозами у країнах Європейського союзу загальна частка органічних земель до 2030 р. має сягнути 15—18%.

В Європі у сучасному аграрному секторі також спостерігається зростання кількості компаній, які мають статус органічних операторів. Їхня кількість в цілому становить 430,8 тис. господарюючих суб'єктів. У п'ятірку країн Європейського союзу за кількістю функціонуючих органічних операторів входять Італія (70 561), Франція (47 196), Іспанія (41 838), Німеччина (34 136) та Греція (30 124). Наведені статистичні дані свідчать, що органічне виробництво стає одним з пріоритетних напрямів інноваційного розвитку сільськогосподарської галузі, як базової складової реального сектору економіки. Існуючий досвід застосування органічного виробництва у країнах Європи доцільно ретельно аналізувати та, адаптувавши до сучасних реалій вітчизняної економіки, впроваджувати у агросекторі України, що, на нашу думку, сприятиме забезпеченню населення високоякісною продукцією, досягненню продуктової безпеки країни та скороченню негативного впливу на навколишнє середовище.

Вітчизняні сільськогосподарські виробники позитивно сприйняли практику впровадження органічного землекористування та консолідували свої зусилля з активізації цього напрямку та обізнаності. Першою в Україні установою, діяльність якої мала за мету популяризацію та сприяння розвитку органічного виробництва у нашій країні, була Міжнародна благодійна організація «Інформаційний центр «Зелене досьє», яка була зареєстрована у 1994 р. З 2005 р. почала діяти Федерація органічного руху України, а з 2007-го — український орган сертифікації «Органік стандарт». Функцію об'єднання, взаємоузгодження інтересів й дій та забезпечення бізнес-комунікацій сертифікованих виробників органічної продукції було покладено на Спілку «Органічна Україна», яка була сформована у 2013 р., а з 2015 р. почав свою діяльність спеціалізований інформаційний портал OrganicInfo.

З метою забезпечення розвитку органічного виробництва в Україні реалізується стимулююча та дорадча державна політика, яка визначає принципи та вимоги до органічного виробництва, його сертифікацію, регламентує обіг та маркування органічної продукції. Відповідно до Закону України «Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» «...органічне виробництво — сертифікована діяльність, пов'язана з виробництвом сільськогосподарської продукції (у тому числі всі стадії технологічного процесу, а саме первинне виробництво (включаючи збирання), підготовка, обробка, змішування та пов'язані з цим процедури, наповнення, пакування, переробка, відновлення та інші зміни стану про-

дукції), що провадиться із дотриманням вимог законодавства у сфері органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції» [36]. Велику роботу із сприяння, контролю та координації органічного виробництва в нашій країні проводить Міністерство аграрної політики та продовольства України.

Нині усе більша частка вітчизняних сільгоспвиробників долучається до органічного землекористування (табл. 2).

За підсумками 2022 р., які були отримані у результаті оперативного моніторингу Міністерства аграрної політики та продовольства, загальна площа сільськогосподарських земель, сертифікованих за стандартом, що еквівалентний органічному законодавству ЄС та NOP (США) в цілому в Україні становить 263619 га, а сільськогосподарські землі, що мають статус органічних — 246126 га. На кінець 2022 р. в нашій країні функціонувало загалом 462 оператори, сертифікованих за стандартом, що еквівалентний органічному законодавству ЄС та NOP (США). Лідером з впровадження органічного виробництва серед областей України є Одеська область. На кінець 2022 р. там функціонувало 40 органічних операторів, а площа землі під органічним землеробством становила 38729 га.

Поступовий перехід до сталої продовольчої системи в Україні базується на посиленні потенціалу розвитку органічного виробництва, оскільки в сучасних умовах актуалізація проблем екологізації сільськогосподарства стає основним елементом забезпечення еколого-економічної безпеки країни.

Незважаючи на негативні реалії повномасштабного вторгнення у нашу країну, українська органічна галузь демонструє тенденцію до розвитку. Водночас наявним є деяке уповільнення темпів зростання, що пояснюється тим, що 13% органічних операторів України повністю зупинили свою роботу, 35% відчували негативні зміни, але продовжують працювати, 52% взагалі не зупиняли виробництва, а 68% навіть не зменшили обсягів виробництва [38].

Для забезпечення необхідного прогресу у реалізації завдань, пов'язаних з органічним виробництвом, потрібно забезпечити ефективне впровадження інновацій у цій сфері, оскільки «органічне сільське господарство є радше наукомісткою, аніж ресурсомісткою формою ведення сільськогосподарства. Тому дослідження та інновації є ключовими інструментами для зростання органічного сільськогосподарства, вони підтримують створення знань та інновацій, щоб допомогти органічним фермерам дотримуватися правил органічного виробництва ЄС» [39].

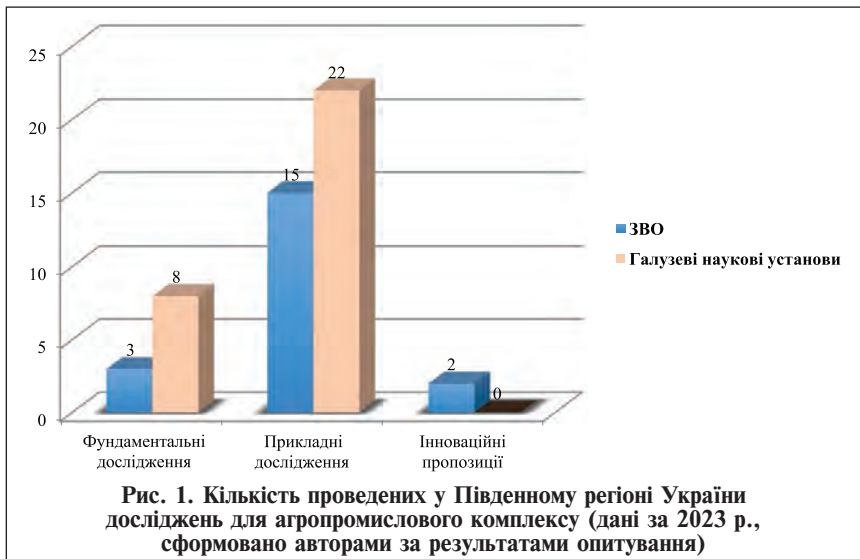
Визначальним підґрунтям інноваційного напрямку розвитку сільськогосподарської галузі, як і в цілому повоєнного відродження економіки України є те що «... наша країна має високий потенціал у

**2. Розвиток органічного виробництва в Україні
(станом на 31.12. 2022 р.)***

Області України	Загальна площа сільськогосподарських земель (органічних і перехідного періоду), сертифікованих за стандартом, що еквівалентний органічному законодавству ЄС та NOP (США), га		Кількість операторів, сертифікованих за стандартом, що еквівалентний органічному законодавству ЄС та NOP (США)
	усього	площа сільськогосподарських земель з органічним статусом	
АР Крим	0	0	0
Вінницька	2753	2618	52
Волинська	5182	5153	20
Дніпропетровська	18451	18362	24
Донецька	0	0	0
Житомирська	36796	36077	24
Закарпатська	1600	1566	10
Запорізька	32072	24747	12
Івано-Франківська	351	341	14
Київська	9379	7034	68
Кіровоградська	11831	11828	5
Луганська	0	0	1
Львівська	2378	2320	21
Миколаївська	1598	441	23
Одеська	40831	38729	40
Полтавська	24261	24166	33
Рівненська	18177	17772	18
Сумська	50	50	17
Тернопільська	2080	2080	8
Харківська	3808	3790	16
Херсонська	29413	29250	14
Хмельницька	10668	10661	18
Черкаська	2635	49	12
Чернівецька	190	0	3
Чернігівська	9115	9091	9
*Складено авторами за даними джерела [37]			

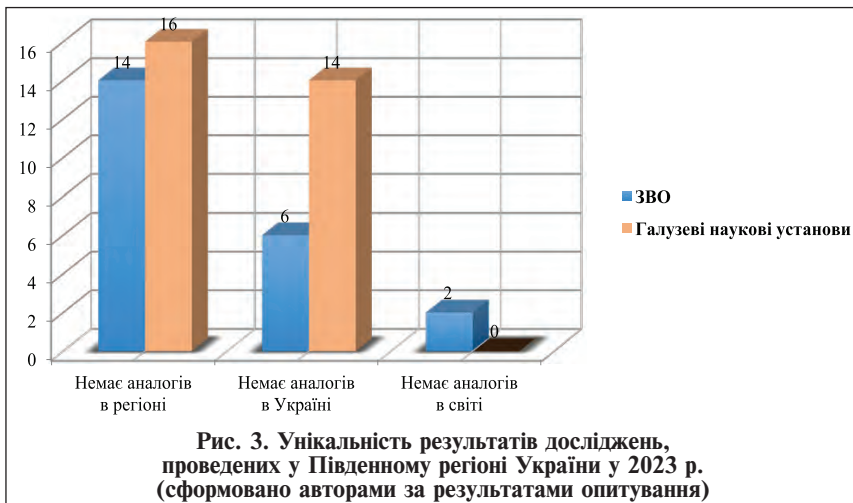
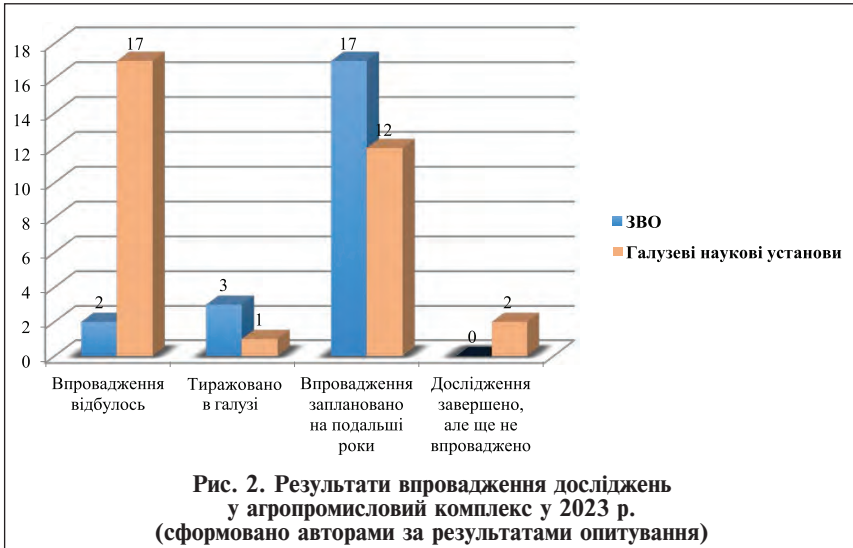
науковій та освітній сферах, що є запорукою здатності продукувати нові знання, трансформувати їх в інновації» [40].

З метою проведення аналізу інноваційності агропромислового комплексу Південного регіону України (Одеська, Миколаївська та Херсонська області) як визначальної складової формування переходу до органічного виробництва авторами було проведено опитування наукових установ галузевого підпорядкування, а також закладів вищої освіти, які здійснюють наукові дослідження та продукують інновації, що застосовуються у сільськогосподарській сфері за підсумками 2023 р. Результати опитування демонструють, що за 2023 р. в цілому по Південному регіону було проведено для агропромислового комплексу 52 дослідження, з них 13 фундаментальних, 37 прикладних розробок й 2 інноваційні пропозиції (рис. 1).



Із загальної кількості досліджень у 2023 р. — 23 безпосередньо впроваджені в сільськогосподарську галузь, а для 29-ти заплановано впровадження у подальші роки. Слід зауважити, що більшість впроваджених результатів досліджень були виконані науковими установами галузевого підпорядкування, їх кількість становить 17 (рис. 2).

Важливою характеристикою проведених досліджень, на наш погляд, є їхня унікальність. В цілому у 2023 р. ЗВО та науковими установами галузевого підпорядкування було здійснено 30 досліджень, які не мають аналогів у регіоні, 20 — не мають аналогів в Україні, та 2 унікальних дослідження, що не мають аналогів у світі (рис. 3). Такі



показники свідчать про високий рівень науковців Південного регіону України, які здійснюють дослідження у сільськогосподарській сфері.

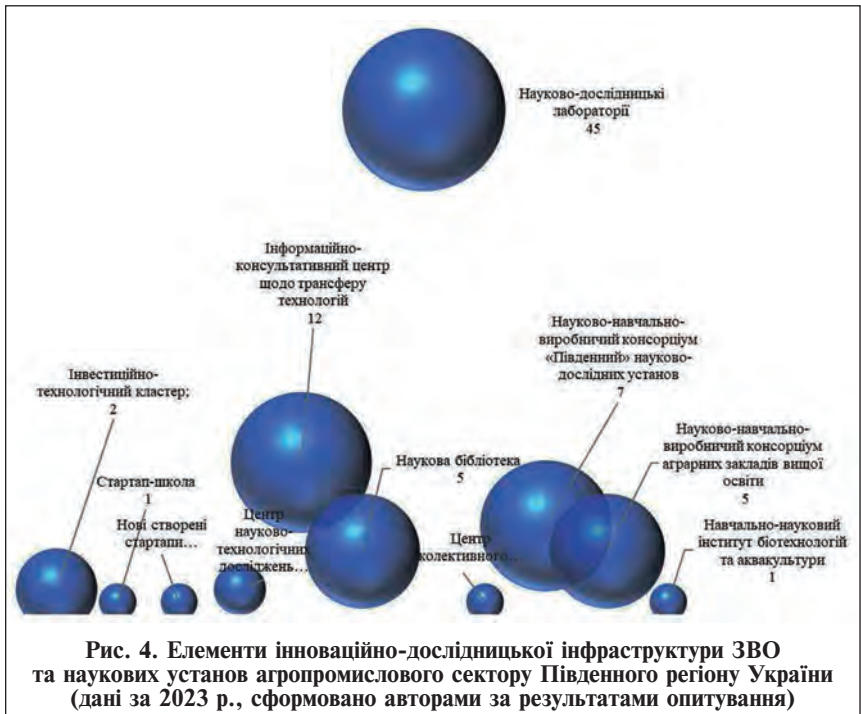
Можливість здійснення наукових досліджень та інноваційних розробок сільськогосподарського напрямку науковцями Одеської, Миколаївської та Херсонської областей базується на наявності широкої системи інноваційно-дослідницької інфраструктури, до якої входить

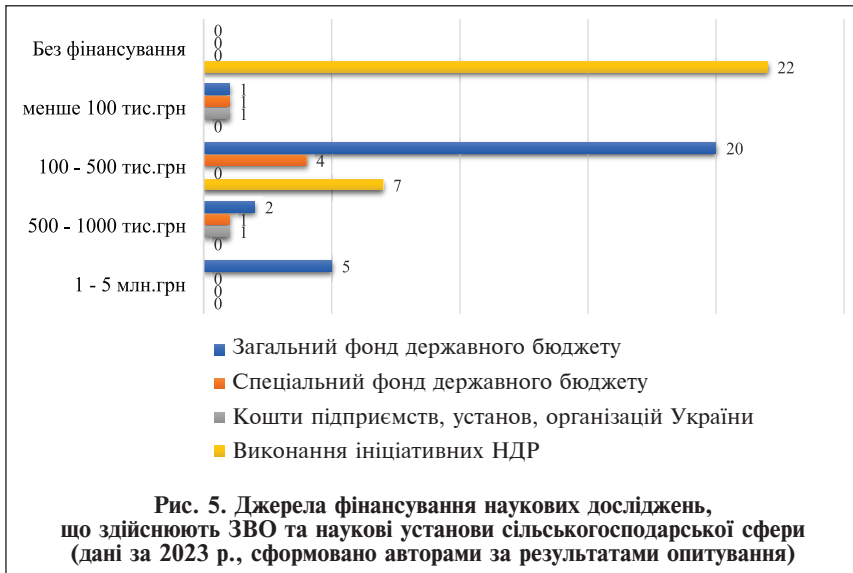
унікальне обладнання. Наприклад, усього у Південному регіоні функціонує 45 науково-дослідних лабораторій, з них ЗВО мають у своєму розпорядженні 28 лабораторій, кількість у наукових установах галузевого підпорядкування — 17 (рис. 4).

Важливою складовою реалізації політики підвищення інноваційності сільського господарства є забезпечення фінансування наукової діяльності в цій царині. Отримані результати опитування свідчать, що у 2023 р. у Південному регіоні України більшість здійснених наукових розробок агропромислового комплексу не мали фінансування. Із загального фонду державного бюджету було профінансовано усього 28 досліджень, із спеціального — 6 (рис. 5).

Обмеженість фінансування наукових досліджень, на наш погляд, уповільнює темпи впровадження органічного виробництва, що вимагає вирішення цієї проблеми на державному рівні.

Міністерство аграрної політики та продовольства України здійснює постійну системну роботу зі стимулювання розвитку органічного виробництва та підтримки функціонування вітчизняних органічних операторів. На нараді з питань координації та співпраці учасників





органічного сектору були представлені основні напрями подальшої діяльності, активізація яких має привести до поліпшення показників рівня розвитку органічного сектору сільськогосподарського виробництва в Україні. До таких пріоритетних напрямів відносяться [41]:

- проведення заходів з популяризації органічного виробництва;
- розвиток сталого виробництва органічної продукції;
- удосконалення українського законодавства, адаптація до норм і стандартів ЄС;
- підвищення попиту на органічну продукцію в Україні;
- розширення експортних ринків.

Безперечна важливість розглянутих на нараді питань не викликає сумнівів, але, на наш погляд, даний перелік доцільно доповнити заходами з посилення підтримки інноваційної спрямованості розвитку сільського господарства як визначального елемента формування умов для поширення органічного сектору галузі. Як продемонстрували результати проведеного дослідження, найбільш гостро стоїть ця проблема в частині забезпечення фінансування наукових досліджень в агрокомплексі.

ВИСНОВКИ

Поширення в Україні органічного сектору у сільськогосподарській галузі сприяє досягненню показників Цілей сталого розвитку, що визначені у Національній доповіді «Цілі сталого розвитку: Україна» на

основі взаємоузгодження екологічних, соціальних та економічних інтересів. Україна системно впроваджує у вітчизняній агропромисловій галузі основні вимоги та стандарти до органічної продукції, що діють у країнах Європи, практично реалізуючи потенціал цього напрямку реального сектору економіки.

Результати проведеного опитування ЗВО та наукових установ галузевого підпорядкування Одеської, Миколаївської та Херсонської областей України свідчать про наявність певної кількості наукових розробок та інноваційних пропозицій, що мають високий науковий рівень. Їх впровадження у агропромисловий сектор стане запорукою прискореного розвитку органічного виробництва як пріоритетного методу ведення сільського господарства в нашій країні.

Фінансування: науково-дослідна робота виконана в рамках бюджетної теми 0123U104920 «Інноватизація регіональної освіти, науки та виробництва (на прикладі Південного регіону України)» відділу інтеграції науки, освіти та бізнесу ДУ «Інститут ринку і економіко-екологічних досліджень НАН України».

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Богданов Д.С. Завдання сталого розвитку сільських територій. Агро-світ. 2017. № 7. С. 60-62. URL: http://www.agrosvit.info/pdf/7_2017/11.pdf
2. Гаркавий В.В. Теоретичні основи розробки стратегії сталого розвитку сільського господарства. International Science Journal of Management, Economics & Finance. 2023. Vol. 2. № 4. Р. 56-64. DOI: <https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20230204.07>
3. Дребот О.І., Добряк Д.С., Мельник П.П., Сахарнацька Л.І. Наукові засади формування та розвиток сільськогосподарського землекористування на основі трансформації земельних відносин. Збалансоване природокористування. 2021. № 4. С. 5-13. DOI: 10.33730/2310-4678.4.2021.253080
4. Котикова О.І. Моніторинг та оцінка сталості розвитку сільськогосподарського землекористування регіонів України. Економіка АПК. 2017. № 5. С. 24-32.
5. Лопатинський Ю. Складові та пріоритети сталого розвитку аграрного сектору економіки: концептуально-теоретичний дискурс. Економіка АПК. 2018. № 6. С. 94.
6. Михайленко О.Г. Сталий розвиток сільського господарства: теоретичні аспекти. Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Світове господарство і міжнародні економічні відносини». 2015. Січень. 23(7).

С. 48-57. URL: https://www.researchgate.net/publication/322469854_Stalij_rozvitok_sil'skogo_gospodarstva_teoreticni_aspekti

7. Панков О.І. Сталий розвиток у сільському господарстві. Ефективна економіка. 2011. №5. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=750>

8. Пінчук А.О. Стратегія забезпечення сталого розвитку сільського господарства в умовах діджиталізації економіки України : дис. д-ра екон. наук : 08.00.03. Чернігів, 2020. 459 с. URL: <http://ir.stu.cn.ua/handle/123456789/19695>

9. Попова О.Л. Теоретичні основи стійкого розвитку агросфери та формування адекватної української стратегії. Зб. наук. пр. ННЦ «Ін-т земл-ва УААН». Київ, 2010. Вип. 3. С. 18-27.

10. Тихонов А.Г., Гребенюк Н.В., Тихоненко О.В. Наукові засади сталого розвитку землекористування: індикація екологічного стану. Землевпорядкування. 2003. №1. С. 15-20.

11. Бреус Д.С. Світовий досвід ведення органічного землеробства та перспективи його розвитку в Україні. Таврійський науковий вісник Херсонського державного аграрно-економічного університету. Екологія, іхтіологія та аквакультура. Херсон, 2020. Ч. 1. № 116. С.198-206. URL: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.1.27>

12. Бубела Т.З. Нормативно-технічні аспекти контролю органічної продукції в Україні. Стандартизація, сертифікація, якість. 2012. № 1. С. 62-65.

13. Бурляй А.П. Роль України у формуванні пропозиції європейського ринку органічної продукції. Економічний часопис — XXI. 2013. № 11-12 (2). С. 15-18.

14. Вовк В.І. Сертифікація органічного сільського господарства в Україні: сучасний стан, перспективи, стратегія на майбутнє. Органічні продукти харчування. Сучасні тенденції виробництва та маркетингу органічної продукції: матеріали міжнар. наук.-прак. семінару, Львів, 2010. С. 3-7. URL: <http://www.lol.org.ua/ukr/vegetables>

15. Воскобійник Ю.П. Ємність ринку органічної продукції в Україні. Агроінком. 2013. № 4-6. С. 7-10.

16. Ульянченко О.В., Шиян Д.В., Герасименко Ю.С. Прогнозування світових тенденцій розвитку ринку органічної продукції. Ефективна економіка. 2020. №10. DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.10.9>

17. Гузь М.М. До методики оцінки ефективності органічного землеробства. Ефективна економіка. 2013. № 11. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2522>

18. Довгань О.М. Органічне виробництво: сутність, об'єктивна необхідність, ефективність. Сталий розвиток економіки. 2013. № 1. С. 200-206.

19. Дудар О.Т. Розвиток органічного агровиробництва в Україні. Економіка АПК. 2012. № 3. С. 121-126.

20. Дяченко В.В., Орел А.М. Сучасні аспекти розвитку органічного землеробства в умовах сталого сільського господарства. Економіка та суспільство. 2023. № 48. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-48-91>
21. Іванова Л.С. Виробництво органічної продукції: світовий досвід та вітчизняні реалії. Агросвіт. 2015. № 18. С. 30-35.
22. Кисіль В.І. Біологічне землеробство в Україні: проблеми і перспективи. Харків: Вид-во «Штрих», 2000. 161 с.
23. Кобець М.І. Органічне землеробство в контексті сталого розвитку. Проект «Аграрна політика для людського розвитку». Київ, 2004. 22 с.
24. Костюк О.Д. Органічне землеробство: світові тенденції та перспективи розвитку в Україні. Науковий вісник. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. Київ. 2012. Ч. 3. Вип. 177. С. 291-295.
25. Маслак О.М. Становлення ринку органічної продукції в Україні. Економіка і менеджмент. Вісник Сумськ. нац. аграр. ун-ту. Суми. 2012. Вип. 11. С. 60-69.
26. Милованов Є.В. Органічне сільське господарство: перспективи для України. Посібник українського хлібороба : наук.-прак. збірник Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. Харків, 2009. С. 257-260.
27. Резніченко В.П., Коломієць Л.В., Стефанюк С.В. Органічне сільське господарство: виклики та перспективи розвитку. Аграрні інновації. 2024. № 23. С. 134-140. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.20>
28. Шлапак В.О. Про виروشання екологічно чистої овочевої продукції в Україні. Сучасні тенденції виробництва та маркетингу органічної продукції: матеріали наук.-практ. семінару (м. Львів, 31 березня 2004 р.). Львів, 2004. С. 30-33.
29. Перетворення нашого світу: Порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року. Резолюція Генеральної Асамблеї ООН від 25.09.2015 року. Дата оновлення: 11.05.2018. URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/publications/peretvorennya-nashoho-svitu-poryadok-dennyu-u-sferi-staloho-rozvytku-do-2030-roku> (дата звернення 03.09.2024).
30. Цілі сталого розвитку: Україна. Національна доповідь. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, 2017. 176 с. <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/natsionalna-dopovid-csr-Ukrainy.pdf>
31. Codex Alimentarius. International food standards. URL: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/home/en/> (дата звернення 03.09.2024).
32. Organic Agriculture and Food Security (IFOAM Dossier 1, 2002). URL: www.ifoam.org (дата звернення 03.09.2024).
33. Report and Recommendations on Organic Farming (Washington DC: USDA, 1980), p. xii. NAL Call # aS605.5 U52
34. Постанова Ради (ЄС) № 834/2007 від 28 червня 2007 року стосовно органічного виробництва і маркування органічних продуктів та скасування

Постанови (ЄЕС) № 2092/91. Люксембург, 28 червня 2007 р. Офіційний вісник Європейського Союзу (Official Journal of the European Union) OJ L. 189, 20.7.2007, стор. 1r URL: https://www.cg.gov.ua/web_docs/2141/2017/04/docs/EU%20Reg_834_2007%20Organic%20Production_UA.pdf

35. Дія. Бізнес. Експортний напрям.(н.д.). Встигнути до 2030: місце України на мапі органічного ринку ЄС. Міністерство цифрової трансформації України. URL: https://export.gov.ua/605-vstignuti_do_2030_mistse_ukraini_na_mari_organichnogo_rinku_ies (дата звернення 27.08.2024).

36. Закон України. Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції. № 2496-VIII від 10.07.2018. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19#Text> (дата звернення 03.09.2024).

37. Підсумки 2023 року в органічному секторі. OrganicInfo. URL: <https://organicinfo.ua/news/results-of-2023/> (дата звернення 03.09.2024).

38. Громадська спілка «Органічна ініціатива» — інформаційний портал. URL: <https://organicinitiative.org.ua/news/rezultatyopytuvannia-br-orhanichnoho-biznesu-ukrainy-br-siche> (дата звернення 03.09.2024).

39. Європейська Комісія. (2022). Органічне сільське господарство в ЄС. Десятиріччя органічного зростання. Січень 2023 року (Organic farming in the EU. A decade of organic growth. January 2023) Європейська Комісія, Генеральний директорат з питань сільського господарства та розвитку сільських територій, м. Брюссель. URL: https://organicinfo.ua/wp-content/uploads/2023/08/organic-farming-decade-of-growth_ua.pdf

40. Кузнецова М.А., Лабунська О.Б. Рейтингове оцінювання України за глобальним інноваційним індексом. Science and innovation of modern world. Proceedings of the 6th International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. London, United Kingdom. 2023. P. 739-746. (0,125 д.а. на одного автора) (0,8 кредиту ECTS). URL: <https://sci-conf.com.ua/vimizhнародna-naukovo-praktichna-konferentsiyascience-and-innovation-of-modern-world-23-25-02-2023-london-velikobritaniya-arhiv>

41. У Мінагрополітики обговорили перспективи розвитку органічної галузі. 05 березня 2024 року. Міністерство аграрної політики та продовольства України. URL: <https://minagro.gov.ua/news/u-minahropolityky-obhovorylyu-perspektyvy-rozvytku-orhanichnoi-haluzi>

Kuznietsova M., ORCID: 0000-0002-7055-7168

Labunska O., ORCID: 0000-0002-2579-3145

State Institution «Institute of Market and Economic and Environmental Research of the National Academy of Sciences of Ukraine,
29, Frantsuzsky Boulevard, Odesa, 65044, Ukraine

Innovative component of the spread of organic farming in the context of the implementation of the concept of sustainable development on the example of the Southern region of Ukraine

Goal. To analyze the role of the innovation component in the development of organic farming as one of the areas that contributes to the achievement of global sustainable development goals on the example of the Southern region of Ukraine. **Methods.** General scientific methods were used — analysis and synthesis, comparison, scientific abstraction, generalization, graphic research methods. To reveal the topic of the article, the authors developed survey forms and conducted a survey of higher education institutions and scientific institutions of the agro-industrial sector of the Southern region of Ukraine regarding the features, effectiveness and financing of their research activities in the agricultural sector. **Results.** Sustainable development goals and the role of organic production in their realization, the current state of organic production in European countries in terms of the growth of organic land over the past 10 years and the number of organic operators were analyzed. The author has collected relevant data on the development of organic production in the regions of Ukraine. It is proved that this area of agricultural activity is knowledge-intensive, and its spread is based on strengthening the innovation component. The data for 2023 for the Southern region of Ukraine are analyzed according to the following indicators: the number of researches conducted for the agro-industrial complex; results of research implementation in the agro-industrial complex; uniqueness of research results; availability of elements of innovation and research infrastructure; sources of funding for research carried out by higher education institutions (HEIs) and scientific institutions of the agricultural sector. The author proves the need to strengthen state support for the agro-industrial sector in order to stimulate the development of organic production by increasing budgetary funding for research in this area. **Conclusions.** Based on the survey conducted in higher education institutions and scientific institutions of sectoral subordination in the Southern region of Ukraine, the authors concluded that the availability of a certain number of scientific developments and innovative proposals with a high scientific level and their implementation in the agro-industrial sector will be the key to the accelerated development of organic production as a priority method of agriculture in our country.

sustainable development goals; organic production; source of funding for fundamental, applied research and innovative developments; grant funding; elements of innovation and research infrastructure

REFERENCES

1. Bohdanov D.S. (2017). Zavdannya staloho rozvytku sil's'kykh terytoriy [The task of sustainable development of rural areas]. *Ahrosvit — Agroworld*, 7, 60-62. URL: http://www.agrosvit.info/pdf/7_2017/11.pdf (in Ukraine).

2. Harkavyi V.V. (2023). Teoretychni osnovy rozrobky stratehiyi staloho rozvytku sil's'kohospodarstva. [Theoretical foundations of the development of a strategy for the sustainable development of agriculture]. *International Science Journal of Management, Economics & Finance*, 2(4), 56-64. <https://doi.org/10.46299/j.isjmef.20230204.07> (in Ukraine).

3. Drebot O.I., Dobryak D.S., & Mel'nyk P.P. (2021). Naukovi zasady formuvannya ta rozvytok sil's'kohospodars'kohozemlekorystuvannya na osnovi transformatsiyi zemel'nykh vidnosyn. [Scientific principles of the formation and development of agricultural land use based on the transformation of land relations]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya — Balanced nature management*, (4), 5-13. DOI: 10.33730/2310-4678.4.2021.253080 (in Ukraine).

4. Kotytkova O.I. (2017). Monitorynh ta otsinka stalosti rozvytku sil's'kohospodars'kohozemlekorystuvannya rehioniv Ukrayiny. [Monitoring and assessment of the sustainability of the development of agricultural land use in the regions of Ukraine]. *Ekonomika APK — Economy of agro-industrial complex*, (5), 24-32. (in Ukraine).

5. Lopatyns'kyi Yu. (2018). Skladovi ta priorityty staloho rozvytku ahrarnoho sektoru ekonomiky: kontseptual'no-teoretychnyy dyskurs. [Components and priorities of sustainable development of the agricultural sector of the economy: conceptual and theoretical discourse]. *Ekonomika APK — Economy of agro-industrial complex*, (6), 94. (in Ukraine).

6. Mykhaylenko O.H. (2015). Stalyy rozvytok sil's'kohospodarstva: teoretychni aspekty. [Sustainable development of agriculture: theoretical aspects.]. *Visnyk Dnipropetrovs'kohozemlekorystuvannya universytetu. Seriya «Svitove hospodarstvo i mizhnarodni ekonomichni vidnosyny» — Bulletin of Dnipropetrovsk University. Series «World economy and international economic relations»*, 23(7), 48-57. URL: https://www.researchgate.net/publication/322469854_Stalij_rozvitok_sil's'kohospodarstva_teoretichni_aspekty (in Ukraine).

7. Pankov O.I. (2011). Stalyy rozvytok u sil's'komu hospodarstvi. [Sustainable development in agriculture]. *Efektivna ekonomika — Efficient economy*, (5). URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=750> (in Ukraine).

8. Pinchuk A.O. (2020). Stratehiya zabezpechennya staloho rozvytku sil's'kohospodarstva v umovakh didzhytalizatsiyi ekonomiky Ukrayiny. [The strategy of ensuring the sustainable development of agriculture in the conditions of digitization of the economy of Ukraine]. Doctor's thesis. Chernihiv. URL: <http://ir.stu.cn.ua/handle/123456789/19695> (in Ukraine).

9. Popova O.L. (2010). Teoretychni osnovy stiykoho rozvytku ahrosfery ta

formuvannya adekvatnoyi ukrayins'koyi stratehiyi. [Theoretical foundations of sustainable development of the agricultural sector and the formation of an adequate Ukrainian strategy]. *Zb. nauk. pr. NNTS «In-t zeml-va UAAN»* — Coll. of science Ave. NSC «Institute of Geology of the Ukrainian Academy of Sciences», 3, 18-27. (in Ukraine).

10. Tykhonov A.H., Hrebenyuk N.V., & Tykhonenko O.V. (2003). Naukovi zasady staloho rozvytku zemlekorystuvannya: indykatsiya ekolohichnoho stanu. [Scientific principles of sustainable development of land use: indication of the ecological state]. *Zemlevporyadkuvannya — Land management*, (1), 15-20. (in Ukraine).

11. Breus D.S. (2020). Svitovyy dosvid vedennya orhanichnoho zemlerobstva ta perspektyvy yoho rozvytku v Ukrayini. [World experience of conducting organic farming and prospects for its development in Ukraine]. *Tavriys'kyy naukovyy visnyk Kherson'skoho derzhavnogo ahrarno-ekonomichnoho universytetu, Ekolohiya, ikhtiolojiya ta akvakul'tura — Tavri Scientific Bulletin of the Kherson State Agrarian and Economic University. Ecology, ichthyology and aquaculture*, 1(116), 198-206. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.116.1.27> (in Ukraine).

12. Bubela T.Z. (2012). Normatyvno-tekhnichni aspekty kontrolyu orhanichnoyi produktsiyi v Ukrayini. [Regulatory and technical aspects of control of organic products in Ukraine]. *Standartyzatsiya, sertyfikatsiya, yakist' — Standardization, certification, quality*, (1), 62-65. (in Ukraine).

13. Burlyay A.P. (2013). Rol' Ukrayiny u formuvanni propozytsiyi yevropeys'koho rynku orhanichnoyi produktsiyi. [Ukraine's role in shaping the offer of the European market of organic products]. *Ekonomichnyy chasopys — XXI — Economic magazine — XXI*, 2(11-12), 15-18. (in Ukraine).

14. Vovk V.I. (2010). Sertyfikatsiya orhanichnoho sil's'koho hospodarstva v Ukrayini: suchasnyy stan, perspektyvy, stratehiya na maybutnye. [Certification of organic agriculture in Ukraine: current state, prospects, strategy for the future]. *Mizhnar. nauk.-prak. seminar «Orhanichni produkty kharchuvannya. Suchasni tendentsiyi vyrobnytstva ta marketynhu orhanichnoyi produktsiyi»* — [International science-practice of the seminar «Organic food products. Modern trends in the production and marketing of organic products»]. Lviv. 3-7. URL: <http://www.lol.org.ua/ukr/vegetables> (in Ukraine).

15. Voskobiynyk Yu.P. (2013). Yemnist' rynku orhanichnoyi produktsiyi v Ukrayini. [Market capacity of organic products in Ukraine]. *Ahroincom — Agroincom*, (4-6), 7-10. (in Ukraine).

16. Ul'yanchenko O.V., Shyyan D.V., & Herasymenko Yu.S. (2020). Prohnozuвання svitovykh tendentsiy rozvytku rynku orhanichnoyi produktsiyi. [Forecasting global trends in the development of the organic products market]. *Efektivna ekonomika — Efficient economy*, (10). DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.10.9> (in Ukraine).

17. Huz' M.M. (2013). Do metodyky otsinky efektyvnosti orhanichnoho zemlerobstva [To the methodology of evaluating the effectiveness of organic farming]. *Efektyvna ekonomika — Efficient economy*, (11). URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2522> (in Ukraine).

18. Dovhan' O.M. (2013). Orhanichne vyrobnytstvo: sutnist', ob'yektyvna neobkhdnist', efektyvnist'. [Organic production: essence, objective necessity, efficiency]. *Stalyy rozvytok ekonomiky — Sustainable economic development*, (1), 200-206. (in Ukraine).

19. Dudar O.T. (2012). Rozvytok orhanichnoho ahrovyrobnytstva v Ukraini. [Development of organic agricultural production in Ukraine]. *Ekonomika APK — Economy of agro-industrial complex*, (3), 121-126. (in Ukraine).

20. Dyachenko V.V., Orel A.M. (2023). Suchasni aspekty rozvytku orhanichnoho zemlerobstva v umovakh staloho sil'skoho hospodarstva. [Modern aspects of the development of organic farming in the conditions of sustainable agriculture]. *Ekonomika ta suspil'stvo — Economy and society*, (48). DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-48-91> (in Ukraine).

21. Ivanova L.S. (2015). Vyrobnytstvo orhanichnoyi produktsiyi: svitovyy dosvid ta vitchyznyani realiyi. [Production of organic products: world experience and domestic realities]. *Ahrosvit — Agroworld*, (18), 30-35. (in Ukraine).

22. Kysil' V.I. (2000). Biologichne zemlerobstvo v Ukraini: problemy i perspektyvy [Biological farming in Ukraine: problems and prospects]. Kharkiv: Shtyryh. (in Ukraine).

23. Kobets' M.I. (2004). Orhanichne zemlerobstvo v konteksti staloho rozvytku. [Organic farming in the context of sustainable development]. *Proyekt «Ah-rarna polityka dlya lyuds'koho rozvytku» — Agrarian policy for human development» project*. Kyiv, 22. (in Ukraine).

24. Kostyuk O.D. (2012). Orhanichne zemlerobstvo: svitovi tendentsiyi ta perspektyvy rozvytku v Ukraini. [Organic farming: global trends and development prospects in Ukraine]. *Naukovyy visnyk. Nats. un-tu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy — Scientific Bulletin. National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine*. Kyiv, 3(177), 291-295. (in Ukraine).

25. Maslak O.M. (2012). Stanovlennya rynku orhanichnoyi produktsiyi v Ukraini. [Formation of the market of organic products in Ukraine]. *Ekonomika i menedzhment. Visnyk Sums'k. nats. ahrar. un-tu — Economics and management. Visnyk Sumsk. national agrarian university. Sumy*. (11), 60-69. (in Ukraine).

26. Mylovanov Ye.V. (2009). Orhanichne sil'ske hospodarstvo: perspektyvy dlya Ukrainy. [Organic agriculture: prospects for Ukraine]. *Posibnyk ukraiyins'koho khliboroba: nauk.-prak. zbirnyk Instytutu roslynnystva im. V. A. Yur'yeva — Handbook of the Ukrainian farmer: science and practice. collection of the Institute of plant breeding named after V.Ya. Yuryev*. Kharkiv, 257-260. (in Ukraine).

27. Reznichenko V.P., Kolomiyets' L.V., & Stefanyuk C.V. (2024). Orhanichne sil's'ke hospodarstvo: vyklyky ta perspektyvy rozvytku. [Organic agriculture: challenges and prospects for development]. *Ahrarni innovatsiyi — Agrarian innovations*, (23), 134-140. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.23.20> (in Ukraine).

28. Shlapak V.O. (2004). Pro vyroshchuvannya ekolohichno chystoyi ovochevoyi produktsiyi v Ukraini. [About the cultivation of ecologically clean vegetable products in Ukraine]. *Materialy nauk.-prakt. seminaru «Suchasni tendentsiyi vyrobnytstva ta marketynhu orhanichnoyi produktsiyi» — scientific and practical materials. seminar «Modern trends in the production and marketing of organic products»* (Lviv, March 31, 2004). Lviv. 30-33. (in Ukraine).

29. Peretvorennya nashoho svitu: Poryadok dennyy u sferi staloho rozvytku do 2030 roku. Rezolyutsiya Heneral'noyi Asambleyi OON vid 25.09.2015 roku. [Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25.09.2015]. Prohrama rozvytku ob'yednanykh natsiy: vebsait — United nations development programme: website. URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/publications/peretvorennya-nashoho-svitu-poryadok-dennyy-u-sferi-staloho-rozvytku-do-2030-roku> (in Ukraine).

30. Tsili staloho rozvytku: Ukrayina. Natsional'na dopovid'. Ministerstvo ekonomichnoho rozvytku i torhivli Ukrainy. [Goals of sustainable development: Ukraine. National report. Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine]. (2017). Natsional'na dopovid'. Ministerstvo ekonomichnoho rozvytku i torhivli Ukrainy — National report. Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine, 176. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/natsionalna-dopovid-csr-Ukrainy.pdf> (in Ukraine).

31. Codex Alimentarius. International food standards. www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/ Retrieved from <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/home/en/>

32. Organic Agriculture and Food Security. IFOAM Dossier 1, 2002. www.ifoam.org

33. Report and Recommendations on Organic Farming (Washington DC: USDA, 1980), p. xii. NAL Call # aS605.5 U52

34. Postanova Rady (YES) № 834/2007 vid 28 chervnya 2007 roku stosovno orhanichnoho vyrobnytstva i markuvannya orhanichnykh produktiv ta skasuvannya Postanovy (YEES) № 2092/91. [Council Regulation (EC) No. 834/2007 of June 28, 2007 regarding organic production and labeling of organic products and repeal of Regulation (EEC) No. 2092/91]. URL: www.organicstandard.com.ua/ Retrieved from https://www.cg.gov.ua/web_docs/2141/2017/04/docs/EU%20Reg_834_2007%20Organic%20Production_UA.pdf (in Ukraine).

35. Vstyhnuty do 2030: mistse Ukrainy na mapi orhanichnoho rynku YES.

Ministerstvo tsyfrovoyi transformatsiyi Ukrainy. [Make it to 2030: Ukraine's place on the EU organic market map. Ministry of Digital Transformation of Ukraine]. Diya. Biznes. Eksportnyy napryam — Action. Business. Export direction. URL: https://export.gov.ua/605-vstignuti_do_2030_mistse_ukraini_na_mapi_organichnogo_rinku_ies (in Ukraine).

36. Verkhovna rada Ukrainy. (10.07.2018). Zakon Ukrainy. Pro osnovni pryntsypy ta vymohy do orhanichnoho vyrobnytstva, obihu ta markuvannya orhanichnoyi produktsiyi № 2496-VIII. [Verkhovna Rada of Ukraine. (July 10, 2018). Law of Ukraine. About the basic principles and requirements for organic production, circulation and labeling of organic products No. 2496-VIII]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19#Text> (in Ukraine).

37. Pidsumky 2023 roku v orhanichnomu sektori. [Results of 2023 in the organic sector.] OrganicInfo : veb-sayt — OrganicInfo: Website (December 2023). URL: <https://organicinfo.ua/news/results-of-2023/> (in Ukraine).

38. Hromads'ka spilka «Orhanichna initsyatyva». [Public union «Organic initiative»]. Organic initiative: information portal. URL: <https://organicinitiative.org.ua/news/rezultatyopytuvannia-br-orhanichnoho-biznesu-ukrainy-br-siche> (in Ukraine).

39. Yevropeys'ka Komisiya. Heneral'nyy dyrektorat z pytan' sil'skoho hospodarstva ta rozvytku sil'skykh terytoriy (2022). Orhanichne sil'ske hospodarstvo v YES. Desyatyrichchya orhanichnoho zrostannya». Sichen' 2023 roku. [European Commission. General Directorate for Agriculture and Rural Development (2022). Organic agriculture in the EU. A decade of organic growth». January 2023]. URL: https://organicinfo.ua/wp-content/uploads/2023/08/organic-farming-decade-of-growth_ua.pdf. (in Ukraine).

40. Kuznetsova M.A., Labunska O.B. (2023). Ranking of Ukraine according to the global innovation index. Science and innovation of modern world. Proceedings of the 6th International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. London, United Kingdom. 739-746. URL: <https://sci-conf.com.ua/vi-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiyascience-and-innovation-of-modern-world-23-25-02-2023-london-velikobritaniya-arhiv> (in Ukraine).

41. Ministerstvo ahrarynoyi polityky ta prodovol'stva Ukrainy (05 bereznya 2024). U Minahropolityky obhovoryly perspektyvy rozvytku orhanichnoyi haluzi. [Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine (March 5, 2024). The prospects for the development of the organic industry were discussed at the Ministry of Agrarian Policy]. URL: <https://minagro.gov.ua/news/u-minahropolityky-obhovoryly-perspektyvy-rozvytku-orhanichnoi-haluzi> (in Ukraine).

Надійшла до редакції: 06.09.2024

Прийнята до друку: 07.10.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

Л.І. КУЧЕР, кандидат сільськогосподарських наук

С.В. ВІТВИЦЬКИЙ, кандидат сільськогосподарських наук

Л.П. КАВА, кандидат сільськогосподарських наук

Т.Р. КУЧЕР

Ю.С. КРАВЧЕНКО, доктор сільськогосподарських наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03022, Україна

ВПЛИВ БІОЛОГІЗАЦІЇ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ВМІСТ І ЗАПАС ГУМУСУ В ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ ЛЕГКОСУГЛИНКОВОМУ

Мета. Дослідити гумусний стан чорнозему типового легкосуглинкового та врожайність пшениці озимої в умовах застосування ґрунтозахисних технологій. **Методи.** Застосовували: інформативно-аналітичний метод — обробка матеріалів літературних джерел; польові дослідження — спостереження за рослинами, облік і збір урожаю; лабораторні, математично-статистичний метод — обробка результатів. Дослідження проводили на чорноземі типовому крупнопилувато-легкосуглинковому на лесі, культура — пшениця озима, сорт «Поліська 90». Досліджено порівняльну ефективність технологій: традиційна, що ґрунтується на полицевій оранці на глибину 25—27 см; ґрунтозахисна, що ґрунтується на мілкому плоскорізнному обробітку на глибину 10—12 см. На фоні цих технологій вирощування вивчали післядію систем удобрення: 1 — контроль (без добрив); 2 — солома 1,2 т/га + $N_{12} + N_{55}P_{45}K_{45}$; 3 — солома 1,2 т/га + $N_{12} + N_{78}P_{68}K_{68}$; 4 — солома 1,2 т/га + N_{12} + сидерати + $N_{55}P_{45}K_{45}$; 5 — солома 1,2 т/га + N_{12} + сидерати + $N_{78}P_{68}K_{68}$. **Результати.** Застосування ґрунтозахисної технології порівняно з традиційною не сприяло істотній зміні вмісту гумусу в орному шарі, проте вплинуло на його перерозподіл. Найвищий вміст гумусу (3,77%) зафіксовано на варіанті солома 1,2 т/га + N_{12} + сидерати + $N_{78}P_{68}K_{68}$ на фоні ґрунтозахисної технології у верхньому дослідженому шарі ґрунту. Органічні добрива підвищували вміст рухомих органічних речовин в шарі 0—30 см на фоні оранки на 0,063% відносних, а на фоні ґрунтозахисної технології — на 0,176%. За внесення соломи з мінеральними добривами вміст гумінових кислот у чорноземі типовому становив 0,042—0,052% на фоні традиційної технології та 0,055—0,088% — на ґрунтозахисній технології. **Висновки.** На варіанті з внесенням соломи 1,2 т/га + N_{12} + сидерати + $N_{78}P_{68}K_{68}$

вміст гумінових кислот становив у 1,5 раза більше, ніж на аналогічному варіанті при проведенні традиційної технології. Ґрунтозахисна технологія зумовила підвищення врожайності зерна пшениці озимої на 3,5 ц/га порівняно із традиційною.

гумусні речовини; запас гумусу; пшениця озима; чорнозем типовий; обробіток ґрунту; урожайність

Органічна речовина, як правило, має важливе значення у формуванні ґрунту, його родючості і живленні рослин. У цих процесах роль окремих компонентів гумусу неоднакова, оскільки вони мають різні властивості [1, 2]. Уміст гумінових кислот у ґрунті сприяє забарвленню ґрунту в темний колір навіть за невеликої кількості в ґрунті. Порівняно зі світлими, такі ґрунти мають кращий тепловий режим завдяки кращому поглинанню сонячного випромінювання, вважаються теплими і на них краще розвивається рослинний покрив. Гумінові кислоти мають погану розчинність у воді і мають властивість не вимиватися у нижні горизонти, формуючи таким чином гумусний горизонт [3].

Ґрунти з високим вмістом гумусу можуть дещо самовідновлюватися і за різних погодних умов можуть давати високу урожайність сільськогосподарських культур. Чим більший вміст гумусу в ґрунті, тим вища його буферна і вбирна здатність. Високогумусовані ґрунти, які багаті на тришарові силікати, мають водостійку структуру. Структура, вологоємність, водний, повітряний і тепловий режими мають пряму залежність від вмісту органічної речовини в ґрунті [4].

Розклад органічної речовини у ґрунті може проходити двома шляхами: мінералізація — швидкий розклад до кінцевих продуктів (дуже виражено в тропічних районах); гуміфікація — повільний розклад. За переважання процесів гуміфікації забезпечується запас елементів живлення на тривалий період часу [5]. 10—20% органічних речовин сприяють утворенню гумусу, а 80—90% — мінералізуються. На швидкість розкладання значно впливають сільськогосподарські культури. Відомо, що за вирощування просапних культур щорічно втрачається 1,5—3,0 т/га гумусу, а за вирощування зернових — 0,5—1,0 т/га [6]. На втрату гумусу ґрунтів впливають низьке надходження органічних рештків, недостатній вміст кальцію, кисла реакція ґрунтового середовища і посушливі погодні умови [7].

Вирощування сільськогосподарських культур без внесення добрив призводить до зниження родючості ґрунту, погіршення фізичних, фізико-хімічних та агрохімічних властивостей, умов життєдіяльності мікроорганізмів [8].

Збільшення вмісту гумусу досягається застосуванням заходів, які збільшують уміст органічної речовини у ґрунті. Це — висівання багаторічних трав у сівозміні, внесення органо-мінеральних добрив, зали-

шення на полі стерні, регулювання кислотності і лужності ґрунтового розчину [9].

Чергування культур в сівозміні також має велике значення у збільшенні запасів гумусу орного шару ґрунту, адже саме пожнивні рештки слугують джерелом поповнення ґрунтових запасів органічної речовини. За внесення 1 т соломи у ґрунт для кращого розкладання та інтенсивного розмноження бактерій потрібно внести 5–10 кг д.р. азотних добрив [9]. Добрива, за тривалого і системного їх застосування, взаємодіють з ґрунтом та рослинами і зумовлюють певні зміни властивостей ґрунту, які у підсумку визначають рівень родючості агробіоценозу і продуктивності рослин [10].

Внесення мінеральних добрив може спонукати мінералізації гумусу і покращувати ріст і розвиток рослин, таким чином збільшуючи кількість поживних решток [11]. Професор М.К. Шикула вважає, що збільшення норми мінеральних добрив призводить до зменшення співвідношення C:N, що спонукає активізації процесів мінералізації [12].

Використовуючи обробіток ґрунтів легкого механічного складу, які мають промивний тип водного режиму, за внесення великих норм азотних добрив посилюються процеси мінералізації гумусу. З часом він вимивається з верхніх генетичних горизонтів, що спонукає до зменшення умісту поживних речовин і урожайності сільськогосподарських культур [9]. Дослідженнями Mallarino A.P. та ін. встановлено, що на суглинкових ґрунтах внесення високих норм фосфорних і калійних добрив не завжди сприяє підвищенню умісту гумусу, тому потрібне внесення гною чи посів сидеральних культур разом із використанням мінеральних добрив [13]. У варіантах із внесенням низьких норм гною втрати гумусу не такі суттєві як на варіанті без добрив.

Завдяки тому, що гумус має колоїдну природу і впливає на фізичні властивості ґрунтів, покращується здатність до агрегації елементарних ґрунтових часточок і разом з кальцієм та глинистими мінералами сприяє утворенню водостійкої структури, впливаючи на щільність та водно-повітряний режим ґрунту [14].

Внесення всіх видів органічних добрив на фоні технологій, що базуються на безполицевому обробітку ґрунту, є основним напрямом біологізації землеробства. За безполицевого обробітку ґрунту рослинні рештки концентруються у поверхневому шарі ґрунту, що певною мірою моделює хід дернового процесу, характерний для цілинних степових ґрунтів. Внаслідок цього у поверхневому шарі ґрунтів при безполицевих обробітках значно зростає мікробна активність, активізується саморегуляція ґрунтів, що є характерним для цілинних ґрунтів [15, 16].

Метою досліджень було дослідити вплив ґрунтозахисних технологій на показники гумусного стану чорнозему типового легкосуглинкового та врожайність пшениці озимої.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили в 2021—2023 рр. на довготривалому досліді кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М.К. Шикучи Національного університету біоресурсів і природокористування України, який було закладено в 1995 р. на чорноземі типовому крупнопилувато-легкосуглинковому на лесі. Уміст гумусу у орному шарі ґрунту становив $3,54 \pm 0,03\%$, а в підорному — $3,52 \pm 0,04\%$. Даний ґрунт характеризується близькою до нейтральної реакцією ґрунтового розчину. У верхньому шарі рН становить 6,8, гідролітична кислотність — 0,7 мг-екв., сума увібраних катіонів — 35,17 мг-екв./100 г ґрунту, а ступінь насиченості основами — 93,0%. У підорному шарі рН становить 7,4, гідролітична кислотність (Нг) — 0,54 мг-екв./100 г ґрунту, сума увібраних катіонів — 30,22 мг-екв./100 г ґрунту, а ступінь насиченості основами — 94,6%. Дослідження проводили в ланці сівозміни: пшениця озима, кукурудза на зерно, ячмінь. Досліджувана культура — пшениця озима сорту Поліська 90.

У дослідженнях проводили порівняльне вивчення ефективності двох технологій:

- 1 — традиційна, що ґрунтується на полицевій оранці на глибину 25—27 см;
- 2 — ґрунтозахисна, що ґрунтується на мілкому плоскорізному обробітку на глибину 10—12 см.

Вивчали післядню чотирьох систем удобрення із внесенням на 1 га сівозмінної площі:

1. Контроль (без добрив);
2. Солома 1,2 т/га + $N_{12} + N_{55}P_{45}K_{45}$;
3. Солома 1,2 т/га + $N_{12} + N_{78}P_{68}K_{68}$;
4. Солома 1,2 т/га + N_{12} + сидерати + $N_{55}P_{45}K_{45}$;
5. Солома 1,2 т/га + N_{12} + сидерати + $N_{78}P_{68}K_{68}$.

Варіанти розміщено методом розщеплених ділянок. Розмір елементарної ділянки — 180 м², облікової — 100 м².

Обробіток ґрунту виконували ґрунтообробними машинами: полицеву оранку — плугом ПЛП-6-3,5; мінімальний обробіток — бороною БДТ-7. У досліді застосовували мінеральні добрива: аміачну селітру із вмістом азоту 34,5%, суперфосфат гранульований із вмістом P_2O_5 — 19,5% і калійну сіль — 60% K_2O . Мінеральні добрива і солому вносили поверхнево із наступним зароблянням у ґрунт.

Змішані із 5—6-ти проб зразки ґрунту відбирали 4 рази за вегетаційний період: III декада квітня, III декада червня, III декада серпня та після збирання врожаю — III декада вересня. Глибина відбору зразків 0—15 і 15—30 см. Уміст загального гумусу — визначали методом Тюріна в модифікації Сімакова; групового складу гумусу — за Коновою і Бельчиковою [17]. Вміст клейковини визначали мето-

дом відмивання (ГОСТ 13586.1-86), вміст білка — методом К'ельдаля (ГОСТ 10846-74). Статистичну обробку проводили методом ANOVA. Урожайність пшениці озимої визначали вручну.

Забезпеченість легкогідролізованим азотом за Тюріним та Коновою в горизонті Н — висока, а в Н_p — підвищена. Наявність рухомих фосфатів та обмінного калію за Чиріковим — висока в орному та підвищена в підорному шарах ґрунту.

Результати досліджень та обговорення. Аналізуючи дані (рис. 1) виявили тенденцію до збільшення вмісту гумусу в 0—15 см шарі ґрунту за безполицевого обробітку як у варіанті без добрив, так і за внесення добрив. Спостерігається чітка тенденція перерозподілу гумусу по досліджуваних горизонтах. За мінімального обробітку у шарі 0—15 см на контрольному варіанті було на 0,10—0,06% більше гумусу за увесь період вегетації культури ніж в шарі 15—30 см (рис. 2). За оранки різниця між шарами на цьому варіанті удобрення становила від 0,01 до 0,03%.

На фоні внесення соломи, збільшення норми мінеральних добрив суттєво не вплинуло на підвищення вмісту гумусу. Проте поступове збільшення насичення сівозміни різними видами органічних добрив сприяло підвищенню новоутворення гумусових речовин. Найвищий вміст гумусу при ґрунтозахисній технології становить 3,77% і спостерігається на варіанті з внесенням — солома 1,2 т/га + сидерати + N₇₈P₄₅K₄₅. На оранці він дещо нижчий — 3,65%.

Динаміка вмісту гумусу впродовж вегетації на варіантах з ґрунтозахисною технологією була більш помітною ніж на оранці. Вміст гу-

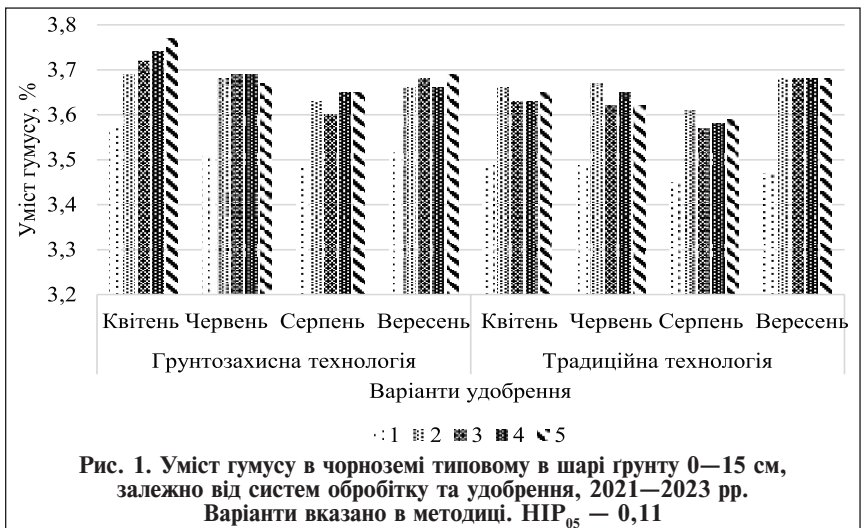
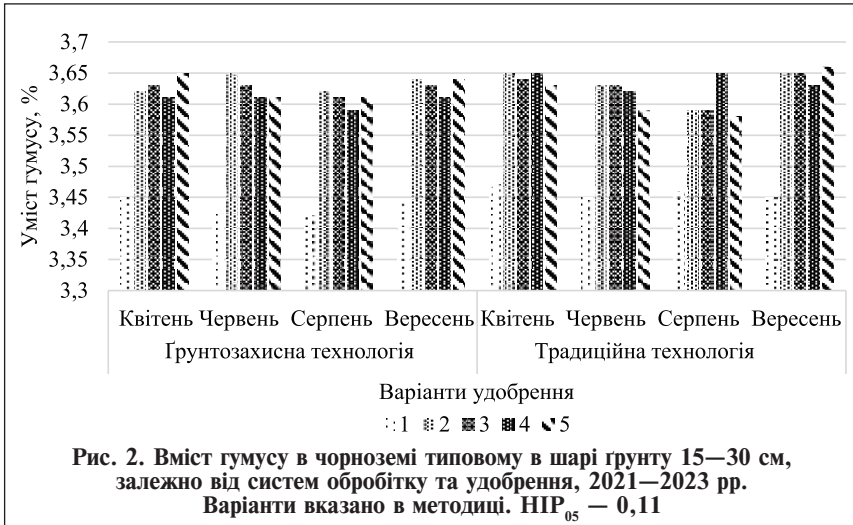
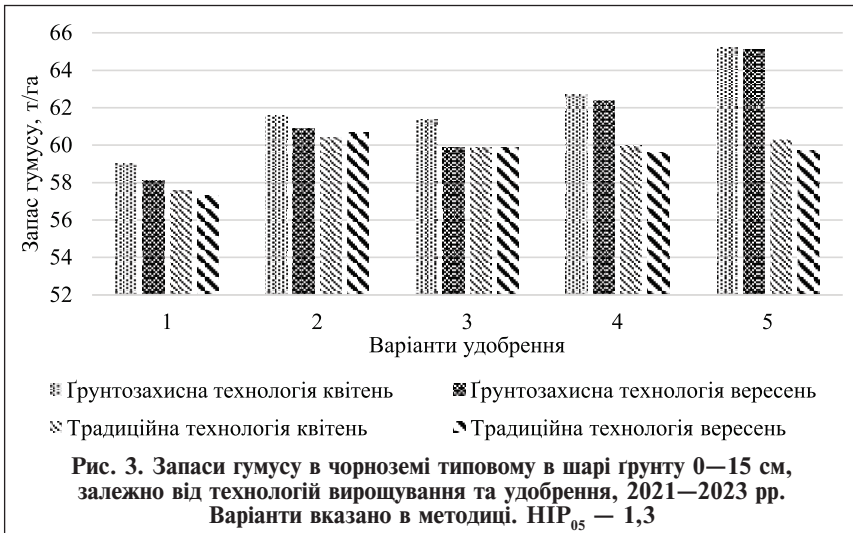
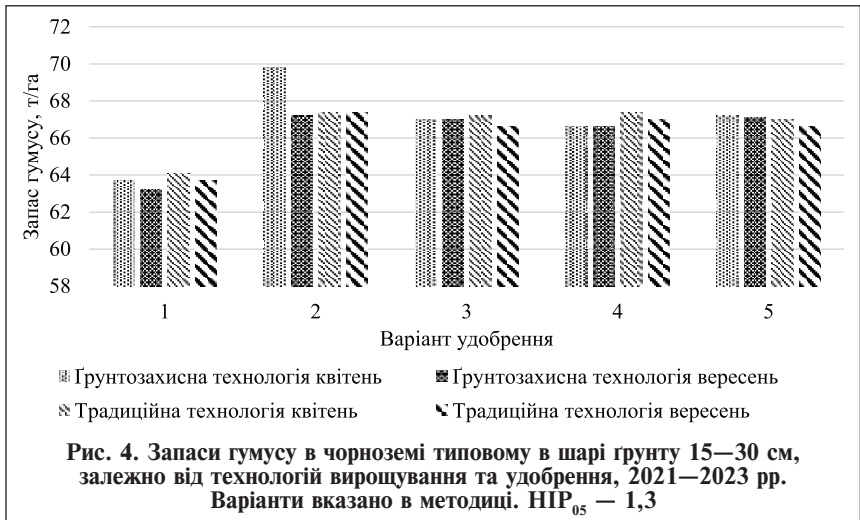


Рис. 1. Уміст гумусу в чорноземі типовому в шарі ґрунту 0—15 см, залежно від систем обробітку та удобрення, 2021—2023 рр. Варіанти вказано в методиці. НІР₀₅ — 0,11



мусу при такій технології змінювався з 3,77% на початку вегетації до 3,61% в середині, тобто на 0,14%, а за традиційної ці зміни склали лише 0,03%. Такі ж закономірності спостерігались на варіанті з внесенням соломи 1,2 т/га + сидерати + $N_{78}P_{45}K_{45}$ на 1 га сівозміної площі. Запаси гумусу (рис. 3, 4) у чорноземі типовому також закономірно змінювались під впливом технологій та удобрення. Застосування





органічних добрив на фоні традиційної технології збільшило запаси гумусу у шарі 0–15 см на 2,1–2,6 т/га. У варіанті без добрива на фоні ґрунтозахисної приріст склав 2,4–6,0 т/га. В останньому випадку це можна пояснити більшим нагромадженням рослинних решток та органічних добрив, які поповнюють запаси гумусу.

У нижніх шарах ґрунту, порівняно з верхніми, спостерігається збільшення запасів гумусу як на фоні традиційної, так і ґрунтозахисної технології.

В цілому, в шарі 15–30 см запаси гумусу на всіх варіантах досліджень мають вище значення за рахунок більшої щільності ґрунту. Щодо динаміки запасів гумусу — спостерігається незначне зменшення запасів гумусу від квітня до вересня, тобто, відновлення гумусу на цей час відбувається не повністю.

Отже, можна зробити висновок, що використання ґрунтозахисної технології, порівняно з традиційною, не вплинуло на суттєву зміну вмісту гумусу в орному шарі, а сприяло перерозподілу його кількості за шарами 0–15 та 15–30 см на варіантах з внесенням органічних добрив на фоні мінеральних. В шарі 0–15 см більший вміст гумусу відзначено при ґрунтозахисній, а в 15–30 см — при традиційній.

Довготривале використання органічних і мінеральних добрив має вплив на вміст рухомих органічних речовин. Внесення органічних добрив підвищувало їхній вміст у шарі 0–30 см на фоні традиційної технології на 0,063%, а на фоні ґрунтозахисної технології — на 0,176% (табл. 1). Масштаби збільшення вмісту рухомих гумусових речовин зростали на фоні сидерації, де їх найбільший вміст у шарі 0–30 см

1. Вплив технологій вирощування на вміст рухомих гумусових речовин (ВП «НДГ Великосітинське ім. О.В. Музиченка»), % (2021—2023 рр.)

Шар ґрунту, см	Традиційна технологія			Ґрунтозахисна технологія		
	C _{заг.}	C _{Г.К.}	C _{Ф.К.}	C _{заг.}	C _{Г.К.}	C _{Ф.К.}
Без добрив (контроль)						
0—15	0,147	0,030	0,115	0,157	0,046	0,110
15—30	0,123	0,018	0,103	0,125	0,031	0,092
0—30	0,136	0,024	0,110	0,208	0,038	0,168
Солома 1,2 т/га + N₁₂ + N₅₅P₄₅K₄₅						
0—15	0,196	0,048	0,146	0,306	0,061	0,243
15—30	0,160	0,032	0,124	0,212	0,050	0,160
0—30	0,177	0,041	0,134	0,260	0,055	0,202
Солома 1,2 т/га + N₁₂ + N₇₈P₆₈K₆₈						
0—15	0,207	0,058	0,147	0,330	0,096	0,232
15—30	0,176	0,045	0,129	0,300	0,081	0,217
0—30	0,191	0,052	0,137	0,315	0,088	0,225
Солома 1,2 т/га + N₁₂ + сидерати + N₅₅P₄₅K₄₅						
0—15	0,226	0,053	0,171	0,306	0,080	0,224
15—30	0,161	0,047	0,114	0,211	0,070	0,140
0—30	0,193	0,050	0,141	0,260	0,074	0,182
Солома 1,2 т/га + N₁₂ + сидерати + N₇₈P₆₈K₆₈						
0—15	0,230	0,061	0,165	0,360	0,071	0,287
15—30	0,172	0,050	0,120	0,333	0,063	0,268
0—30	0,201	0,056	0,143	0,346	0,067	0,277
Примітки: C _{заг.} — концентрація загального гумусу; C _{Г.К.} — концентрація гумінових кислот; C _{Ф.К.} — концентрація фульвокислот						

на фоні ґрунтозахисної технології становив 0,346%. Таке явище можна визнати позитивним, позаяк у чорноземах типових малогумусних крупнопилувато-легкосуглинкового гранулометричного складу, що мають знижену буферну здатність, підвищується ймовірність збільшення інтенсивності процесів мінералізації і міграції в нижні шари і таким чином збіднення обробленого шару цієї фракцією гумусових речовин. Процеси надмірної мобілізації гумусу проходять разом із значним підкисленням чорноземів не насичених основами, що не може сприяти збільшенню гумусу [18—20].

За внесення соломи з мінеральними добривами вміст гумінових кислот у чорноземі типовому склав 0,042—0,052% на фоні традицій-

ної технології, та 0,055—0,088% — за ґрунтозахисної. Найбільший вміст гумінових кислот (0,088%) був на варіанті з внесенням соломи 1,2 т/га + N₁₂ + сидерати + N₇₈P₆₈K₆₈, що у 1,5 раза більше ніж на аналогічному варіанті при застосування традиційної технології.

У таблиці 2 наведено дані урожайності та якості пшениці озимої. Найвища урожайність спостерігалась у варіанті з ґрунтозахисною технологією і внесенням соломи, мінеральних добрив і заробкою сидератів — 43,4 ц/га. На врожайність пшениці озимої достовірно вплинуло застосування мінеральних добрив та органічних решток. У варіантах з традиційною технологією приріст врожаю, порівняно з контролем, становив 9,4—12,6 ц/га, з ґрунтозахисною — 11,2—16,1 ц/га. Внесення мінеральних добрив, соломи та заробляння сидератів суттєво вплинуло і на вміст білка в зерні пшениці порівняно з контролем. Найбільший вміст білка спостерігався у варіантах з внесенням мінеральних добрив і соломи на фоні ґрунтозахисної технології — 15,1%.

2. Урожайність пшениці озимої залежно від обробітку ґрунту та удобрення (ВП «НДГ Великосітінське ім. О.В. Музиченка»), 2021—2023 рр.

Технологія вирощування	Варіанти удобрення	Урожайність, ц/га	Приріст врожаю, ц/га	Вміст білка, %	Вміст клейковини, %
Традиційна	Контроль (без добрив)	27,1	—	14,0	29,0
	Солома 1,2 т/га + N ₁₂ + N ₅₅ P ₄₅ K ₄₅	39,9	12,6	14,2	30,9
	Солома 1,2 т/га + N ₁₂ + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈	36,7	9,4	14,7	31,7
	Солома 1,2 т/га + N ₁₂ + сидерати + N ₅₅ P ₄₅ K ₄₅	37,8	10,5	14,3	28,7
	Солома 1,2 т/га + N ₁₂ + сидерати + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈	39,7	12,4	14,6	30,1
Ґрунтозахисна	Контроль (без добрив)	28,6	1,3	13,6	28,0
	Солома 1,2 т/га + N ₁₂ + N ₅₅ P ₄₅ K ₄₅	38,5	11,2	15,1	30,9
	Солома 1,2 т/га + N ₁₂ + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈	41,1	13,8	15,1	30,6
	Солома 1,2 т/га + N ₁₂ + сидерати + N ₅₅ P ₄₅ K ₄₅	41,6	14,3	14,6	29,7
	Солома 1,2 т/га + N ₁₂ + сидерати + N ₇₈ P ₆₈ K ₆₈	43,4	16,1	14,7	30,9
НІР ₀₅	—	0,53	2,1	0,1	0,35

ВИСНОВКИ

Застосування ґрунтозахисної технології, порівняно з традиційною, суттєво не позначилося на вмісті гумусу в орному шарі, проте вплинуло на його перерозподіл. Найвищим вміст гумусу (3,77%) був у варіанті солома 1,2 т/га + N₁₂ + сидерати + N₇₈P₆₈K₆₈ на фоні ґрунтозахисної технології (шар 0—15 см). Органічні добрива підвищили вміст рухомих органічних речовин в шарі 0—30 см на фоні традиційної технології на відносних 0,063%, а на фоні ґрунтозахисної технології — на 0,176%. При цьому масштаби збільшення вмісту рухомих гумусових речовин зростали на фоні сидерації, де їх найбільший вміст у шарі 0—30 см склав на фоні ґрунтозахисної технології 0,346%. За внесення соломи з мінеральними добривами вміст гумінових кислот у чорноземі типовому склав 0,042—0,052% на фоні традиційної технології та 0,055—0,088% на ґрунтозахисній технології. Найбільший вміст гумінових кислот (0,088%) був на варіанті з внесенням соломи 1,2 т/га + N₁₂ + сидерати + N₇₈P₆₈K₆₈, що у 1,5 раза більше ніж на аналогічному варіанті при проведенні традиційної технології.

Ґрунтозахисна технологія зумовила підвищення врожайності зерна пшениці озимої на 3,5 ц/га порівняно із традиційною, проте його застосування істотно не вплинуло на вміст сирої клейковини в зернах пшениці озимої.

Фінансування: науково-дослідна робота за темою: «Лабільні органічні речовини як основа родючості чорноземів і продуктивність агроценозів» № 110/104-ф.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Preston C.M., Humus Chemistry, Genesis, Composition and Reactions. Soil Science. 1995. 159 (5). 356. <https://doi.org/10.1097/00010694-199505000-00012>
2. Rustam A., Nasimbek M. A New Method Of Soil Compaction by the method of soil loosening wave. The American journal of Engineering and Techonology. 2021. 03(02). 6-16. <https://doi.org/10.37547/tajet/volume03issue02-02>
3. Трохименко Г., Кібаров О. Роль фульвових та гумінових кислот у процесах біодеградації залишків гербіцидів у ґрунті. Матеріали Міжнародної Науково-Практичної Конференції «Екологія. Людина. Суспільство.» 2024. С. 57-59. <https://doi.org/10.20535/ehs2710-3315.2023.290912>
4. Чорна Л.В., Господаренко Г.М. Агрофізичні властивості ґрунту, як фактор формування урожаю. Збірн. наук. пр. спец. випуск УДАУ. Біологічні науки і проблеми рослинництва. Умань 2003. С. 772-776.
5. Dijkstra F, Cheng W., Johnson D. Plant biomass influences rhizosphere

priming effects on soil organic matter decomposition in two differently managed soils. *Soil Biology and Biochemistry*. 2006. 38(9). 2519-2526. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.02.020>

6. Дегодюк С.Е., Літвінова О.А., Боднар Ю.Д. Вплив тривалого застосування добрив у сівозміні на зміни потенційної і ефективної родючості сірого лісового ґрунту. *Землеробство*. 2016. Вип. 1. С. 43-48

7. Дегодюк Е.Г., Боднар Ю.Д., Ігнатенко Ю.О., Погрібний І.В. Оптимізація мінерального живлення рослин у органічному землеробстві. Поєднання науки, освіти практичного виробництва і справедливого продажу якісної органічної продукції. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції 26-27 червня 2018 р. Київ: Едельвейс, 2018. С. 29-35.*

8. Дегодюк Е.Г., Проненко М.М., Боднар Ю.Д. Вплив тривалого застосування добрив на агрохімічні показники родючості сірого лісового ґрунту. *Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. Київ: Едельвейс. 2014. Вип. 4. С. 12-17.

9. Булигін С.Ю., Тонха О.Л., Вітвіцький С.В., Кучер Л.І., Буланій О.В. Оцінка і управління якістю ґрунтів. *Навчальний посібник*. Київ. 2020. 489 с.

10. Рижук С.М. Технологія відтворення родючості ґрунтів у сучасних умовах. Київ - Харків: Друкарня № 13, 2003. 204 с.

11. Носко Б.С. Шляхи збереження чорноземів України. *Вісник аграрної науки*. 2003. №1. С. 24-27.

12. Шикила М.К. та ін. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. Київ: Оранта, 1998. 679 с.

13. Mallarino A.P., Pecinovsky K.T. Long-term Phosphorus and Potassium Fertilization Strategies for Corn-Soybean Rotations. *Iowa State University, Digital Repository*. 2004. <https://doi.org/10.31274/farmprogressreports-180814-563>

14. Мазур Г.А. Відтворення та регулювання родючості легких ґрунтів. Київ: Аграрна наука, 2008. 308 с.

15. Дегтярьов В.В. Характеристика гумусу цілинних і орних чорноземів Лівобережного Лісостепу і Степу України. *Вісник ХНАУ*. 2008. №1. С. 85-102.

16. Berg B., McLaugherty C. Does Humus Accumulate and Where? What Factors May Influence? *Plant Litter*. 2013. 215-234. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38821-7_11

17. Практикум з ґрунтознавства: Навчальний посібник ; за ред. Д.Г. Тихоненко. 6-те вид., перероб. і доп. Харків: Майдан, 2009. 447 с.

18. Kucher L.I. Estimation of potasium reserves in zonal chernozemic soils of Ukraine's forest-steppe. *Polish Journal of Soil Sciens*. 2018. 51(1). doi. [org/10.17951/pjss.2018.51.1.83](https://doi.org/10.17951/pjss.2018.51.1.83)

19. Abad M., Fornes F., García D., Cegarra J., Roig A. Effects of humic substances from different sources on growth and nutrient content of cucumber

plants. Humic Substances in the Aquatic and Terrestrial Environment. 2005. 391-396. <https://doi.org/10.1007/bfb0010489>

20. Вітвицький С.В. Гуміфікація рослинних решток і гною в чорноземах Лісостепу та Степу України. Монографія. Київ: НУБіП України. 2016. 287 с.

Kucher L., ORCID: 0000-0002-7211-693X

Vitvitskyi S., ORCID: 0000-0002-6856-3817

Kava L., ORCID: 0000-0001-5757-6738

Kucher T.

Kravchenko Yu., ORCID: 0000-0003-4175-9622

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
15, Heroiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine

The influence of biologization of fertilizer systems on the content and stock of humus in a of typical chernozem light loamy

Goal. To investigate the humus state of typical light loamy chernozem and the yield of winter wheat under the conditions of soil protection technologies. **Methods.** The following methods were used: informative and analytical method for collecting materials from literature sources; field research — observation of plants, accounting and harvesting; laboratory, mathematical and statistical methods — processing of results. The research was conducted on typical coarse-dusty light loam black soil in the forest, the crop was winter wheat, Poliska 90 variety. The comparative effectiveness of the technologies was studied: traditional, based on shelf plowing to a depth of 25—27 cm; soil protection, based on shallow flat-cutting to a depth of 10—12 cm. The effect of fertilization systems was studied against the background of these cultivation technologies: 1 — control (no fertilizers); 2 — straw 1.2 t/ha + $N_{12} + N_{55}P_{45}K_{45}$; 3 — straw 1.2 t/ha + $N_{12} + N_{78}P_{68}K_{68}$; 4 — straw 1.2 t/ha + N_{12} + green manure + $N_{55}P_{45}K_{45}$; 5 — straw 1.2 t/ha + N_{12} + green manure + $N_{78}P_{68}K_{68}$. **Results.** The use of soil protection technology compared to the traditional one did not significantly change the humus content in the arable layer, but affected its redistribution. The highest humus content (3.77%) was recorded in the variant straw 1.2 t/ha + N_{12} + green manure + $N_{78}P_{68}K_{68}$ against the background of soil protection technology in the upper soil layer under study. Organic fertilizers increased the content of mobile organic matter in the 0—30 cm layer against the background of plowing by 0.063% relative, and against the background of soil protection technology — by 0.176%. When straw was applied with mineral fertilizers, the content of humic acids in chernozem was typically 0.042—0.052% under conventional technology and 0.055—0.088% under soil protection technology. **Conclusions.** In the variant with the introduction of straw 1.2 t/ha + N_{12} + green manure + $N_{78}P_{68}K_{68}$, the content of humic acids was 1.5 times higher than in the same variant with the traditional technology.

Soil protection technology led to an increase in the yield of winter wheat by 3.5 c/ha compared to the traditional technology.

humus substances; humus reserve; winter wheat; typical chernozem; soil cultivation; yield

REFERENCES

1. Preston C.M. (1995). Humus Chemistry, Genesis, Composition and Reactions. *Soil Science*, 159(5), 356. <https://doi.org/10.1097/00010694-199505000-00012>
2. Rustam A., Nasimbek M. (2021). A New Method Of Soil Compaction by the method of soil loosening wave. *The American journal of Engineering and Techonology*, 03(02), 6-16. <https://doi.org/10.37547/tajet/volume03issue02-02>
3. Trokhymenko H., Kibarov O. (2024). Rol fulvovykh ta huminovykh kyslot u protsesakh biodehradatsii zalyshkiv herbitydiv u hruntii. *Materialy Mizhnarodnoi Naukovo-Praktychnoi Konferentsii «Ekolohiia. Liudyna. Suspilstvo»*, S. 57-59. <https://doi.org/10.20535/ehs2710-3315.2023.290912> (in Ukrainian).
4. Chorna L.V., Hospodarenko H.M. (2003). Ahrofizychni vlastyvoli gruntu, yak faktor formuvannia urozhaiu. *Zbirn.nauk. pr. spets. vypusk UDAU. Biolohichni nauky i problemy roslынnystva. Uman. S. 772-776.* (in Ukrainian).
5. Dijkstra F., Cheng W., Johnson D. (2006). Plant biomass influences rhizosphere priming effects on soil organic matter decomposition in two differently managed soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(9), 2519-2526. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2006.02.020>
6. Dehodiuk S.E., Litvinova O.A., Bodnar Yu.D. (2016). Vplyv tryvaloho zastosuvannia dobryv u sivozmini na zminy potentsiinoi i efektyvnoi rodiuchosti siroho lisovoho gruntu. *Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk «Zemlerobstvo»*. Kyiv. Vyp. 1. S. 43-48. (in Ukrainian).
7. Dehodiuk E.H., Bodnar Yu.D., Ihnatenko Yu.O., Pohribnyi I.V. (2018). Optyimizatsiia mineralnogo zhyvlennia roslын u orhanichnomu zemlerobstvi. *Poiednannia nauky, osvity praktychnoho vyrobnystva i spravedlyvoho prodazhu yakisnoi orhanichnoi produktsii. Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii 26-27 chervnia 2018 r.* Kyiv: Edelveis. S. 29-35. (in Ukrainian).
8. Dehodiuk E.H., Pronenko M.M., Bodnar Yu.D. (2014). Vplyv tryvaloho zastosuvannia dobryv na ahrokhimichni pokaznyky rodiuchosti siroho lisovoho gruntu. *Zb. nauk. prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*. Kyiv: Edelveis. Vyp. 4. S. 12-17. (in Ukrainian).
9. Bulyhin S.Iu., Tonkha O.L., Vitvitskyi S.V., Kucher L.I., Bulanyi O.V. (2020). Otsinka i upravlinnia yakistiu gruntiv. *Navchalnyi posibnyk*. Kyiv. 489 s. (in Ukrainian).
10. Ryzhuk S.M. (2003). *Tekhnolohiia vidtvorennia rodiuchosti gruntiv u shasnykh umovakh*. Kyiv - Kharkiv: Drukarnia. № 13. 204 s. (in Ukrainian).

11. Nosko B.S. (2003). Shliakhy zberezhennia chornozemiv Ukrainy. Visnyk ahrarnoi nauky, (1), 24-27. (in Ukrainian).
12. Shykula M.K. ta in. (1998). Vidtvorennia rodiuchosti gruntiv u gruntozakhysnomu zemlerobstvi. Kyiv: Oranta. 679 s. (in Ukrainian).
13. Mallarino A.P., Pecinovskiy K.T. (2004). Long-term Phosphorus and Potassium Fertilization Strategies for Corn-Soybean Rotations. Iowa State University, Digital Repository. <https://doi.org/10.31274/farmprogressreports-180814-563>
14. Mazur H.A. (2008). Vidtvorennia ta rehuliuвання rodiuchosti lehkykh gruntiv. Kyiv: Ahrarna nauka. 308 s. (in Ukrainian).
15. Dehtiarov V.V. (2008). Kharakterystyka humusu tsilynykh i ornykh chornozemiv livoberezhnoho lisostepu i stepu Ukrainy. Visnyk KhNAU. (1), 85-102. (in Ukrainian).
16. Berg B., McClaugherty C. (2013). Does Humus Accumulate and Where? What Factors May Influence? Plant Litter. 215-234. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38821-7_11
17. Tykhonenko D.H. (Ed.) (2009). Praktykum z gruntoznavstva: Navchalnyi posibnyk. 6-te vyd., pererob. I dop. Kharkiv: Maidan. 447 s. (in Ukrainian).
18. Kucher L.I. (2018). Estimation of potassium reserves in zonal chernozemic soils of Ukraine's forest-steppe. Polish Journal of Soil Sciencs, 51(1). doi. [org/10.17951/pjss.2018.51.1.83](https://doi.org/10.17951/pjss.2018.51.1.83)
19. Abad M., Fornes F, García D., Cegarra J., Roig A. (2005). Effects of humic substances from different sources on growth and nutrient content of cucumber plants. Humic Substances in the Aquatic and Terrestrial Environment, 391-396. <https://doi.org/10.1007/bfb0010489>
20. Vitvitskyi S.V. (2016). Humifikatsiia roslynnykh reshtok i hnoiu v chornozemakh Lisostepu ta Stepu Ukrainy. Monohrafiia. Kyiv: NUBiP Ukrainy. 287 s. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 27.08.2024

Прийнята до друку: 16.09.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

І.П. ЛЕЖЕНІНА, кандидат біологічних наук

Ю.В. ВАСИЛЬЄВА, кандидат сільськогосподарських наук

В.С. ЛЮДВІНСЬКИЙ

Державний біотехнологічний університет,

вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002, Україна

НОВІ ДАНІ ПРО ПОШИРЕННЯ АМБРОЗІЄВОГО СМУГАСТОГО ЛИСТОЇДА *ZYGOGRAMMA SUTURALIS* (FABRICIUS, 1775) ТА АМБРОЗІЄВОЇ СОВКИ *ACONTIA CANDEFACATA* (HÜBNER, (1831) У ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Мета. Уточнення поширення смугастого амброзієвого листоїда — *Zygogramma suturalis* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Chrysomelidae) та амброзієвої совки — *Acontia candefacta* (Hübner, 1831) (Lepidoptera: Noctuidae) у Харківській області. **Методи.** Матеріал збирали в межах п'яти селищ Лозівського району, розташованого на півдні Харківської області. Основний метод збору — косіння стандартним ентомологічним сачком, крім цього, для обліку метеликів амброзієвої совки використовували маршрутний метод. **Результати.** З червня по серпень 2024 р. на амброзії полинолистій були виявлені амброзієвий смугастий листоїд — *Zygogramma suturalis* (Fabricius, 1775) та амброзієва совка — *Acontia candefacta* (Hübner, 1831). Вперше в Лозівському районі зареєстровано зазначені види. Амброзієва совка на ділянках амброзії у серпні траплялась у значній кількості, місцями чисельність сягала 40 метеликів на 100 м маршруту, а гусениць — 31 екземпляр на 50 помахів сачком. Це було друге покоління на рослинах у фазі цвітіння. Водночас, на ділянках амброзії полинолистій в Харківському районі, який розташований в північній частині області, було виявлено поодинокі екземпляри гусениць амброзієвої совки. Смугастий амброзієвий листоїд траплявся поодинокі, в період досліджень виявлено всього три личинки та одного жука. **Висновки.** Знахідки листоїда в Лозівському районі — це другий сигнал для Харківської області. Результати досліджень засвідчують просування смугастого амброзієвого листоїда на північ. Нині Харківська область — це північна межа поширення виду в Україні. Амброзієвий листоїд є рідкісним, тому ніякою мірою не впливає на стан амброзії полинолистій в Харківській області. Амброзієва совка, незважаючи на

високу чисельність другого покоління, також її не контролює, тому що на той момент рослини вже дуже розвинуті. Наші фотоматеріали додамо до баз даних iNaturalist та UkrBin.

амброзієвий листоїд; *Zygogramma suturalis*; амброзієва совка; *Acontia candefacta*; поширення; амброзія полинолиста

Амброзія полинолиста — інвазійний для України, північноамериканський вид, що входить до Переліку регульованих шкідливих організмів списку А—2 [1]. Через відсутність природних ворогів, високу екологічну валентність та низький рівень заходів регулювання ця рослина набула широкого розповсюдження на території України в агро- та урбоценозах. Вона має велике негативне значення як небажана рослина на полях сільськогосподарських культур та як сильний алерген для багатьох людей під час цвітіння. Наразі ця рослина є космополітом і має широкий ареал: Європа, Азія, Африка, Південна Америка та Океанія [2]. Вчені вважають, що біологічний метод контролю чисельності амброзії полинолистої є перспективним і за високої щільності комах-фітофагів може мати високу ефективність [3, 4]. На батьківщині амброзії відомо понад 450 видів природних ворогів [5], у тому числі амброзієвий смугастий листоїд *Zygogramma suturalis* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Chrysomelidae) і амброзієва совка *Acontia candefacta* (Hübner, 1831) (Lepidoptera: Noctuidae).

Батьківщиною амброзієвого смугастого листоїда є Північна Америка, звідки у 1978 р. він був інтродукований вченими СРСР для боротьби з амброзією полинолистою і вперше використаний в околицях Ставрополя [6, 7]. Його також випускали в горах Північного Кавказу, де він за високої щільності колонізованих комах показав високу ефективність проти амброзії полинолистої у 80-х роках минулого століття, але пізніше кількість фітофага була невисокою і листоїд не регулював амброзію. У ті ж роки *Z. suturalis* випускали у Казахстані, Грузії та Україні [5]. Фітофаг в умовах вторинного ареалу виявився не ефективним. Низька ефективність смугастого амброзієвого листоїда на амброзії полинолистій пов'язана з нездатністю фітофага перезимувати за низьких температур у помірному кліматі [8, 9]. Також цей вид характеризується стратегією відкладання яєць у польових умовах, де кладка не здатна забезпечити високу щільність популяції жуків, через це контроль амброзії є неможливим [10]. Крім того, амброзієвий листоїд має низьку пошукову здатність кормової рослини та повільне розселення [9].

Амброзієва совка також походить з Північної Америки, де трапляється від півночі США до півдня Мексики. У 1967—1968 рр. була завезена до СРСР для контролю амброзії полинолистої та пройшла успішну акліматизацію. В Україні вид було зареєстровано в 1994—

1995 рр. поблизу Криму, а в 1999—2002 рр. — у Луганській і Донецькій областях [11]. Такий великий проміжок часу між акліматизацією та першими повідомленнями про виявлення ймовірно пов'язаний з повільним розширенням ареалу фітофага [12]. Згодом поширення *A. candefacta* було зафіксовано в Болгарії, Угорщині, Сербії, Хорватії та Польщі [13].

Отже, з розширенням ареалу амброзії полинолистої та завдяки глобальному потеплінню, її фітофаги — амброзієвий листоїд та амброзієва совка — за останнє десятиліття значно розширили свій ареал в Європі, не стала виключенням і Україна.

Метою досліджень було уточнення поширення смугастого амброзієвого листоїда та амброзієвої совки на амброзії полинолистій (*Ambrosia artemisiifolia* (L.)) у Харківській області.

Матеріали та методи досліджень. Моніторингові обстеження ділянок з амброзією полинолистою проводили з 10.06 по 25.08.2024 р. в околицях населених пунктів Слобожанське (48°52'20" N, 36°22'17" E), Полтавське (49°00'43.5" N, 36°15'14.8" E), Чернігівське (48°59'14" N, 36°18'03" E) Рубіжне (49°01'44" N, 36°17'22" E), Герсеванівка (49°02'01" N, 36°20'06" E) Лозівського району, розташованого на півдні Харківської області, що межує з Дніпропетровською та Донецькою областями. З 26.07 по 20.08.2024 р. проводили моніторинг фітофагів амброзії полинолистої у Навчально-науково-виробничому центрі (ННВЦ) «Дослідне поле Докучаєвське», розташованому в Харківському районі (49°53'39" N, 36°27'07" E).

Використовували загальноприйняті в ентомології методики досліджень [14]. Для виявлення гусениць амброзієвої совки та смугастого амброзієвого листоїда проводили косіння ентомологічним сачком на ділянках, зарослих амброзією полинолистою. Для виявлення метеликів амброзієвої совки використовували маршрутний метод. Для цього на ділянках з амброзією проходили смугу завдовжки 100 м, оглядали рослини, охоплюючи 2,5 м ліворуч, та фіксували метеликів. Спостерігали за розвитком гусениць амброзієвої совки та личинками листоїда в лабораторних умовах.

Результати досліджень. Протягом досліджуваного періоду в Лозівському р-ні Харківської області серед фітофагів амброзії полинолистої були виявлені амброзієвий смугастий листоїд — *Zygotogramma suturalis* (Fabricius, 1775) та амброзієва совка — *Acontia candefacta* (Hübner, 1831).

Під час обстежень амброзієвий смугастий листоїд був малочисельним, виявлено поодинокі екземпляри в околицях с. Слобожанське. Один екземпляр імаго амброзієвого смугастого листоїда (рис. 1, а) вперше зафіксовано 10.07.2024 р., у цей період рослини амброзії вже сформували велику вегетативну масу. Личинки фітофага

(рис. 1, б) були виявлені на початку цвітіння амброзії полинолистої — 09.08.2024 р., всього було знайдено 3 екземпляри.



Рис. 1. Амброзієвий листоїд:
а — імаго; б — личинки (фото В. Людвінського)

Слід зазначити, що в Харківському р-ні (ННВЦ «Дослідне поле Докучаєвське») смугастого амброзієвого листоїда не виявлено.

На відміну від листоїда, амброзієва совка траплялась у значній кількості (рис. 2, а—в).



Рис. 2. Амброзієва совка:
а — імаго; б — гусениця; в — лялечка
(фото В. Людвінського)

Перші імаго совки виявлено 22.07.2024 р. Дані щодо чисельності фітофага наведено в таблиці.

Дані, наведені в таблиці, свідчать про високу чисельність амброзієвої совки. Обстеження зазначених ділянок показало осередковий

**Результати обліків амброзійової совки, Харківська обл.,
Лозівський р-н, 2024 р.**

Дата	Локація	Фенофаза амброзії полинолістої	Кількість у пробі	
			імаго, екз./100 м	гусениці, екз./50 п.с.
06.08.	с. Полтавське	Бутонізація	1	19,0
06.08.	с. Чернігівське	Бутонізація	0	25
06.08.	с. Рубіжне	Бутонізація	0	30
09.08.	с. Слобожанське	Бутонізація	14	31
15.08.	с. Слобожанське	Початок цвітіння	0	6, 8
15.08.	с. Герсеванівка	Початок цвітіння	10	—
16.08.	с. Слобожанське	Початок цвітіння	40	19, 18

розподіл гусениць та імаго. Наприклад, в межах с. Герсеванівка в розораній смузі, що розділяє посіви соняшнику, було помічено активний літ метеликів між амброзією, попри того, що рослини розташовувались поодинокі і на значній відстані.

У Харківському районі у ННВЦ «Дослідне поле Докучаєвське» амброзійова совка була малочисельна — 2 (08.08.2024 р.) та 1 гусениці (19.08.2024 р.) на 100 помахів сачком (п.с.)

Обговорення. За даними М.Є. Сергеева (2013) на південному сході України смугастого амброзійового листоїда вперше було зареєстровано у 1998 р., тобто 20 років знадобилось листоїду, щоби подолати відстань у 700 км. Автор стверджує, що фітофаг траплявся лише у лівобережному Степу України, переважно на півдні та південному сході, а у 2012 р. — вже і у правобережній частині степової зони: один екземпляр у Миколаївській обл. (Братський р-н, околиці с. Новокостянтинівка, 07.05.2012 р.), другий — у Кіровоградській обл. (Олександрійський р-н, околиці с. Ульяновка, 27.06.2012 р.). Тобто, майже десять років тому ареал *Z. suturalis* в Україні мав такі межі: зі сходу на захід — від кордону Ростовської області до Миколаївської, а з півдня на північ — від Азовського моря до широти Кіровограда і Краматорська [15]. За даними Національної мережі інформації з біорізноманіття амброзійового смугастого листоїда у 2021 р. виявлено у Запорізькій області біля м. Енергодар (47°30'28.36" N 34°40'47.36" E) та у 2021—2022 рр. у Гуляйпільському р-ні Запорізької обл. (47°41'09.34" N 36°13'34.74" E); у 2022 р. — в Донецькому р-ні Донецької обл. (48°01'07.03" N 37°47'24.21" E); у 2023 р. — у Золотоніському р-ні Черкаської обл. (49°39'56.15" N 31°51'41.72" E та 49°36'55.62" N 32°10'51.75" E) та біля м. Дніпро (48°27'58.26" N 35°00'20.67" E); у 2024 р. — у Золотонісько-

му р-ні Черкаської обл. (49°40'10.37" N 31°51'53.72" E) [16]. За даними iNaturalist [17] амброзієвого смугастого листоїда в Харківській обл. вперше виявлено в 2023 р. Спостерігається просування і розширення ареалу листоїда на північ України, він відомий вже в семи областях України. Зазначимо, що Харківська область є північною межею ареалу амброзієвого смугастого листоїда в Україні, він тут є рідкісним попри велику кількість кормової рослини і ніяким чином не регулює амброзію полинолисту.

Амброзієва совка була завезена в Європу ще в 1967—1968 рр., тому на території України з'явилась раніше листоїда, трапляється на півдні країни, в Криму вперше виявлена в 1994 р. [18]. За десять років (1994—2004 рр.) поширення *A. candefacta* охопило увесь Степ України [19].

За останні 20 років Ю.М. Геряк, Е.В. Халаїм, В.М. Сергієнко та ін. (2018) відзначають швидке розповсюдження амброзієвої совки на теренах України. Автори стверджують, що вид зареєстровано у Вінницькій (2008 р.), Житомирській (2017 р.), Закарпатській (2018 р.), Миколаївській (2010 р.), Сумській (2003), Хмельницькій (2017 р.), Черкаській (2009 р.) і Чернігівській (2017 р.) областях, тобто, у західному та північному регіонах України [20]. Також є дані щодо виявлення *A. candefacta* у Тернопільській (2017 р.) [21], Київській (2009 р.) [22], Сумській (2003 р.) [23] та Запорізькій областях (2022 р.) [24]. У Харківській області вперше зафіксовано у 2016 р. у с. Новомлинськ Куп'янського р-ну [25, 26]. У Лозівському районі вперше зафіксовано у 2024 р.

За даними А.І. Бабицького, Ю.М. Геряк, А.М. Замороки та ін. (2023) амброзієва совка протягом року має дві — три генерації, а метелики трапляються з початку травня до кінця вересня [27]. Встановлено, що на півдні Харківської області вид звичайний, місцями чисельний, проте, як і смугастий амброзієвий листоїд, не має негативної дії на розвиток амброзії полинолистої. Найбільша чисельність спостерігається у серпні, коли рослини амброзії місцями сягають 150 см заввишки та мають розвинену вегетативну масу. На півдні Харківської області совка здатна розвиватись у трьох поколіннях.

ВИСНОВКИ

Амброзієвий смугастий листоїд в Україні поширений в Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Кіровоградській, Миколаївській, Харківській та Черкаській областях. В Харківській обл. вперше виявлений у 2023 р. у Харківському р-ні (с. Бідряги), а в Лозівському р-ні — у 2024 р.

Амброзієва совка в Україні поширена у Вінницькій, Дніпропетровській, Донецькій, Житомирській, Закарпатській, Запорізькій,

Київській, Луганській, Миколаївській, Сумській, Тернопільській, Харківській, Хмельницькій, Черкаській, Чернігівській областях та в Криму. Вперше виявлена в Лозівському р-ні Харківської обл. у 2024 р.

В межах Харківської обл. амброзійовий смугастий листоїд і амброзієва совка не впливали на стан амброзії полинолістої завдяки низькій чисельності та особливостям біології та фенології.

Фотоматеріали фітофагів завантажені в бази даних iNaturalist та UkrBin.

Фінансування: власні кошти авторів.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Перелік шкідливих організмів. ДУ «Одеська обласна фітосанітарна лабораторія». URL: <https://lab.gov.ua/knowledge/shkidlyvi-organizmy>
2. Wan F.H., Zheng X.B., Guo J.Y. Biology and management of invasive alien species in agriculture and forestry. Science Press, Beijing, China. 2005. 774 pp.
3. McFadyen R.E.C. Biological control of weeds. Annual Review of Entomology. 1998. № 43. Pp. 369-393.
4. Hallett S.G. Where are the bioherbicides? Weed Science. 2005. Vol. 53. № 3. Pp. 404-415.
5. Chao M.A., Hong Song C.H., Chen Chen Z. et al. A Review on the Biological Control of Common Ragweed, *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae). International Journal of Zoology and Animal Biology. 2023. Vol. 6. № 4. Article 000498. <https://doi.org/10.23880/izab-16000498>
6. Julien M.H., Griffiths M.W. Biological control of weeds: a world catalogue of agents and their target weeds. Fourth edition. CABI Publishing. New York. 1998. 243 pp.
7. Жиліна Т., Литвиненко О., Нечипоренко Н.І. Амброзійовий смугастий листоїд — перспективний фітофаг амброзії полинолістої: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 110-річчю створення відділу захисту рослин Полтавської дослідної станції імені М.І. Вавилова «Захист і карантин рослин: історія та сьогодні» (м. Полтава, 24-25 листопада 2020 р.). Полтава: ПДАА, 2020. С. 111-114.
8. Wan F.H., Wang R., Ding J.Q. Biological control of *Ambrosia artemisiifolia* with introduced insect agents, *Zygogramma suturalis* and *Epiblema strenuana*, in China. In: Delfosse E.S., Scott R.R. (Eds.), Proceedings of the Eighth International Symposium on Biological Control of Weeds. Melbourne, Australia: DSIR/CSIRO, 1995. P. 193-200.
9. Борзих О.І., Стефківський В.М., Марюккіна В.Я. та ін. Спеціалізова-

ні фітофаги амброзії полинолистої на території України. Карантин і захист рослин. 2013. № 5. С. 23-25.

10. Zhao M.T., Guo J.Y., Zhou Z.S., Wan F.H. Biosafety assessment of several insect natural enemies against common ragweed and their application prospects. *Journal of Biological Control*. 2012. № 28. P. 424-429.

11. Țugulea C. Aclimatizarea speciei *Acontia candefacta* (Hubner, 1831) (Lepidoptera: Noctuidae) în Republica Moldova. Conferința științifică națională cu participare internațională «Integrare prin cercetare și inovare» dedicată Zilei internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare, 10-11 noiembrie 2022. Universitatea de Stat din Moldova: Chișinău, 2022. P. 118-120.

12. Pastorális G., Kosorín F., Tokár Z. et al. Sixteen species of moths (Lepidoptera) new for fauna of Slovakia. *Entomofauna carpathica*. 2018. Vol. 30. № 2. P. 1-24.

13. Koren T., Kulijer D. New records of *Acontia candefacta* (Hübner, 1831) (Lepidoptera: Noctuidae) from Croatia, Slovenia and Bosnia and Herzegovina. *Acta Entomologica Serbica*. 2023. Vol. 28. № 1. P. 21-26. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7701110>

14. Станкевич С.В., Забродіна І.В., Васильєва Ю.В. та ін. Моніторинг шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. Харків: ФОП Бровін О.В., 2020. 624 с.

15. Сергеев М.Е. Первая находка *Zygogramma suturalis* (Coleoptera, Chrysomelidae, Chrysomelinae) в Правобережной Украине. *Українська ентомофауністика*. 2013. Вип. 4. № 1. С. 49-51.

16. Ukrainian Biodiversity Information Network. Національна мережа інформації з біорізноманіття. Species: *Zygogramma suturalis* (Fabricius, 1775), амброзійевий смугастий листоїд. URL: <https://ukrbn.com/index.php?id=61120>

17. iNaturalist. *Calligrapha suturalis*. URL: https://www.inaturalist.org/observations?nelat=78.71489053771188&nelng=180&place_id=any&subview=table&swlat=-51.78594262998508&swlng=-180&taxon_id=1511624

18. Савчук В.В. Атлас бабочек и гусениц Крыма. Симферополь: Бизнес-Информ, 2013. 296 с.

19. Голобородько К.К., Селютіна О.В., Крайник Ю.М., Пахомов О.Є. Комплекс інвазійних лускокрилих (Lepidoptera) на території Національного природного парку «Великий Луг». *Український ентомологічний журнал*. 2020. № 1-2 (18). С. 30-35. <https://doi.org/10.15421/282004>.

20. Геряк Ю.М., Халаїм Е.В., Сергієнко В.М. та ін. Нові дані про видовий склад та поширення ноктуїдних лускокрилих (Lepidoptera: Noctuoidea) в Україні. *Українська ентомофауністика*. 2018. Вип. 9. № 3. С. 1-61.

21. Бачинський А.І., Вікірчак О.К., Гривул Л.М. Знахідки чужорідних видів тварин в регіоні НПП «Дністровський каньйон». Знахідки чужорідних

видів рослин та тварин в Україні. Серія: «Conservation Biology in Ukraine». Вип. 29. Чернівці: Друк Арт, 2023. С. 45-47.

22. Наукові праці Екологічної дослідницької станції «Глибокі Балики». Біорізноманіття Ржищівської міської об'єднаної територіальної громади; за ред. А. Куземко, Ю. Куцоконь, О. Василюка. Вип. 1. Чернівці: Друк Арт, 2021. С. 252.

23. Пархоменко В.В. Матеріали до знахідок інвазійних тварин в Україні. Знахідки чужорідних видів рослин та тварин в Україні. Серія: «Conservation Biology in Ukraine». Вип. 29. Чернівці: Друк Арт, 2023. С. 442-445.

24. Горбенко Є.І. Інвазійні тварини у фауні НПП «Великий луг». Знахідки чужорідних видів рослин та тварин в Україні. Серія: «Conservation Biology in Ukraine». Вип. 29. Чернівці: Друк Арт, 2023. С. 103.

25. *Ponometia candefacta*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/137758978>

26. Ukrainian Biodiversity Information Network. Національна мережа інформації з біорізноманіття. *Acontia (Emmelia) candefacta* (Hübner, 1831). URL: https://ukrbin.com/show_image.php?imageid=268108

27. Бабицький А.І., Геряк Ю.М., Заморока А.М. та ін. Матеріали до фауни інвазійних чужорідних комах (Insecta) України. Українська ентомофауністика. 2023. Вип. 14. № 3. С. 1-29. <http://doi.org/10.5281/zenodo.10205826>

Lezhenina I., ORCID: 0000-0001-6510-4781

Vasylieva Yu., ORCID: 0000-0001-6989-6018

Liudvinskyi V., ORCID: 0009-0009-8282-7194

State Biotechnological University,

44, Alchevsky str., Kharkiv, 61002, Ukraine

New data on the distribution of the ragweed leaf beetle *Zygogramma suturalis* (Fabricius, 1775) and the olive-shaded bird-dropping moth *Acontia candefacta* (Hübner, 1831) in the Kharkiv region

Goal. Clarification of the distribution of the ragweed leaf beetle — *Zygogramma suturalis* (Fabricius, 1775) (Coleoptera: Chrysomelidae) and the olive-shaded bird-dropping moth — *Acontia candefacta* (Hübner, 1831) (Lepidoptera: Noctuidae) in the Kharkiv region. **Methods.** The material was collected within five villages of Lozova district, located in the south of Kharkiv region. The main method of collection was the use of the insect net, in addition, the route method was used to record olive-shaded bird-dropping moth. **Results.** The ragweed leaf beetle — *Zygogramma suturalis* (Fabricius, 1775) and olive-shaded bird-dropping moth — *Acontia candefacta* (Hübner, 1831)

were found on *Ambrosia artemisiifolia* L. from June to August 2024. This is the first time for the Lozova district that we have recorded these species there. The olive-shaded bird-dropping moth was found in large numbers on the ragweed plants in August, in some places the number reached 40 butterflies per 100 m of the route, and 31 specimens of caterpillars per 50 sweeps of the net. The second generation of *Acontia candefacta* was on the plants in the flowering phase. At the same time, single caterpillars were found in the ragweed locations in the Kharkiv district, which is located in the northern part of the region. The ragweed leaf beetle occurred singly, only three larvae and one beetle were found during the research period. **Conclusions.** Our findings of *Zygogramma suturalis* in the Lozova district are the second indication for the Kharkiv region. The results of our research confirm the move of the ragweed leaf beetle to the north, today the Kharkiv region is the northern border of the distribution of the species in Ukraine. The olive-shaded bird-dropping moth is also expanding its area to the north of the Kharkiv region, where it becomes numerous in some places. The ragweed leaf beetle is rare, so it does not affect the condition of ragweed in Kharkiv region in any way, the olive-shaded bird-dropping moth, despite the high number of the second generation, also does not control it, because at that time the plants are very developed. Our photo materials are added to iNaturalist and UkrBin databases.

ragweed leaf beetle; *Zygogramma suturalis*; olive-shaded bird-dropping moth; *Acontia candefacta*; distribution; ragweed

REFERENCES

1. Perelik shkidlyvykh ohanizmiv. DU «Odeska oblasna fitosanitarna laboratoria». [List of harmful organisms. State Institution «Odesa Regional Phytosanitary Laboratory»]. URL: <https://lab.gov.ua/knowledge/shkidlyvi-organizmy> (in Ukrainian).
2. Wan F.H., Zheng X.B., Guo J.Y. (2005). Biology and management of invasive alien species in agriculture and forestry. Science Press, Beijing, China, 774 pp.
3. McFadyen R.E.C. (1998). Biological control of weeds. Annual Review of Entomology, (43), 369-393.
4. Hallett S.G. (2005). Where are the bioherbicides? Weed Science, 53(3), 404-415.
5. Chao M.A., Hong Song C.H., Chen Chen Z. et al. (2023). A Review on the Biological Control of Common Ragweed, *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae). International Journal of Zoology and Animal Biology, 6(4), 000498. <https://doi.org/10.23880/izab-16000498>
6. Julien M.H., Griffiths M.W. (1998). Biological control of weeds: a world catalogue of agents and their target weeds. Fourth edition. CABI Publishing, New York, 243 p.

7. Zhylyna T., Lytvynenko O., Nechyporenko N.I. (2020). Ambroziivnyi smu-hastyi lystoid — perspektyvnyi fitofah ambrozii polynolystoi. [The ragweed leaf beetle is a promising phytophagous *Ambrosia artemisiifolia* L.]: materialy Mizhna-rodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoii 110-richnytsi stvoren-nia viddilu zakhystu roslyn Poltavskoi doslidnoi stantsii imeni M. I. Vavylova «Zakhyst i karantyn roslyn: istoriia ta sohodennia» (m. Poltava, 24-25 lystopada 2020 r.). [Materials of the International scientific and practical conference de- dicated to the 110th anniversary of the establishment of the Department of Plant Protection of the Poltava Research Station named after M.I. Vavilov «Protection and Quarantine of Plants: History and Present» (Poltava, November 24-25, 2020)]. Poltava: PDAA. 111-114. (in Ukrainian).

8. Wan F.H., Wang R., Ding J.Q. (Eds. E.S. Delfosse, R.R. Scott). (1995). Bio- logical control of *Ambrosia artemisiifolia* with introduced insect agents, *Zygogram- ma suturalis* and *Epiblema strenuana*, in China. Proceedings of the Eighth Inter- national Symposium on Biological Control of Weeds (pp. 193-200). Melbourne, Australia: DSIR/CSIRO.

9. Borzykh O.I., Stefkivskiy V.M., Mariuhkina V.Ya. et al. (2013). Spetsia- lizovani fitofahy ambrozii polynolystoi na terytorii Ukrainy. [Specialized phyto- phagous *Ambrosia artemisiifolia* on the territory of Ukraine]. Karantyn i zakhyst Roslyn, [Quarantine and plant protection], (5), 23-25. (in Ukrainian).

10. Zhao M.T., Guo J.Y., Zhou Z.S., Wan F.H. (2012). Biosafety assessment of several insect natural enemies against common ragweed and their application prospects. Journal of Biological Control, (28), 424-429.

11. Țugulea C. (2022). Acclimatizarea speciei *Acontia candefacta* (Hubner, 1831) (Lepidoptera: Noctuidae) în Republica Moldova. Conferința științifică națională cu participare internațională «Integrare prin cercetare și inovare» dedi- cată Zilei internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare, 10-11 noiembrie 2022. Universitatea de Stat din Moldova: Chișinău, 118-120.

12. Pastorális G., Kosorín F., Tokár Z. et al. (2018). Sixteen species of moths (Lepidoptera) new for fauna of Slovakia. Entomofauna carpathica, 30(2), 1-24.

13. Koren T., Kulijer D. (2023). New records of *Acontia candefacta* (Hubner, 1831) (Lepidoptera: Noctuidae) from Croatia, Slovenia and Bosnia and Herze- govina. Acta Entomologica Serbica, 28(1), 21-26. <https://doi.org/10.5281/zeno- do.7701110>.

14. Stankevych S.V., Zabrodina I.V., Vasylieva Yu.V. et al. (2020). Monitorynh shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur. [Monitoring pests and diseases of agricultural crops]. Kharkiv: FOP Brovin O.V., 2020. 624. (in Ukrainian).

15. Serheev M.E. (2013). Pervaia nakhodka *Zygogramma suturalis* (Coleop- tera, Chrysomelidae, Chrysomelinae) v Pravoberezhnoi Ukrainy. [The first find of *Zygogramma suturalis* (Coleoptera, Chrysomelidae, Chrysomelinae) in Right-

Bank Ukraine]. *Ukrainska entomofaunistyka*, [Ukrainian Entomofaunistics], 4(1), 49-51. (in Russian).

16. Ukrainian Biodiversity Information Network. Natsionalna merezha informatsii z bioriznomanittia. Species: *Zygogramma suturalis* (Fabricius, 1775), ambroziievyyi smuhastyi lystoid [ragweed leaf beetle]. URL: <https://ukrbin.com/index.php?id=61120> (in Ukrainian).

17. iNaturalist. *Calligrapha suturalis*. URL: https://www.inaturalist.org/observations?nelat=78.71489053771188&nelng=180&place_id=any&subview=table&swlat=-51.78594262998508&swlng=-180&taxon_id=1511624

18. Savchuk V.V. (2013). Atlas babochek i husenyts Krimea. [Atlas of butterflies and caterpillars of Crimea]. Symferopol: Byznes-Ynform, 296. (in Russian).

19. Holoborodko K.K., Seliutina O.V., Krainyuk Yu.M., Pakhomov O.Ye. (2020). Kompleks invaziynykh luskokrylykh (Lepidoptera) na terytorii Natsionalnoho pryrodnoho parku «Velykyi Luh». [The complex of invasive Lepidoptera on the territory of the Velykiy Lug National Nature Park]. *Ukrainskyi entomologichnyi zhurnal*, [Ukrainian Entomological Journal], 1-2(18), 30-35. <https://doi.org/10.15421/282004>. (in Ukrainian).

20. Heriak Yu.M., Khalaim E.V., Serhienko V.M. et al. (2018). Novi dani pro vydivnyi sklad ta poshyrennia noktuoidnykh luskokrylykh (Lepidoptera: Noctuoidea) v Ukraini. [New data on species composition and distribution of noctuid Lepidoptera (Lepidoptera: Noctuoidea) in Ukraine]. *Ukrainska entomofaunistyka*, [Ukrainian entomofaunistics], 9(3), 1-61. (in Ukrainian).

21. Bachynskiy A.I., Vikyrychak O.K., Hryvul L.M. (2023). Znakhidky chuzhoridnykh vydiv tvaryn v rehioni NPP «Dnistrovskiy kanion». [Findings of alien species of animals in the region of the Dniester Canyon NNP]. *Znakhidky chuzhoridnykh vydiv roslyn ta tvaryn v Ukraini*. [Findings of alien species of plants and animals in Ukraine], *Conservation Biology in Ukraine*, (29), Chernivtsi: Druk Art, 45-47. (in Ukrainian).

22. Kuzemko A., Kutsokon Yu., Vasyliuka O. (Eds.). (2021), *Naukovi pratsi Ekologichnoi doslidnytskoi stantsii «Hlyboki Balyky»*. Bioriznomanittia Rzhyschivskoi miskoi obiednanoi terytorialnoi hromady. [Scientific works of the Ecological Research Station «Hlyboki Balyki». Biodiversity of Rzhyschiv city united territorial community]; (1). Chernivtsi: Druk Art, 252. (in Ukrainian).

23. Parkhomenko V.V. (2023). Materialy do znakhidok invaziynykh tvaryn v Ukraini. [Materials for findings of invasive animals in Ukraine]. *Znakhidky chuzhoridnykh vydiv roslyn ta tvaryn v Ukraini*. [Findings of alien species of plants and animals in Ukraine], *Conservation Biology in Ukraine*, (29). Chernivtsi: Druk Art, 442-445. (in Ukrainian).

24. Horbenko Ye.I. (2023). Invaziini tvaryny u fauni NPP «Velykyi luh». [Invasive animals in the fauna of the Velykiy Lug NNP]. *Znakhidky chuzhoridnykh vydiv roslyn ta tvaryn v Ukraini*. [Findings of alien species of plants and animals

in Ukraine], Conservation Biology in Ukraine, (29). Chernivtsi: Druk Art, 103. (in Ukrainian).

25. *Ponometia candefacta*. URL: <https://www.inaturalist.org/observations/137758978>

26. Ukrainian Biodiversity Information Network. Natsionalna merezha informatsii z bioriznomanittia. *Acontia (Emmelia) candefacta* (Hübner, 1831). URL: https://ukrbin.com/show_image.php?imageid=268108 (in Ukrainian).

27. Babytskyi A.I., Heriak Yu.M., Zamoroka A.M. et al. (2023). Materialy do fauny invaziinykh chuzhoridnykh komakh (Insecta) Ukrainy. [Materials for the fauna of invasive alien insects (Insecta) of Ukraine]. *Ukrainska entomofaunistyka*, [Ukrainian entomofaunistics], 14(3), 1-29. <http://doi.org/10.5281/zenodo.10205826> (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 02.09.2024

Прийнята до друку: 01.10.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

¹Г.М. ЛІСОВА, кандидат біологічних наук

¹С.А. КОНОВАЛОВА

^{1, 2}В.В. КИРИЛЕНКО, доктор сільськогосподарських наук

²О.В. ГУМЕНЮК, кандидат сільськогосподарських наук

¹Інститут захисту рослин НААН,

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

²Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла НААН,

с. Центральне, Обухівський р-н, Київська обл., 08853, Україна

РОЗКРИТТЯ ПОТЕНЦІАЛУ СТІЙКОСТІ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ МИРОНІВСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ ДО ЗБУДНИКІВ ЛИСТКОВИХ ХВОРОБ, ТИПОВИХ ДЛЯ ЗОНИ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мета. Дослідити потенціал стійкості сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції на штучних і провокаційних інфекційних фонах до основних збудників листкових хвороб зони Правобережного Лісостепу України. **Методи.** Лабораторні, польові, аналітичні. **Результати.** Проведено оцінку стійкості до основних збудників бурої іржі, септоріозу пшениці з використанням штучних інфекційних фонів з високим рівнем вірулентності та до збудника борошнистої роси на провокаційному природному інфекційному фоні для 33-х сортів пшениці м'якої озимої селекції Миронівського інститут пшениці ім. В.М. Ремесла НААН. Стійкість до сучасних популяцій збудників хвороб мали сорти: до бурої іржі — Подолянка, Миронівська 27, Миронівська 65, Аврора Миронівська, Білява, Волошкова, Демерта, Естафета миронівська, Золотоколоса, Колумбія, Мирич, МІП Валенсія, МІП Відзнака, МІП Дніпрянка, МІП Лада, МІП Ніка, МІП Фортуна, МІП Ювілейна, Пивна, Славна, Смуглянка, Хазарка, Яворина; до борошнистої роси — Подолянка, Миронівська 808, Миронівська 61, Миронівська 65, Білява, Демерта, Європа, Мирич, МІП Валенсія, МІП Відзнака, МІП Княжна, МІП Лада, МІП Феерія, МІП Фортуна, Пивна, Славна, Хазарка; до септоріозу пшениці — Миронівська 808, Миронівська 61, Волошкова, МІП Відзнака, МІП Княжна, МІП Лада, МІП Феерія, МІП Фортуна, Пивна, Славна, Хазарка. Групову стійкість проявили сорти: борошниста роса + бура іржа + септоріоз — МІП Відзнака, Подолянка, Миронівська 61, Волошкова; борошниста роса + бура іржа — Подолянка, Миронівська 65, Білява,

Деметра, Мирич, МІП Валенсія, МІП Відзнака, МІП Лада, МІП Фортуна, Пивна, Славна, Спасівка, Хазарка; борошніста роса + септоріоз — Миронівська 808, Миронівська 61, МІП Відзнака. **Висновки.** Випробування сортів пшениці на штучних інфекційних фонах з високим рівнем вірулентності збудників бурої іржі та септоріозу пшениці та з природним інфекційним фоном борошністої роси дає можливість визначити сучасний потенціал стійкості сортів пшениці. Встановлено збереження стійкості низки сортів. Виявлено сорти з ознакою групової стійкістю до збудників.

стійкість; сорти пшениці м'якої озимої; патогени; борошніста роса; бура іржа; септоріоз листя пшениці; інфекційні фони

Керуючись викликами часу — гострота питань продовольчої безпеки держави і реагування на ризики вирощування культур в умовах змін клімату та їхніх наслідків — науковці створюють сорти з більшим потенціалом продуктивності. Мета вирощування будь-якої культури є отримання якісного і в достатній кількості врожаю. Саме на цих ознаках зосереджується робота селекціонерів, в першу чергу — сорти пшениці озимої стійкі до екстремальних умов довкілля, придатні для вирощування за різних обробітків ґрунту, адаптовані до ранніх і надпізніх строків сівби, витривалі до нетрадиційних попередників [1]. Вітчизняні та іноземні науково-дослідні установи розробляють оптимальні варіанти отримання високих і стабільних врожаїв, проводять роботи з селекції, генетики, імунітету, технології вирощування — цілий комплекс досліджень, за результатами яких створюються і районуються нові сорти пшениці м'якої озимої інтенсивного типу [2].

В Україні інтенсивно проводиться селекція пшениці — важливої стратегічної сільськогосподарської культури нашої держави. За даними Держкомстату України під врожай 2024 р. в Україні засіяно 4360,60 тис. га пшениці озимої, що майже в два рази менше, ніж у довоєнний 2021 р. — 9522,80 тис га [3]. На менших площах посіву треба збирати врожай майже того ж обсягу, що і до широкомасштабної війни. Підвищення врожайного потенціалу, створення високоінтенсивних сортів пшениці озимої м'якої протягом останніх десятиліть було основним напрямом селекції і нині це надзвичайно актуально. Як результат селекційних досягнень у Державному реєстрі сортів рослин України значна частина сортів має генетичний потенціал урожайності 9—12 т/га [4]. Над цим напрямом працює потужна кількість селекційних закладів у кожній із зон вирощування культури. Одним з передових на сьогодні є Миронівський інститут пшениці ім. В.М. Ремесла НААН. Найпершим завданням колективу співробітників є створення високоврожайних сортів зернових культур, найбільш адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов України [5].

Проте, якщо сорт має високі показники ознак врожайності, стійкості до впливу абіотичних факторів, стійкості до вилягання, якості борошна і хлібопекарські якості, але не має достатньо ефективних генів стійкості (чи вони швидко втратили свою ефективність) до збудників хвороб, то вище перелічені якості ніколи не будуть проявлені в повну силу через ураження рослин патогенами, що призводить до зниження якості і кількості врожаю. Тому одне з провідних місць в селекції пшениці займає селекція і генетика імунітету. Визначення джерел стійкості є одним з етапів селекційного процесу, що дозволяє закласти бажані показники резистентності майбутнього сорту і врахувати небезпеку швидкої втрати сортами стійкості. На жаль, як констатують самі селекціонери, в програмах селекції пшениці м'якої озимої не вистачає стійких форм проти групи збудників хвороб та інформації щодо наявних генів стійкості [6].

Збудники хвороб теж мають свою мінливість, внаслідок якої утворюються більш вірулентні клони, здатні долати захисну дію генів стійкості рослини-господаря. В Україні епіфітотії почастішали, і якщо ще років 15 тому вони виникали з періодичністю раз у 5—6 років, то нині на території України фіксуються раз на 2—3 роки. Це ж підтверджують дослідники з Казахстану, вони відзначають розвиток захворювання на буру іржі раз у 2—3 роки [7]. Епіфітотію збудника бурої іржі разом із збудником септоріозу фіксували 7 разів у 2008—2017 рр. Расовий склад патогена весь час змінюється і, як наслідок, стійкі сорти стають сприйнятливими.

Відомо, що під час епіфітотій іржі рівень втрати врожаїв пшениці за даними FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation, www.fao.org) може досягати 30%. Популяція збудника *Puccinia recondita* відрізняється високою адаптаційною здатністю. Висока варіабельність вірулентності гриба призводить до накопичення патотипів, здатних долати гени стійкості пшениці [5]. Тому, для вдалої і оперативної селекції, спрямованої на створення нових стійких сортів, треба мати у розпорядженні дані щодо джерел стійкості, ефективності генів стійкості потенційного джерела і донора. Також треба володіти даними щодо загального расового складу збудника хвороби і домінуючих рас у популяції патогена та потенційно небезпечних серед них з високим рівнем вірулентності до більшої кількості генів стійкості рослини-господаря. Такі знання дають змогу напрацювати інфекційний матеріал в кількості, необхідній для створення штучних інфекційних фонів. Це підтверджується роботами австралійських дослідників — генетична стійкість є одним із найефективніших, екологічно безпечним та економічним засобом захисту від хвороб пшениці [8]. Знання про ідентичність та різноманітність генів стійкості до збудника бурої листкової іржі в сортах в селекційних програмах можуть підвищити ефективність

створення нових стійких сортів. Однак з'являються нові збудники, що швидко долають більшість расоспецифічних генів резистентності. Наприклад в Австралії випуски сортів з окремими генами стійкості до *Puccinia triticina* протягом 1938—1964 рр. супроводжувалися збільшенням частоти патотипів з відповідною вірулентністю в популяції патогена. Існує постійна потреба ідентифікувати і включати ефективні гени стійкості до сортів пшениці.

Саме для визначення і розкриття потенціалу стійкості сортів пшениці використовують штучні інфекційні фони збудників хвороб. Широко відомі методики застосування таких фонів для одних з найпоширеніших збудників хвороб пшениці озимої — бурої іржі (*Puccinia recondita*) та септоріозу листя пшениці (*Zymoseptoria tritici*) [9, 10]. Використання спектра рас патогенів з підвищеною вірулентністю дає змогу дослідити стійкість за умов дії збудника, наближеної до епіфітотійної. Зміни расового складу патогенів призводять до втрати стійкості одними сортами і проявлення її у інших.

Наприклад, практичне довготривале застосування штучних комплексних та роздільних інфекційних фонів патогенів у ланках селекційного процесу дало змогу підвищити ефективність виведення сортів з комплексною стійкістю щодо основних збудників хвороб пшениці м'якої озимої. За таким принципом створено сорти Економка, Миронівська сторічна та МІП Дніпрянка [11].

Також з часом, коли відбуваються зміни расового складу популяції патогена, сорти, які були стійкими тривалий час, втрачають резистентність і не можуть буди джерелами і донорами стійкості. Внаслідок таких же змін сорти, що втратили стійкість, можуть відновити стійкість чи проявляти толерантність до дії збудників. Тому важливо проводити моніторингові тести на штучних інфекційних фонах колекцій сортів різних років реєстрації, для визначення їхнього актуального потенціалу стійкості.

Мета досліджень — визначити сучасний прояв стійкості відомих сортів пшениці селекції МІП, з використанням штучних інфекційних фонів широкого спектра рас збудника бурої іржі з різним рівнем вірулентності і суміші різних за морфо-культуральним розвитком чистих культур збудника септоріозу листя пшениці та посиленого природного фону збудника борошнистої роси, типових для зони Правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методи досліджень. Вивчали 33 сорти пшениці м'якої озимої (таблиця) селекції Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла НААН та універсально сприйнятливий сорт Еритроспермум 15. Вивчення проводили на дослідній ділянці лабораторії імунітету сільськогосподарських рослин до хвороб Інституту захисту рослин НААН в Дослідно-виробничому відділі Інституту фізіології та

генетики НАНУ, с. Глеваха Фастівського району Київської області, що розташована в зоні Правобережного Лісостепу України. Оцінку стійкості до основних збудників листових хвороб борошністої роси *Blumeria graminis* (DC.) E.O. Speer f. sp. *tritici* Em. Marchal (син. *Erysiphe graminis* DS. f. sp. *tritici* Em. Marchal), бурої іржі *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. et Desm. (син. *Puccinia triticina* Erikss.), септоріозу пшениці *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvlieg & Crous, 2011 (син. *Septoria tritici* Roberge ex Desm.) проводили, застосовуючи провокаційний інфекційний фон збудника борошністої роси, шляхом висівання через кожних 50 рядків прийнятливих сортів накопичувачів інфекції та до збудників бурої іржі, септоріозу листя пшениці — на посиленому штучному інфекційному фоні з високим рівнем вірулентності. Штучні та посилені інфекційні фони створювали згідно з методиками [9, 10]. Для створення штучного інфекційного фону збудника бурої іржі використовували фізіологічні раси патогена з різним рівнем вірулентності з колекції ідентифікованих і розмножених рас лабораторії. В суміші були присутні раси 6, X-4, 149, 130, 77 — вірулентні; 61, 21, X-56, X-71, X-84 — середньовірулентні; 52, 192, 142, 223 — авірулентні. Всі вони є типовими для сучасної популяції патогена. Для створення штучного фону збудника септоріозу листя пшениці використовували різні типи колоній збудника на поживному середовищі за морфо-культуральними ознаками. Оживлення колекційного інфекційного матеріалу уредініоспор та колоній міцелію проводили за методикою [9].

Оцінку стійкості до збудника борошністої роси здійснювали у фази кушіння, виходу в трубку та молочно-воскової стиглості. Для збудників бурої іржі та септоріозу листя — в фази викидання колосу і молочно-воскової стиглості. Імунологічну оцінку стійкості провели за Уніфікованою імунологічною шкалою [9].

Результати та обговорення досліджень. Впродовж 2022—2023 рр. визначали потенціал сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції з використанням синтетичних популяцій збудників бурої іржі та септоріозу листя та провокативного інфекційного фону збудника борошністої роси, типових для зони Правобережного Лісостепу України. У 2023 р. відзначено епіфітотійний розвиток збудника бурої іржі пшениці. Сорти перебували під посиленою дією природної популяції патогена, на яку був нанесений ще й інфекційний фон фізіологічних рас патогена. Таке визначення проводили для з'ясування потенціалу стійкості кожного сорту. Всі вони були створені у різний час (таблиця). За їх створення популяції збудників мали інший склад й інші рівні вірулентності. Отримані дані дають можливість виділити сорти з високим рівнем стійкості до дії місцевих сучасних популяцій збудників хвороб. У таблиці наведено загальні бали за результатами оцінювання стійкості сортів.

Як показали результати досліджень, використання посилених за вірулентністю інфекційних фонів є можливістю оцінити потенціал стійкості сортів під дією стресу. Для порівняння у дослідження було введено універсально сприйнятливий сорт Еритроспермум 15, який під час епіфітотії збудника бурої іржі у 2023 р. знизив стійкість із слабкої сприйнятливості (бал 5) до сприйнятливості (бали 3—4). До решти збудників він проявляв слабку стійкість. Виділено сорти, які проявили стійкість як до одного збудника, так і до групи збудників хвороб.

До збудника бурої іржі пшениці стійкість протягом двох років досліджень мали 23 сорти, які за подвійного інфекційного навантаження природного епіфітотійного і штучного посиленого фонів зберігали стійкість. Серед них виділяються сорти з високою стійкістю 9—8 балів МІП Валенсія, МІП Відзнака, МІП Фортуна, Пивна, Смуглянка, Хазарка. Сорти Подолянка, Миронівська 27, Миронівська 65, Аврора Миронівська, Білява, Волошкова, Демерта, Естафета миронівська, Золотоколоса, Колумбія, Мирич, МІП Дніпрянка, МІП Лада, МІП Ніка, МІП Ювілейна, Славна та Яворина мали невелике зниження стійкості в рік епіфітотії — до 6—7 балів. Сорти Миронівська 808, Європа, Мирлебен, МІП Княжна, МІП Феєрія знизили показники стійкості під час епіфітотії і не мають ефективних генів стійкості до цього збудника. Сорт Почаївка має стабільний прояв стійкості протягом двох років досліджень на рівні 6—5 балів (слабка сприйнятливість — стійкість). Це свідчить про полігенний тип стійкості. Немає стійкості до збудника бурої іржі сорт МІП Вишиванка, як і до інших збудників хвороб, що виявилось у показниках на рівні універсально сприйнятливої сорту Еритроспермум 15. Сорт Злука теж нестійкий до патогена. Це потрібно враховувати при залученні його до селекційної роботи.

До збудника борошністої роси стійкими протягом двох років досліджень були сорти Подолянка, Миронівська 808, Миронівська 61, Миронівська 65, Білява, Демерта, Європа, Мирич, МІП Валенсія, МІП Відзнака, МІП Княжна, МІП Лада, МІП Феєрія, МІП Фортуна, Пивна, Славна, Хазарка. Всі вони були на рівні стійкості сорту стандарту чи навіть більше (таблиця). Це можливо тому, що деякі з них, а зокрема сорти Миронівська 61, Миронівська 65, Демерта містять ефективні гени стійкості до патогена [13]. Не мали стійкості сорти Золотоколоса, МІП Вишиванка, Смуглянка та Яворина.

До збудника септоріозу листя пшениці стійкими виявилися сорти Миронівська 808, Миронівська 61, Волошкова, МІП Відзнака, МІП Княжна, МІП Лада, МІП Феєрія, МІП Фортуна, Пивна, Славна, Хазарка. Більшість сортів мали показники стійкості у 2022 р. на рівні 5—6 балів (помірна сприйнятливість — стійкість), а в 2023 р. збільшили їх. Але в цей час була епіфітотія збудника бурої іржі, який мав інтенсивність поширення уредінопустул на листках до 60—80% і,

Результати оцінки потенціалу стійкості сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції (МПП) з використанням штучних інфекційних фонів синтетичних популяцій збудників бурої іржі, септоріозу листя та провокативного інфекційного фону збудника борошнистої роси, типових для зони Правобережного Лісостепу України в 2022–2023 рр.

Назва сорту	Рік реєстрації в Держреєстрі ¹	Стійкість до видів збудників за роками досліджень, бал					
		<i>Blumeria graminis</i>		<i>Puccinia recondita f. sp. tritici</i>		<i>Zyzoesporea tritici</i>	
		2022 р.	2023 р.	2022 р.	2023 р.	2022 р.	2023 р.
Еритроспермум 15 (універсально сприйнятливий сорт)	- ²	5	7*	5	3–4	5	6*
Подольнка St	2003	7*	7–6*	8–9*	6*	6*–5	6*
Миронівська 808	1963	7*	8*	9*	5	6–7*	6–7*
Миронівська 27		6–7*	6*–5	8*	6*	5–6*	8–7*
Миронівська 61	1989	7–8*	6*	8–9*	6*–5	6*	7*
Миронівська 65	2000	7*	6–7*	9*	8–7*	5	6*
Аврора Миронівська	-	7–8*	5	7*	6*	6*–5	6*
Білява	-	7*	6–7*	8*	6*	5–4	4
Волошка	2008	7–8*	6*–5	8–9*	6*	6*	7–6*
Деметра	2005	7–6*	6–7*	7*	6*	5–6*	7*
Естафета миронівська	2018	7*	5–6*	8*	6*	6*–5	5
Європа	-	7–8*	6*	7–8*	5	6*–5	5
Золотоколоса	2006	3	5	8*	6*	5	5–4
Злука	2011	7–6*	6*–5	5–4	4	5–6*	6*–5
Колумбія	2003	3	6*–5	7*	6*	6*	6*–5
Мирич	-	7*	6–7*	8*	7*	5–6*	6*
Мирлбен	-	8–7*	6*–5	8*	5	5	4

Назва сорту	Рік реєстрації в Держреєстрі ¹	Спійкість до видів збудників за роками досліджень, бал					
		<i>Vilmeria graminis</i>		<i>Russinia recondita f. sp. tritici</i>		<i>Zygosporangia tritici</i>	
		2022 р.	2023 р.	2022 р.	2023 р.	2022 р.	2023 р.
МІП Валенсія	2017	7*	6*	8-7*	8*	6*-5	6*
МІП Відзнака	-	7*	7*	8*	8-9*	6*	6*
МІП Вишиванка	2017	5	5	5	3	5	5
МІП Дніпрянка	2018	8-7*	6*-5	8*	7*	5	5
МІП Княжна	2017	7-6*	7*	8-9*	4	5-6*	5
МІП Лада	-	8*	7-6*	8*	7-6*	6*-5	6*
МІП Ніка	-	8-7*	6*-5	9*	6*	6*-5	7-6*
МІП Феєрія	-	8*	7-6*	8*	5	5-4	5
МІП Фортуна	-	8*	7-6*	8-9*	8-9*	6*-5	7*
МІП Ювілейна	-	7*	5	8*	6*	6*-5	6-7*
Пивна	2006	6*	6*	7-8*	8*	5	7*
Почаївка	2009	7*	6*-5	5-6*	5-6*	5-6*	7-6*
Славна	2010	8-7*	6-7*	6*	9*	5-4	7-6*
Смуглянка	2004	3-2	4	9-8*	8-7*	5	7-6*
Спасівка	2010	8*	6*-5	9*	6*	5-6*	7-6*
Хазарка	2008	6*	6*	7-8*	8*	5-6*	5
Яворина	2010	3	4-3	8*	7*	5	7-6*

Примітки: * — дуже висока (бал 9), висока (бал 8), спійкість (бали 7 і 6) за Уніфікованою шкалою [9];
1 — Дані взято з Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [12];
2 — даних щодо року реєстрації сорту не знайдено.

тим самим, для розвитку збудника септоріозу не «залишилось» місця на листку. Це наслідки конкуренції між збудниками хвороб, які живляться в основному на листовій пластинці рослини.

Визначено сорти пшениці м'якої озимої, які мають *групову стійкість до збудників хвороб*:

- **борошніста роса + бура іржа + септоріоз листя пшениці** — МІП Відзнака та сорти з помірною стійкістю до збудника септоріозу Подолянка, Миронівська 61, Волошкова;
- **борошніста роса + бура іржа** — Подолянка, Миронівська 65, Білява, Деметра, Мирич, МІП Валенсія, МІП Відзнака, МІП Лада, МІП Фуртуна, Пивна, Славна, Спасівка, Хазарка;
- **борошніста роса + септоріоз листя пшениці** — Миронівська 808, Миронівська 61, МІП Відзнака.

Свого часу високі показники стійкості до збудника бурої іржі мали сорти Колубія і Хазарка [11]. За нашими даними вони зберегли її до цього часу і можуть витримувати високе інфекційне навантаження природної епіфітотії і посиленого інфекційного фону. Також встановлено, що сорти Колумбія, Хазарка і Волошкова були стійкими протягом 1981—2019 рр. до збудника борошністої роси [11]. Результати досліджень показали, що сорт Колумбія втратив стійкість до дії місцевої популяції патогена, сорт Волошкова в 2023 р. був помірно стійким, а сорт Хазарка зберіг свої показники. Можливо, що до генів стійкості перших двох сортів в місцевій популяції збудника борошністої роси з'явилися відповідні гени вірулентності, які здолали їхню захисну дію. А сорт Хазарка містить більш ефективні гени стійкості до цього патогена.

Також зазначалося про групову стійкість сортів до збудників борошністої роси та бурої іржі у сортів Золотоколоса, Колумбія, МІП Вишиванка, МІП Дніпрянка, Смуглянка і Хазарка [11]. Результати досліджень показали, що нині сорти Золотоколоса, Колумбія, Смуглянка втратили стійкість до збудника борошністої роси, зберігши її до збудника бурої іржі. Сорти МІП Вишиванка і Хазарка станом на 2022—2023 рр. стійкі щодо обох збудників.

Радимо звернути увагу на потенціал стійкості цих сортів для проведення селекційних робіт пшениці м'якої озимої в зоні Правобережного Лісостепу України.

ВИСНОВКИ

Високий потенціал стійкості до дії сучасних місцевих популяцій збудників хвороб з високим рівнем вірулентності мають сорти:

- **до збудника бурої іржі пшениці** — Подолянка, Миронівська 27, Миронівська 65, Аврора Миронівська, Білява, Волошкова, Деметра, Естафета миронівська, Золотоколоса, Колумбія, Мирич,

- МІП Валенсія, МІП Відзнака, МІП Дніпрянка, МІП Лада, МІП Ніка, МІП Фортуна, МІП Ювілейна, Пивна, Славна, Смуглянка, Хазарка, Яворина;
- до збудника борошністої роси — Подолянка, Миронівська 808, Миронівська 61, Миронівська 65, Білява, Демерта, Європа, Мирич, МІП Валенсія, МІП Відзнака, МІП Княжна, МІП Лада, МІП Феєрія, МІП Фортуна, Пивна, Славна, Хазарка;
 - до збудника септоріозу пшениці — Миронівська 808, Миронівська 61, Волошкова, МІП Відзнака, МІП Княжна, МІП Лада, МІП Феєрія, МІП Фортуна, Пивна, Славна, Хазарка.
- Груповою стійкістю до збудників хвороб характеризуються сорти:
- борошніста роса + бура іржа + септоріоз листя пшениці — МІП Відзнака та сорти з помірною стійкістю до одного із збудників Подолянка, Миронівська 61, Волошкова;
 - борошніста роса + бура іржа — Подолянка, Миронівськм 65, Білява, Деметра, Мирич, МІП Валенсія, МІП Відзнака, МІП Лада, МІП Фортуна, Пивна, Славна, Спасівка, Хазарка;
 - борошніста роса + септоріоз листя пшениці — Миронівська 808, Миронівська 61, МІП Відзнака.

Всі ці сорти не втратили свою стійкість за тривалий час вирощування і змін популяції збудників хвороб на території Правобережного Лісостепу України. Їх радимо залучати до селекційного процесу.

Фінансування: дослідження проводили в межах виконання НДР 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) та 24.01.01.03Ф Особливості патогенезу основних збудників грибних хвороб сільськогосподарських культур в зоні Правобережного Лісостепу України (ДР № 0121U000086), що входять до ПНД 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» («Захист рослин»). Підпрограма 01. «Формування фітопатогенного комплексу та створення стійких сортів рослин проти хвороб» («Фітопатологія»), термін виконання 2021—2025 рр.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Демидов О.А., Кириленко В.В., Гуменюк О.В. та ін. Метод гібридизації у селекції *Triticum aestivum* L. в умовах центрального Лісостепу України: монографія. Київ: Компринт, 2022. 265 с. <https://doi.org/10.31073/978-617-8269-29-6>

2. Кирильчук А.М., Дутова Г.А., Гринів С.М. та ін. Пластичність нових сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) за врожайністю в різних ґрунтово-кліматичних умовах України. Plant Varieties Studying and Protection. 2024. Т. 20. № 1. Р. 44-54. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.1.2024.297224>
3. Державна служба статистики України. Посівні площі сільськогосподарських культур за їх видами 2024 р. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
4. Ярош А.В., Рябчун В.К. Адаптивність озимої м'якої пшениці за параметрами гомеостатичності та селекційної цінності. Генетичні ресурси рослин. 2021. № 28. С. 36-47. DOI: 10.36814/pgr.2021.28.03
5. Ковалишина Г.М. Генетичне різноманіття сортів пшениці озимої за стійкістю проти бурої іржі. Захист і карантин рослин. 2013. Вип. 59. С. 137-146. URL: <https://zkr.ipp.gov.ua/index.php/journal/issue/view/8/59-pdf>
6. Дубовик Н.С., Демидов О.А., Кириленко В.В. та ін. Стійкість проти основних збудників хвороб пшениці озимої в F₁-F₃, створених за участі пшенично-житніх транслокацій. Вісник аграрної науки. 2019. №4. (793) С. 37-44. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201904-06>
7. Ydyrys A.A., Sarbayaev A.T., Iskenderova R.A. et al. Resistance of wheat to leaf rust in Kazakhstan. Bulletin of the Korkyt Ata Kyzylorda University. 2012. №3 (62). P. 138-146. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2022.v62.i3.089>
8. Hysing S.-C., Singh R.P., Huerta-Espino J. et al. Leaf rust (*Puccinia triticina*) resistance in wheat (*Triticum aestivum*) cultivars grown in Northern Europe 1992-2002. Hereditas. 2006. 143: P. 1-14. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.2005.0018-0661.01917.x>
9. Бабаянц О.В., Бабаянц Л.Т. Основы селекции и методология оценок устойчивости пшеницы к возбудителям болезней. Одесса: ВМВ, 2014. 401 с.
10. Власенко В.А., Осьмачко О.М., Бакуменко О.М. Методичні рекомендації щодо виділення ліній пшениці з груповою стійкістю до хвороб, які є носіями пшенично-житніх транслокацій. Сумський національний аграрний університет. Суми, 2020. 154 с. URL: <http://repo.snau.edu.ua:8080/xmlui/handle/123456789/8442>
11. Kovalyshyna H.M., Dmytrenko Yu.M., Butenko A.O. et al. Screening of winter wheat varieties for leaf diseases resistance. Ukrainian Journal of Ecology. 2020. 10(5). 287-290, doi: 10.15421/2020_245
12. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-ros>
13. Kovalyshyna H., Dmytrenko Y., Tonkha O. et al. 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. <https://doi.org/10.5219/1447>

¹Lisova H., ORCID: 0000-0002-2045-4857

¹Konovalova S., ORCID: 0009-0009-8234-9049

^{1,2}Kyrylenko V., ORCID: 0000-0002-8096-4484

²Humenyuk O., ORCID: 000-0002-1147-088X

¹Institute of Plant Protection of the NAAS of Ukraine,
33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

²The V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat, NAAS of Ukraine,
v. Tsentralne, Kyiv region, 08853, Ukraine

Revealing the resistance potential of soft winter wheat varieties of the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat selection to pathogens of wheat leaf diseases typical for the Right Bank Forest Steppe zone of Ukraine

Goal. To investigate the resistance potential of soft winter wheat varieties the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat selection of NAAS on artificial and provocative infectious backgrounds of the main pathogens wheat leaf diseases of the Right Bank Forest-Steppe zone of Ukraine. **Methods** laboratory; field, analytical. **Results.** Evaluation of resistance to the main causative agents of leaf rust, septoria leaf spot of wheat using artificial infectious backgrounds with a high level of virulence and to the causative agent of powdery mildew on a provocative natural infectious background was carried out for 33 varieties of soft winter wheat selection of the the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat selection of NAAS crafts. Varieties were resistant to modern populations of pathogens: to leaf rust — Podolyanka, Myronivska 27, Myronivska 65, Aurora Myronivska, Bilyava, Voloshkova, Demerta, Estafeta Myronivska, Zolotokolosa, Columbia, Myrych, MIP Valencia, MIP Viznaka, MIP Dnipryanka, MIP Lada, MIP Nika, MIP Fortuna, MIP Yuvileyna, Pivna, Slavna, Smuglyanka, Khazarka, Yavorina; to powdery mildew — Podolyanka, Myronivska 808, Myronivska 61, Myronivska 65, Bilyava, Demerta, Europe, Myrych, MIP Valencia, MIP Viznaka, MIP Knyazna, MIP Lada, MIP Feeriya, MIP Fortuna, Pivna, Slavna, Hazarka; to septoria leaf spot of wheat — Myronivska 808, Myronivska 61, Voloshkova, MIP Viznaka, MIP Knyazna, MIP Lada, MIP Feeriya, MIP Fortuna, Pivna, Slavna, Hazarka. Group resistance was shown by varieties: powdery mildew + leaf rust + septoria leaf spot of wheat — MIP Viznaka, Podolyanka, Myronivska 61, Voloshkova; powdery mildew + leaf rust — Podolyanka, Myronivskm 65, Bilyava, Demetra, Myrych, MIP Valensia, MIP Viznaka, MIP Lada, MIP Fortuna, Pivna, Slavna, Spasivka, Hazarka; powdery mildew + septoria leaf spot of wheat — Myronivska 808, Myroniska 61, MIP Viznaka. **Conclusions.** Testing wheat varieties on artificial infectious backgrounds with a high level of virulence of pathogens of leaf rust and septoria leaf spot of wheat and with a natural infectious background of powdery mildew makes it possible to determine

the modern resistance potential of wheat varieties. Varieties with group resistance to pathogens were also identified.

resistance; varieties of soft winter wheat; pathogens; powdery mildew; leaf rust; septoria leaf spot of wheat; infectious backgrounds

REFERENCES

1. Demydov O.A., Kyrylenko V.V., Humeniuk O.V., Lisova G.L., Dubovyk N.S., Los R.M. (2022). Metod hibrydyzatsiyi u selektsiyi *Triticum aestivum* L. v umovakh tsentral'noho Lisostepu Ukrayiny. [The method of hybridization in the election of *Triticum aestivum* L. in the conditions of the central forest-steppe of Ukraine]. Kyiv: Komprint, 267 p. <https://doi.org/10.31073/978-617-8269-29-6> (in Ukrainian).

2. Kyryl'chuk A.M., Dutova H.A., Hryniv S.M., Orlenko O.B., Bezprozvanna I.V., Kulyk T.YE., Makarchuk B.M. (2024). Plastychnist' novykh sortiv pshe-nytsi m'yakoyi ozymoyi (*Triticum aestivum* L.) za vrozhaynistyu v riznykh gruntovo-klimatychnykh umovakh Ukrayiny. [Plasticity of new varieties of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in yield in different soil and climatic conditions of Ukraine]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 20(1), 44-54. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.1.2024.297224> (in Ukrainian).

3. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrayiny. Posivni ploshchi sil's'kohospodars'kykh kul'tur za yikh vydamy 2024. [State Statistics Service of Ukraine. Sown areas of agricultural crops by their types 2024]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (in Ukrainian).

4. Yarosh A.V., Ryabchun V.K. (2021). Adaptyvnist' ozymoyi m'yakoyi pshe-nytsi za parametry homeostatychnosti ta selektsiyanoi tsinnosti. [Adaptability of winter soft wheat according to homeostatic parameters and breeding value. Genetic resources of plants]. *Henetychni resursy roslin*. [Genetic resources of plants], (28), 36-47. DOI: 10.36814/pgr.2021.28.03 (in Ukrainian).

5. Kovalyshyna H.M. (2013). Henetychne riznomanittya sortiv pshe-nytsi ozymoyi za stiykisty proty buroyi irzhi. [Genetic diversity of winter wheat varieties for resistance to brown rust]. *Zakhyst i karantyn roslin*. [Protection and quarantine of plants], 59, 137-146. <https://zkr.ipp.gov.ua/index.php/journal/issue/view/8/59-pdf> (in Ukrainian).

6. Dubovyk N.S., Demydov O.A., Kyrylenko V.V., Humenyuk O.V., Lisova H.M. (2019). Stiykist' proty osnovnykh zbudnykiv khvorob pshe-nytsi ozymoyi v F1-F3, stvorenykh za uchasti pshe-nychno-zhytnikh translokatsiy. [Resistance against the main pathogens of winter wheat in F1-F3, created with the participation of wheat-rye translocations]. *Visnyk ahrarynoyi nauky*, [Herald of Agrarian Science], (4), 37-44. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201904-06> (in Ukrainian).

7. Ydyrys A.A., Sarbayaev A.T., Iskendiroya R.A., Dubekova S.B., Eserke-

nov A.K. (2012). resistance of wheat to leaf rust in Kazakhstan. Bulletin of the Korkyt Ata Kyzylorda University, 3(62), 138-146. <https://doi.org/10.52081/bka-ku.2022.v62.i3.089>

8. Hysing S.-C., Singh R.P., Huerta-Espino J., Merker A., Liljeroth E. and Diaz O. (2006). Leaf rust (*Puccinia triticina*) resistance in wheat (*Triticum aestivum*) cultivars grown in Northern Europe 1992-2002. *Hereditas*. 143: P. 1-14. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.2005.0018-0661.01917.x>

9. Babayants O.V., Babayants L.T. (2014) Osnovy selektsii i metodologiya otse-nok ustoychivosti pshenitsy k vzbuditelyam bolezney. [Fundamentals of selection and methodology for assessing wheat resistance to pathogens]. 401 c. (in Russian).

10. Vlasenko A., Os'machko O.M., Bakumenko O.M. (2020). Metodychni rekomendatsiyi shchodo vydilennya liniy pshenytsi z hrupovoyu stykistyuu do khvorob, yaki ye nosiyamy pshenychno-zhytnikh translokatsiy. Sums'kyy natsional'nyy ahrarnyy universytet. Sumy, 154 c. <http://repo.snau.edu.ua:8080/xmlui/handle/123456789/8442> (in Ukrainian).

11. Kovalyshyna H.M., Dmytrenko Yu.M., Butenko A.O., Mukha T.I., Markarchuk O.S., Tonkha O.L., Kovalenko V.P., Zavgorodniy V.M., Onychko T.O. (2020). Screening of winter wheat varieties for leaf diseases resistance. Ukrainian Journal of Ecology, 10(5), 287-290, doi: 10.15421/2020_245

12. Derzhavnyy reyestr sortiv roslyn, prydatnykh dlya poshyrennya v Ukrayini. [State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine]. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-ros> (in Ukrainian).

13. 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. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Science, 14, 1001-1007. URL: <https://doi.org/10.5219/1447>

Надійшла до редакції: 08.10.2024

Прийнята до друку: 04.11.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

¹Є.Ф. НЯМЦУ, кандидат сільськогосподарських наук

²Ю.Е. КЛЕЧКОВСЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук

¹ДУ «Одеська обласна фітосанітарна лабораторія»,

вул. Євгена Чикаленка, 76/1, м. Одеса, 65104, Україна

²Дослідна станція карантину винограду і плодкових культур ІЗР НААН,

Фонтанська дорога, 49, м. Одеса, 65049, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МЕБРОКАРБОНОВИХ СУМІШЕЙ ПРОТИ ГВАТЕМАЛЬСЬКОЇ КАРТОПЛЯНОЇ МОЛІ В БУЛЬБАХ СВІЖОЇ КАРТОПЛІ

Мета. Визначити меброкарбонів суміші з мінімальними нормами витрати метил броміду, ефективних проти гватемальської картопляної молі (*Tecia solanivora* Rovolny) та розробити режими фумігації для захисту бульб свіжої картоплі від цього шкідника. **Методи.** Під час досліджень використовували бібліографічно-аналітичний, лабораторний, математично-статистичний методи, а також метод аналогічного моделювання. **Результати.** Технічну ефективність меброкарбонів сумішей проти картопляної молі визначали експериментальним методом. За температурного режиму 4—8°C досліджували десять сумішей метил броміду з двоокисом вуглецю та еталоном у чотирьох повторностях, а саме, п'ять — за температури двоокису вуглецю 0°C під час введення у фумігаційний простір камери і п'ять — за температури 25°C. В якості еталону використовували метил бромід технічний. Норма витрати еталону становила 60 г/м³. Еталон вводили у фумігаційний простір камери за температури 25°C. Норми витрати метилу бромистого технічного в сумішах поступово зменшували на 30%, 40, 50, 60 і 70%, тобто вони становили 42 г/м³, 36, 30, 24 і 18 г/м³. За CO₂ норма витрати в сумішах становила 160 г/м³. Експозиція часу відповідала 5-ти годинам. Після обробки бульб свіжої картоплі з дозуваннями метил броміду 42 г/м³, 36, 30 г/м³, за умови введення CO₂ температурою 0°C у фумігаційний простір, живих комах у біотестах не виявлено, тобто технічна ефективність становила 100%. У бульбах з біотестами, які обробляли сумішами із дозуваннями бромистого метилу, зменшеними на 60 і 70% (24 і 18 г/м³) було встановлено, в середньому, 1,5 і 5 живих комах відповідно. При цьому, технічна ефективність становила 98,50 і 95,00% відповідно. У випадку, коли двоокис вуглецю вводили у фумігаційний простір за темпе-

ратури 25°C, у біотестах перших чотирьох меброкарбонових сумішей не знайдено жодної комахи у живому стані, тобто технічна ефективність склала 100%. У біотестах бульб, оброблених сумішшю зі зменшенням CH_3Br на 70%, тобто з нормою його витрати 18 г/м³, виявлено дві живі комахи. Технічна ефективність становила 98%. **Висновки.** Враховуючи результати досліджень, доцільно використовувати меброкарбонові суміші у фумігації бульб імпортової свіжої картоплі проти карантинного шкідника *Tecia solanivora* Pov. При цьому відбувається зниження навантаження бромистим метилом на навколишнє середовище в 2,5 рази за ефективності обробки 100% та відсутності його фітотоксичної дії на оброблену рослину продукцію.

фумігація; меброкарбонові суміші; гватемальська картопляна міль; ефективність

Вид гватемальська картопляна міль (*Tecia solanivora* Povolny) належить до роду *Tecia*, родини Виїмчастокрилих молей (Gelechiidae), ряду Лускокрилих (Lepidoptera), класу Комах (Insecta), типу Членистоногих (Arthropoda), царства Тварин (Animalia), домену Еукаріотів (Eukaryota) [1].

Tecia solanivora Pov. має карантинний статус в Європі та Україні. Шкідник живиться виключно бульбами картоплі (*Solanum tuberosum*).

Вперше він був описаний в Коста-Ріці у 1973 р. і розповсюдився через Центральну Америку на північ Південної Америки завдяки торгівлі насінневою картоплею. Він також поширився до Мексики та Канарських островів, а останнім часом — до материкової Іспанії, де знаходиться під офіційним контролем у провінціях Галісії та Астурії [2]. Деякі автори вважають *T. solanivora* найважливішим шкідником картоплі у світі. У зв'язку зі сприятливими кліматичними умовами шкідник може поширюватися в межах Європейського Союзу через переміщення заражених бульб і завдавати істотних втрат врожаю картоплі. Дорослі особини можуть літати і розселятися на місцевому рівні.

Торговельні відносини між Україною та країнами Європи створюють загрозу щодо завезення на її територію цього шкідника в імпортованій картоплі. Захистити від шкідника значною мірою може фумігація, тобто обробка продукції хімічною речовиною в газо- або пароподібному стані. Одним із варіантів може бути використання сумішей двоокису вуглецю з метил бромідом, універсальність якого добре відома в галузі фумігації.

Застосування бромистого метилу для карантинних обробок і обробок рослинних вантажів перед транспортуванням не заборонено пунктом 6 статті 2Н Монреальського протоколу про речовини, що руйнують озоновий шар [3, 4]. Міжнародний стандарт щодо фітосанітарних заходів № 43 «Вимоги до використання фумігації як фіто-

санітарного заходу» передбачає використання метил броміду в якості фуміганту проти карантинних організмів [5].

Враховуючи результати досліджень, одержаних дещо раніше проти карантинних шкідників, а саме, квіткового трипсу (*Frankliniella occidentalis* Perg.), південноамериканської томатної молі (*Tuta absoluta* Meug.) та інших карантинних шкідників [5, 6], можна припустити, що суміші бромистого метилу [8] і двоокису вуглецю [9] можуть бути ефективним фумігантом і проти гватемальської картопляної молі. За спільного застосування ці два фуміганти не вступають між собою в хімічну взаємодію і не змінюють своїх хімічних властивостей. Вони є синергістами. Двоокис вуглецю, у деяких концентраціях, надає збудливу дію на дихальну систему шкідників, викликаючи у них поглиблене і прискорене дихання навіть при знижених температурах навколишнього середовища. Тому можна зменшити норми витрати CH_3Br , що поліпшує екологію карантинних обробок, а головне, запобігає резистентності шкідників до фуміганту і фітотоксичності продукції. Крім того, досягається повне знищення шкідника у всіх фазах розвитку за низьких температур, що є важливим у проведенні фумігації при температурних режимах, які застосовуються в холодильних камерах під час зберігання або транспортування плодоовочевої продукції.

У випробувальній лабораторії Дослідної станції карантину винограду і плодкових культур Інституту захисту рослин НААН у 2023 р. були проведені дослідження впливу меброкарбонів сумішей на гватемальську картопляну міль *T. solanivora*.

Мета досліджень. Метою досліджень було визначення експериментальним шляхом меброкарбонів сумішей з мінімальними нормами витрати бромистого метилу, ефективних проти гватемальської картопляної молі, з подальшим створенням режимів фумігації для знищення цього шкідника у бульбах свіжої картоплі.

Методи досліджень. В рамках досліджень використовували бібліографічно-аналітичний метод аналізу фізико-хімічних властивостей компонентів сумішей і біологічних особливостей *T. solanivora*, метод аналогічного моделювання під час застосування летальних норм годинogramів проти шкідників зі схожими морфологічними і біологічними особливостями, лабораторний метод оцінювання токсикологічної дії меброкарбонів сумішей проти дослідного шкідника за допомогою фумігаційної камери та математично-статистичний метод оцінки достовірності одержаних результатів.

Дослідження впливу фумігантних сумішей на *Tecia solanivora* Rov. здійснювали в оригінальній запатентованій фумігаційній камері, яка оснащена блоком управління для програмування температурного режиму, вологості, вентиляції і освітлення у фумігаційному просторі [10]. Для здійснення дослідів також використовували: холодильник,

металеві балони з метил бромідом та вуглекислою, газопарувач, газопроводи і випускний клапан високого тиску, трубки поліетиленові для відбору газоповітряних зразків (проб), газоаналізатори, манометр, термометр, вологомір, ваги електронні лабораторні з дискретністю 0,1 г.

Дослідження здійснювали за температур двоокису вуглецю 0 і 25°C. Як еталон використовували метил бромистий технічний з концентрацією діючої речовини 99,5%. У дослідах застосовували двоокис вуглецю з концентрацією д. р. 99,9%. Контролем слугувала необроблена рослинна продукція. За відсутності гватемальської картопляної молі, в ролі біотестів, відповідно до світової практики, використовували вид шкідника із тієї ж родини *Gelechiidae*, який є аналогічним за біологією, а саме — картопляну міль (*Phthorimaea operculella* Zell.). Технічну ефективність меброкарбонів сумішей та інші параметри режимів фумігації проти об'єктів дослідження встановлювали за обраним біологічним індикатором.

Враховуючи, що вказана вище овочева продукція надходить в Україну в автомобільних рефрижераторах і рефрижераторних контейнерах, то дослідження здійснювали за температурного режиму 4—8°C, який застосовується під час її транспортування [11]. Норма витрати бромистого метилу та час експозиції за еталоном були взяті з фумігаційних режимів, добре вивчених і неодноразово випробуваних у виробничих умовах і наведених у методичних посібниках з фумігації [12—14]. Під час досліджень норму витрат $\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$ зменшували, для знаходження мінімальних технічно-ефективних дозувань, на 30, 40, 50, 60 і 70%, тобто в сумішах вони становили 42 г/м³, 36, 30, 24 і 18 г/м³. Мінімальні норми витрати в сумішах встановлювали за вимогами карантинного знезараження, тобто за досягнення 100% рівня технічної ефективності. Норми витрати двоокису вуглецю пов'язані з науковим твердженням про те, що при збільшенні вмісту вуглекислоти в атмосфері при звичайних умовах розвитку комахи до 5%, фаза вдихання комахи займає 80—90% часу від всього вентиляційного циклу. За температурного режиму 4—8°C, для досягнення цього ефекту, вміст діоксиду вуглецю становитиме 8%, або 160 г/м³. Облік загибелі шкідників у тестах здійснювали через 24 год після закінчення дегазації, а для достеменного визначення ефективності фумігації — через 14 діб. Технічну ефективність фумігантних сумішей, яка була нижча за 100%, розраховували за методикою, взятою з методичного посібника за редакцією професора С.О. Трибеля [15]. Паралельно зі встановленням ефективності дії фумігантних сумішей на карантинних шкідників, оцінювали негативний вплив на дослідну продукцію. Визначення фітотоксичної дії фумігантів у процесі зберігання мало проводитись візуально, за ступенем псування плодів і листя дослідної продукції, згідно з методикою [15]. Відбір газоповітряних проб

бромметану для розрахунку його середніх концентрацій (надалі СК), необхідних для подальшого розроблення фумігаційних режимів, здійснювали тричі — через 30 хв після введення компонентів, через 2 год і наприкінці експозиційного часу. Назви сумішей склалися із слова «Меброкарбон» («мебр» від метил броміду, «о» від оксиду і «карбон» від назви вуглецю), абрєвіатури літер слів латинської назви шкідника та індексу з двох цифр — порядкового номера меброкарбонної суміші і температурного показника CO₂ (0 або 25) під час його введення всередину камери. Отже, задля уникнення плутанини у дослідженнях, кожна меброкарбонна суміш мала свою неповторну назву.

Результати досліджень і обговорення. Технічну ефективність меброкарбонних фумігантних сумішей проти гватемальської картопляної молі визначали експериментальним методом. Досліджували десять сумішей з еталоном у чотирьох повторностях, а саме: п'ять — за температури двоокису вуглецю 0°C під час введення у фумігаційний простір і п'ять — за температури 25°C. Норма витрати еталону — 60 г/м³. Еталон вводили у фумігаційний простір камери за температури 25°C. Експозиція — 5 год.

Отже, після обробки рослинної продукції сумішами Меброкарбон TSP 1.0, Меброкарбон TSP 2.0 і Меброкарбон TSP 3.0 з нормами витрати бромистого метилу 42 г/м³, 36, 30, 24 і 18 г/м³, при введенні у фумігаційний простір CO₂ за температури 0°C, живих комах в біотестах не було виявлено, тобто технічна ефективність становила 100,00% (табл. 1). У біотестах в бульбах, які обробляли сумішами Меброкарбон TSP 4.0 і Меброкарбон TSP 5.0 з нормами витрати метил броміду 24 і 18 г/м³, було встановлено, в середньому, 1,5 і 5,0 живих комах відповідно за варіантами. Технічна ефективність становила 98,50 і 95,00%, відповідно. Середні концентрації CH₃Br під час експозиції були 31, 27, 23, 19 і 15 г/м³ за кожним варіантом досліджуваних сумішей, тобто знизились, по відношенню до норм витрат, на 27, 25, 23, 21 і 17%, а до норми витрати еталону — на 48, 55, 62, 68 і 75%, що вказує на те, що метил бромистий в сумішах із двоокисом вуглецю значно менше сорбується рослинною продукцією. Отже й на стільки відсотків зменшуються залишки неорганічних бромідів в ній. Незначні ознаки фітотоксичності у цьому досліді спостерігались тільки на бульбах, які були оброблені еталоном. У випадку, коли двоокис вуглецю вводили у фумігаційний простір за температури 25°C, у біотестах перших чотирьох меброкарбонних сумішей (Меброкарбон TSP 1.25, Меброкарбон TSP 2.25, Меброкарбон TSP 3.25 і Меброкарбон TSP 4.25), не було знайдено жодної комахи у живому стані, тобто технічна ефективність склала 100,00% (табл. 2).

Біотести у бульбах, оброблених сумішшю Меброкарбон TSP 5.25 з нормою витрати бромистого метилу 18 г/м³, показали в середньому

1. Технічна ефективність меброкарбонних сумішей проти гватемальської картопляної молі за температури двоокису вуглецю 0°С під час введення у фумігаційний простір, 2023 р.

Варіанти	Температура всередині камери, °С	Норми витрати, г/м ³		Час експозиції, год	Середня концентрація СН ₃ Br, г/м ³	Повторність	Чисельність живих комах у біотестах, шт.		Технічна ефективність, %
		СН ₃ Br	СО ₂				до обробки	після обробки	
Контроль	4—8	0	0	5	0	1	100	100	0
						2	100	100	0
						3	100	100	0
						4	100	100	0
						Середнє	100	100	0
Метил бромід (еталон)	4—8	60	0	5	40	1	100	1	99,0
						2	100	0	100,0
						3	100	0	100,0
						4	100	0	100,0
						Середнє	100	0,25	99,7
Мebroкарбон TSP 1.0	4—8	42	160	5	31	1	100	0	100,0
						2	100	0	100,0
						3	100	0	100,0
						4	100	0	100,0
						Середнє	100	0	100,0
Мebroкарбон TSP 2.0	4—8	36	160	5	27	1	100	0	100,0
						2	100	0	100,0
						3	100	0	100,0
						4	100	0	100,0
						Середнє	100	0	100,0
Мebroкарбон TSP 3.0	4—8	30	160	5	23	1	100	0	100,0
						2	100	0	100,0
						3	100	0	100,0
						4	100	0	100,0
						Середнє	100	0	100,0
Мebroкарбон TSP 4.0	4—8	24	160	5	19	1	100	1	99,0
						2	100	2	98,0
						3	100	2	99,0
						4	100	1	98,0
						Середнє	100	1,5	98,5
Мebroкарбон TSP 5.0	4—8	18	160	5	15	1	100	5	95,0
						2	100	6	94,0
						3	100	4	96,0
						4	100	3	95,0
						Середнє	100	4,5	95,0

2. Технічна ефективність меброкарбонних сумішей проти гватемальської картопляної молі за температури двоокису вуглецю 25°С під час введення у фумігаційний простір, 2023 р.

Варіанти	Температура всередині камери, °С	Норми витрати, г/м ³		Час експозиції, год	Середня концентрація СН ₃ Вг, г/м ³	Повторність	Чисельність живих комах у біотестах, шт.		Технічна ефективність, %
		СН ₃ Вг	СО ₂				до обробки	після обробки	
Контроль	4—8	0	0	5	0	1	100	100	0
						2	100	100	0
						3	100	100	0
						4	100	100	0
						Середнє	100	100	0
Метил бромід (еталон)	4—8	60	0	5	40	1	100	1	99,0
						2	100	0	100,0
						3	100	0	100,0
						4	100	0	100,0
						Середнє	100	0,25	99,7
Мebroкарбон TSP 1.25	4—8	42	160	5	34	1	100	0	100,0
						2	100	0	100,0
						3	100	0	100,0
						4	100	0	100,0
						Середнє	100	0	100,0
Мebroкарбон TSP 2.25	4—8	36	160	5	30	1	100	0	100,0
						2	100	0	100,0
						3	100	0	100,0
						4	100	0	100,0
						Середнє	100	0	100,0
Мebroкарбон TSP 3.25	4—8	30	160	5	26	1	100	0	100,0
						2	100	0	100,0
						3	100	0	100,0
						4	100	0	100,0
						Середнє	100	0	100,0
Мebroкарбон TSP 4.25	4—8	24	160	5	21	1	100	0	100,0
						2	100	0	100,0
						3	100	0	100,0
						4	100	0	100,0
						Середнє	100	0	100,0
Мebroкарбон TSP 5.25	4—8	18	160	5	17	1	100	1	99,0
						2	100	3	97,0
						3	100	2	98,0
						4	100	2	98,0
						Середнє	100	2	98,0

дві живі комахи. Технічна ефективність становила 98,00%. У зв'язку зі збільшенням температури всередині камери під час введення діоксиду вуглецю спостерігається підвищення середніх концентрацій метилу бромистого в дослідних сумішах порівняно з попереднім дослідом, а саме 34, 30, 26, 21 і 17 г/м³. Деякі ознаки фітотоксичності встановлено лише у варіанті з еталоном.

Задля досягнення мети цього дослідження та використання результатів у подальшому було розроблено режими фумігації для здійснення карантинних обробок імпортованих вантажів з бульбами свіжої картоплі проти *Tecia solanivora* Rov. (табл. 3).

3. Режими фумігації знезараження бульб свіжої картоплі меброкарбонними сумішами проти гватемальської картопляної молі, 2023 р.

Назва фумігантної суміші	Температура всередині фумігаційної камери під час експозиції, °С	Норми витрати, г/м ³		Середня концентрація СН ₃ Br, г/м ³	Час експозиції, год	Летальна норма, г/м ³ × год
		СН ₃ Br	СО ₂			
Мebroкарбон TSP 1.0	4—8	42	160	31	5,0	155
Мebroкарбон TSP 2.0	4—8	36	160	27	5,0	135
Мebroкарбон TSP 3.0	4—8	30	160	23	5,0	115
Мebroкарбон TSP 1.25	4—8	42	160	34	5,0	170
Мebroкарбон TSP 2.25	4—8	36	160	30	5,0	150
Мebroкарбон TSP 3.25	4—8	30	160	26	5,0	130
Мebroкарбон TSP 4.25	4—8	24	160	21	5,0	105

ВИСНОВКИ

У дослідженні щодо захисту території України від інтродукції карантинного шкідника гватемальської картопляної молі (*Tecia solanivora* Rov.) у бульбах імпортованої картоплі:

- вивчено вплив меброкарбонних сумішей на гватемальську картопляну міль, який ґрунтується на алгоритмі синергії бромистого метилу і двоокису вуглецю;
- обґрунтовано залежність токсичної дії меброкарбонних сумішей від стану двоокису вуглецю під час його введення у фумігаційний простір. Середні концентрації СН₃Br під час експозиції в сумішах, в які вводили СО₂ за температури 25°С, були вище середніх концентрацій сумішей з двоокисом вуглецю, введенного всередину камери при 0°С;

- надано оцінку технічної ефективності меброкарбоних сумішей проти дослідженого карантинного шкідника, а саме — 98,0—100,0%. Виявлено, що незважаючи на зменшення норм витрат метил броміду в меброкарбоних сумішах до 2,5 раза, в порівнянні з його класичним використанням у чистому виді, технічна ефективність зберігається на рівні 100%;
- встановлено нижні токсикологічні пороги застосування метил броміду в сумішах з двоокисом вуглецю, введеного у фумігаційний простір за температур 0 та 25°C, які на 50—60% нижче норми витрат при використанні суто бромистого метилу;
- розроблено летальні норми меброкарбоних сумішей, що забезпечують 100% загибель шкідника *Tecia solanivora* Pov.;
- зафіксовано відсутність фітотоксичної дії меброкарбоних сумішей на бульби свіжої картоплі.

Фінансування: науково-дослідні роботи проводили в межах ПНД 12 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» («Захист рослин»). 24.06.01.03.П «Токсикологічне обґрунтування використання меброкарбоних сумішей способом фумігації проти регульованих шкідників плодово-ягідної, овочевої та квітково-декоративної продукції». ДР №0116U003548.

Конфлікт інтересів: автори декларують, що використання меброкарбоних сумішей в Україні стане можливим лише за умови державної реєстрації бромистого метилу з метою його застосування проти карантинних організмів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. EPPO Global Database. Taxonomy *Tecia solanivora*. 2024. URL:<https://gd.eppo.int/taxon/TECASO>
2. EPPO Standard PM 7/72. *Tecia solanivora*. EPPO Bulletin 2000, 36, 175-178. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/TECASO/documents>
3. UNEP (United Nations Environment Programme). The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. Montreal, 1987. URL: <https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol/articles/article-2h-methyl-bromide>
4. UNEP (United Nations Environment Programme). Minimising quarantine and pre-shipment (QPS) uses of methyl bromide: Tools for controlling, monitoring and reporting. 2016. 64 pp. URL: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/14879/7792-e-Minimisingquarantineandpre-shipment%28QPS%29usesofmethylbromide.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. ISPM 43. Requirements for the use of fumigation as a phytosanitary measure. Rome, IPPC, FAO. 2019. URL: <https://www.ippc.int/en/core-activities/standards-setting/ispm/#614>.

6. Клечковський Ю.Е., Нямцу Є.Ф. Карантинні обробки свіжих овочів та зрізів квітів проти західного квіткового трипса. Карантин і захист рослин. 2019. № 1–2. С. 14–17. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2019.1-2.1-4>

7. Клечковський Ю.Е., Нямцу Є.Ф. Застосування меброкарбонів сумішей проти південноамериканської томатної молі. Карантин і захист рослин. 2018. № 11–12. С. 8–11.

8. David Yoffe, Ron Frim, Shmuel D. Ukeles etc. Bromine Compounds. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. 2013. https://doi.org/10.1002/14356007.a04_405.pub2

9. Susan Topham, Alexis Bazzanella, Sebastian Schiebahn et al. Carbon Dioxide. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. 2014. https://doi.org/10.1002/14356007.a05_165.pub2

10. Пат. № 123977 Україна: МПК (2018. 01) АО1М17/00. Фумігаційна камера для створення регламентів щодо застосування пестицидів у газоподібному стані проти шкідливих організмів у сільськогосподарській продукції. Ю.Е. Клечковський, Є.Ф. Нямцу; заявник і патентовласник Дослідна станція карантину винограду і плодівих культур Інституту захисту рослин НААН. № u201710816; заявл. 06.11.17; вид. 12.03.2018. 5 с.

11. Справочник по транспортировке продуктов питания: фрукты и овощи. AGRICO Fresh & Frozen. A. P. Moller Grup. 2010. С. 58. URL: https://www.agrico.biz/Transporting_storage.pdf

12. Bond E.J. Manual of fumigation for insect control. FAO, Plant Production and Protection. Rome, 1989. 351 pp. URL: <https://www.fao.org/docrep/x5042e/x5042E00.htm#Contents>

13. USDA (U.S. Department of Agriculture). Treatment Manual. Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine. Miami, 2024. 323 p. URL: <https://www.aphis.usda.gov/media/document/5378/file>

14. Ahmed M.K., El Zorgani G.A. The effect of methyl bromide fumigation on stored potatoes. Acta Hort. 143, P. 539-547. <https://doi.org/10.17660/Acta-Hortic.1984.143.62>

15. Методики випробування і застосування пестицидів ; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.

¹Nyamtsu E., ORCID: 0000-0002-9088-4860

²Klechkovskiy Yu., ORCID: 0000-0003-4404-5553

¹State Institution «Odesa Regional Phytosanitary Laboratory»,
76/1, Yevhen Chykalenko str., Odesa, 65104, Ukraine

²Quarantine Station of grape and fruit cultures of Institute of Plant
Protection of the NAAS, 49, Fountain Road str.,
Odesa, 65049, Ukraine

Effectiveness of using mebrocarbon mixtures against the Guatemalan potato moth in fresh potato tubers

Goal. To determine the mebrocarbon mixtures with minimum consumption rates of methyl bromide effective against the Guatemalan potato moth (*Tecia solanivora* Povolny) and to develop fumigation regimes for the protection of fresh potato tubers from this pest. **Methods.** Bibliographic and analytical, laboratory, mathematical and statistical methods, as well as the method of analogous modeling were used in the research. **Results.** The technical effectiveness of mebrocarbon mixtures against potato moth was determined by the experimental method. Ten mixtures of methyl bromide with carbon dioxide and the standard were studied at a temperature of 4–8°C in four replicates, namely, five at a carbon dioxide temperature of 0°C when introduced into the fumigation space of the chamber and five at a temperature of 25°C. Technical methyl bromide was used as a standard. The standard consumption rate was 60 g/m³. The standard was introduced into the fumigation space of the chamber at a temperature of 25°C. The consumption rates of technical methyl bromide in the mixtures were gradually reduced by 30%, 40%, 50%, 60% and 70%, i.e., they were 42 g/m³, 36 g/m³, 30 g/m³, 24 g/m³ and 18 g/m³. For CO₂, the consumption rate in the mixtures was 160 g/m³. The exposure time corresponded to 5 hours. After the treatment of fresh potato tubers with methyl bromide dosages of 42 g/m³, 36 g/m³, 30 g/m³, provided that CO₂ at a temperature of 0°C was introduced into the fumigation space, no live insects were found in the biotests, i.e. the technical efficiency was 100.00%. In tubers with biotests treated with mixtures with methyl bromide dosages reduced by 60% and 70% (24 g/m³ and 18 g/m³), an average of 1.5 and 5 live insects were found, respectively. At the same time, the technical efficiency was 98.50 and 95.00%, respectively. In the case when carbon dioxide was introduced into the fumigation space at a temperature of 25°C, no live insects were found in the biotests of the first four mebrocarbon mixtures, i.e., the technical efficiency was 100.00%. In the biotests of tubers treated with a mixture with a 70% reduction in CH₃Br, i.e., with a consumption rate of 18 g/m³, two live insects were found. The technical efficiency was 98.00%. **Conclusions.** Taking into account the results of the research, it is advisable to use mebrocarbon mixtures in the fumigation of imported fresh potato tubers against the quarantine pest *Tecia solanivora* Pov. At the same time, there is a 2.5-fold reduction in the load of methyl bromide on the environment with 100% treatment efficiency and the absence of its phytotoxic effect on the treated plant products.

fumigation; mebrocarbon mixtures; Guatemalan potato moth; efficiency

REFERENCES

1. EPPO Global Database. Taxonomy *Tecia solanivora*. 2024. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/TECASO>
2. EPPO Standard PM 7/72. *Tecia solanivora*. EPPO Bulletin 2000, 36, 175-178. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/TECASO/documents>
3. UNEP (United Nations Environment Programme). The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. Montreal, 1987. URL: <https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol/articles/article-2h-methyl-bromide>
4. UNEP (United Nations Environment Programme). Minimising quarantine and pre-shipment (QPS) uses of methyl bromide: Tools for controlling, monitoring and reporting. 2016. 64 pp. URL: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/14879/7792-e-Minimisingquarantineand-pre-shipment%28QPS%29usesofmethylbromide.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. ISPM 43. Requirements for the use of fumigation as a phytosanitary measure. Rome, IPPC, FAO. 2019. URL: <https://www.ippc.int/en/core-activities/standards-setting/ispm43/#614>
6. Klechkovskiy Yu.E., Niamtsu Ye.F. (2019). Karantynni obrobky svizhykh ovochiv ta zrizziv kvitiv proty zakhidnoho kvitkovoho trypsa. [Quarantine treatments of fresh vegetables and flower cuts against the western flower thrips]. Karantyn i zakhyst roslyn, 1–2, 1–4. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2019.1-2.1-4> (in Ukrainian).
7. Klechkovskiy Yu.E., Niamtsu Ye.F. (2018). Zastosuvannia mebrokarbo-novykh sumishei proty pivdennoamerykanskoj tomatnoj moli. [The use of mebro-carbon mixtures against *Tuta absoluta* Meyr]. Karantyn i zakhyst roslyn, 11–12, 8–11. (in Ukrainian).
8. David Yoffe, Ron Frim, Shmuel D. Ukeles etc. (2013). Bromine Compounds. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. https://doi.org/10.1002/14356007.a04_405.pub2
9. Susan Topham, Alexis Bazzanella, Sebastian Schiebahn, Sebastian Luhr, Li Zhao, Alexander Otto, Detlef Stolten (2014). Carbon Dioxide. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. https://doi.org/10.1002/14356007.a05_165.pub2
10. Klechkovskiy Yu.E., Niamtsu Ye.F. (2015). Pat. № 123977 Ukraina: MPK (2018. 01) AO1M17/00. Fumihatsiina kamera dlia stvorennia rehlamentiv shcho-do zastosuvannia pestytsydiv u hazopodibnomu stani proty shkidlyvykh orha-nizmiv u silskohospodarskii produktsii.; zaiavnyk i patentovlasnyk Doslidna stan-tsiia karantynu vynohradu i plodovykh kultur Instytutu zakhystu roslyn NAAN. № u201710816; zaiavl. 06.11.2017; vyd. 12.03.2018. 5 s. (in Ukrainian).
11. Spravochnik po transportirovke produktov pitaniya: frukty i ovoshchi. AGRICO Fresh & Frozen. A.P. Moller Grup. 2010. C. 58. URL: https://www.agricobiz/Transporting_storage.pdf (in Russian).

12. Bond E.J. (1989). Manual of fumigation for insect control. FAO, Plant Production and Protection. Rome, 351 pp. URL: <https://www.fao.org/docrep/x5042e/x5042E00.htm#Contents>

13. USDA (U.S. Department of Agriculture). Treatment Manual. Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine. Miami, 2024. 323 p. URL: <https://www.aphis.usda.gov/media/document/5378/file>

14. Ahmed M.K., El Zorgani G.A. The effect of methyl bromide fumigation on stored potatoes. Acta Hort. 143, P. 539-547. <https://doi.org/10.17660/Acta-Hortic.1984.143.62>

15. Trybel S.O. (Ed.). Metodyky vyprovovuvannia i zastosuvannia pestytsydiv. Kyiv: Svit, 2001. 448 s. (in Ukrainin).

Надійшла до редакції: 26.06.2024

Прийнята до друку: 18.09.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

Т.П. ПАНЧЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук
Л.М. ЧЕРВ'ЯКОВА, кандидат сільськогосподарських наук
О.В. ЦУРКАН, кандидат сільськогосподарських наук

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

АНАЛІТИЧНІ АСПЕКТИ ВИЗНАЧЕННЯ НЕОРГАНІЧНИХ ПЕСТИЦИДІВ У ПЛОДОВІЙ ПРОДУКЦІЇ

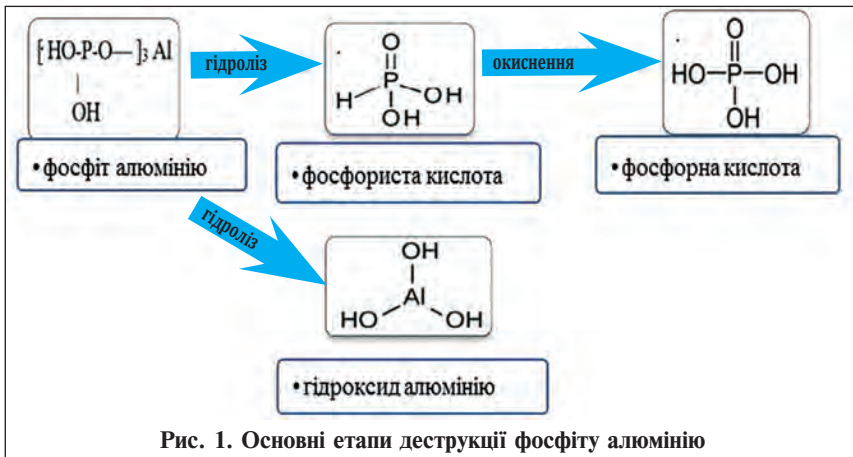
Мета. Розробка методики аналітичного визначення суміші фосфористої кислоти та фосфіту алюмінію в плодах кісточкових та зерняткових культур фотометричним методом. **Метод.** Суміш діючих речовин визначали фотометричним методом. Лінійний діапазон залежності оптичної густини розчинів деривату від масової концентрації діючих речовин оцінювали математично-статистичним методом. **Результати.** Кількісне визначення суміші фосфористої кислоти і фосфіту алюмінію в пробі визначають за градуальною залежністю оптичної густини отриманого розчину фосфорно-молібденового деривату (D) від масової концентрації фосфітів в екстракті (C, мкг/мл). Ця залежність є лінійною в діапазоні концентрацій 0,25—0,50 мкг/мл і описується рівнянням регресії $D = 0,0450 \times C + 0,0091$. **Висновок.** Розроблена методика визначення фосфористої кислоти і фосфіту алюмінію забезпечує визначення масової частки діючих речовин в плодах кісточкових та зерняткових культур в діапазоні концентрацій 0,10—2,00 мг/кг з високою точністю (2,7—6,6%) і відтворюваністю і може бути використана для контролю якості плодової продукції на рівні гігієнічних нормативів.

плоди; фосфіт алюмінію; фотометричний метод

У технології виробництва плодової продукції для забезпечення стабільної продуктивності насаджень провідна роль належить захисту рослин. Серед методів захисту високоефективним та швидкодіючим є хімічний. Для уникнення потенційного негативного впливу пестицидів на довкілля асортимент діючих речовин постійно оновлюється селективними сполуками, які менш токсичні і швидше розпадаються в агроценозах. Серед них набуває актуальності використання препаратів на основі неорганічних сполук — фосфітів алюмінію, калію, амонію [1]. Типовий представник — Фітал, 65% в.р.к., діючими речовинами

якого є суміш фосфористої кислоти та фосфіту алюмінію — системні/ мезосистемні фунгіциди класу похідних фосфористої кислоти. Препарати рекомендовані для захисту кісточкових (абрикоса, персика, вишні, черешні) та зерняткових (яблуні, груші) культур від хвороб моніліозу, кучерявості листя, клястероспоріозу, кокомікозу, парші, борошнистої роси.

Фосфіт алюмінію ($H_6AlO_3P_3$) — неорганічна сполука, яка в рослинах, ґрунті, воді швидко гідролізується до гідроксиду алюмінію ($Al(OH)_3$) та фосфористої кислоти (H_3PO_3), а в подальшому окислюється до фосфорної кислоти (H_3PO_4) (рис. 1):



Фосфітам властива висока рухливість та здатність швидко проникати в тканини рослин, мігрувати в листках трансламінарно (з обробленої поверхні через мезофіл до необробленої протилежної поверхні) та легко транслокуватися в рослині акропетально (по ксилемі) і базипетально (по флоемі).

Похідним фосфористої кислоти властивий потрійний вектор дії [2—5]:

- ✓ фунгіцидна дія (лікувальна та профілактична) щодо збудників хвороб за рахунок порушення цілісності та проникності клітинних мембран патогену, блокування проростання спор на поверхні листя та гальмування проростання гіф, впливу на експресію генів, які кодують синтез основних сполук у їхній клітинній структурі;
- ✓ активація власних захисних механізмів рослин (продукція білків, пов'язаних з патогенезом, окисно-відновних ферментів, фітоалексинів), що посилює фунгіцидну дію;

- ✓ додаткове джерело фосфорного живлення рослин, за умови потрапляння в ґрунт і наявності мікроорганізмів, здатних окислювати їх до фосфатів.

Незважаючи на вказані переваги використання фосфітів — низький ризик для здоров'я людини (LD_{50} 4800 мг/кг) та навколишнього середовища — слід контролювати їхній вміст на рівні гігієнічних нормативів (МДР в плодах 0,2 мг/кг), особливо в плодовій продукції, яка є компонентом дитячого та дієтичного харчування. Для цього необхідними є високочутливі методи аналізу. На даний момент для визначення вмісту фосфітів в рослинних матрицях та навколишньому середовищі широко застосовують хроматографічні методи — газову хроматографію, газову хроматографію-мас-спектрометрію (ГХ-МС), високоефективну іонну хроматографію (ІХ) та рідинну хромато-мас-спектрометрію (РХ-МС), які є надійними і високочутливими, проте потребують наявності дорогих реактивів та обладнання [6—9].

Мета досліджень полягала в розробці методики аналітичного визначення суміші фосфористої кислоти та фосфіту алюмінію в плодах кісточкових та зерняткових культур фотометричним методом.

Метод базується на екстракції суміші фосфористої кислоти та фосфіту алюмінію з проби з дистильованою водою, підкисленою до рН 1—2, концентруванні екстрактів, дериватизації фосфітів до фосфатів персульфатом амонію з подальшим визначенням фосфатів у вигляді фосфорно-молібденового деривату фотометричним методом (довжина хвилі $\lambda=750$ нм).

Результати досліджень та обговорення. Визначення неорганічних сполук включає такі ж етапи, як і визначення органічних сполук: відбір та зберігання проб, екстракція пестициду з аналізованої проби, очищення екстракту від коекстрактивних сполук, концентрування, ідентифікація та кількісне визначення. Однак деякі з цих етапів відрізняються інструментальним способом проведення. Оптимальні умови визначення обирали керуючись напрацьованими в лабораторії аналітичної хімії концептуальними розробками «Алгоритм хіміко-аналітичного моніторингу пестицидів» [10] та «Система мультикількісного визначення пестицидів в матрицях».

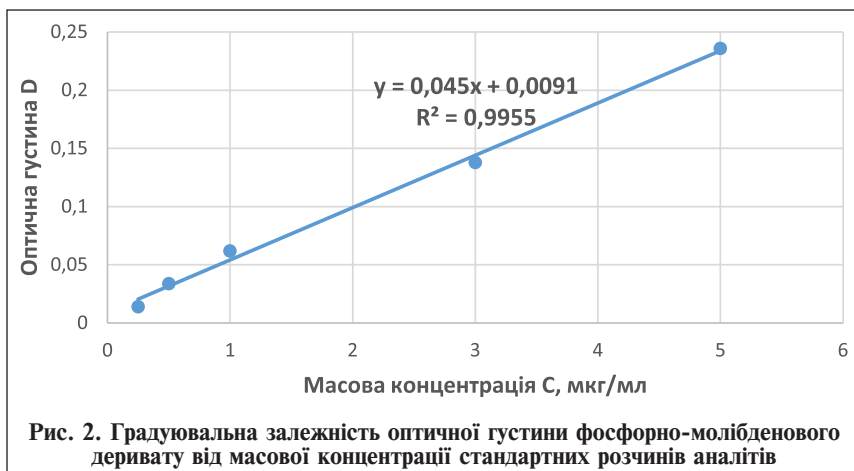
Враховуючи, що фосфіт алюмінію та фосфориста кислота належать до полярних сполук (за способом екстракції), суміш досліджуваних діючих речовин екстрагують розчином мінеральної кислоти з відповідною величиною діелектричної проникності. Для аналізу готують дві паралельні проби. Наважку ($30,0 \pm 0,1$ г подрібненої проби плодів вишні, черешні; $35,0 \pm 0,1$ г подрібненої проби плодів абрикосів, персиків, яблук, груш) вміщують у конічну колбу місткістю 250 мл, додають 40—50 мл підкисленої здистильованої води (рН 1—2), струшують на апараті для струшування протягом години. Потім розчин

фільтрують крізь фільтр «синя стрічка» у грушоподібну колбу, а пробу заливають новою порцією (40—50 мл) підкисленої води і струшують на апараті для струшування ще раз протягом 30 хвилин, після чого фільтрують. Колбу та фільтр промивають 10—15 мл здистильованої води. Фільтрат концентрують на ротажній вакуумному випарнику при температурі водяної бані не вище 80°C, до об'єму 10 мл. Для подальшого визначення аналітів проводили етап утворення дериватів: до сконцентрованого екстракту додають 2 мл 0,5 М розчину пересульфату амонію ((NH₄)₂S₂O₈) і нагрівають на киплячій водяній бані протягом 30 хв. Після швидкого охолодження до розчину додають 2 мл 3% розчину сечовини (CH₄N₂O), перемішують і нагрівають на киплячій водяній бані протягом 5 хв. Після охолодження до розчину додають 1 мл 2,5% розчину молібденовокислого амонію ((NH₄)₂MoO₄), перемішують, додають 1 мл 4% розчину аскорбінової кислоти (C₆H₈O₆) і після перемішування нагрівають на киплячій водяній бані протягом 2 хв, після чого охолоджують. Отриманий розчин (дериват синього кольору) кількісно переносять у мірну колбу місткістю 25 мл і доводять об'єм розчину дистильованою водою до позначки. При проведенні аналізу слід враховувати, що визначенню можуть заважати природні фосфати, які також утворюють фосфорно-молібденовий гетерополікомплекс. Для цього, як розчин порівняння, використовують розчин, отриманий в результаті проведення підготовки проби плодів, що не містять суміші фосфористої кислоти та фосфіту алюмінію (контрольний розчин) за аналогічною схемою. У фотометричну кювету, яка призначена для розчину порівняння, вносять контрольний розчин, в другу фотометричну кювету вносять розчин, приготований з відповідної проби плодів і вимірюють його оптичну густину. Довжина оптичного шляху кювет — 5—10 мм. Кількість вимірювань — не менше трьох.

Кількісне визначення суміші фосфористої кислоти і фосфіту алюмінію в пробі визначають за градуальною залежністю оптичної густини отриманого розчину фосфорно-молібденового деривату (D) від масової концентрації фосфітів в екстракті (C, мкг/мл). Ця залежність є лінійною в діапазоні концентрацій 0,25—0,50 мкг/мл і описується рівнянням регресії $D = 0,0450 C + 0,0091$ (рис. 2). Метрологічні параметри методики визначали способом «внесено — виявлено». Для цього аналізували модельовані проби, в які вносили конкретну кількість діючої речовини (в межах діапазону концентрацій визначення 0,1—2,0 мг/кг).

Масову частку (ω_n , мг/кг) суміші фосфористої кислоти і фосфіту алюмінію в кожній з паралельних проб обчислюють за формулою:

$$\omega_n = \frac{(1/3 \Sigma D - 0,0091) \cdot V}{0,0450 \cdot m},$$



де D — оптична густина кожного з трьох вимірювань проби; V — об'єм екстракту проби, мл; m — наважка проби, г; n — номер паралельної проби ($n = 1, 2$).

За результат вимірювання масової частки суміші фосфористої кислоти і фосфіту алюмінію в пробі (ω , мг/кг) приймають середнє значення двох паралельних вимірювань при довірчій ймовірності $P = 0,95$, яке обчислюють за формулою:

$$\omega = (\omega_1 + \omega_2) 100 / 2R,$$

де ω_1 та ω_2 — значення паралельних визначень масової частки суміші фосфористої кислоти і фосфіту алюмінію в пробі, мг/кг; R — відсоток вилучення суміші фосфористої кислоти і фосфіту алюмінію (табл.).

**Метрологічні параметри визначення суміші
фосфористої кислоти і фосфіту алюмінію в плодах кісточкових
та зерняткових культур**

Об'єкт, що аналізується (плоди)	Середнє значення визначення, R, %	Стандартне відхилення, %	Довірчий інтервал (P=0,95; n=15) ±, %
Вишні	84,6	3,6	1,8
Черешні	85,4	2,7	1,4
Абрикоси	80,3	6,6	3,3
Персики	81,3	4,6	2,3
Яблука	83,9	5,0	2,5
Груші	82,8	5,6	2,9

ВИСНОВОК

Розроблена методика визначення суміші фосфористої кислоти і фосфіту алюмінію забезпечує визначення масової частки діючих речовин в плодах кісточкових та зерняткових культур в діапазоні концентрацій 0,10—2,00 мг/кг з високою точністю (2,7—6,6%) і відтворюваністю і може бути використана для контролю якості плодової продукції на рівні гігієнічних нормативів.

Фінансування: дослідження виконували в рамках завдання 24.05.02.05.П Хіміко-аналітичний моніторинг пестицидів ПНД 24 «Захист рослин».

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Grzebisz W., Ła, czny S., Szczepaniak W., Potarzycki J. Inorganic fungicides (Phosphites) instead of organic fungicides in winter wheat-consequences for nitrogen fertilizer productivity. *Agronomy*. 2023. 13. 627. <https://doi.org/10.3390/>
2. Gómez-Merino F.C., Trejo-Téllez L.I. Biostimulant activity of phosphite in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 2015. V. 196. P. 82-90. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.035>
3. Havlin J.L., Schlegel A.J. Review of phosphite as a plant nutrient and fungicide. *Soil Syst*. 2021. 5, 52. <https://doi.org/10.3390/soilsystems5030052>
4. Costa L.C., Debona D., Silveira P.R. et al. Phosphites of manganese and zinc potentiate the resistance of common bean against infection by *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*. *J. Phytopathology*. 2020. V. 168:641-651. <https://doi.org/10.1111/jph.12944>
5. da Silva Junior M.B., de Resende M.L.V., Pozza E.A. et al. Phosphites for the management of anthracnose in soybean pods. *J. Plant Pathol*. 2021. V. 103. P. 611-617. <https://doi.org/10.1007/s42161-021-00747-y>
6. Stasikowski P, Clark D., McComb J.A. et al. A direct chemical method for the rapid, sensitive and cost effective detection of phosphite in plant material. *Australasian Plant Pathol*. 2014. 43. 115-121. <https://doi.org/10.1007/s13313-013-0253-8>
7. Masikane L., Precious Novela, Jing Ma et al. Quantification of root phosphite concentrations for evaluating the potential of foliar phosphonate sprays for the management of avocado root rot. *Crop Protection*. 2018. V. 103. P. 87-97. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.09.013>
8. Dalio R.J., Fleischmann F, Humez M., Osswald W. Phosphite protects *Fagus sylvatica* seedlings towards *Phytophthora plurivora* via local toxicity, priming and facilitation of pathogen recognition. *PLoS One*. 2014 V. 9(1). doi: 10.1371/journal.pone.0087860.
9. Borza T., Schofield A., Sakthivel G. et al. Ion chromatography analysis of

phosphite uptake and translocation by potato plants: Dose-dependent uptake and inhibition of *Phytophthora infestans* development. *Crop Protection*. 2014. V. 56. P. 74-81. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.10.024>

10. Борзих О.І., Панченко Т.П., Черв'якова Л.М., Гаврилюк Л.Л. Алгоритм хіміко-аналітичного моніторингу пестицидів (Методичні рекомендації). 2020. <https://doi.org/10.36495/UDC631.95alhoritym/IZR2020>

Panchenko T., ORCID: 0000-0002-2860-6464

Chervyakova L., ORCID: 0000-0002-2311-9237

Tsurkan O., ORCID: 0000-0003-3370-5229

Institute of Plant Protection of the NAAS,

33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

Analytical aspects of the determination of inorganic pesticides in fruit products

Goal. Development of the method of analytical determination of the mixture of phosphoric acid and aluminum phosphite in the fruits of stone and grain crops by the photometric method. **Method.** The mixture of active substances was determined by the photometric method. The linear range of dependence of the optical density of solutions of the derivative on the mass concentration of active substances was estimated by a mathematical and statistical method. **Results.** The determination of inorganic compounds includes the same steps as the determination of organic compounds: sampling and storage of samples, extraction of the pesticide from the sample, purification of the extract from co-extractive compounds and concentration, identification and quantification by an appropriate method. Taking into account that aluminum phosphite and phosphoric acid are polar compounds (according to the extraction method), the mixture of the active substances under study is extracted with a solution of mineral acid with an appropriate dielectric constant. Identification of the phosphite mixture is carried out after performing a qualitative reaction of phosphorus-molybdenum derivative formation. The quantitative determination of the mixture of phosphoric acid and aluminum phosphite in the sample is determined by the calibration dependence of the optical density of the resulting solution of phosphorus-molybdenum derivative (D) on the mass concentration of phosphites in the extract (C , $\mu\text{g/ml}$). This dependence is linear in the concentration range of 0.25–0.50 $\mu\text{g/ml}$ and is described by the regression equation $D = 0.0450 \times C + 0.0091$. **Conclusion.** The developed method for determining the mixture of phosphoric acid and aluminum phosphite provides for the determination of the mass fraction of active substances in stone fruit and pome fruits in the concentration range from 0.10 mg/kg to 2.00 mg/kg with high accuracy (2.7–6.6%) and reproducibility and can be used to control the quality of fruit products at the level of hygienic standards.

fruits; aluminum phosphite; photometric method

REFERENCES

1. Grzebisz W., Łączny S., Szczepaniak W., Potarzycki J. (2023). Inorganic fungicides (Phosphites) instead of organic fungicides in winter wheat-consequences for nitrogen fertilizer productivity. *Agronomy*, 13, 627. <https://doi.org/10.3390/>
2. Gómez-Merino F.C., Trejo-Téllez L.I. (2015). Biostimulant activity of phosphite in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 82-90. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.035>
3. Havlin J.L., Schlegel A.J. (2021). Review of Phosphite as a Plant Nutrient and Fungicide. *Soil Syst.* 5, 52. <https://doi.org/10.3390/soilsystems5030052>
4. Costa L.C., Debona D., Silveira P.R. et al. (2020). Phosphites of manganese and zinc potentiate the resistance of common bean against infection by *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*. *J. Phytopathology*, 168:641-651. <https://doi.org/10.1111/jph.12944>
5. da Silva Junior M.B., de Resende M.L.V., Pozza E.A. et al. (2021). Phosphites for the management of anthracnose in soybean pods. *J. Plant Pathol.*, 103, 611-617. <https://doi.org/10.1007/s42161-021-00747-y>
6. Stasikowski P., Clark D., McComb J.A. et al. (2014). A direct chemical method for the rapid, sensitive and cost effective detection of phosphite in plant material. *Australasian Plant Pathol.*, 43, 115-121. <https://doi.org/10.1007/s13313-013-0253-8>
7. Masikane L., Precious Novela, Jing Ma et al. (2018). Quantification of root phosphite concentrations for evaluating the potential of foliar phosphonate sprays for the management of avocado root rot. *Crop Protection*, 103, 87-97. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.09.013>
8. Dalio R.J., Fleischmann F., Humez M., Osswald W. (2014). Phosphite protects *Fagus sylvatica* seedlings towards *Phytophthora plurivora* via local toxicity, priming and facilitation of pathogen recognition. *PLoS One*, 9(1). doi: 10.1371/journal.pone.0087860.
9. Borza T., Schofield A., Sakthivel G. et al. (2014). Ion chromatography analysis of phosphite uptake and translocation by potato plants: Dose-dependent uptake and inhibition of *Phytophthora infestans* development. *Crop Protection*, 56, 74-81. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.10.024>
10. Borzykh O.I., Panchenko T.P., Cherviakova L.M., Havryliuk L.L. (2020). Алгоритм хіміко-аналітичного моніторингу пестицидів (Методичні рекомендації). [Algorithm of chemical and analytical monitoring of pesticides (Methodological recommendations)]. <https://doi.org/10.36495/UDC631.95al-horytm/IZR2020> (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 21.08.2024. Прийнята до друку: 17.09.2024
Надруковано: грудень, 2024. Опубліковано онлайн: лютий, 2025

¹Н.В. ПИЛЯК

²Л.Л. ЛОБАН

¹Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка», НААН України,
Маяцька дорога, 26, смт Хлібодарське, Одеський р-н,
Одеська обл., 67667, Україна

СКРИНІНГ КОЛЕКЦІЙНИХ ШТАМІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ АСОЦІАЦІЇ МІКРООРГАНІЗМІВ З НЕМАТОЦИДНОЮ АКТИВНІСТЮ

Мета. Відбір колекційних штамів для створення стійкої асоціації мікроорганізмів, яка слугуватиме основою нового комплексного препарату проти галових і цистоутворюючих нематод. **Методи.** Застосовано комплекс загальноприйнятих методик та методичних підходів для проведення скринінгу колекційних штамів з нематофаговою ефективністю. **Результати.** В лабораторних умовах проведено скринінг восьми колекційних мікроорганізмів. Для подальших досліджень відібрано п'ять штамів мікроміцетів з нематоцидною активністю проти цистоутворюючих і галових нематод. Досліджено взаємовідносини, життєздатність, динаміку росту і розвитку потенційних агентів біологічного контролю фітопаразитичних нематод на агаризованих поживних середовищах. **Висновки.** За спільного культивування мікроорганізмів на агаризованих поживних середовищах встановлено, що штамми *Orbilia oligospora* (*Arthrobotrys oligospora*), *Hirsutella rhossiliensis*, *Metarhizium anisopliae*, *Purpureocillium lilacinum* (*Paecilomyces lilacinus*), *Metacordyceps chlamydosporia* (*Pochonia chlamydosporia*) не проявляють антагоністичних властивостей і можуть бути використані для створення стійкої асоціації мікроорганізмів з нематоцидною активністю.

галові нематоди; колекційні мікроорганізми; комплексні біопрепарати; мікроскопічні гриби; нематоцидна активність; цистоутворюючі нематоди

Нематоди — важливий компонент співтовариства і є самими багаточисельними створіннями на Землі. Ідентифіковано понад 4000 видів нематод, які паразитують на рослинах. Нематоди — підступні шкідники з високим інвазійним потенціалом, популяція яких може стати причиною втрати до 80—90% врожаїв. У сукупності нематоди знищують кожного року близько 14% світового врожаю рослинниц-

тва [1, 2]. За репродуктивний період, який триває від 2 до 3 місяців, самиця нематоли може відкласти до 2500 яєць. Зимують нематоли в ґрунті в стадії яєць або личинок, які укладені в капсулу (оболонку) або цисту старої самиці. За температури 18—21°C і вологості понад 80% нематоли починають активно розмножуватись [1—3].

Вид галових нематод вперше було описано ще в 1855 р. британським ученим Майлзом Джозефом Берклі. Він спостерігав характерні гали (потовщення) на коренях огірків і описав вплив цього шкідника на рослини. Цистоутворюючу нематоду вперше описав у 1959 р. німецький зоолог Герман Адольф де Ман. З того часу в усьому світі ведуться різні дослідження в пошуках ефективних засобів для знищення галових і цистоутворюючих нематод. Запропоновано багато засобів і препаратів, але досі у світі не існує стовідсоткового ефективного засобу проти цих паразитів. Найбільш шкідливі нематоли в закритому ґрунті. Вони легко переносяться знаряддями праці, транспортом, садивним матеріалом, вітром, а також рослинними рештками. Нематоли уражують практично всі види рослин: овочеві, зернові культури, коренеплоди (картоплю, буряк), плодово-ягідні насадження, а в останні роки з'явилися відомості про ураження кукурудзи, цибулі, часнику, зеленних культур [4, 5].

Шкідливість посилюється тим, що багато видів нематод є переносниками грибних, бактеріальних і вірусних хвороб культурних рослин. Продукти метаболізму нематод викликають некротичні зони на листках, стеблах рослин та відмирання коренів, що сприяє вторинному заселенню їх шкідливими грибами і бактеріями [6, 7].

Наразі є деякі хімічні пестициди, ефективні проти нематод, але вони дуже часто руйнують озоновий шар ґрунту. Останніми роками в агропромисловій практиці заборонено застосування хімічних пестицидів на овочевих і плодово-ягідних культурах, тому наразі актуальний



а

б

в

Рис. 1. Ураження рослин фітопаразитичними нематодами:
а — гали на коренях томатів; б — гали на коренях та коренеплодах моркви;
в — цисти на коренях картоплі

пошук альтернативних засобів захисту від нематод, до яких належать біологічні препарати.

Компанією «Байер» зареєстровано в Україні унікальний протруйник на кукурудзі «Пончо® Вотиво», до складу якого, окрім діючої хімічної речовини Клотіанідин, входить штам бактерії *Bacillus firmus*, який захищає кореневу систему рослин від впливу нематод, утворюючи живий бар'єр, який зростає з розвитком кореневої системи і оберігає рослини від ураження всіма видами фітогельмінтів.

В Україні рекомендовано для захисту від галових нематод препарати — Актофит, Нематофагін-Біо (виробник «Черкасибіозахист»), Нематофагін М (виробник «Біоцентр»). Користуються попитом біопрепарати проти галових нематод на основі хижого гриба *Arthrobotrys oligospora*: порошок Нематодос (виробник ФОП «Саєвський Ю.Ю.», м. Чернігів) і рідкий Нематофагін БТ (виробник ІТІ «Біотехніка» НААН, м. Одеса) [8, 9].

Наразі комплексного біозасобу, який би міг ефективно і одночасно пригнічувати розвиток галових і цистоутворюючих нематод немає.

Мета досліджень. Відбір колекційних штамів для створення стійкої асоціації мікроорганізмів, яка слугуватиме основою нового комплексного препарату проти галових і цистоутворюючих нематод.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили з використанням загальноприйнятих методик та методичних підходів, що використовуються в мікробіології та біотехнології [10, 11].

Результати досліджень та обговорення. В колекції ІТІ «Біотехніка» НААН, що має статус Національного надбання [12], окрім хижого гриба *Orbilbia oligospora*, зберігаються й інші мікроорганізми, котрі можуть бути застосовані в біотехнологіях для створення стійкої асоціації мікроорганізмів з нематофаговою ефективністю, яка стане основою комплексного мікробіологічного препарату нематоцидної дії проти галових і цистоутворюючих нематод.

В роботу взято шість штамів мікроріцетів і два штами із роду *Bacillus* (природних ізолятів), виду назву яких не встановлено, але відомо їх целюлозолітичні властивості при застосуванні в комплексних препаратах — біодеструкторах. Тобто, ці бацилярні штами здатні утворювати ферменти, які, можливо, були б корисними при створенні стійкої асоціації мікроорганізмів з нематоцидною ефективністю.

Із літературних джерел підібрано особливості цих таксонів з одночасною вибіркою даних про об'єкти їхнього пригнічення [1, 2, 13—15].

Всі мікроорганізми, які наведено в таблиці 1, характеризуються генетичною різноманітністю та пригніченням нематодної активності. Окрім того, всі ці штами здатні продукувати токсичні метаболіти чи утворювати біологічні пристосування, які зможуть супресувати розвиток не тільки галових але і цистоутворюючих нематод за умов одер-

1. Нематофагові особливості штамів


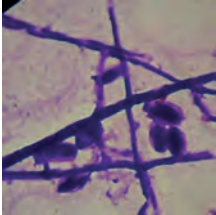

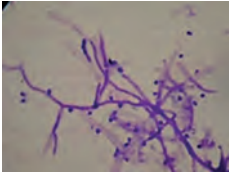

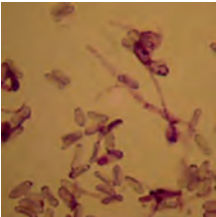

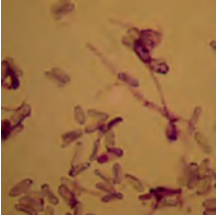

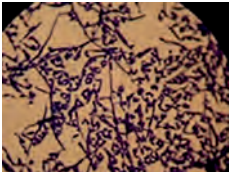
№ з/п	Найменування штаму	Нематофагові особливості штаму	Об'єкти пригнічення
1	<i>Orbilina oligospora</i> , шт. 12	Синтезує лінолієву кислоту та комплекс токсичних ферментів. Має спеціальні пристосування: пастки і клейкі голівки для відлову і умиртвіння личинок	Личинки галових нематод
2	<i>Hirsutella rhossiliensi</i> , шт. 10	Токсичні конідії	Личинки галових і цистоутворюючих нематод
3	<i>Metarhizium anisopliae</i> , шт. МАЛИ	Конідії, хламідоспори, токсичні метаболіти	Личинки нематод
4	<i>Purpureocillium lilacinum</i> , шт. 14	Інфекційні гіфи і конідії	Паразити на яйцях і самицях галових нематод
5	<i>Metacordyceps chlamydosporia</i> , шт. 277	Одноклітинні конідії і багатоклітинні діхтіохламідоспори, токсичні ферменти	Уражує яйця нематод. За допомогою ферментів проникає в желатиновий матрикс цистоутворюючих і галових нематод
6	<i>Trichoderma viride</i> , шт. 256	Гіфи, конідії та ферменти	Уражує травний канал нематод
7	<i>Bacillus sp.</i> , БД-5	Ферменти з целюлозолітичною дією	Потребує досліджень
8	<i>Bacillus sp.</i> , ТР-6	Ферменти з целюлозолітичною дією	Потребує досліджень

жання стійкої асоціації мікроорганізмів при їх спільному глибинному культивуванні.

Досліджено культуральні властивості колекційних культур з нематофаговими характеристиками: ріст на агаризованих поживних середовищах і морфологію конідій, гіф під мікроскопом (табл. 2).

***Orbilina oligospora*, шт. 12.** На середовищах Сабуро, СА — міцелій білий ватоподібний, набуває рожевого відтінку під дією денного світла. Біохімічні особливості: засвоює глюкозу, лактозу, цукрозу, мелясу. Синтезує органічну лінолієву кислоту та комплекс ферментів — протеаз. Мікроскопія: конідії двоклітинні, мають довгасту грушеподібну форму. Середній розмір 27,2 × 15,1 мкм. У присутності нематод інколи спонтанно утворює ловчі петлі.

2. Морфокультуральні властивості грибних штамів

№ з/п	Найменування штаму	Ріст на агаризованих поживних середовищах	Морфологія клітин під мікроскопом
1	<i>Orbilina oligospora</i> , шт. 12		
2	<i>Hirsutella rhossiliensis</i> , шт. 10		
3	<i>Metarhizium anisopliae</i> , шт. МАЛІ		
4	<i>Purpureocillium lilacinus</i> , шт. 14		
5	<i>Metacordyceps chlamydosporia</i> , шт. 277		

Hirsutella rhossiliensis, шт. 10. На Сабуро, СА — міцелій білий ватоподібний, при зберіганні набуває лілового відтінку. Мікроскопія: на фоні розгалуженого міцелію формує конідії та діхтіохламідоспори.

Metarhizium anisopliae, шт. МАЛІИ. Колонії на агарових середовищах спочатку білого кольору, а по мірі дозрівання конідій стають зеленого чи бурого кольору. Біохімічні особливості: продукує токсичні метаболіти, за рахунок яких проявляється інсектицидна дія препарату. Мікроскопія: септований міцелій, конідії в ланцюгах. Конідії одноклітинні, продовгувато-овальні або циліндричні, $4,5-12 \times 1,6-3,5$ мкм. В рідкому препараті інколи на міцелії утворюються хламідоспори (до $3-5 \times 10^9$ бластоспор/см³).

Purpureocillium lilacinus, шт. 14. На середовищах СА, Сабуро, зазвичай, формує повстяні бархатисті колонії фіолетового кольору. Біохімічні особливості: утворює інфекційні гіфи, які обмотують яйця нематод зверху, проникають вглиб і поглинають їхній вміст. Паразитує на яйцях самиць галових нематод. Позитивною особливістю гриба є його здатність продукувати в глибинних умовах повітряні конідії з розвиненою оболонкою. Мікроскопія: конідії шорсткі або гладенькі, еліпсоподібні або округлі, розміром $2,5-3,0 \times 2,0-2,2$ мкм, дуже часто в ланцюгах. Міцелій тонкий, ажурний.

Metacordyceps chlamydosporia, шт. 277. На агаризованих середовищах (СА і Сабуро) утворює густий ватоподібний наліт білого кольору. Біохімічні особливості: в желатиновому матриксі нематод синтезує ферменти наматоцидної дії. Мікроскопія: на фоні розгалуженого міцелію формує одноклітинні конідії. Характерною особливістю є утворення великих термінальних багаточисленних діхтіохламідоспор (до 30—40 мкм).

Попередньо було визначено взаємовідносини між штамами, які застосовано в препаративній композиції. На жаль, бацилярні штами не витримали конкуренцію грибних культур на комбінованих поживних середовищах і за рахунок швидкої експансії мікроскопічних грибів втратили ростову здатність на агаризованих субстратах. Ці штами було активно супресовано більш агресивними штамами. Штам *Trichoderma viride* 256, якому властива нематоцидна активність, частково або повністю пригнічував ріст і розвиток бактеріальних і грибних мікроорганізмів за спільного культивування на агаризованих поживних середовищах, тому його було виключено із схеми подальших досліджень.

За результатами скринінгу восьми колекційних культур мікроорганізмів відібрано п'ять штамів з нематофаговою ефективністю та досліджено особливості і цикли розвитку при рості на агаризованих поживних середовищах (рис. 2).

Результати досліджень взаємовідносин між мікроміцетами показали, що досліджувані мікроорганізми не конкурують за поживні речо-

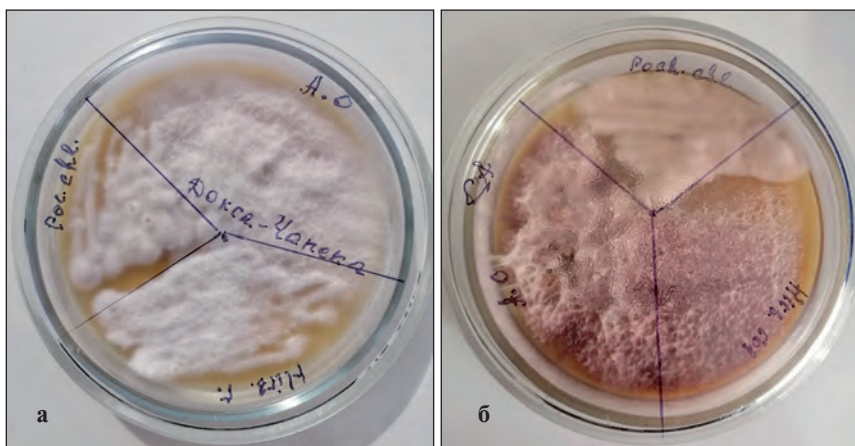


Рис. 2. Взаємовідносини між колекційними штамами на агаризованих поживних середовищах:
а — Чапека Докса; б — сусло-агар

вини, не використовують ресурси своїх сусідів для власного росту та розвитку, не подавляють ріст конкурентів, а живуть у симбіозі. Отже, можна сподіватися, що ці взаємовідносини дадуть позитивні результати за глибинного культивування, а в подальшому і при створенні комплексного препарату з нематофаговою активністю.

Для грибних культур *Purpureocillium lilacinus*, *Hirsutella rhossiliensis*, *Metacordyceps chlamydosporia* підготовлено облікові картки з номенклатурними даними: таксономічним статусом, типом, авторами родовиду, датою надходження в Колекцію, де і ким виділено та ідентифіковано штам. В облікових картках вказано також методи зберігання в Колекції, умови росту, строки пересівів та особливості кожного штаму.

Два штами, із відібраних в результаті скринінгу, депоновано в Українській колекції непатогенних мікроорганізмів НАН України:

- *Orbilbia oligospora* — хижий гриб, номер в колекції F-100047 (2009 р.);
- *Metarhizium anisopliae* — штам з ентомопатогенними властивостями — F-100090 (2015 р.).

Всі штами, які відібрано за результатами скринінгу, мають унікальні властивості, і їх застосування в подальших дослідженнях може бути ефективним рішенням при створенні препаративних композицій з нематоцидною активністю проти галових і цистоутворюючих нематод.

ВИСНОВКИ

За результатами скринінгу відібрано п'ять штамів з нематоцидною активністю: *Orbilia oligospora*, *Hirsutella rhossiliensis*, *Metarhizium anisopliae*, *Purpureocillium lilacinus*, *Metacordyceps chlamydosporia*. Досліджено культуральні властивості, морфологію конідій і гіф під мікроскопом. Із літературних джерел підібрано характеристики цих штамів, а також визначено об'єкти їх пригнічення. Відібрано штами, які здатні продукувати токсичні метаболіти, утворювати хламідоспори і біологічні пристосування для пригнічення нематод. Є сподівання, що всі характеристики відібраних штамів будуть проявлятися в асоціації мікроорганізмів і стануть ефективним рішенням при створенні комплексного препарату з нематофаговою активністю.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 11 НААН «Біологічні методи захисту рослин за умов екологізації землеробства» («Біоконтроль»); ДР № 0124U002069.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Duponnois R., Kisa M., Plenchette C. Phosphate-solubilizing potential of the nematophagous fungus *Arthrobotrys oligospora*. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2006. V. 169. Is. 2. P. 280-282. <https://doi.org/10.1002/jpln.200520551>
2. Босий О.В. Фітопатогенні нематоди - одна з основних причин низької урожайності ягідних культур. 2022.
3. Stirling G.R. *Biological Control of Plant Parasitic Nematodes: Progress, Problems and Prospects*. Wallingford: CAB International, 1991. 282 p.
4. Taylor C.E., Brown D.J.F. *Nematodes vectors of plant viruses*. Wallingford, UK: CAB International, 1997. 286 p.
5. Thorne G. *Principles of Nematology*. McGraw Hill-Book Com. Inc., New York, 1961. 553 p.
6. Trudgill D.L. Resistance to and Tolerance of Plant Parasitic Nematodes in Plants. *Annu. Rev. of Phytopatol.* 1991. V. 29. P. 167-192. <https://doi.org/10.1146/annurvtv.29.090191.001123>
7. Weischer B. Where to go in Phytonematode control? *Phytoparasitica*. 1994. 22. P. 95-99. <https://doi.org/10.1007/BF02980313>
8. Weischer B., Brown D.J.F. *An Introduction to Nematodes: General Nematology: a Student's Textbook*. Sofia: Pensoft, 2001. 187 p.
9. Williamson V.M., Hussey R.S. Nematode pathogenesis and Resistance in plants. *The Plant Cell*. 1996. V. 8. Is. 10. P. 1735-1745. doi: 10.1105/tpc.8.10.1735

10. Лобова О.В., Левішко А.С., Гуменюк І.І. Біотехнології. Навчальний посібник. Київ: Вид. НУБіП України. 2021. 548 с.
11. Волкогон В.В., Надкринична О.В., Токмакова Л.М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія ; за наук. ред. В.В. Волкогона. Інститут сільськогосподарської мікробіології. Чернівці, 2010. С. 308-382.
12. Пиляк Н.В., Лобан Л.Л. Колекція промислово цінних культур мікроорганізмів для біологізації землеробства. Мікробіологія і біотехнологія. 2023. № 3. С. 60-66. [http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2023.3\(59\).286968](http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2023.3(59).286968)
13. Ілюстрований довідник регульованих шкідливих організмів в Україні; укладачі Башинська О.В., Константинова Н.К., Пилипенко Л. та ін. Київ: Урожай, 2009. 249 с.
14. Станкевич С.В., Леженіна І.П., Забродіна І.В. Регульовані некарантинні шкідливі організми. Навчальний посібник. Харків. Нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Харків: Вид. Іванченка І.С., 2022. 140 с.
15. Станкевич С.В., Забродіна І.В., Васильєва Ю.В. Моніторинг шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. Навчальний посібник. Харків. Нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Харків: ФОП Бровін О.В., 2020. 624 с.

Pyliak N., ORCID: 0000-0002-5074-4011

Loban L., ORCID: 0009-0001-4437-4480

Engineering and Technological Institute «Biotechnika» of the NAAS,
26, Mayatska road, Khlibodarske township, Odesa district,
Odesa region, 67667, Ukraine

Screening of collection strains to create association of microorganisms with nematocidal activity screening

Goal. Selection of collection strains to create a stable association of microorganisms, which will serve as the basis of a new complex drug against gall and cyst-forming nematodes. **Methods.** A complex of generally accepted methods and methodical approaches was applied for the screening of collection strains with nematophagous efficiency. **Results.** Eight collection microorganisms were screened in laboratory conditions. Five strains of fungal etiology with nematocidal activity against cyst-forming and gall nematodes were selected for further research. The relationships, viability, dynamics of growth and development of potential biological control agents of phytoparasitic nematodes on agarized nutrient media were studied. **Conclusions.** During joint cultivation of the investigated microorganisms on agarized nutrient media, it was established that *Orbilia oligospora*, *Hirsutella rhossiliensis*, *Metarhizium anisopliae*, *Purpureocillium lilacinus*, *Metacordyceps chlamydosporia* strains do not exhibit antagonistic properties and can be used to create a stable association of microorganisms with nematocidal activity.

dalls nematodes; collection microorganisms; complex biopreparations; microscopic fungi; nematocidal activity; cyst-forming nematodes

REFERENCES

1. Duponnois R., Kisa M., Plenchette C. (2006). Phosphate-solubilizing potential of the nematophagous fungus *Arthrobotrys oligospora*. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 169(2), 280-282. <https://doi.org/10.1002/jpln.200520551>
2. Bosyj O.V. (2022). Fitopatohenni nematody — odna z osnovnykh prychnynyz'koi urozhajnosti iahidnykh kul'tur. [Phytopathogenic nematodes are one of the main reasons for the low yield of berry crops]. (in Ukrainian).
3. Stirling G.R. (1991). *Biological Control of Plant Parasitic Nematodes: Progress, Problems and Prospects*. Wallingford: CAB International. 282 p.
4. Taylor C.E., Brown D.J.F. (1997). *Nematodes vectors of plant viruses*. Wallingford, UK: CAB International. 286 p.
5. Thorne G. (1961). *Principles of Nematology*. McGraw Hill-Book Com. Inc., New York. 553 p.
6. Trudgill D.L. (1991). Resistance to and Tolerance of Plant Parasitic Nematodes in Plants. *Annu. Rev. of Phytopatol.* 29, 167-192. <https://doi.org/10.1146/annurvtv.py.29.090191.001123>
7. Weischer B. (1994). Where to go in Phytonematode control? *Phytoparasitica*, (22), 95-99. <https://doi.org/10.1007/BF02980313>
8. Weischer B., Brown D.J.F. (2001). *An Introduction to Nematodes: General Nematology: a Student's Textbook*. Sofia: Pensof., 187 p.
9. Williamson V.M., Hussey R.S. (1996). Nematode pathogenesis and Resistance in plants. *The Plant Cell.*, 8(10), 1735-1745. doi: 10.1105/tpc.8.10.1735
10. Lobova O.V., Levishko A.S., Humeniuk I.I. (2021). *Biotekhnolohii. Navchal'nyj posibnyk. [Biotechnology. Study guide]*. Kyiv: Vyd. NUBiP Ukrainy. 548 p. (in Ukrainian).
11. Volkohon V.V., Nadkrynychna O.V., Tokmakova L.M. et al. (Volkohon V.V. Ed.). (2010). *Ekspyrymental'na gruntova mikrobiolohiia. [Experimental soil microbiology]*. Instytut sil's'kohospodars'koi mikrobiolohii. Chernihiv, 308-382. (in Ukrainian).
12. Pyliak N.V., Loban L.L. (2023). Kolektsiia promyslovo tsinnykh kul'tur mikroorhanizmv dlia biolohizatsii zemlerobstva. [A collection of industrially valuable cultures of microorganisms for the biologization of agriculture]. *Mikrobiolohiia i biotekhnolohiia*, (3), 60-66. [http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2023.3\(59\).286968](http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2023.3(59).286968) (in Ukrainian).
13. Bashyns'ka O.V., Konstantinova N.K., Pylypenko L. ta in. (ukladachi) (2009). *Iliustrovanyj dovidnyk rehuľovanykh shkidlyvykh orhanizmv v Ukraini*.

[Illustrated directory of regulated harmful organisms in Ukraine]. Kyiv: Urozhaj, 249 p. (in Ukrainian).

14. Stankevych S.V., Lezhenina I.P., Zabrodina I.V. (2022). Rehuľovani nekarantynni shkidlyvi orhanizmy. Navchal'nyj posibnyk. [Regulated non-quarantine pests. Study guide]. Kharkiv. Nats. ahrar. un-t im. V.V. Dokuchaieva. Kharkiv: Vyd. Ivanchenka I.S., 140 p. (in Ukrainian).

15. Stankevych S.V., Zabrodina I.V., Vasyl'ieva Yu.V. (2020). Monitorinh shkidnykiv i khvorob sil's'kohospodars'kykh kul'tur. Navchal'nyj posibnyk. [Monitoring of pests and diseases of agricultural crops. Study guide]. Kharkiv. Nats. ahrar. un-t im. V.V. Dokuchaieva. Kharkiv: FOP Brovin O.V., 624 p. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 19.09.2024

Прийнята до друку: 12.11.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

¹Д.С. РЕКІЯНОВ

¹О.В. ШИТА, кандидат сільськогосподарських наук

¹М.М. БАЩЕНКО

Р.П. ЦУРКАН, кандидат сільськогосподарських наук

¹Інститут захисту рослин НААН, вул. Васильківська, 33,
м. Київ, 03022, Україна

ВИДОВИЙ СКЛАД ХРЕСТОЦВІТИХ БЛІШОК ТА ПРИХОВАНОХОБОТНИКІВ У ПОСІВАХ РІПАКУ ОЗИМОГО В ЛІВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Мета. Уточнення видового складу хрестоцвітих блішок та прихованохоботників в агроценозі ріпаку озимого Лівобережного Лісостепу України. **Методи.** Польовий — моніторинг фітофагів за допомогою ящика Петлюка і жовтих чашок-пасток проводили на Державному підприємстві «Дослідне господарство «Тахтаулово» Інституту захисту рослин НААН, Полтавський р-н, Полтавська обл., у 2023—2024 рр.; лабораторний — ідентифікація шкідників у лабораторії технології застосування пестицидів ІЗР НААН. **Результати.** Під час обстежень у період відновлення вегетації ріпаку озимого впродовж 2023—2024 рр. встановлено, що посіви культури заселялись хрестоцвітими блішками та прихованохоботниками. У цей період рослини культури знаходились у фазі стеблуння. Видовий склад хрестоцвітих блішок в агроценозі культури формувався з видів: чорної (*Phyllotreta atra* Fabricius), синьої (*Ph. nigripes* F.), хвилястої (*Ph. undulata* Kutsch.), світлоногії (*Ph. Nemorum* Linnaeus), виімчастої (*Ph. Striolata* F.). В агроценозі ріпаку озимого в роки досліджень домінувала блішка чорна, частка якої сягала 70,8% загальної кількості. Блішки синя та хвиляста займали 26,9% загального збору. У посівах культури траплялися й інші види цих фітофагів, однак їхня чисельність у весняний період була низькою. В період відновлення вегетації ріпаку озимого виявлено, що в агроценозі ріпаку озимого домінували хрестоцвітий та великий ріпаковий прихованохоботники, частка яких від загальної кількості становила 80,5%. Також на посівах культури спостерігали активність капустияного стеблового та ріпакового насінневого прихованохоботників, їхня кількість була значно нижчою від загальної і сягала лише 11,6% та 7,9% відповідно. **Висновки.** Домінуючими видами на посівах ріпаку озимого у роки до-

сліджень серед комплексу хрестоцвітих блішок родини *Phyllotreta* переважали чорна (*Phyllotreta atra* F.) та синя (*Ph. nigripes* F.) — 97,7%, а серед комплексу прихованохоботників родини *Ceutorhynchus* були хрестоцвітий (*C. picitarsis* Gyll.) та великий ріпаковий (*C. napi* Gyll.), частка яких від загального збору сягала 80,5%.

**ріпак озимий; фітофаги; хрестоцвіті блішки;
прихованохоботники**

Ріпак належить до провідних олійних культур світового сільського господарства. Щодо сучасного стану вирощування ріпаку в Україні, то за обсягами виробництва олійних ця культура поступається лише соняшнику та сої. Впродовж останніх трьох років посівні площі ріпаку у всіх категоріях господарств варіюють в межах: 974,3 тис. га (2021 р.), 1161,1 (2022 р.), 1386,9 тис. га (2023 р.). Врожайність насіння зростає та варіює від 2,87 до 2,95 т/га [1].

У середньому за 2021—2023 рр. у зоні Степу України найбільші посівні площі відведено під ріпак озимий у Одеській (157 тис. га) та Дніпропетровській (116,7 тис. га) областях. Найменшими посівні площі були у Донецькій (7,4 тис. га) та Запорізькій (51,3 тис. га) областях. Зменшення посівних площ під ріпаком озимим в деяких областях зони Степу України пов'язано з військовими діями.

Лідерами за посівними площами ріпаку озимого у Лісостеповій зоні є Вінницька (92,5 тис. га) та Хмельницька (87,8 тис. га) області. До ґрунтово-кліматичної зони Полісся входять 7 областей, серед яких найбільші площі під ріпаком озимим відведено у Львівській (51,5 тис. га), Волинській (48,6 тис. га) та Житомирській (41,6 тис. га) областях. Найменші посівні площі під ріпаком (0,3 тис. га) в зоні Полісся знаходяться у Закарпатській області [2].

З розширенням посівних площ під ріпаком озимим в Україні спостерігається збільшення чисельності фітофагів, які є основним лімітуючим фактором недобору врожаю насіння культури. У зоні Лісостепу в агроценозі культури зустрічається понад 50 видів шкідників і недобір урожаю внаслідок їхньої життєдіяльності може сягати 30%, а в сприятливі для розмноження роки — понад 50% [3, 4].

Видовий склад шкідників в агроценозі ріпаку озимого суттєво залежить від фази розвитку культури. У період весняної реактивації ріпаку озимого культуру пошкоджують хрестоцвіті блішки *Phyllotreta* spp. У разі масового розмноження блішки за короткий час здатні повністю знищити сходи ріпаку [5—7].

Також у посівах ріпаку домінують фітофаги родини Curculionidae: хрестоцвітий прихованохоботник *Ceutorhynchus picitarsis* Gyll., великий ріпаковий прихованохоботник *C. napi* Gyll., капустяний стебловий прихованохоботник *C. quadridens* Panz. Ріпаковий насінневий при-

хованохоботник *C. assimilis* Payk., пошкоджує рослини у фазу формування стручків [8, 9].

За даними прогнозу фітосанітарного стану агроценозів в Україні хрестоцвіті блішки навесні 2023 та 2024 років заселяли посіви як озимого так і ярого ріпаків. На 13—25, осередково 60—100% обстежених площ за середньої чисельності 1—3, а максимально — 4—8 екз./м² у вогнищах Вінницької, Кіровоградської, Полтавської, Хмельницької областей; 21 екз./м² у Черкаській області шкідниками скрізь було пошкоджено 2—20% рослин. Восени 2023 р. на 45—60% обстежених площ хрестоцвіті блішки заселяли сходи ріпаку озимого в чисельності 1—6, в осередках до 14 (Черкаська обл.) екземплярів на 1 м² і пошкодили 2—15% рослин у слабкому ступені [10].

Ріпаковий насінневий прихованохоботник під час бутонізації заселяв від 8 до 100% обстежених площ (Київська та Запорізька обл.). Фітофагом у слабкому ступені було пошкоджено 2—13% рослин, 2—8% стручків у кожному з яких живилися 0,1—4, подекуди 5—9 (Київська, Тернопільська та Хмельницька обл.) личинок [10].

Капустяний стебловий прихованохоботник заселяв посіви ріпаку озимого осередково. За середньої чисельності 0,7—2,0, а максимально 4 личинки на рослину фітофаг пошкодив 1—5% рослин на 16—24% обстежених площ. Великий (стебловий) ріпаковий прихованохоботник у господарствах Волинської, Тернопільської, Черкаської областей за щільності популяції 1—4 личинки на рослину пошкодив 1—3% рослин [10].

Мета роботи — уточнити видовий склад хрестоцвітих блішок та прихованохоботників в агроценозі ріпаку озимого Лівобережного Лісостепу України.

Методика досліджень. Польові дослідження проводили на Державному підприємстві «Дослідне господарство «Тахтаулово» Інституту захисту рослин НААН Полтавського р-ну Полтавської обл. протягом 2023—2024 рр., лабораторні — в лабораторії технології застосування пестицидів ІЗР НААН.

Ґрунт дослідного поля — темно-сірий опідзолений, середньо суглинковий; вміст гумусу — 2,76%; рН ґрунту — 6,0. Попередник — пшениця озима. Посів ріпаку озимого — в першій декаді серпня.

Фітосанітарний моніторинг чисельності фітофагів здійснювали згідно із загальноприйнятими методиками [11—13].

Чисельність блішок на сходах ріпаку озимого визначали за допомогою ящика Петлюка. Облікова площа при розмірі ящика Петлюка 25 × 25 см становить 1/16 м², а 16-ти проб склало 1 м². Ящик встановлювали на рядки ріпаку, сполохували блішок паличкою, а потім відбирали їх з ватної поверхні стінок ящика за допомогою екстаустера і підраховували [5, 8].

Для виявлення та обліку чисельності фітофагів у посівах ріпаку озимого використовували жовті чашки-пастки з рідиною. Їх встановлювали на краю поля і заповнювали на 2/3 водою з додаванням невеликої кількості миючого засобу. Обліки проводили через 5 діб [14].

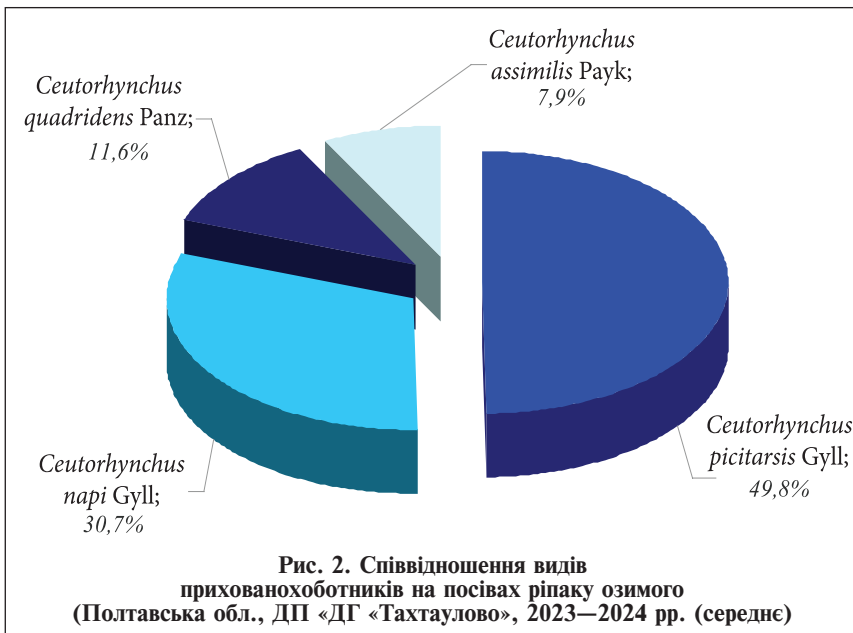
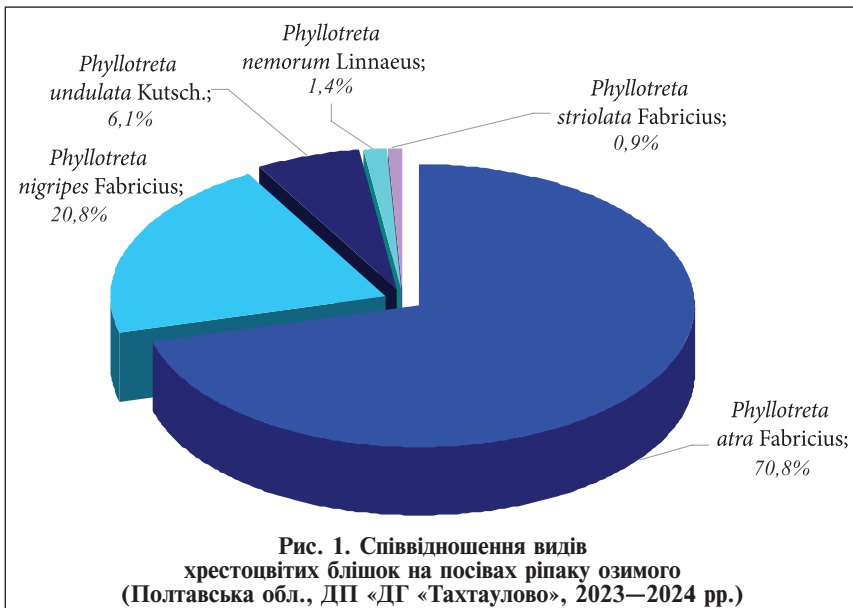
Результати досліджень та обговорення. За даними С.В. Станкевич у Східному Лісостепу України поширені шість видів хрестоцвітих блішок. Найчисленнішим видом є блішка чорна (приблизно 71%), менш численна блішка синя (приблизно 16%). Інші чотири види займають у структурі комплексу від 0,4 до 8,8%. Навесні перші жуки хрестоцвітих блішок з'являються на ранніх капустияних бур'янах (насамперед свиріпа), коли середньодобова температура повітря встановлюється на рівні 7—11°C, це початок першої декади квітня — початок третьої декади квітня. Масовий вихід жуків хрестоцвітих блішок відбувається коли середньодобові температури переходять позначку 11°C, а сума ефективних температур (СЕТ) понад 5°C становить 101—130°C — це середина другої і третьої декад квітня [6].

Обліками, проведеними у період відновлення вегетації ріпаку озимого впродовж 2023—2024 рр., було встановлено, що посіви культури заселяли хрестоцвіті блішки. В цей період рослини культури знаходились у фазі стеблуння. Видовий склад у цих шкідників в агроценозі культури формувався з таких видів: чорної (*Phyllotreta atra* F.), синьої (*Ph. nigripes* F.), хвилястої (*Ph. undulata* Kutsch.), світлоногої (*Ph. nemorum* L.) та виїмчастої (*Ph. striolata* F.).

У період відновлення вегетації в агроценозі ріпаку озимого в роки досліджень домінувала блішка чорна, частка якої сягала 70,8% загальної кількості. Блішки синя та хвиляста займали 26,9% загального збору. Також в посівах культури траплялись й інші види цих фітофагів, однак їхня чисельність у весняний період була досить низькою (рис. 1).

Дослідження, проведені В.П. Федоренко та А.М. Касьяновим в агроценозі ріпаку озимого, показують, що в зоні Центрального Лісостепу України виявлено чотири види прихованохоботників, домінуючим серед яких є хрестоцвітий ріпаковий, його частка становила 52,6% [9]. Досить поширеним у ріпаковому агроценозі є великий стебловий — 31,6% загальної кількості. Інші види трапляються рідко, поодинокі стебловий капустияний (10,5%) та капустияний насінневий (5,3%).

Обстеженнями, проведеними впродовж 2023—2024 рр., в період відновлення вегетації ріпаку озимого, виявлено, що в агроценозі ріпаку озимого домінували хрестоцвітий та великий ріпаковий прихованохоботники, частка яких від загальної кількості становила 80,5%. Також на посівах культури відзначено активність капустияного стеблового та ріпакового насінневого прихованохоботників, їхня кількість була значно нижчою від загальної і сягала лише 11,6% та 7,9% відповідно (рис 2).



ВИСНОВКИ

Шкідники є основним фактором недобору урожаю насіння ріпаку. Найбільш поширеними шкідниками в період відновлення вегетації ріпаку озимого у роки досліджень в зоні Лівобережного Лісостепу України були хрестоцвіті блішки та прихованохоботники.

Серед комплексу хрестоцвітих блішок родини *Phyllotreta* у посівах ріпаку озимого переважали чорна (*Phyllotreta atra* F.) та синя (*Ph. Nigripes* F.) — 97,7%.

Домінуючими видами серед комплексу прихованохоботників родини *Seutorhynchus* були хрестоцвітий — *S. Picitarsis* Gyll. та великий ріпаковий — *S. Napi* Gyll., частка яких від загального збору сягала 80,5%.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» (Захист рослин) ДР № 0121U000095.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Державна служба статистики України. URL: <http://ukrstat.gov.ua>
2. Смірнова І.В., Галабан В.М. Динаміка посівних площ ріпаку озимого у світі та в Україні. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Продовольча безпека України в умовах післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри» 30-31 травня 2024 р. м. Миколаїв. 2024. С. 129-132. DOI 10.31521/978-617-7149-78-0 URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/18123/1/prodovolcha-bezpeka-ukrayini-2024.pdf>
3. Глива В.В., Случак О.М., Волощук О.П. Підвищення врожайності й посівних якостей насіння ріпаку озимого залежно від застосування інсектицидів в умовах західного Лісостепу України. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2021. Вип. 69 (2). С. 22-40. doi:10.3263/01308521.2021-(69)-2-2
4. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М. Ефективність захисту посівів озимого ріпаку від шкодочинних організмів. Сільське господарство та лісництво. 2021. №22. С. 119-134. DOI:10.37128/2707-5826-2021-3-10
5. Деменко В.М., Говорун О.Л., Ємець О.М., Кабанець В.В. Динаміка чисельності основних шкідників ріпаку озимого в умовах Північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія : Агронія і біологія. 2017. Вип. 2. С. 30-35. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_agro_2017_2_8
6. Станкевич С.В. Захист ріпаку ярого від хрестоцвітих блішок. Таврійський науковий вісник. Частина 1. Землеробство, рослинництво, овочівництво

тво та баштанництво. 2019. № 110. С. 157-180. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-1.21>

7. Zhenyu Li, Alejandro Carlos Costamagna, Franziska Beran, Minsheng You. Biology, Ecology, and Management of Flea Beetles in *Brassica* Crops. Annual review of entomology. 2024. 69. P. 199-217. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-033023-015753>

8. Деменко В.М. Ентомологічний комплекс ріпаку озимого в умовах північно-східного Лісостепу України. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Гончарівські читання». Сумський національний аграрний університет. 2020. С. 141-143.

9. Федоренко В.П., Касьянов А.М. Прихованохоботники: біологічні особливості розвитку в умовах Центрального Лісостепу України. Карантин і захист рослин. 2012. №6. С. 8-10.

10. Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин. URL: <https://dpss.gov.ua/>

11. Кулешов А.В., Білик М.О. Фітосанітарний моніторинг і прогноз: навчальний посібник. Харків: Еспада, 2008. 512 с.

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

13. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Іващенко О.О. Методики випробування і застосування пестицидів ; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.

14. Макуха О.В. Система фітосанітарного моніторингу шкідників ріпаку озимого в умовах півдня України. Таврійський науковий вісник 2020. № 114. С. 69-77. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.10>

¹Rekiianov D., ORCID: 0009-0005-4363-3435

¹Shyta O., ORCID: 0000-0002-0795-5120

¹Bashchenko M., ORCID: 0000-0001-9844-3608

¹Tsurkan R., ORCID: 0009-0004-5986-9365

¹Institute of Plant Protection of the NAAS,
33, Vasytkivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

Species composition of cross-flowered flakes and hidden ambulators in winter rope crops in the Left Bank Forest Steppe of Ukraine

Goal. Clarification of the species composition of cruciferous fleas and cryptid beetles in the rape agrocenosis of the winter Left Bank Forest Steppe of Ukraine. **Methods.** Field — monitoring of phytophages using a Petlyuk

box and yellow trap cups was carried out at the State Enterprise «Experimental Farm «Takhtaulovo» of the Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences of the Poltava District of the Poltava Region during 2023—2024; laboratory — identification of pests in the pesticide application technology laboratory of the Scientific Research Institute of the National Academy of Sciences. **Results.** During surveys during the recovery period of winter rapeseed vegetation in 2023—2024, it was established that crops of the crop were inhabited by cruciferous fleas and hidden caterpillars. During this period, culture plants were in the stemming phase. The species composition of cruciferous fleas in the agrocenosis of the culture was formed from the following species: black (*Phyllotreta atra* F.), blue (*Ph. nigripes* F.), wavy (*Ph. undulata* Kutsch.), light-footed (*Ph. nemorum* L.) and notched (*Ph. striolata* F.). In the agrocenosis of winter rape during the years of research, the black flea dominated, the share of which reached 70.8% of the total amount. At the same time, blue and wavy plates accounted for 26.9% of the total collection. Also, other types of these phytophages were found in crops, but their number was quite low in the spring period. During the period of recovery of winter rape vegetation, it was found that the agrocenosis of winter rape was dominated by cruciferous sedum and large rape sedum, the share of which was 80.5% of the total number. Also, the activity of the cabbage stem and rape seed borers was noted on the crops, and their number was much lower than the total and reached only 11.6% and 7.9%, respectively. **Conclusions.** It was established that the dominant species on winter rapeseed crops during the years of research among the complex of cruciferous scales of the *Phyllotreta* family were black (*Phyllotreta atra* F.) and blue (*Ph. nigripes* F.) — 97.7%, and among the complex of cryptoctopus of the Ceutorhynchus family were cruciferous — *C. picitarsis* Gyll. and large rape — *C. napi* Gyll., the share of which reached 80.5% of the total collection.

winter rape; phytophages; cruciferous fleas; hidden lovers

REFERENCES

1. Derzhavna sluzhba statystryky Ukrainy. [State Statistics Service of Ukraine]. [Electronic resource]. URL: <http://ukrstat.gov.ua> (in Ukrainian).
2. Smirnova I.V., Galaban V.M. (2024). Dynamika posivnykh ploshch ripaku ozymoho u sviti ta v Ukraini. [Dynamics of sown areas of winter rape in the world and in Ukraine. Food security of Ukraine in post-war recovery: global and national dimensions]. [International forum: international scientific and practical conference], Mykolaiv. P. 129-132. (in Ukrainian).
3. Hlyva V.V., Sluchak O.M., Voloshchuk O.P. (2021). Pidvyshchennia vrozhaivosti y posivnykh yakosti nasinnia ripaku ozymoho zalezho vid zastovuvannia insektysydiv v umovakh zakhidnoho Lisostepu Ukrainy. [Increasing the

yield and sowing qualities of winter rapeseed depending on the use of insecticides in the conditions of the western foreststeppe of Ukraine]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvorynnytstvo*. [Foothill and mountain agriculture and creative work], 69(2), 22-40. doi:10.3263/01308521.2021-(69)-2-2 (in Ukrainian).

4. Pinchuk N.V., Vergeles P.M., Kovalenko T.M. (2021). Efektyvnist zakhystu posiviv ozmoho ripaku vid shkodochynnykh orhanizmv. [Efficiency of protection of winter rape seeds from permanent organisms]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*, [Agriculture and forestry], 22, 119-134. DOI:10.37128/2707-5826-2021-3-10 (in Ukrainian).

5. Demenko V.M., Govorun O.L., Yemets O.M., Kabanets V.V. (2017). Dynamika chyselnosti osnovnykh shkidnykiv ripaku ozymoho v umovakh Pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy. [Dynamics of the number of main pests of winter rape in the conditions of the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine]. [Bulletin of the Sumy National Agrarian University. Series: Agronomy and biology], Issue 2, 30-35. (in Ukrainian).

6. Stankevich S.V. (2019). Zakhyst ripaku yarooho vid khrestotsvitykh blishok. [Protection of spring rape from cruciferous fleas]. *Taurian scientific bulletin* No. 110. Part 1. [Agriculture, plant growing, vegetable growing and melon growing]. P. 157-180. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-1.21> (in Ukrainian).

7. Zhenyu Li, Alejandro Carlos Costamagna, Franziska Beran, and Minsheng You. (2024). Biology, Ecology, and Management of Flea Beetles in Brassica Crops. *Annual review of entomology*, 69, 199-217. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-033023-015753>

8. Demenko V.M. (2020). Entomolohichni kompleks ripaku ozymoho v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy. [Entomological complex of winter rapeseed in the conditions of the northeastern forest-steppe of Ukraine]. *Materials of the International scientific - practical conference «Pottery Readings»*. Sumy National Agrarian University. P. 141-143. (in Ukrainian).

9. Fedorenko V.P., Kasyanov A.M. (2012). Prykhovanokhobotnyky: biolohichni osoblyvosti rozvytku v umovakh Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy. [Hidden octopuses: biological features of development in the conditions of the Central Forest-Steppe of Ukraine]. *Quarantine and plant protection*, 6, 8-10. (in Ukrainian).

10. Prohnoz fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv Ukrainy ta rekomendatsii shchodo zakhystu roslyn. [Forecast of the phytosanitary state of agrocenoses of Ukraine and recommendations for plant protection]. <https://dpss.gov.ua/> (in Ukrainian).

11. Kuleshov A.V., Bilyk M.O. (2008). Fitosanitarnyi monitorynh i prohnoz: navchalnyi posibnyk. [Phytosanitary monitoring and forecasting: a study guide]. Kharkiv: Espada, 512 p. (in Ukrainian).

12. Omeliuta V.P., Hryhorovych I.V., Chaban V.S., Pidoplichko V.N., Kalenych F.S., Petrukha O.Y., Chernenko O.O. (1986). Oblik shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur. [Accounting for pests and diseases of crops]. Kyiv, 296 s. (in Ukrainian).

13. Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P., Ivashchenko O.O. (2001). Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv. [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv: Svit. 448 s. (in Ukrainian).

14. Makuha O.V. (2020). Systema fitosanitarnoho monitorynhu shkidnykiv ripaku ozymoho v umovakh pivdnia Ukrainy. [System of phytosanitary monitoring of winter rapeseed pests in southern Ukraine]. Taurian Scientific Bulletin, 114, 69-77. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.10> (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 30.08.2024

Прийнята до друку: 02.10.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

Т.В. САФРОНОВА

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

ВПЛИВ ПРЕПАРАТІВ ГОРМОНАЛЬНОГО ПОХОДЖЕННЯ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА МОРФОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ СОРТІВ-ДИФЕРЕНЦІАТОРІВ РАКУ КАРТОПЛІ В КУЛЬТУРІ *IN VITRO*

Мета. Вивчити вплив препаратів гормонального походження у контрольованих умовах на онтогенез та продуктивність сортів-диференціаторів картоплі в культурі *in vitro*. **Методи.** Дослідження проводили у біотехнологічній лабораторії сільськогосподарських культур Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН. В експерименті використовували живильне середовище Мурасіге-Скуга (MS) із додаванням різних концентрацій регуляторів росту: Епін-Максі (2,4-епібрасінолід, 0,012 г/л) та Потейтін (2,6-диметилпіридин-1-оксиду з бурштиновою кислотою, 0,15 мг/л) за наявності в середовищі Аденіну (0,5 мг/л). Дослідження проводили на сортах-диференціаторах раку картоплі різних груп стиглості: Глазурна — ранній, Червона рута — середньостиглий. Рослини вирощували в умовах культивационної кімнати при 16-годинному фотоперіоді з інтенсивністю освітлення 2000—2500 лк, температурою 21—25°C і вологістю повітря 60—80%. Живцювання кожного сорту проводили в кількості 25-ти рослин, повторність досліду — триразова. **Результати.** За внесення у живильне середовище MS стимулятора Епін-максі (0,025 г/л) або Потейтін (0,3 мг/л) показники морфогенезу були найвищими в порівнянні з контролем. На 21-й день культивування зафіксовано підвищену здатність до росту та утворення більшої кількості міжвузлів приблизно на 10—15%. Дослідом виявлено інтенсивність коренеутворення при додаванні даних фітогормонів у середовище, збільшення середньої кількості та маси мікробульб. **Висновки.** Застосування досліджуваних препаратів дало змогу підвищити продуктивність сортів-диференціаторів раку картоплі в культурі *in vitro* з мінімальними затратами. Стимулятори росту Епін-Максі та Потейтін при внесенні в середовище покра-

щують морфометричні показники у рослин, а отже сприяють росту та розвитку культури, також сприяють коренеутворенню рослин картоплі та збільшенню кількості мікробульб. Аденін, як складова частина нуклеїнових кислот і коферментів, відіграє важливу роль у метаболізмі рослин. Він сприяє ефективнішому використанню енергії та впливає на інтенсивність фотосинтезу, що зумовлює вплив Аденіну в ролі цитокініну на ріст, розвиток та стійкість картоплі до стресових факторів (посуха, надмірне зволоження чи нестача поживних речовин).

рак картоплі; сорти-диференціатори; культура *in vitro*; фітогормони; регулятори росту; мікроклональне розмноження

Картопля (*Solanum tuberosum*) — це вид багаторічних трав'янистих рослин родини пасльонових (Solanaceae), який вирощують переважно для отримання бульб, як основного джерела харчування. Вона характеризується значною генетичною різноманітністю і це дозволяє створювати різні сорти з бажаними характеристиками, наприклад — виняткова стійкість до певних хвороб, висока врожайність, підвищений вміст крохмалю, тощо [1—2].

Сорти-диференціатори раку картоплі використовують для визначення патотипу збудника раку картоплі (*Synchytrium endobioticum*). Ці сорти мають різний рівень стійкості до різних патотипів збудника і застосовуються в фітопатологічних дослідженнях та практиці захисту рослин. Оскільки кожен сорт-диференціатор має визначений рівень стійкості до певного патотипу раку картоплі з'являється можливість класифікувати збудники відносно їхнього біотипу, що дає точну послідовність дій для збереження сільськогосподарських культур та ліквідації вогнищ раку картоплі на всій території України.

Нині існує загроза виродження сортів картоплі через ураження її вірусними, бактеріальними та грибними захворюваннями. Одна з найнебезпечніших хвороб картоплі — рак картоплі, збудником якої є гриб *Sinichitrium endobioticum* (Schilb.) Perc. — облігатний паразит, що проникає в тканини рослини-господаря, викликаючи утворення характерних пухлин, уражуючи всі органи картоплі, окрім коренів [3]. Захворювання особливо небезпечне через свою здатність швидко поширюватись та зберігатись у ґрунті упродовж тривалого часу, навіть за відсутності рослин [4—5].

Актуальність досліджень щодо виродження картоплі полягає в необхідності забезпечення високої продуктивності та якості врожаю. Однак із часом, навіть при використанні високоякісного насінневого матеріалу, картопля піддається виродженню, що проявляється у зниженні продуктивності, стійкості до хвороб та погіршенні якості бульб. Це пов'язано з накопиченням вірусів і бактеріальних інфекцій та впливом несприятливих умов. Тому регулярно оновлення насінне-

вого матеріалу, використання методів мікроклонального розмноження та дотримання сівозміни є ключовими для збереження здоров'я та врожайності картоплі.

Регулятори росту, вітаміни, гормони та інші речовини штучного та природного походження застосовують для покращення методів культивування сортів-диференціаторів картоплі через їхній вплив на морфогенез рослин в культурі *in vitro*. Ці речовини є ключовими каталізаторами росту та розвитку рослин. Фітогормони здійснюють взаємодію клітин, тканин та органів, що стимулюють чи інгібують морфогенетичні та фізіологічні процеси в рослинних організмах, впливають на розподіл та зростання клітин розтягуванням, стійкістю до стресу, тропізми, транспірацію, забезпечують функціональну цілісність рослинного організму, закономірну послідовність фаз індивідуального розвитку. Особливе значення має концентрація фітогормонів у живильному середовищі, де від концентрації та співвідношення залежить добре сформована коренева система і початок та інтенсивність столоно- та бульбоутворення [6–8].

Мета досліджень — провести лабораторні дослідження щодо впливу препаратів гормонального походження у контрольованих умовах на визначення морфометричних показників та продуктивності сортів-диференціаторів раку картоплі в культурі *in vitro*.

Матеріали і методи досліджень. Експеримент проводили у 2023–2024 рр. у біотехнологічній лабораторії сільськогосподарських культур Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН. Сорти-диференціатори раку картоплі Глазурна та Червона рута вирощували в культивацийній кімнаті при 16-годинному фотоперіоді, при температурі 21–25°C, вологості повітря 60–80%, з інтенсивністю освітлення 2000–2500 лк [9]. З метою покращення процесів розмноження та підвищення продуктивності культури картоплі до поживного середовища **Мурасіре-Скуга** додавали фітогормони в різних концентраціях.

Варіанти дослідів:

1. Контроль — середовище Мурасіре-Скуга (MS);
2. MS + Аденін (0,5 мг/л);
3. MS + Аденін (0,5 мг/л) + Епін-Максі (0,012 г/л);
4. MS + Аденін (0,5 мг/л) + Епін-Максі (0,025 г/л);
5. MS + Аденін (0,5 мг/л) + Потейтін (0,15 мг/л);
6. MS + Аденін (0,5 мг/л) + Потейтін (0,3 мг/л).

Для вивчення продуктивності, а також для визначення морфометричних показників взяли ранній сорт картоплі Глазурна та середньостиглий — Червона рута. Проводили живцювання кожного сорту в кількості 25 рослин, повторність досліду — триразова. Визначали продуктивність пробіркових рослин картоплі на 80-й день культивування [10].

Аденін — має хімічну формулу $C_5H_5N_5$ і складається з пуринового кільця, що містить п'ять атомів азоту та п'ять атомів вуглецю. Це з'єднання є важливим для зберігання та передачі генетичної інформації. Аденін також критично важливий для синтезу аденозинтрифосфату (АТФ), який є основним джерелом енергії в клітинах. Він також відіграє важливу роль у різних метаболічних процесах і сигналізації. Аденін — забезпечує ефективний фотосинтез, транспортування елементів живлення. У складі живильного середовища прискорює ріст рослини, розвиток пагонів та підтримує організм за недостатнього освітлення.

Епін-Максі — регулятор росту з діючою речовиною 2,4-епібрассинолід. Використовується для покращення росту, розвитку та стійкості рослин до стресових умов. При застосуванні підвищується опірність рослин до хвороб та шкідників. Епібрассинолід — синтетичний аналог природного рослинного гормону брассинолід, який відноситься до групи брассиностероїдів, стероїдних гормонів, необхідних для росту та розвитку рослин. Під час експериментів, проведених на культурах рослин (позакоренево застосування брассиноліда), було відзначено позитивний вплив на деякі характеристики рослини, а саме: збільшення вмісту хлорофілів-а, b, вмісту цукрів, крохмалю і розчинного білка в листі, а також вплив на швидкість росту рослини, що в цілому покращує врожайність культурних рослин та їхню поживну цінність.

Потейтін — спеціалізований стимулятор росту рослин, діючою речовиною якого виступає комплекс 2,6-диметилпіридин-1-оксиду з бурштиновою кислотою та біогенними мікроелементами. Препарат збільшує енергію проростання, польову схожість насіння та врожайність. Знижує захворюваність рослин, сприяє прискореному поділу клітин, збільшує площу листової поверхні та вмісту хлорофілу, знижує фітотоксичну дію пестицидів, покращує якість вирощеної продукції, підвищує стійкість рослин до стресових факторів природного та антропогенного походження. Активізує «ген стійкості» та імунітет рослини.

Результати досліджень та обговорення. Досліджуючи вплив гормональних речовин у процесі культивування отримали чіткі результати щодо морфометричних показників та продуктивності сортів-диференціаторів раку картоплі — Червона рута та Глазурна в культурі *in vitro*. Основними завданням була оцінка коренеутворення рослин, оцінка висоти рослин, кількість міжвузлів, кількості та довжини корених волосків.

Кінцевий результат вказує на те, що стимулятори росту Епін-Максі, Потейтін, а також застосування Аденіну сприяють стимуляції онтогенезу рослин у культурі *in vitro*. Оптимальний час для визначення морфологічних показників та повторного живцювання — 21-й

день від початку досліду. Після внесення фітогормонів у живильне середовище спостерігали, що висота рослин в середньому збільшилась на 20—25 мм, відповідно збільшилась кількість міжвузлів порівняно з контролем.

Виявлено активне коренеутворення за наявності регуляторів росту. Кількість коренів та їхня довжина збільшились у 1,5 раза. Показники морфогенезу, отримані при внесенні в живильне середовище Мурасіге-Скуга регуляторів росту Епін-Максі (0,025 г/л) або Потейтін (0,3 мг/л) наведено в таблиці 1.

Результати досліджень при внесенні в живильне середовище вищезазначених препаратів показали позитивний вплив на продуктивність сортів-диференціаторів картоплі в культурі *in vitro*, а саме — підвищення середньої маси мікробульб, маси та кількості мікробульб на одну рослину.

Стимулятори росту загалом впливають на розмноження та проліферацію пагонів та коренів, про що свідчать висока здатність до коренеутворення та середня довжина коренів, а також розвиненість

1. Вплив регуляторів росту на морфометричні показники та коренеутворення сортів диференціаторів картоплі в культурі *in vitro* (УкрНДСКР ІЗР, 2023—2024 рр.)

Середовище	Висота рослини, мм	Кількість міжвузлів, шт.	Кількість коренів, шт.	Довжина коренів, мм
<i>Сорт Глазурна</i>				
Контроль (MS)	63,2	5,0	6,3	49,8
MS+Аденін	63,3	5,1	6,6	51,3
+Епін-максі, 0,012 г/л	83,4	5,6	7,4	74,0
+Епін-максі, 0,025 г/л	88,9	6,8	8,2	81,4
+Потейтін, 0,15 мг/л	77,1	7,1	7,6	77,3
+Потейтін, 0,3 мг/л	90,8	7,9	9,0	84,5
НІР ₀₅	7,3	0,1	0,3	2,5
<i>Сорт Червона рута</i>				
Контроль (MS)	67,1	5,2	5,7	60,8
MS+Аденін	67,1	5,4	6,0	61,2
+Епін-максі, 0,012 г/л	79,5	5,6	7,4	80,3
+Епін-максі, 0,025 г/л	92,1	6,4	8,9	91,3
+Потейтін, 0,15 мг/л	82,3	6,3	7,8	80,1
+Потейтін, 0,3 мг/л	95,6	6,5	9,0	89,2
НІР ₀₅	5,6	0,2	0,2	6,2

пагонів та активний ріст. Формування мікробульб у культурі *in vitro* залежить від комбінованої роботи гіберелінів та цитокінінів. Стимулятори росту забезпечують інтенсивні метаболічні процеси, які призводять до швидкого та надмірного накопичення поживних речовин у бульбах. Також вони здатні впливати на масу та середню кількість мікробульб на рослину, тож оптимально підібрана кількість стимуляторів у живильному середовищі значно підвищить продуктивність рослин. Застосування регуляторів росту дозволяє значно збільшити кількість рослин з одного зразка, що прискорює процес розмноження картоплі методом пересаджування мікробульб у живильне середовище, з можливістю контролювати їхній ріст та розвиток [11].

Найкращі результати отримано при додаванні наступних концентрацій: Епін-максі — 0,025 г/л або Потейтін — 0,3 мг за наявності Аденіну (0,5 мг/л). Відзначено значне зростання маси мікробульб при додаванні стимуляторів, більше ніж на 50% від контролю. Також є невелике збільшення кількості мікробульб на 1 рослину (табл. 2).

2. Вплив регуляторів росту на продуктивність сортів-диференціаторів картоплі в культурі *in vitro* (Україна, 2023—2024 рр.)

Середовище	Середня маса мікробульби, мг	Маса мікробульб на 1 рослину, мг	Середня кількість мікробульб на 1 рослину, шт.
<i>Сорт Глазурина</i>			
Контроль (MS)	114,0	95,5	0,6
MS+Аденін	115,5	98,1	0,7
+Епін-Максі, 0,012 г/л	183,0	176,8	0,9
+Епін-Максі, 0,025 г/л	188,5	185,3	1,8
+Потейтін, 0,15 мг/л	176,1	167,6	1,1
+Потейтін, 0,3 мг/л	190,4	187,7	2,3
НІР ₀₅	3,6	6,3	0,2
<i>Сорт Червона рута</i>			
Контроль (MS)	112,8	97,3	0,7
MS+Аденін	114,2	98,0	0,7
+Епін-Максі, 0,012 г/л	183,3	166,9	0,8
+Епін-Максі, 0,025 г/л	190,8	185,4	1,8
+Потейтін, 0,15 мг/л	175,0	177,7	1,2
+Потейтін, 0,3 мг/л	191,4	188,4	2,4
НІР ₀₅	3,9	6,6	0,2

ВИСНОВКИ

Вивчення впливу різних концентрацій регуляторів росту показало, що оптимальним є додавання стимулятора Епін-Максі у концентрації 0,025 г/л до поживного середовища при наявності в ньому Аденіну (0,5 мг/л) або Потейтіну (0,3 мг/л). У досліджуваних сортів Глазурна та Червона рута виявлено збільшення середньої маси мікротубльб на одну рослину в 1,8–2,0 раза в порівнянні з контролем, збільшилась здатність до коренеутворення та їхня довжина у 1,7–1,9 раза відповідно. Застосування даних препаратів забезпечило інтенсивний ріст та розвиток рослин картоплі.

Гормональні фактори культивування, використані у досліді, збільшують продукуючу здатність сортів-диференціаторів раку картоплі в культурі *in vitro*, а також забезпечують функціональну цілісність рослинного організму та закономірну послідовність фаз індивідуального розвитку.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 21. «Створення сортів картоплі різного напрямку використання» (Картоплярство); ДР № 0121U107935.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. EPPO. Eradication of *Synchytrium endobioticum* from Austria. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). May 1, 2014. Last accessed June 26, 2014. URL: <http://archives.eppo.int/EPPOreporting/2014/Rse-1405.pdf>
2. Ballvora A., Flath K., Lübeck J., Strahwald J., Tacke E., Hofferbert H.-R., Gebhardt C. 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. №123(8). P. 1281-1292.
3. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. National regulatory control systems PM 9/5 (2) *Synchytrium endobioticum*. 2017. №47(3). P. 511-512.
4. Hampson M.C. A qualitative assessment of wind dispersal of resting spores of *Synchytrium endobioticum*, the causal agent of wart disease. *Plant Disease*. 1996. №80. P. 779-782.
5. OEPP/EPPO. EPPO Standards PM 7/28. Diagnostic protocols for regulated pests: *Synchytrium endobioticum*. Bull. OEPP/EPPO Bull. 2004. №34. P. 213-218.
6. Zelya A., Zelya G., Oliynyk T., Pylypenko L., Solomiyciuk M., Kordulean R., Skoreyko A., Bunduc Yu., Ghunchak V. Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in the western region of Ukraine. *Agri-*

cultural science and practice. 2018. №5(3). P. 3-131. Doi: <http://doi.org/10.15407/agrisp5.03.003>

7. Олійник Т.М., Бондарчук А.А., Слободян С.О. та ін. Оздоровлення сортів картоплі методом культури апікальних меристем у поєднанні із хіміо-терапією. Методичні рекомендації. Інститут картоплярства НААН України. Немішаєве, 2013. С. 52.

8. Скорейко А.М., Андрійчук Т.О., Білик Р.М., Сафронова Т.В. Оптимізація клонального мікророзмноження сортів-диференціаторів раку картоплі. Захист і карантин рослин. 2021. №67. С. 242-250. Doi: <http://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.242-250>

9. Mohapatra P.P., Batra V.K. Tissue culture of potato (*Solanum tuberosum* L.): a review. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2017. №6(4). P. 489-495. Doi: <http://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.604.058>

10. Скорейко А.М., Андрійчук Т.О., Білик Р.М., Сафронова Т.В. Роль регуляторів росту в онтогенезі рослин сортів-диференціаторів раку картоплі в культурі *in vitro*. Фітосанітарна безпека. 2022. №68. С. 148-155. Doi: <http://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.148.155>

11. Циліурик О.І., Іжболдін О.О., Сологуб І.М. Вплив стимуляторів росту на біометричні показники та урожайність кукурудзи в Північному Степу. Аграрні інновації. 2022. №15. С. 59-66. Doi: <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2022.15.9>

Safronova T., ORCID: 0000-0002-2648

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

Hormonal preparations on the productivity and morphological parameters of potato wart differentiator varieties indicators in culture *in vitro*

Goal. To study the impact of hormonal origin preparations under controlled conditions on the ontogenesis and productivity of potato varieties-differentiators in culture *in vitro*. **Methods.** The researches conducted in biotechnological laboratory of agricultural crops Ukrainian science-research plant quarantine station Institute of Plant Protection NAAS. The Murasige-Skoog (MS) nutrient medium was used with adding of various concentration of growth regulators: Epin-Maxi (2,4-epibrassinolide, 0.012 g/l) and Poteytin (2,6-dimethylpyridine-1-oxide with succinic acid, 0.15 mg/l) in the presence of adenine (0.5 mg/l) in the medium during the experiment. The study was conducted on potato wart cultivar — differentiators of different ripeness groups: Glazurna — early, Chervona Ruta-medium-ripened. The plants were grown in a cultivation room at a 16-hour photoperiod with a lighting intensi-

ty of 2000—2500 Lx, a temperature of 21—25°C and an air humidity of 60—80%. Each cultivar cuttings were carried out in the amount of 25 plants, with three times repetition of the experiment. **Results.** The morphogenesis were the highest in comparison with control during the input into the nutrient medium MS growth medium Epin-Maxxi (0.025 g/l) or Poteytin (0.3 mg/l). The increased ability to grow and form more internodes was recorded on 10—15% on 21 st day of cultivation. The root forming intensity was determined during the present phytohormones adding. The microtubers average number and average mass increased. **Conclusions.** The researched preparations usage allowed to increase productivity cultivar-differentiators for wart potato in culture *in vitro* with minimal costs. Growth stimulators Epin-Maxi and Poteytin increased the morphometric indexes at plants during their input into the medium. They favored the culture growth and development. They favored the root-forming of potato plants and microtubers quantity increase. Adenine, is as a component of nucleic acids and coenzymes. It plays an important role in plant metabolism. It favors the effective energy usage and impacts on photosynthesis intensity. It causes the Adenine impact as cytoconin on potato growth, development and resistance to stress factors (drought, excessive moisture nutrient lack).

potato wart; cultivars-differentiators; culture *in vitro*; phytohormones; growth regulators; microclonal reproduction

REFERENCES

1. European and Mediterranean plant protection organization. (2014). Eradication of *Synchytrium endobioticum* from Austria. European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO). May 1. Last accessed June 26, 2014. URL: <http://archives.eppo.int/EPPOReporting/2014/Rse-1405.pdf>
2. Ballvora A., Flath K., Lübeck J., Strahwald J., Tacke E., Hofferbert H.-R., Gebhardt C. (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, 123(8), 1281-1292.
3. European and Mediterranean plant protection organization. (2017). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. National regulatory control systems PM 9/5 (2) *Synchytrium endobioticum*, 47(3), 511-512.
4. Hampson M.C. (1996). A qualitative assessment of wind dispersal of resting spores of *Synchytrium endobioticum*, the causal agent of wart disease. Plant Disease, (80), 779-782.
5. European and Mediterranean plant protection organization. (2004). EPPO Standards PM 7/28. Diagnostic protocols for regulated pests: *Synchytrium endobioticum*. Bull. OEPP/EPPO Bull., (34), 213-218.
6. Zelya A., Zelya G., Oliynyk T., Pylypenko L., Solomiyciuk M., Kordulean R.,

Skoreyko A., Bunduc Yu., Ghunchak V. (2018). Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in the western region of Ukraine. *Agricultural science and practice*, 5(3), 3-131. Doi: <http://doi.org/10.15407/agrisp5.03.003>

7. Oliinyk T.M., Bondarchuk A.A., Slobodian S.O. et al. (2013). Ozdorovlennia sortiv kartopli metodom kultury apikalnykh merystem u poiednanni iz khimioterapiieiu. *Metodychni rekomendatsii*. [Potato varieties treating by culture method of apical meristems with chemical therapy]. Instytut kartopliarstva NAAN Ukrainy. Nemishaieva, P. 52. (in Ukrainian).

8. Skoreiko A.M., Andriichuk T.O., Bilyk R.M., Safronova T.V. (2021). Optyimizatsiia klonalnoho mikrorozmnzhennia sortiv-dyferentsiatoriv raku kartopli. [Optimization of microclonal reproduction of potato wart cultivar-differentiators]. *Zakhyst i karantyn roslyn*, 67, 242-250. Doi: <http://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.242-250> (in Ukrainian).

9. Mohapatra P.P., Batra V.K. (2017). Tissue culture of potato (*Solanum tuberosum* L.): a review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(4), 489-495. Doi: <http://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.604.058>

10. Skoreiko A.M., Andriichuk T.O., Bilyk R.M., Safronova T.V. (2022). Rol rehulatoriv rostu v ontogenezi roslyn sortiv-dyferentsiatoriv raku kartopli v kulturi in vitro. [The role of growth regulators in the ontogenesis of plants of potato cancer differentiators in vitro culture]. *Fitosanitarna bezpeka*, 68, 148-155. Doi: <http://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.148.155> (in Ukrainian).

11. Tsilyurik O.I., Izhboldin O.O., Sologub I.M. (2022). Vplyv stymuljatoriv rostu na biometrychni pokaznyky ta urozainist kukurudzy v Pivnichnomy Stepu. [Effect of growth stimulants on biometric indicators and yield of corn in the Northern Steppe]. *Agrarian innovations*, (15), 59-66. Doi: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.9> (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 03.09.2024

Прийнята до друку: 04.11.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

¹Л.А. СЕРГЄЄВ, кандидат сільськогосподарських наук

²О.Ф. ДЕЛІ, кандидат біологічних наук

¹С.П. УЖЕВСЬКА, кандидат біологічних наук

¹С.І. БУРИКІНА, кандидат сільськогосподарських наук

¹В.А. РУДЕНКО, доктор філософії

¹Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, смт Хлібодарське, Одеська обл., 67667, Україна

²Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, вул. Дворянська, 2, м. Одеса, Україна

ПАВУКИ НА ПОСІВАХ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ТА ГОРОХУ ПІДЗИМОВОЇ СІВБИ

Мета. Встановити видовий склад павуків злакового та бобового агроценозів Південного степу. **Місце проведення.** Дослідне поле (координати поля 46°28'53"N 30°35'31"E) Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України. **Методи.** Інформаційно-аналітичний (збір матеріалів та аналіз літературних джерел), польові дослідження (збір та визначення матеріалу), математико-статистичний (обробка результатів досліджень). Дослідження проводили згідно із загальноприйнятими методиками в ентомології та захисті рослин, починаючи зі сходів перед припиненням вегетації (наприкінці листопада), початку вегетації (останні дні лютого — початок березня) до збирання врожаю (наприкінці червня). **Результати.** За весь період дослідження на полях досліджуваного регіону зареєстровано 19 видів павуків, що належать до 12-ти родин, з яких 2 види павуків зафіксовані вперше для Одеської області. Найбільша кількість видів павуків відзначена на контрольних ділянках пшениці озимої — 18 видів з 12-ти родин. Після обробки хімічними препаратами пшениці кількість видів павуків зменшилася — 9 видів із 7-ми родин. На полях пшениці, які були оброблені біопрепаратами, кількість екземплярів павуків була меншою, ніж в контролі, але вищою ніж на полях, оброблених хімічними препаратами. З 18-ти видів павуків, виявлених в контролі на полях пшениці, 9 видів павуків не реєструвались у зборах після обробки полів хімічними препаратами. На контрольних ділянках гороху підзимової сівби виявлено 11 видів павуків з 9-ти родин, після обробки хімічними

препаратами гороху кількість видів павуків стала меншою — 9 видів із 7-ми родин. На ділянках гороху, оброблених біопрепаратами, домінував павук *Hysticus kochi*, кількість екземплярів цього виду була найвищою. **Висновки.** У злаковому та бобовому агроценозах озимих культур Південного степу за весь період дослідження зареєстровано 19 видів павуків, що належать до 12-ти родин. Вперше для Одеської області виявлено павуків: *Aelurillus laniger* (Logunov & Marusik, 2000) (Salticidae) та *Ozyptila scabricula* (Westring, 1951) (Thomisidae). На контрольних ділянках, де не використовували ні захисних, ні удобрювальних синтетичних речовин, кількість видів та кількість екземплярів павуків була вищою, ніж на полях, які обробляли хімічними та біопрепаратами.

павуки; видовий склад; горох; пшениця; агроценози

Павуки — це хижаки, які відіграють основну роль у збереженні балансу членистоногих в агросистемах. Залежно від типу агроценозу та місяця спостережень павуки можуть становити 20—80% біомаси ентомофагів всієї мезофауни. Ефективність дії павуків на шкідників напряду залежить від щільності популяції та біомаси павуків [1]. Павуки знищують велику кількість попелиць, клопів, довгоносиків, трипсів, кліщів та ін. Деякі види павуків знищують набагато більше шкідників ніж здатні з'їсти, тому павуки є перспективними об'єктами біологічного контролю.

В агроценозах, на відміну від природних біотопів, павуки характеризуються збідненим видовим складом. Різкі зміни видового складу та чисельності павуків пов'язані з проведенням сезонних агротехнічних заходів. За різкого збільшення кількості особин певного виду шкідника, він стає основним кормовим об'єктом павуків [1].

За останні роки вчені спостерігають зміну клімату по всьому світу. На фоні кліматичних змін відбувається формування певних ентомологічних комплексів із зовсім іншою кількісною та видовою структурою, змінюються біологія розвитку шкідливих організмів та порогові шкідливості. Агроценози постійно піддаються механічним та різним хімічним обробкам, що в свою чергу зменшує кількість шкідників. Сучасні наукові розробки та практичний досвід показують, що застосування різних біологічних засобів, поряд з охороною навколишнього середовища, забезпечує високу технічну та економічну ефективність. Нині стає абсолютно очевидною необхідність ширшого впровадження біологічних прийомів та засобів у практику захисту рослин від шкідників, але слід зазначити, що біологічний метод ефективний за постійного поповнення агроценозів біологічними агентами. Проте ще мало є інформації як ті чи інші обробки агроценозів впливають на видову різноманітність та чисельність павуків.

Спеціальних досліджень щодо вивчення видового складу павуків

агроценозів у різних областях України не проводили, є лише окремі фрагментарні дані. В Одеській області виявлено близько 400 видів павуків, із них 40 — в агроценозах [1, 2]. Для Дніпропетровської області в агроценозах зареєстровано 35 видів павуків [3]. На Буковині — близько 40, у Київській області визначено 97 видів павуків в агроценозах та прилеглих до них біотопах [4, 5].

Метою даного дослідження було встановлення таксономічного складу павуків на полях гороху підзимової сівби та пшениці озимої з різними видами обробок.

Матеріал і методи досліджень. Вивчення видового складу павуків на полях Одеської області проводили в 2022—2023 рр. Матеріал збирали на дослідних ділянках пшениці озимої та гороху зимуючого, територіально розташованих в смт Хлібодарське Одеської області, а за ґрунтово-кліматичним районуванням — степ сухий південний. Під час дослідження використано стандартні методи збору павуків, а саме ґрунтові пастки Барбера, косіння ентомологічним сачком [6]. Вирахували чисельність екземплярів на пастку (екз./п.) за 7 діб та 100 помахів сачком (п.с.).

Під час цвітіння та початку наливу зерна проводили збори герпетобіонтів та хортобіонтів. Матеріал збирали на ділянках без обробки біо- та хімічними препаратами (контроль), на ділянках з хімічною обробкою та обробкою біологічними препаратами.

Спостереження проводили на ділянках, де висіяна пшениця озима сорту Сториця та горох підзимової сівби сорту Ендуро з різними варіантами передпосівного обробітку насіння. (контроль без обробітку, хімічний протруйник — Вітавакс 200 ФФ, біопрепарати Humistar, Вітазим та Seed Treatment). Посіви також обробляли по вегетації біологічними препаратами з біоінсектицидною, біофунгіцидною, рістстимулюючою дією та препаратами органо-мінеральної природи, такими як Smartgrow старт, Smartgrow Бор, SmartGrow Alhym Plus, SmartGrow бобові та Smartgrow FulvoTE. Передпосівний обробіток насіння проводили напередодні висіву. Всі біопрепарати, які використовували по вегетації рослин, починали вносити з фази активного весняного росту через кожних 12 діб у вигляді 3% розчинів. На ділянках з хімічним протруювачем проводили захист рослин інсектицидами хімічної природи, на інших — біопрепаратами (Метаризин + Актофіт) від стадії весняного відновлення вегетації через кожних 2 тижні.

Ідентифікували павуків згідно з визначником павуків Європи [7]. Для аналізу отриманих даних (похибка, середня, коефіцієнти Чекановського-Серенсена та Жаккара) використовували лише статевозрілих павуків, яких можна було визначити до виду. Схожість видового складу павуків в різних агроценозах визначали за допомогою коефіцієнтів Чекановського-Серенсена та Жаккара [8]. Математичні

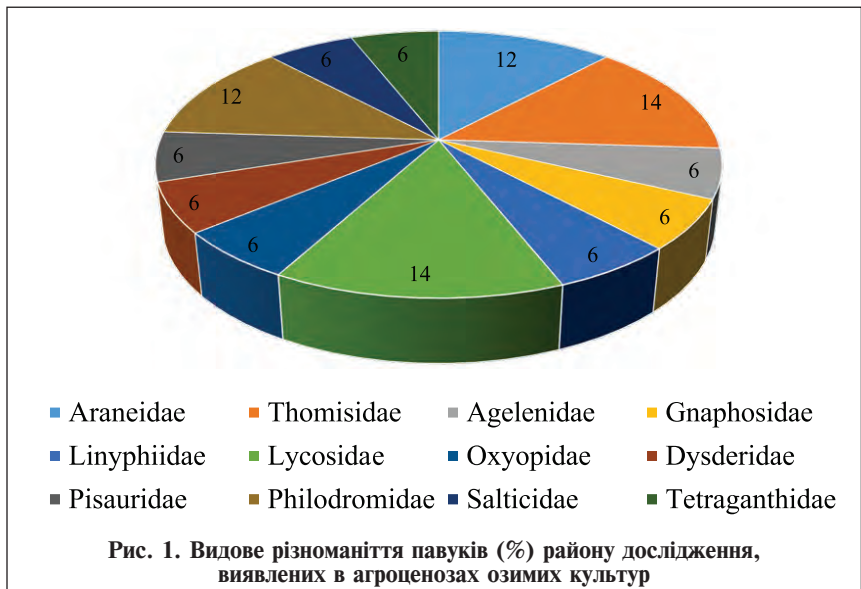
розрахунки і створення діаграм проводили за допомогою програмного пакета Microsoft (R) Excel, 2010.

Результати дослідження. За весь період дослідження на дослідних ділянках регіону було зареєстровано 19 видів павуків, що належать до 12-ти родин (рис. 1).

Вперше для Одеської області було виявлено павуків: *Aelurillus laniger* (Logunov & Marusik, 2000) родина Salticidae та *Ozyptila scabricula* (Westring, 1951) родина Thomisidae.

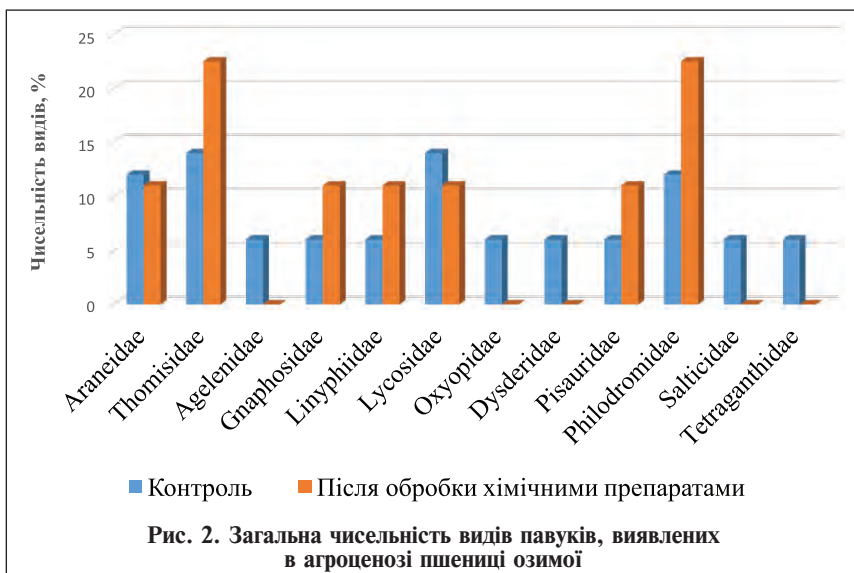
Найбільша кількість видів павуків (18 видів з 12-ти родин) була на контрольних ділянках пшениці озимої (табл. 1, рис. 2). Після обробки хімічними препаратами пшениці кількість видів павуків стала меншою — 9 видів із 7-ми родин (табл. 1). Це також стосується чисельності павуків. На ділянках пшениці, які були оброблені біопрепаратами, кількість екземплярів павуків була меншою (6—8 екз./100 п.с.), ніж в контролі (10—13 екз./100 п.с), але вищою ніж на полях, оброблених хімічними препаратами (2—6 екз./100 п.с). З 18-ти видів павуків, які були у контрольному варіанті пшениці озимої, 9 видів павуків (*Araneilla cucurbitina*, *Dysdera* sp., *Agelenopsis potteri*, *Aelurillus laniger*, *Alopecosa taeniopes*, *Pardosa lugubris*, *Oxyopes heterophthalmus*, *Ozyptila scabricula*, *Tetragnatha pinicola*) не реєструвались у зборах після обробки хімічними препаратами (табл. 1).

У варіантах пшениці озимої з використанням біопрепаратів ви-



1. Видовий склад павуків на посіві пшениці озимої

№	Вид	Контроль	Після хімічної обробки
Родина Araneidae			
1	<i>Araneilla cucurbitina</i> (Clerck, 1757)	+	–
2	<i>Hypsosinga pygmaea</i> (Sundevall, 1831)	+	+
Родина Agelenidae			
3	<i>Agelenopsis potteri</i> (Blackwall, 1846)	+	–
Родина Dysderidae			
4	<i>Dysdera</i> sp.	+	–
Родина Gnaphosidae			
5	<i>Drassodes cupreus</i> (Blackwall, 1834)	+	+
Родина Pisauridae			
6	<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1757)	+	+
Родина Philodromidae			
7	<i>Philodromus cespitum</i> (Walckenaer, 1802)	+	+
8	<i>Tibellus oblongus</i> (Walckenaer, 1802)		+
Родина Salticidae			
9	<i>Aelurillus laniger</i> (Logunov & Marusik, 2000)	+	–
Родина Linyphiidae			
10	<i>Erigone dentipalpis</i> (Wider, 1834)	+	+
Родина Lycosidae			
11	<i>Alopecosa taeniopes</i> (Kulczynski, 1895)	+	–
12	<i>Pardosa lugubris</i> (Walckenaer, 1802)	+	–
13	<i>Lycosa singoriensis</i> (Laxmann, 1770)	+	+
Родина Oxyopidae			
14	<i>Oxyopes heterophthalmus</i> (Latreille, 1804)	+	–
Родина Tetragnatidae			
15	<i>Tetragnatha pinicola</i> (L.Koch, 1870)	+	–
Родина Thomisidae			
16	<i>Misumena vatia</i> (Clerck, 1758)	+	+
17	<i>Xysticus kochi</i> (Thorell, 1872)	+	+
18	<i>Ozyptila scabricula</i> (Westring, 1951)	+	–
Всього видів		18	9



явлено павуків всіх відзначених родин у контролі. Серед домінуючих видів на полях пшениці можна відзначити два види павуків — *Erigone dentipalpis* та *Lycosa singoriensis*, що поширені в Палеарктиці, і вид *Xysticus kochi*, поширений у Європі (від Середземномор'я до Центральної Азії) [7]. Є спостереження, що *Xysticus kochi* також є одним із домінуючих видів на сухих луках Єланецького заповідника, аранеофауна якого дуже близька до інших південних степових угруповань [9]. Необхідно зазначити, що фауна агроеносів формується з навколишнього середовища. На домінування видів павуків, на їхній біологічний цикл впливають вологість, температура повітря та ґрунту, тому в різні роки можуть домінувати різні види павуків, на що вказується в літературних джерелах [6].

На контрольних ділянках гороху зимуючого було виявлено 11 видів павуків із 9-ти родин, після обробки гороху хімічними препаратами кількість видів павуків стала меншою — 9 видів із 7-ми родин (табл. 2, рис. 3). Спостерігається також менша чисельність (0,6—4,0 екз./п. та 3—12 екз./100 п.с.) порівняно з пшеницею (2—16 екз./п. та 4—13 екз./100 п.с.). На ділянках, оброблених біопрепаратами, кількість павуків була меншою (1,7 екз./п.), ніж в контролі (2,9 екз./п.), але вищою ніж на полях, які були оброблені хімічними препаратами (1,3 екз./п.). Можна припустити, що обробка біопрепаратами має менший вплив на павуків. На ділянках гороху підзимової сівби, оброблених біопрепаратами, домінував також павук *Xysticus*

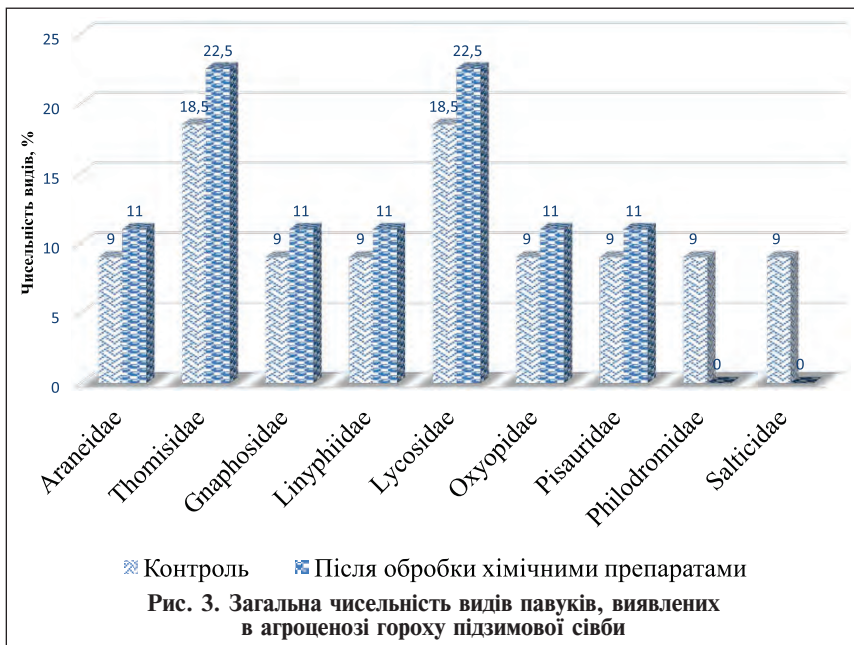
kochi, кількість екземплярів цього виду була найвищою; після обробки хімічними препаратами спостерігали відсутність лише двох видів павуків *Philodromus cespitum* та *Evarcha arcuata* (табл. 2).

Треба зазначити, що є певні відмінності у видовому складі павуків залежно від культури агроценозу: на посіві гороху зимуючого взагалі не було представників родин: Agelenidae, Dysderidae, Tetragnathidae, але лише тут був павук вовк — *Pardosa agrestis* з родини Lycosidae.

У якості індикаторних видів для біомоніторингу можна використовувати павуків *Xysticus kochi*, *Drassodes cupreus*, *Pisaura mirabilis*, *Erigone dentipalpis*, *Lycosa singoriensis*, *Misumena vatia*, позаяк види трапляються у всіх агроценозах як в контролі, так і після біологічної та хімічної обробок.

2. Видовий склад павуків в агроценозі гороху підзимової сівби

№	Вид	Контроль	Після хімічної обробки
Родина Araneidae			
1	<i>Araneilla cucurbitina</i> (Clerck, 1757)	+	+
Родина Gnaphosidae			
2	<i>Drassodes cupreus</i> (Blackwall, 1834)	+	+
Родина Pisauridae			
3	<i>Pisaura mirabilis</i> (Clerck, 1757)	+	+
Родина Philodromidae			
4	<i>Philodromus cespitum</i> (Walckenaer, 1802)	+	–
Родина Salticidae			
5	<i>Evarcha arcuata</i> (Clerck, 1757)	+	–
Родина Linyphiidae			
6	<i>Erigone dentipalpis</i> (Wider, 1834)	+	+
Родина Lycosidae			
7	<i>Pardosa agrestis</i> (Westring, 1861)	+	+
8	<i>Lycosa singoriensis</i> (Laxmann, 1770)	+	+
Родина Oxyopidae			
9	<i>Oxyopes heterophthalmus</i> (Latreille, 1804)	+	+
Родина Thomisidae			
10	<i>Misumena vatia</i> (Clerck, 1758)	+	+
11	<i>Xysticus kochi</i> (Thorell, 1872)	+	+
Всього		11	9



Використовуючи коефіцієнти схожості встановили, що найбільш схожий видовий склад павуків у біотопах гороху контроль — горох після хімічної обробки; менш схожі у пшениця контроль — горох контроль (табл. 3).

Загальна чисельність павуків на полях пшениці була вищою, ніж на полях гороху (табл. 4).

На полях пшениці і гороху найбільша кількість видів відзначена в контролі, а найменша — після обробки хімічними препаратами.

3. Схожість видового складу павуків досліджуваних агроценозів за хімічної обробки

Дослідні біотопи	Пшениця контроль		Горох контроль	
	Ks	Kj	Ks	Kj
Пшениця після обробки	0,67	0,5	0,66	0,5
Горох після обробки	0,67	0,5	0,45	0,8
Пшениця контроль	—	—	0,31	0,45
Горох контроль	0,6	0,45	—	—

Примітка: Ks — коефіцієнт Чекановського-Серенсена,
Kj — коефіцієнт Жаккара.

4. Чисельність павуків досліджуваних агроценозів

Пшениця				Горох		
Показники	Контроль	Біо. обробка	Хім. обробка	Контроль	Біо. обробка	Хім. обробка
Чисельність, екз./%	35/44	30/38	14/18	27/48	20/36	9/16
$M \pm m$	$5 \pm 1,7$	$5 \pm 0,9$	$2 \pm 0,32$	$2,15 \pm 0,25$	$2 \pm 0,29$	$2,25 \pm 0,63$
Примітка: М — середнє; m — похибка.						

Обговорення. Аналізуючи отримані результати треба зауважити, що у більшості досліджень видового складу агроценозів необхідно обов'язково оглядати прилеглі біотопи, як буферну зону, в якій можуть ховатися комахи та павуки під час різних обробок.

З літературних джерел відомо, що на суміжних ділянках (лісосу-гах), що межують з полями злакових, видовий склад павуків значно багатший за рахунок мезофільних і дендробіонтних видів. Тут динамічна щільність популяції павуків і структура домінування видів мала більш вирівняний характер [1].

Дослідження, проведені в Київській області, показали, що чисельність та видовий склад павуків в агроценозах набагато менший ніж в біотопах, що прилягають до агроценозів [5]. В агроценозах Київської області найбільш широко представлені павуки родин Linyphiidae (18% загальної кількості видів), Salticidae (11%), Araneidae (9%) та Lycosidae (9%). В усіх досліджуваних біотопах присутній павук хортобіонтного виду *Pisaura mirabilis* (IS=12,6%), його чисельність була максимальною [5]. В наших дослідженнях чисельність павука *Pisaura mirabilis* була невисокою порівняно з іншими видами.

Порівнюючи дані досліджень на полях пшениці минулих років в Одеській області з отриманими результатами ми також реєструємо представників родин: Araneidae, Lycosidae, Linyphiidae, Thomisidae, Pisauridae. Домінантами також було відзначено *Xysticus kochi* та *Lycosa singoriensis* [1], і це може вказувати на можливість застосування їх в якості індикаційних видів в агроценозах Півдня України. На індикаційну роль окремих видів павуків в агроценозах звертають увагу дослідники [10].

Вивчення видового складу павуків на полях гороху в Одеській області не проводили. Є окремі дані щодо видового складу на полях люцерни, де були зареєстровані деякі специфічні види павуків (*Zelotes apricorum* та *Philodromus dispar*). На полях пшениці ці види не реєструвалися [1].

Проведене дослідження поповнює знання про найбільшу в агроценозах групу хижаків — Павуків, що може бути застосоване в

плануванні заходів регуляції чисельності шкідників при вирощуванні озимих культур в умовах Південного степу.

ВИСНОВКИ

За весь період дослідження в агроценозах пшениці озимої та гороху підзимової сівби було зареєстровано 19 видів павуків, що належать до 12-ти родин.

Вперше для Одеської області було виявлено павуків: *Aelurillus laniger* Logunov & Marusik, 2000 (Salticidae) та *Ozyptila scabricula* (Westring, 1951) (Thomisidae).

На контрольних ділянках кількість видів та кількість екземплярів павуків є вищою, ніж при обробці як хімічними, так біопрепаратами.

Фінансування: дослідження фінансувалося за рахунок державного бюджету в межах виконання науково-дослідної програми Національної академії аграрних наук України «Біологічні методи захисту рослин за умов екологізації землеробства» («Біоконтроль») на 2021—2025 рр. відповідно до завдання 11.00.03.03Ф Агробіологічні основи систем захисту озимих культур в умовах змін клімату Південного степу України, державна реєстрація № 0121U108520

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Делі О.Ф. Аранеокомплекси екосистем різної трансформації північно-західного Причорномор'я: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.16. екологія. Одеса, 2014. 20 с.
2. Делі О.Ф., Трач В.А. Павуки як агенти біологічного контролю на полях Одеської області. Аграрна наука: стан та перспективи розвитку: збірник тез Першої науково-практичної конференції (наукове електронне видання), 26 березня 2021 р. Одеса: ОДАУ, 2021. С. 12-13.
3. Polchaninova N.Yu., Prokopenko E.V. An updated checklist of spiders (Arachnida: Araneae) of Left-Bank Ukraine. Arachnologische Mitteilungen / Arachnology Letters. 2019. Vol. 57. P. 60-64. <https://doi.org/10.30963/aramit5711>
4. Tymchuk K., Polchaninova N., Zhuk A., Leheta U., Voloshyn V., Fedoriak M. Spiders (Araneae) as a component of ground-dwelling animal assemblages of the energy crop fields in northern Bukovyna (Ukraine). Ekológia (Bratislava). 2021. Vol. 40. № 3. P. 240-247. <https://doi.org/10.2478/eko-2021-0026>
5. Евтушенко К.В., Дымань Т.М., Ященко С.А. К изучению пауков (Aranei) агроценозов Киевской области. Український ентомологічний журнал. 2012. № 1 (4). С. 16-25.
6. Прокопенко О.В., Кунах О.М., Жуков А.В. Біорізноманіття України.

Дніпропетровська область. Павуки (Aranei). Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту. 2010. 340 с.

7. Nentwig W. The catalog of the spiders Europeaeen. Araneae. Spiders of Europe. URL: <https://araneae.nmbe.ch> (дата звернення: 25.07.2024). Загол. з екрану.

8. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. Москва: Наука, 1982. 287 с.

9. Polchaninova N. Spiders (Arachnida: Araneae) in dry grasslands of South Ukraine: a case study of Yelanetskyi Steppe Natural Reserve. *Arachnologische Mitteilungen / Arachnology Letters Karlsruhe*, April, 2021. 61: 27-35. doi: 10.30963/aramit6105

10. Ященко С.А., Дымань Т.Н. Пауки как индикаторы биоразнообразия в агроэкосистемах при высоко- и низкокзатратном земледелии. *Агроэкологичний журнал*. 2012. № 3. С. 142-144.

¹**Serhieiev L.**, ORCID: 0000-0003-4169-8938

²**Deli O.**, ORCID: 0000-0003-2301-8759

¹**Uzhevska S.**, ORCID: 0000-0002-9827-6210

¹**Burykina S.**, ORCID: 0000-0002-5197-6586

¹**Rudenko V.**, ORCID: 0000-0002-8651-7689

¹Odesa State Agricultural Experimental Station of Institute of Climate-Smart Agriculture of the NAAS of Ukraine,

24, Mayatska Doroga str., Khlybodarske Village, 67667, Ukraine

²I.I. Mechnikov Odesa National University, 2, Dvoryanskaya str., Odesa, 65082, Ukraine

Spiders on winter wheat and winter peas

Goal. To determine the species composition of spiders of the cereal and legume agrocenosis of the Southern Steppe. Venue Experimental field of Odesa State Agricultural Experimental Station ICSA NAAS. **Methods.** Informational and analytical (collection of materials and analysis of literary sources), field research (collection and definition of material), mathematical and statistical (processing of research results). Research was conducted according to generally accepted methods in entomology and plant protection, starting from seedlings before the end of vegetation (end of November), beginning of vegetation (last days of February-beginning of March) until harvesting (end of June). **Results.** During the entire period of the study, 19 species of spiders belonging to 12 families were registered in the fields of the studied region, of which 2 species of spiders were noted for the first time for the Odesa region. The largest number of species of spiders was observed in control plots of winter wheat — 18 species from 12 families. After chemical treatment of wheat,

the number of species of spiders was smaller — 9 species from 7 families. In the wheat fields that were treated with biological preparations, the number of spiders was lower than in the control, but higher than in the fields that were treated with chemical preparations. Of the 18 species of spiders that were noted in the control of the wheat fields, 9 species of spiders were not recorded in the collections after the fields were treated with chemical preparations. 11 species of spiders from 9 families were found on the control plots of winter-sowing peas, after chemical treatment of peas, the number of spider species was smaller — 9 species from 7 families. The spider *Xysticus kochi* dominated the pea plots that were treated with biological preparations, the number of specimens of this species was the highest. **Conclusions.** 19 species of spiders belonging to 12 families were registered in the cereal and leguminous agrocenosis of winter crops of the Southern Steppe during the entire period of the study. The spiders *Aelurillus laniger* Logunov & Marusik, 2000 (family Salticidae) and *Ozyptila scabricula* (Westring, 1951) (family Thomisidae) were discovered for the first time in Odesa region. In the control plots, where neither protective nor synthetic fertilizers were used, the number of species and the number of specimens of spiders was higher than in the fields treated with chemical and biological preparations.

spiders; species composition; peas; wheat; agrocenoses

REFERENCES

1. Deli O.F. (2014). Araneokompleksy ekosystem riznoi transformatsii pivnichno-zakhidnoho Prychornomoria. [Araneocomplexes of ecosystems of various transformations of the outflowing Black Sea region]: avtoref. dys. ... kand. biol. nauk: 03.00.16. ekolohiia. Odesa, 2014. 20 s. (in Ukrainian).
2. Deli O.F., Trach V.A. (2021) Pavuky yak ahenty biolohichnoho kontroliu na poliakh Odeskoi oblasti. Ahrarna nauka: stan ta perspektyvy rozvytku: zbirnyk tez Pershoi naukovo-praktychnoi konferentsii (naukove elektronne vydannia), 26 bereznia 2021 r. [Spiders as agents of biological control in the fields of the Odessa region. Agricultural science: development prospects: collection of proceedings of the First Scientific and Practical Conference (scientific electronic publication), February 26, 2021]. Odesa: ODAU, 2021. S. 12-13. (in Ukrainian).
3. Polchaninova N.Yu., Prokopenko E.V. (2019). An updated checklist of spiders (Arachnida: Araneae) of Left-Bank Ukraine. Arachnologische Mitteilungen / Arachnology Letters, 57, 60-64. <https://doi.org/10.30963/aramit5711>
4. Tymchuk K., Polchaninova N., Zhuk A., Leheta U., Voloshyn V., Fedoriak M. (2021) Spiders (Araneae) as a component of ground-dwelling animal assemblages of the energy crop fields in northern Bukovyna (Ukraine). Ekologija (Bratislava), 40(3), 240-247.
5. Evtushenko K.V., Dyman' T.M., Yashchenko S.A. (2012). K izucheniyu paukov (Aranei) agrotsenozov Kievskoy oblasti. [On the study of spiders (Aranei) of

agrocenoses of the Kyiv region]. Ukrainian Entomological journal, 1(4), 16-25. (in Russian).

6. Prokopenko O.V., Kunakh, O.M., Zhukov A.V. (2010). Bioriznomanittia Ukrainy. Dnipropetrovska oblast. Pavuky (Aranei). [Biology of Ukraine. Dnipropetrovsk region. Spiders (Aranei)]. Dnipropetrovsk: View of Dnipropetrovsk. national un-ta. 340 s. (in Ukrainian).

7. Nentwig W. (2024). The catalog of the spiders Europeaen. Araneae. Spiders of Europe. Electr. Dan. Access mode: <https://araneae.nmbe.ch>

8. Pesenko Yu.A. (1982). Printsipy i metody kolichestvennogo analiza v faunisticheskikh issledovaniyakh. [Principles and methods of quantitative analysis in faunistic]. Moskva: Nauka. 287 s.

9. Polchaninova N. (2021). Spiders (Arachnida: Araneae) in dry grasslands of South Ukraine: a case study of Yelanetskyi Steppe Natural Reserve. Arachnologische Mitteilungen / Arachnology Letters Karlsruhe, April, 61: P. 27-35. doi: 10.30963/aramit6105

10. Yashchenko S.A., Dyman T.N. (2012). Pauki kak indikatory bioraznoobraziya v agroekosistemakh pri vysoko- i nizkozatratnom zemledelii. [Spiders as indicators of biodiversity of agroecosystems in low- and high-input farming systems]. Agroekologichnyi zhurnal. [Agroecological journal], (3), 142-144.

Надійшла до редакції: 10.09.2024

Прийнята до друку: 21.10.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

¹В.Г. СЕРГІЄНКО, кандидат сільськогосподарських наук

¹О.П. ТИЩУК

²Г.О. БАЛАН, кандидат сільськогосподарських наук

³Р.П. ЦУРКАН, кандидат сільськогосподарських наук

¹Інститут захисту рослин НААН,

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

²Одеський державний аграрний університет,

вул. Пантелеймонівська, 13, м. Одеса, 65012, Україна

АЛЕЛОПАТИЧНИЙ ВПЛИВ БУР'ЯНІВ НА ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ КУКУРУДЗИ

Мета. Дослідити вплив водних екстрактів бур'янів на проростання насіння кукурудзи. **Методи.** Інформаційно-аналітичний, лабораторні дослідження, математико-статистичний. Рослини бур'янів (10 г) подрібнювали, заливали окропом (200 мл), настоювали до охолодження, брали 1 мл готового розчину і вносили в чашки Петрі, розкладали насіння кукурудзи. Повторність 4-разова. Обліки проростання насіння проводили через 3—4 доби. Досліджено вплив водних екстрактів 17-ти видів бур'янів. **Результати.** Рослини бур'янів проявляли як інгібуючий, так і стимулюючий вплив на проростання насіння кукурудзи. Інтенсивно, зі схожістю 100% проростало насіння у екстрактах рослин лободи білої (*Chenopodium album* L.), мишію сизого (*Setaria glauca* L.), та підмаренника чіпкого (*Galium aparine* L.). Інші види тою чи іншою мірою гальмували проростання насіння. Найбільше пригнічення проявляли рослини суріпиці звичайної (*Barbarea vulgaris* R.Br.), гірчака березковидного (*Polygonum convolvulus* L.), пирію повзучого (*Elymus repens* (L.) Gould) та злинки канадської (*Erigeron canadensis* L.), у їхніх екстрактах проростало лише 65,3—75,0% насіння. Незначний інгібуючий вплив на проростання насіння кукурудзи мали також свинорий пальчастий, гірчак березковидний, плоскуха звичайна, осот жовтий з рівнем схожості 80—85%. В екстрактах рослин амброзії полинолистої (*Ambrosia artemisiifolia* L.), безрки польової (*Convolvulus arvensis* L.), кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale* Wigg.), портулаку городнього (*Portulaca oleracea* L.), хвоща польового (*Equisetum arvense* L.) проростання насіння кукурудзи було пригніченим, з малими стебельцями без утворення корінців. **Висновки.** Водорозчинні виділення з рослин бур'янів проявляли прямий інгібуючий, опосередкований, або стимулюючий вплив

на проростання насіння кукурудзи. Не мали негативного впливу на проростання насіння кукурудзи рослини лободи білої (*Chenopodium album* L.), мишію сизого (*Setaria glauca* L.) та підмаренника чіпкого (*Galium aparine* L.). Проте більшість бур'янів пригнічували проростання насіння, а найбільше — екстракти рослин суріпиці звичайної (*Barbarea vulgaris* R.Br.), гірчака березководного (*Polygonum convolvulus* L.), злинки канадської (*Erigeron canadensis* L.).

бур'яни; водні екстракти; кукурудза; насіння; проростання

Бур'яни є вагомим чинником втрати врожаю сільськогосподарських культур. Відомо близько 200 видів, які конкурують з рослинами кукурудзи за поживні речовини, світло, вологу. Конкуренція за основні фактори життя між культурами і бур'янами — це той чинник, який є визначальним для застосування заходів контролю останніх.

Особливу увагу варто приділити початковому етапу розвитку культури і встановити, які чинники впливають на рослину в цей період. Встановлено, що рослини відчують сусідство одна одної, а також можуть проявляти взаємний вплив навіть без фізичного контакту. Як, наприклад, маленький паросток кукурудзи завбільшки мізинець може визначати наявність бур'янів навколо нього? Цю інформацію, як своєрідний радар, він отримує завдяки світлу, яке відбивається від листової поверхні бур'янів. І вловлює це рослина дуже швидко, що було підтверджено під час проведення польових досліджень у посівах кукурудзи в фермерському господарстві штату Небраска [1]. Біохімічне явище хімічної взаємодії між рослинами через виділення вторинних метаболітів у навколишнє середовище відбувається завдяки алопатії, яка набирає все більшої популярності [2].

Сучасні методи контролю забур'яненості погано враховують едифікаторну роль культурних рослин в агрофітоценозі, не визначають частки бур'янів, яку культура здатна пригнітити у процесі конкурентних відносин. В агроценозах добре розвинені культурні рослини є домінантами, тобто здатні ценотично впливати на ріст бур'янів, стримуючи впродовж вегетації їхній розвиток [3]. Цю властивість культурних рослин варто використовувати. Ценотичне пригнічення культурними рослинами бур'янів ґрунтується на міжвидовій конкуренції за основні фактори життя.

Питання хімічної взаємодії між культурними та бур'янистими рослинами потребує детального вивчення, тому що старт конкурентних відносин між ними розпочинається на ранніх етапах органогенезу. Бур'яни виробляють вторинні метаболіти, відомі як алохімічні речовини, які належать до численних хімічних класів, таких як фенольні сполуки, алкалоїди, жирні кислоти, індоли, терпени тощо. В основі взаємодії рослин в агрофітоценозі лежать фізіолого-біохімічні про-

цеси, де головна роль відводиться кореневим виділенням. Однак фенольні сполуки є переважаючим класом алелохімічних речовин. Вивільнення алелохімічних речовин із бур'янів відбувається через фільтрацію листя, розкладання рослинних рештків, випаровування та кореневі ексудати [4].

Алелопатичні взаємини — одні з найскладніших, оскільки у цій формі тісно переплітаються прямий і опосередкований впливи. Прямий вплив визначається виділеннями рослин, а опосередкований — діяльністю мікроорганізмів. Алелопатія, як інструмент, може бути використана для роботи з проблемами забруднення навколишнього середовища та розвитку стійкості до гербіцидів. Жито, сорго, рис, соняшник, ріпак і пшениця були визначені як важливі алелопатичні культури. Ці культури виявляють свій алелопатичний потенціал, вивільняючи алелохімічні речовини, які не тільки пригнічують бур'яни, але й сприяють активності ґрунтових мікроорганізмів [5].

У складній агроєкосистемі, як культура, так і бур'ян демонструють алелопатичний ефект. Тому наукова та належна оцінка алелопатичних рослин необхідна шляхом попередніх досліджень. Це сприятиме збільшенню сільськогосподарського виробництва, зменшенню вартості пестицидів, небезпеки для навколишнього середовища, а також сталому контролю бур'янів і сталому розвитку сільськогосподарського виробництва [6].

Взаємовплив бур'янів і культурних рослин нині широко вивчається. С. Окрошко досліджувала алелопатичну дію водних витяжок із стебел, листя та кореневої системи найбільш поширених бур'янів на проростання насіння пшениці озимої. Негативний вплив водорозчинних виділень із *Erodium cicutarium* L., *Cirsium arvense* L. та *Sonchus arvensis* L. зменшив на 5,8—4,0% висоту проростків пшениці. А довжина кореневої системи культури була меншою відповідно на 5,7; 5,8 та 5,0% порівняно із контрольним варіантом. Водорозчинні виділення із *Stellaria media* L. та *Matricaria perforata* Merat. мали найменший вплив на ростові процеси пшениці озимої. Результати проведених досліджень дають обґрунтування появи недружніх сходів та відставання в рості рослин пшениці озимої. На схожість насіння пшениці озимої та подальший ріст кореневої системи й стебла проростків водні витяжки різних видів бур'янів мали різну гальмуючу дію [7]. Рослини квасолі відреагували зміною ростових параметрів, оскільки алелопатичні сполуки водних витяжок із дослідних видів бур'янів гальмували ріст зародкового корінця [8].

За даними В. Яшук, пророщування насіння рослини-акцептора у водних екстрактах рослини-донора доводять суттєвий негативний вплив фізіологічно активних речовин, які містяться в органах рослин, на проростання насіння. Встановлено, що насіння злакових трав, про-

рошене у водних екстрактах лядвенцю рогатого, втрачає свою схожість порівняно з контролем у середньому на 11—12%, а насіння лядвенцю рогатого, пророщене в екстрактах органів рослин злакових трав, — на 5—11%. Встановлено явище синергізму (стимулювання росту) зародкових коренів лядвенцю рогатого під впливом фізіологічно активних речовин з екстрактів вегетативної та кореневої маси злакових видів трав. Довжина зародкових коренів рослин лядвенцю рогатого, пророщених у витяжках з рослин злакових трав, збільшується від 12,8 до 14,0—14,6 мм, або на 9—14% [9].

Лабораторними дослідженнями не виявлено негативного впливу насіння супутніх культур (озимих та ярих) на довжину сходів та енергію проростання цибулі ріпчастої. Суміш насіння тритикале озимого та вики ярої сприяла збільшенню довжини сходів на 14%. Проте водні витяжки з надземної фітомаси та коренів супутніх культур загалом значно пригнічують проростання насіння цибулі ріпчастої на 3-тю добу від початку сходів. Надалі (на 7—10-ту добу) ступінь депресії зменшується. Найбільш токсичним для сходів цибулі виявився екстракт із коренів та надземної фітомаси у фазі вилягання листків самої цибулі (Контроль 2) — схожість насіння на 3-тю добу становила 24—36%, за дії дистильованої води (Контроль 1) — 51—55% [10].

В умовах модельного досліду, проведеного Г. Господаренко та ін., встановлено методом прямого біотестування вплив алолопатично активних речовин з буркуну білого, гірчиці білої, редьки олійної, вики ярої та гречки на пшеницю озиму. Вказано, що на енергію проростання насіння озимини водні витяжки сидеральних культур мали пригнічуючий ефект. Енергія проростання на фоні витяжок з буркуну білого була в 6 разів нижчою, ніж у варіанті з дистильованою водою. Схожість пшениці озимої у контрольному варіанті становила 91,9% і майже такою ж лишалася на фоні водних витяжок з гречки (91,6%). Екстракти з редьки олійної та гірчиці білої зумовили збільшення схожості до 95,0%, в той час як буркун білий та вика яра знизили цей показник, відповідно, до 81,7 і 85,0%. Водні витяжки з біомаси гірчиці білої, редьки олійної, вики ярої та гречки стимулювали ріст і розвиток проростків пшениці озимої, з буркуну білого — проявляли алолопатичне пригнічення [11].

Бур'яни залишають величезну кількість своїх решток на полі і впливають на пов'язані, а також на наступні культури в різних системах вирощування. Вивільнення алолохімічних речовин із бур'янів впливає на проростання, приживлення, ріст, урожайність і фізіологію культурних рослин [4].

Алолопатія, як процес хімічної взаємодії між рослинами та іншими організмами, може бути використана для управління кількома біотичними та абіотичними стресами, якщо відомі основні механізми

явищ і рослини з алелопатичним потенціалом. Серед різних біологічних методів захисту від бур'янів, алелопатія може сприяти зниженню витрат та підвищити ефективність без будь-яких негативних наслідків впливу на навколишнє середовище [12]. Використовуючи алелопатичні культури можна додатково захистити біорізноманіття рослин і покращити стратегії захисту від бур'янів у різноманітних екосистемах — вважає Weston L. [13]. Алелопатія має багатообіцяюче майбутнє для її застосування в сільському господарстві з метою контролю бур'янів, покращення здоров'я ґрунту та пригнічення хвороб рослин [14, 15]. Останні досягнення в хімії алелопатії полегшують використання алелохімікатів для виробництва біогербіцидів. Кілька біотехнологій, таких як індукція стресу та методи генної інженерії, можуть посилити алелопатичний потенціал сільськогосподарських культур або запровадити алелопатичні ознаки *de novo* [2, 12].

Отже, в процесі спільної вегетації бур'яни і культурні рослини проявляють взаємний вплив, що може відчутно позначатися на рості та розвитку культури. Явище алелопатії може бути використане в розробці екологічно безпечних методів контролювання бур'янів у посівах сільськогосподарських культур.

Мета роботи полягала у дослідженні алелопатичного впливу бур'янів на проростання насіння кукурудзи.

Матеріал і методи досліджень. Роботу проводили протягом 2023—2024 рр. На дослідному полі, де вирощували кукурудзу, відбирали зразки рослин бур'янів. В дослідах були використані 17 видів бур'янів. В лабораторних умовах готували водні екстракти бур'янів з розрахунку 10 г на 200 мл води. Таку концентрацію розчину було підбрано в результаті попередніх досліджень. Бур'яни подрібнювали, засипали в колбу і заливали свіжоприготовленим гарячим окропом та залишали до охолодження на 2—2,5 год. Потім розчин фільтрували і вносили по 1 мл у підготовлені чашки Петрі з фільтрувальним папером та розкладали в них насіння по 10 шт. Повторність — 4-разова. Чашки з насінням витримували при кімнатній температурі (22—24°C). В дослідах використовували сорт кукурудзи Хорол. Обліки проростання насіння проводили на 3—4-ту добу. Розраховували середнє арифметичне та стандартну похибку, використовуючи програму Microsoft Excel 2010.

Результати досліджень і обговорення. Досліди, проведені з проростанням насіння кукурудзи у водних екстрактах бур'янів, дали можливість встановити, які з них проявляють інгібуючий, а які стимулюючий вплив. У контролі, де замість екстрактів бур'янів використовували водопровідну воду, все насіння кукурудзи мало проростання 100%, у варіанті зі злинкою канадською — 96% (див. табл.). У дослідних варіантах 100% проростання зафіксоване з використанням амброзії полинолистої, лободи білої, мишію сизого та підмаренника чіпкого.

**Проростання насіння кукурудзи у водних
екстрактах бур'янів, %**

Назва рослин	Контроль (вода)	Дослід	Примітка
Амброзія полинолиста (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)	100	100	Проростання без корінців
Березка польова (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)	100	95,0	Не інтенсивний ріст, стебельця значно менші порівняно з контролем
Галінсога дрібноквіткова (<i>Calinsoga parviflora</i> L.)	100	95,0	Не інтенсивний ріст
Гірчак березковидний (<i>Polygonum convolvulus</i> L.)	100	83,0	Загальмоване проростання, без утворення корінців
Злинка канадська (<i>Erigeron canadensis</i> L.)	96,0	75,0	Пригнічений ріст, корінці і стебла малі
Кульбаба лікарська (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	100	93,5	Не інтенсивний ріст, стебельця значно менші порівняно з контролем
Лобода біла (<i>Chenopodium album</i> L.)	100	100	Нормальне проростання
Мишій сизий (<i>Setaria glauca</i> L.)	100	100	Нормальне проростання
Плоскуха звичайна (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.)	100	85,0	Не інтенсивний ріст
Пирій повзучий (<i>Elymus repens</i> (L.) Gould)	100	66,7	Загальмоване проростання, деякі зернини лише наклюнулись
Підмаренник чіпкий (<i>Galium aparine</i> L.)	100	100	Інтенсивне проростання
Портулак городній (<i>Portulaca oleracea</i> L.)	100	90,0	Загальмоване проростання, деякі зернини лише наклюнулись
Осот жовтий (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	100	85,0	Проростання слабке, без корінців
Свинорій пальчастий (<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers)	100	80,0	Загальмоване проростання
Сурипиця звичайна (<i>Barbaria vulgaris</i> R. Br.)	100	65,3	Пригнічений ріст, корінці і стебла малі
Хвощ польовий (<i>Equisetum arvense</i> L.)	100	90,0	Проростання слабке, без корінців
Щириця звичайна (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	100	85,0	Пригнічений ріст, стебельця малі

Як бачимо, ці рослини не мали негативного впливу на проростання насіння кукурудзи.

Інші рослини бур'янів тою чи іншою мірою інгібували процес проростання насіння кукурудзи. Найбільше пригнічення проявляли рослини суріпиці звичайної, пірїю повзучого та злинки канадської, в екстрактах яких проростало лише 65,3, 66,7 та 75,0% насіння відповідно.



Рис. Результати проростання насіння кукурудзи у водних екстрактах кульбаби лікарської і лободи білої

Ці дані деякою мірою збігаються із дослідженнями інших авторів. Як зазначають О.О. Івашенко та О.О. Івашенко, сусідство з пирієм викликає достовірне пригнічення рослин кукурудзи. Кореневі виділення (коліни) пирію повзучого блокують ріст коренів кукурудзи і обмежують можливості засвоєння ними сполук азоту з ґрунту [16]. С. Окрошко також встановлено, що на всіх дослідних варіантах присутність алелопатично активних речовин пирію повзучого гальмує енергію проростання насіння кукурудзи [17]. Дослідженнями В. Ворони встановлено, що присутність водорозчинних виділень із кореневищ пирію повзучого гальмує енергію проростання насіння кукурудзи незалежно від рівня їхньої концентрації [18].

Незначний інгібуючий вплив на проростання насіння кукурудзи мали також свинорий пальчастий, гірчак березковидний, плоскуха звичайна, осот жовтий з рівнем схожості 80%, 83 та 85%. Слід зазначити, що в екстрактах рослин амброзія полинолиста, березка польова, кульбаба лікарська, портулак городній та хвощ польовий насіння хоч і проростало на 90—95%, проте цей ріст був загальмованим, пригніченим, без утворення корінців. Отже, ці рослини теж опосередковано впливали на проростання насіння кукурудзи.

У процесі вегетації культури важливо проводити моніторинг забур'яненості посівів. Як стверджують деякі дослідники, бур'яни, які з'являються раніше культури, більшою мірою знижують урожай, оскільки вони протягом усього вегетаційного періоду конкурують із культурними рослинами і постійно випереджають їх у розвитку. Бур'яни, що проростають водночас із сільськогосподарськими культурами, створюють значно менше загроз, але здійснюють істотне пригнічення культури. Якщо на ранньому етапі розвитку культури доводиться конкурувати з бур'янами, то рослина виростає слабкою, що робить її більш сприйнятливою до різних факторів навколишнього середовища [19].

Спостереження, проведені за розвитком кукурудзи в польових умовах, дозволили виявити домінуючу її роль щодо лободи білої, мишію сизого, галінсоги дрібноквіткової. Адаже висота цих рослин на забур'янених ділянках була у 2,2—2,8 разів нижча за культуру.

ВИСНОВКИ

У агрофітоценозах сегетальні й культурні рослини постійно перебувають у стані взаємного прямого чи опосередкованого впливу. Дослідження явища алелопатії доцільне з метою виявлення тих бур'янів, які може пригнічувати культура, і які пригнічують культуру в процесі онтогенезу.

В результаті проведених досліджень встановлено, що водорозчинні виділення з рослин лободи білої (*Chenopodium album* L.), мишію

сизого (*Setaria glauca* L.) та підмаренника чіпкого (*Galium aparine* L.) не мали негативного впливу на проростання насіння кукурудзи. Проте більшість бур'янів, що трапляються в агроценозі кукурудзи, тою чи іншою мірою можуть пригнічувати її проростання. Суріпиця звичайна (*Barbarea vulgaris* R.Br.), гірчак березковидний (*Polygonum convolvulus* L.), злинка канадська (*Erigeron canadensis* L.) проявляють інгібуючий вплив на проростання насіння кукурудзи. Ці рослини проростають рано навесні і можуть суттєво конкурувати в подальшому з культурою за основні фактори життя.

Фінансування: дослідження виконано в рамках НДР ПНД 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» («Захист рослин») Підпрограма 03. «Сегетальна рослинність в агроценозах» («Герботологія»), завдання **24.03.01.01.Ф.** Обґрунтування концепції формування ефективних і біологічно безпечних систем контролювання бур'янів у посівах ширококорядних і овочевих культур. ДР № 0121U000117.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Боротьба з бур'янами в органічному сільському господарстві. Національний посібник з органічного сільського господарства від ФАО ООН. 2024. URL: <https://organni.com/organic-weed-control/>
2. Scavo A., Mauromicale G. Crop Allelopathy for Sustainable Weed Management in Agroecosystems: Knowing the Present with a View to the Future. *Agronomy*. 2021. 11(11). 2104. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112104>
3. Сторчоус І.М. Конкуренція рослин кукурудзи та бур'янів. *Агроном*. 2018. № 2. С. 114-118.
4. Zohaib A., Abbas T., Tabassum T. Weeds Cause Losses in Field Crops through Allelopathy. *Notulae Scientia Biologicae*. 2016. 8(1). 47-56. <https://doi.org/10.15835/nsb819752>
5. Jabran K., Mahajan G., Sardana V., Chauhan B.S. Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*. 2015. Vol. 72. P. 57-65. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.03.004>
6. Shirgapure K.H., Ghosh P. Allelopathy a Tool for Sustainable Weed Management. *Archives of Current Research International*. 2020. 20(3). P. 17-25. <https://doi.org/10.9734/acri/2020/v20i330180>
7. Окрушко С.Є. Алелопатичний вплив бур'янів на проростання насіння пшениці озимої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 3(30). С. 110-125. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-3-8
8. Окрушко С.Є. Вплив водних витяжок із різних органів бур'янів на проростання *Phaseolus vulgaris* L. Всеукраїнська науково-практична кон-

ференція «Екологоорієнтовані технології вирощування сільськогосподарської продукції в умовах ґрунтозбереження та кліматичної нейтральності». 2024. 23-24 травня. Вінниця. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/36798.pdf>

9. Ящук В.А. Вплив водних екстрактів з рослин лідвенцю рогатого та злакових трав на проростання насіння. Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2017. Вип. 83. С. 126-132.

10. Vitanov O., Zelendin Y., Chefonova N. et al. Allelopathic properties of associated onion plants. *Vegetable and Melon Growing*. 2021. (68). 52-62. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2020-68-52-62>

11. Господаренко Г.М., Лисянський О.Л. Аделопатичний вплив сидеральних культур на пшеницю озиму. *Вісник ЖНАЕУ*. 2015. № 2 (50), т. 1. С. 190-198.

12. Sodaeizadeh H., Hosseini Z. Allelopathy an environmentally friendly method for weed control. 2012 — openresearchlibrary.org International Conference on Applied Life Sciences (ICALS2012) Turkey, September 10-12, 2012.

13. Weston L.A., Duke S.O. Weed and Crop Allelopathy. Cornell University, Ithaca, NY 14853 and USDA Natural Products Utilization Research Unit, PO Box 8048| Published online: 18 Jun 2010. P. 367-389. <https://doi.org/10.1080/713610861>

14. Muhammad Z., Inayat N., Majeed A. et al. Allelopathy and Agricultural Sustainability: Implication in weed management and crop protection — an overview. *European Journal of Ecology*. 2019. Issue Vol. 5 № 2. P. 54-61. <https://doi.org/10.2478/eje-2019-0014>

15. Ullah H., Khan N., Khan I.A. Complementing cultural weed control with plant allelopathy: Implications for improved weed management in wheat crop. *Acta Ecologica Sinica*. Vol. 43, Issue 1, February 2023, P. 27-33. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2021.06.006>

16. Іващенко О.О., Іващенко О.О. Загальна гербологія. Монографія. Київ: Фенікс, 2019. 752 с. <https://doi.org/10.36495/ISBN978-966-136-649-6/2019.752s>

17. Окрушко С.Є. Вплив водних витяжок із кореневищ *Elytrigia Repens* L. на проростання насіння кукурудзи. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2022. № 2 (4). С. 43-50.

18. Ворона В.С. Значення аделопатичних взаємодій рослин у формуванні фітоценозів. Матеріали Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції. Проблеми відтворення та охорони біорізноманіття України в світлі вчення про ноосферу. Полтава: Астроя, 2009. С. 83-85. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/11228>

19. Марченко Д.І. Конкурентні взаємовідносини сої та бур'янів в агроценозах. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 114. С. 84-90. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.12>

¹Sergienko V., ORCID: 0000-0003-4386-9307

¹Tyshchuk O., ORCID: 0000-0002-9733-3877

²Balan G., ORCID: 0000-0002-0485-843X

Tsurkan R., ORCID: 0009-0004-5986-9365

¹Institute of Plant Protection of the NAAS,

33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

²Odesa State Agrarian University,

13, Panteleimonivska str., Odesa, 65012, Ukraine

Allelopathic influence of weeds on corn seed germination

Goal. To investigate the effect of water extracts of weeds on the germination of corn seeds. **Methods.** Informational and analytical, laboratory research, mathematical and statistical. Weed plants (10 g) were crushed, poured with boiling water (200 ml), infused until cooled, 1 ml of the finished solution was taken and placed in Petri dishes and corn seeds were laid out. Seed germination was recorded after 3—4 days. The effect of aqueous extracts of 17 types of weeds was investigated. **Results.** Weed plants showed both inhibitory and stimulating effects on the germination of corn seeds. Seeds germinated intensively with 100% germination in plant extracts of *Chenopodium album* L., *Setaria glauca* L. and *Galium aparine* L. Other species inhibited seed germination to one degree or another. The greatest suppression was shown by the plants of *Barbaréa vulgáris* R. Br., *Polygonum convolvulus* L., *Elymus repens* (L.) Gould and *Erigeron canadensis* L., in the extracts of which only 65—75.0% of seeds. A slight inhibitory effect on the germination of corn seeds was also exerted by sorghum, birch mustard, common flatleaf, and yellow thistle with a germination rate of 80%, 83% and 85%. In the extracts of such plants as *Ambrosia artemisiifolia* L., *Convolvulus arvensis* L., *Taraxacum officinale* Wigg., *Portulaca oleracea* L., *Equisetum arvense* L. maize seed germination had a depressed appearance, with small stems without root formation, indicating an indirect effect of these plants on maize seed germination. **Conclusions.** Water-soluble secretions from weed plants showed a direct inhibitory, mediated, or stimulating effect on the germination of corn seeds. *Chenopodium album* L., *Setaria glauca* L. and *Galium aparine* L. had no negative effect on corn seed germination. However, most weeds inhibited seed germination. The greatest suppression was shown by the extracts of *Barbaréa vulgáris* R. Br., *Polygonum convolvulus* L. and *Erigeron canadensis* L.

weeds; water extracts; corn; seeds; germination

REFERENCES

1. Borotba z burianamy v orhanchnomu silskomu hospodarstvi. [Weed control in organic agriculture]. Natsionalnyi posibnyk z orhanichnoho silskoho hos-

podarstva vid FAO OON. (2024). URL: <https://organni.com/organic-weed-control/> (in Ukrainian).

2. Scavo A., Mauromicale G. (2021). Crop Allelopathy for Sustainable Weed Management in Agroecosystems: Knowing the Present with a View to the Future. *Agronomy*, 11(11), 2104. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112104>

3. Storchous I.M. (2018). Konkurentsia roslyn kukurudzy ta burianiv. [Competition between corn plants and weeds]. *Ahronom*, (2), 114-118. (in Ukrainian).

4. Zohaib A., Abbas T., Tabassum T. (2016). Weeds Cause Losses in Field Crops through Allelopathy. *Notulae Scientia Biologicae*, 8(1), 47-56. <https://doi.org/10.15835/nsb819752>

5. Jabran K., Mahajan G., Sardana V., Chauhan B.S. (2015). Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*, 72, 57-65. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.03.004>

6. Shirgapure K.H., Ghosh P. (2020). Allelopathy a Tool for Sustainable Weed Management. *Archives of Current Research International*, 20(3), 17-25. <https://doi.org/10.9734/acri/2020/v20i330180>

7. Okrushko S.Ie. (2023). Aleopatychnyi vplyv burianiv na prorostannia nasinnia pshenytsi ozymoi. [Allelopathic effect of weeds on the germination of winter wheat seeds]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo*, № 3 (30), 110-125. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-3-8 (in Ukrainian).

8. Okrushko S.Ie. (2024). Vplyv vodnykh vytyazhok iz riznykh orhaniv burianiv na prorostannia *Phaseolus vulgaris* L. [The effect of water extracts from different organs of weeds on the germination of *Phaseolus vulgaris* L]. *Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia: «Ekolohoorientovani tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskoi produktsii v umovakh gruntozberezhennia ta klimatychnoi neitralnosti»*. Vinnytsia: 2024-08-02. 23-24 travnia. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/36798.pdf> (in Ukrainian).

9. Iashchuk V.A. (2017). Vplyv vodnykh ekstraktiv z roslyn liadventsiu rohatoho ta zlakovykh trav na prorostannia nasinnia. [Effect of aqueous extracts from *Lotus corniculatus* plants and grasses on seed germination]. *Kormy i kormovyrobnytstvo: mizhvid. temat. nauk. zb.*, 83, 126-132. (in Ukrainian).

10. Vitanov O., Zelendin Y., Chefonova N., Melnyk O., Ivanin D., Uriupina L. (2021). Allelopathic properties of associated onion plants. *Vegetable and Melon Growing*, (68), 52-62. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2020-68-52-62>

11. Hospodarenko H.M., Lysianskyi O.L. (2015). Aleopatychnyi vplyv syderalnykh kultur na pshenytsiu ozymu. [Allelopathic influence of side crops on winter wheat]. *Visnyk ZhNAEU*, № 2 (50), t. 1. S. 190-198 (in Ukrainian).

12. Sodaeizadeh H., Hosseini Z. (2012). Allelopathy an environmentally friendly method for weed control. 2012 — openresearchlibrary.org International Conference on Applied Life Sciences (ICALS2012) Turkey, September 10-12.

13. Weston L.A., Duke S.O. (2020). Weed and Crop Allelopathy. Cornell University, Ithaca, NY 14853 and USDA Natural Products Utilization Research Unit, PO Box 8048| Published online: 2010. Pages 367-389. <https://doi.org/10.1080/713610861>
14. Muhammad Z., Inayat N., Majeed A., Rehmanullah Ali, H., & Ullah K. (2019). Allelopathy and Agricultural Sustainability: Implication in weed management and crop protection — an overview. *European Journal of Ecology*, 5(2), 54-61. <https://doi.org/10.2478/eje-2019-0014>
15. Ullah H., Khan N., Khan I.A. (2023). Complementing cultural weed control with plant allelopathy: Implications for improved weed management in wheat crop. *Acta Ecologica Sinica*, 43(1), February 2023, 27-33. <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2021.06.006>
16. Ivashchenko O.O., Ivashchenko O.O. (2019). *Zahalna herbolohiia. [General herbology]. Monohrafiia. Kyiv: Feniks. 752 s.* <https://doi.org/10.36495/ISBN978-966-136-649-6/2019.752s> (in Ukrainian).
17. Okrushko S.Ie. (2022). Vplyv vodnykh vytyazhok iz korenevnykh *Elytrigia repens* L. na prorostannia nasinnia kukurudzy. [The effect of water extracts from the rhizomes of *Elytrigia repens* L. on the germination of corn seeds]. *Zemlerobstvo ta roslыnnystvo: teoriia i praktyka*, № 2 (4), 43-50. (in Ukrainian).
18. Vorona V.S. (2009). Znachennia alelopatychnykh vzaiemodii roslyn u formuvanni fitotsenoziv. [The importance of allelopathic interactions of plants in the formation of phytocenoses]. *Materialy Vseukrainskoi studentskoi nauko-vo-praktychnoi konferentsii. Problemy vidtvorennia ta okhorony bioriznomanit-tia Ukrainy v svitli vchennia pro noosferu. Poltava: Astraia. S. 83-85.* URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/11228> (in Ukrainian).
19. Marchenko D.I. (2020). Konkurentni vzaiemovidnosyny soi ta burianiv v ahrotsenozakh. [Competitive interactions of soybeans and weeds in agrocenoses]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, (114), 84-90. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.12> (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 01.08.2024

Прийнята до друку: 23.09.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

Фітосанітарна безпека. 2024. Вип. 70.

УДК 633.85 : 632.9

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2024.70.303-316>

О.В. СНІЖОК, кандидат сільськогосподарських наук

В.В. ПЕРШУТА, кандидат сільськогосподарських наук

Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН,
вул. Рівненська, 5, с. Шубків, Рівненський р-н, Рівненська обл.,
35325, Україна

ОЦІНКА ВПЛИВУ ПОГОДНИХ УМОВ ТА СИСТЕМИ ЗАХИСТУ СОНЯШНИКУ НА РОЗВИТОК ШКІДЛИВИХ ОРГАНІЗМІВ У ЗОНІ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

Мета. Вивчити вплив погодних умов та системи захисту на видовий склад шкідливих організмів на посівах соняшнику в зоні Західного Полісся. **Методи.** Візуальний — для визначення фенологічних фаз росту і розвитку культури; підрахунковий — визначення розвитку хвороб, шкідників, параметрів структури врожаю та урожайності культури; хімічний — визначення вмісту елементів живлення в ґрунті; математико-статистичний — для оцінювання достовірності результатів досліджень. **Результати.** Встановлено, що в агроценозі соняшнику погодні умови та система захисту мають вагомий вплив на видовий склад шкідливих організмів у зоні Західного Полісся. Встановлено, що зміна клімату (середня річна температура повітря в Україні за останнє століття підвищилася більше, ніж на 0,9°C) та створення нових ранньостиглих сортів та гібридів соняшнику зумовили сприятливі умови для вирощування культури у Західних регіонах. Аналіз статистичних даних показав, що площі під посіви соняшнику у Рівненській області зросли з 3 тис. га у 2015 р. до 49 тис. га у 2023 р., у Волинській — з 2 до 41,8 тис. га. Проте, в даних областях фіксуються перепади погодних умов — сильні короточасні зливи чергуються з посухою. Свої корективи вносять і порушення правил агротехніки. Ці чинники зумовлюють зростання хвороботворної інфекції та кількості бур'янів. Дослідження показали, що видовий склад та розвиток хвороб і бур'янів має пряму залежність від погодних умов. У 2022 р. середньодобова температура повітря становила 11,1°C, що на 2,0°C нижче багаторічних даних, та випало 49,6 мм опадів (кліматична норма 24 мм). Такі погодні умови значно сповільнили розвиток соняшнику і сприяли значній щільності бур'янового покриття (816,0 шт./м²). У 2021 та 2023 роках чисельність бур'янів не перевищувала 487 шт./м². В період вегетації оптимальна температура повітря

(19,8°C) і часті опади (випало 283,8 мм опадів) у 2022 р. зумовили на варіантах без фунгіцидів значний розвиток септоріозу (30,2—32,4%) та білої гнилі на стеблах соняшнику (28,0—35,0%), а на кошиках розвиток становив 59,0—65,0%. **Висновки.** В зоні Західного Полісся найбільш поширеними впродовж 2021—2023 рр. були бур'яни: плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* L.), фіалка польова (*Viola arvensis* Murr.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), гірчак берізкоподібний (*Polygonum convolvulus* L.), осот рожевий (*Cirsium arvense* L.), зірочник середній (*Polygonum convolvulus* L.), падалиця ріпаку (*Brassica napus* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.); хвороби — септоріоз (*Septoria helianthi* Ell.) та біла гниль (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib.).

соняшник; хвороби; бур'яни; розвиток; обприскування; гербіциди; фунгіциди; погодні умови

За останні роки в Україні соняшник став однією з найважливіших та найбільш рентабельних сільськогосподарських культур. У 2021 р. Україна збрала рекордний врожай соняшнику. За офіційними даними він склав 16,4 млн т, що більше ніж на 3 млн т перевищило показник попереднього року. Враховуючи непоганий попит на соняшникову олію на глобальному ринку та високі світові ціни, планували, що в сезоні 2022—2023 Україна оновить свої попередні рекорди з виробництва та експорту олії. Але повномасштабне російське вторгнення призвело до блокування українських чорноморських портів та зупинки більшої частини підприємств з переробки соняшнику, в зв'язку з чим зменшились посівні площі та врожай соняшнику у 1,4 раза (4817 тис. га та 11,5 млн т), адже південні та східні області України які були повністю або частково окуповані росією, є базовими для вирощування соняшнику (їх частка становить понад 30%) [1].

Зміна кліматичних умов та створення нових ранньостиглих сортів та гібридів соняшнику зумовили сприятливі умови для вирощування культури у Західних регіонах. Саме у Західних областях спостерігається різке збільшення посівних площ під соняшник. Всього за роки з 2015 по 2023 площі під посівами соняшнику у Рівненській області зросли у 16 разів, у Волинській — у 20 [2—4].

Проте, нестабільність погодних умов у цих регіонах (перепати температури, сильні короткочасні зливи, які чергуються з посухою) та порушення правил агротехніки (недотримання сівозміни, строків сівби, невдалі попередники тощо) призводять до накопичення в полях великої кількості збудників хвороб, шкідників та шкідливої рослинності [5—7].

Тривалий час вважалося, що соняшник не потребує фунгіцидного захисту, бо шкідливість хвороб зазвичай не досягала рівнів, які мог-

ли би значно вплинути на урожай. Однак, змінюються погодно-кліматичні умови, змінюються принципи господарювання і доводиться констатувати, що фунгіцидні обробки стали невід'ємною складовою технології вирощування соняшнику [8—10].

Виходячи з цього, актуальності набуває пошук обґрунтованого раціонального використання пестицидів з урахуванням видового складу патогенів та динаміки їхнього розвитку, підвищення економічної та технічної ефективності вирощування соняшнику в умовах Західного Полісся [11, 12].

Мета досліджень — вивчити вплив системи захисту та погодних умов на видовий склад патогенів у посівах соняшнику в умовах Західного Полісся.

Методика. Дослідження проводили впродовж 2021—2023 рр. на дослідному полі Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН. Територіально даний регіон відноситься до Західного Лісостепу України.

Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем типовий слабкогумусний легкосуглинковий. Площа облікової ділянки — 50 м², триразова повторність. Попередник — ріпак озимий. Розміщення ділянок — систематичне. Сіяли гібрид ЛГ-50510. Сходи соняшнику у роки досліджень з'являлися через 10—12 днів.

Фенологічні спостереження проводили за Методичними вказівками по проведенню наукових досліджень в землеробстві, рослинництві і агрохімії (1976), та відповідно до методики Держсортмережі (1975).

Обприскування соняшнику ґрунтовими гербіцидами Проксоніл 720, КЕ (пропізохлор, 720 г/л), 2,2 л/га та Пледж 50, ЗП (флуміоксазин, 511 г/кг), 0,12 г/га проводили відразу після сівби. По вегетації проти злакових бур'янів обробляли грамініцидом Фронт'єр Оптіма, КЕ (диметенамід-П 720 г/л) — 1,0 л/га. Фунгіцид Аканто Плюс, КС (ципроконазол, 80 г/л + пікоксістробін, 200 г/л), 1,0 л/га застосовували у фазу соняшнику 8 листків.

Обліковували бур'яни після появи сходів через 7 діб, 14 та 21 добу. Визначали видовий склад бур'янів та кількість на 1 м² [13].

Обліки хвороб та шкідників проводили за методикою В.П. Омелюти [14, 15]. Для визначення хвороб брали на 10-ти майданчиках по 10 уражених рослин. Технічну ефективність дії препаратів та економічну ефективність визначали за методикою С.О. Трибеля та ін. [13].

В період збирання робили структурний аналіз та облік урожаю соняшнику. Дані обліку врожаю обраховували методом дисперсійного аналізу за В.О. Єщенко [15] за допомогою комп'ютерної програми.

Результати досліджень та обговорення. Соняшник — це культура з високою конкурентоспроможністю щодо бур'янів, хоча відзначається повільним ростом на початку вегетації та доволі просторими фітоце-

нотичними межами при широкорядному способі сівби. У вільних від культури нішах розвиваються різні види бур'янів, біологія розвитку яких збігається з біологією культури, що великою мірою посилює конкуренцію за фактори життя та шкідливість. У зв'язку з цим бур'яни у посівах даної культури здатні формувати велику вегетативну масу, яка стримує, а часом і зовсім пригнічує ріст та розвиток культурних рослин.

Характерною особливістю зони Західного Полісся є те, що в I декаді травня спостерігаються різкі перепади температури вночі і вдень, приморозки на поверхні ґрунту та нестача вологи. Саме погодні умови у 2022—2023 рр. зумовлювали нерівномірні сходи соняшнику та сповільнювали їхній розвиток.

У III декаді квітня та I декаді травня 2022 р. середньодобова температура повітря становила 12,4°C (що на 2,0°C нижче багаторічних даних) та випало 49,6 мм опадів (кліматична норма 24 мм). Такі погодні умови значно сповільнили розвиток соняшнику, проте сприяли високій щільності бур'янового покриву. На контролі чисельність бур'янів становила 816,0 шт./м², на варіантах з внесенням ґрунтових гербіцидів була нижчою на 49—52%.

У 2021 та 2023 роках кількість опадів не перевищувала 14 мм, що стримало чисельність бур'янів на рівні 454 та 487 шт./м² у контролі й відповідно 35,3 та 136,6 шт./м² у варіантах з ґрунтовими гербіцидами (табл. 1).

Видовий склад бур'янів дещо відрізнявся за роками досліджень, проте переважна кількість бур'янів, характерних для зони досліджень, спостерігалася кожного року. Це були: плоскуха звичайна, фіалка польова, шириця звичайна, лобода біла, гірчак берізкоподібний, осот рожевий, зірочник середній, падалиця ріпаку, грицики звичайні.

Аналіз щільності бур'янового покриву за період досліджень в середньому по роках через 7 діб після появи сходів показав, що внесення гербіциду Проксоніл 720, КЕ (2,2 л/га) стримувало чисельність бур'янів на рівні 5,5—18,0 шт./м², за обприскування ґрунтовим гербіцидом Пледж 50, ЗП — 9,0—20,0 шт./м², в той час, як на контролі (без гербіцидів) цей показник був на 94—97% більшим (табл. 2). Відзначено, що нова хвиля бур'янів починала з'являтися на 22—24 добу після внесення ґрунтових гербіцидів. Найчисельнішими були плоскуха звичайна, лобода біла, фіалка польова та шириця звичайна.

Після другого обліку через 14 діб після появи сходів на варіанті з гербіцидом Проксоніл 720, КЕ (2,2 л/га) кількість бур'янів становила 157,4—163,8 шт./м², переважну кількість з яких (132,0—145,2 шт./м²) складала плоскуха звичайна. За обприскування ґрунтовим гербіцидом Пледж 50, ЗП (0,12 г/га) кількість бур'янів була в межах 133,0—168,0 шт./м², з них 79—90% також була плоскуха звичайна. На

1. Чисельність бур'янів на посівах соняшнику (Інститут сільського господарства Західного Полісся, 2021—2023 рр.)

Варіант	Чисельність бур'янів, шт./м ²									
	2021			2022			2023			
	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*	
Без пестицидів (контроль)	298,9	409,2	487,5	109,0	748,0	816,0	185,0	246,5	454,0	
Проксоніл 720, КЕ — 2,2 л/га	10,5	19,4	38,7	5,5	393,0	419,0	18,0	79,0	134,0	
Пледж 50, ЗП — 0,12 г/га	12,3	21,9	35,3	11,5	370,0	394,0	20,0	112,0	136,5	
Проксоніл 720, КЕ — 2,2 л/га; Фронт'єр Оптіма, КЕ — 1,0 л/га; Аканто Плюс, КС — 1,0 л/га	6,3	21,7	12,1	8,0	353,5	69,5	11,0	97,0	39,5	
Пледж 50, ЗП — 0,12 г/га; Фронт'єр Оптіма, КЕ — 1,0 л/га; Аканто Плюс, КС — 1,0 л/га	10,9	20,5	10,9	9,0	278,0	64,0	14,0	100,5	37,0	
Примітка: * — облік										

2. Ефективність застосування гербіцидів на посівах соняшнику (Інститут сільського господарства Західного Полісся, 2021—2023 рр.)

Варіант	Середня чисельність бур'янів, шт./м ²			Технічна ефективність, %	
	1 облік	2 облік	3 облік	грунтові	грунтові + грамнішид
Без пестицидів (контроль)	197,6	467,8	585,8	—	—
Проксоніл 720, КЕ — 2,2 л/га	11,9	163,8	197,2	94,0	—
Пледж 50, ЗП — 0,12 г/га	14,6	168,0	188,6	91,8	—
Проксоніл 720, КЕ — 2,2 л/га; Фронт'єр Оптіма, КЕ — 1,0 л/га; Аканто Плюс, КС — 1,0 л/га	8,4	157,4	40,4	94,9	93,4
Пледж 50, ЗП — 0,12 г/га; Фронт'єр Оптіма, КЕ — 1,0 л/га; Аканто Плюс, КС — 1,0 л/га	11,3	133,0	37,3	93,5	93,9
НІР ₀₅	—	—	—	3,64	0,49

контрольному варіанті щільність бур'янового покриття за другого обліку становила 467,8 шт./м² (у т.ч. 242,7 шт./м² — плоскуха звичайна) (фото 1).

Найвища середня технічна ефективність ґрунтових гербіцидів за роки досліджень була за першого обліку і становила 91,8—94,9% (табл. 2). За даними таблиці 2 на варіантах, оброблених страховим гербіцидом Фронт'єр Оптіма, КЕ в нормі 0,6 л/га за третього обліку чисельність бур'янів в порівнянні з варіантами, де вносили лише ґрунтові гербіциди, в 4,9—5,1 раза нижча (37,3—40,4 шт./м² проти 188,6—197,2 шт./м²).



Фото 1. Контроль (без гербіцидів)

Таким чином, всебічна оцінка параметрів фітоценозу бур'янів в посівах соняшнику показала, що технічна ефективність ґрунтових гербіцидів Проксоніл 720, КЕ, Пледж 50, ЗП та грамініциду Фронт'єр Оптіма, КЕ в період вегетації соняшнику за третього обліку становила 93,4—93,9% (табл. 2).

Результати досліджень також засвідчили пряму залежність розвитку хвороб від погодних умов. У 2021 і 2023 роках у червні спостерігалася оптимальна температура повітря (17,1 і 17,6°C) і низька вологість (18,9 і 8,9 мм опадів), що стримало розвиток хвороб. У 2022 р. висока температура повітря (19,7°C) і часті опади (випало 98,5 мм) зумовили на варіантах без фунгіцидів значний розвиток септоріозу (30,2—32,4%) та білої гнилі на стеблах соняшнику (28,0—35,0%) (табл. 3).

Технічна ефективність застосування фунгіциду Аканто Плюс, КС (1 л/га) проти септоріозу також залежала від погодних умов, адже за невисокої вологості та температури повітря нижчої 18°C, що склалися у 2021 та 2023 роках, вона становила 80,6—88,5%, проти білої гнилі на стеблах соняшнику — 82,3—88,5% (табл. 4).

За температури повітря понад 19°C та високої вологості, що була у 2022 р., ефективність фунгіциду становила проти септоріозу 70,7—72,2%, білої гнилі — 72,6—76,9%.

Зливові дощі (42,1 мм), що пройшли у серпні 2022 р., спричинили перевищення середньобаторічної норми майже в 4,9 раза. Всього за місяць випало 105,4 мм опадів, що вище норми майже в 2 рази. Середньодобова температура повітря становила 20,6°C, що на 1,7°C вище багаторічного показника. Дані погодні умови зумовили значний розвиток білої гнилі кошиків. На варіантах без фунгіцидів поширення

3. Розвиток хвороб на посівах соняшнику (Інститут сільського господарства Західного Полісся, 2021—2023 рр.)

Варіант	Септоріоз (<i>Septoria helianthi</i> Ell.)			Біла гниль (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Lib.)		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Без пестицидів (контроль)	22,6	32,4	24,8	10,4	35,0	13,0
Проксоніл 720, КЕ — 2,2 л/га	18,2	30,2	21,0	9,1	28,0	10,3
Пледж 50, 3П — 0,12 г/га	18,4	31,0	21,3	8,7	30,5	9,5
Проксоніл 720, КЕ — 2,2 л/га; Фронт'єр Оптіма, КЕ — 1,0 л/га; Аканто Плюс, КС — 1,0 л/га	3,1	9,5	3,8	1,8	8,1	2,3
Пледж 50, 3П — 0,12 г/га; Фронт'єр Оптіма, КЕ — 1,0 л/га; Аканто Плюс, КС — 1,0 л/га	2,8	9,0	3,0	1,5	9,0	1,5
НІР ⁰⁵	2,07	1,76	1,28	1,35	1,72	1,47

4. Технічна ефективність застосування фунгіциду на посівах соняшнику (Інститут сільського господарства Західного Полісся, 2021—2023 рр.)

Варіант	Технічна ефективність, %					
	Септоріоз (<i>Septoria helianthi</i> Ell.)			Біла гниль (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Lib.) стеблова форма		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Без пестицидів (контроль)	—	—	—	—	—	—
Проксоніл 720, КЕ — 2,2 л/га	—	—	—	—	—	—
Пледж 50, 3П — 0,12 г/га	—	—	—	—	—	—
Проксоніл 720, КЕ — 2,2 л/га; Фронт'єр Оптіма, КЕ — 1,0 л/га; Аканто Плюс, КС — 1,0 л/га	86,3	70,7	80,6	82,7	76,9	82,3
Пледж 50, 3П — 0,12 г/га; Фронт'єр Оптіма, КЕ — 1,0 л/га; Аканто Плюс, КС — 1,0 л/га	87,6	72,2	83,9	85,9	74,3	88,5
НІР ⁰⁵	5,4	5,35	3,93	4,89	3,86	5,21

хвороби сягало 100%, а розвиток — 59,0—65,0%. У 2023 р. на період досягання соняшнику (серпень — вересень) була спекотна і суха погода. Середньодобова температура повітря за цей період становила 19,6°C за кліматичної норми 16,3°C, а кількість опадів була в 2,1 раза нижча за багаторічний показник (116 мм), що стримало розвиток білої гнилі на кошиках соняшнику в межах 21,3—25,0% з поширенням 35—40% (табл. 5).

За обприскування фунгіцидом Аканто Плюс розвиток білої гнилі на кошиках соняшнику у 2021 та 2023 роках становив 4,3—6,6%, а у 2022 — 17,3—18,8% (табл. 5).

**5. Розвиток білої гнилі (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib.)
на кошиках соняшнику (Інститут сільського господарства
Західного Полісся, 2021—2023 рр.)**

Варіант	Розвиток хвороби, %		
	2021	2022	2023
Без пестицидів (контроль)	24,3	65,0	25,0
Проксоніл 720, КЕ — 2,2 л/га	22,8	60,7	21,3
Пледж 50, ЗП — 0,12 г/га	23,2	59,0	23,0
Проксоніл 720, КЕ — 2,2 л/га; Фронт'єр Оптіма, КЕ — 1,0 л/га; Аканто Плюс, КС — 1,0 л/га	6,6	18,8	5,0
Пледж 50, ЗП — 0,12 г/га; Фронт'єр Оптіма, КЕ — 1,0 л/га; Аканто Плюс, КС — 1,0 л/га	6,4	17,3	4,3
НІР ₀₅	2,6	0,92	2,1

Результати досліджень засвідчили, що за високої температури повітря та низької вологості застосування фунгіциду Аканто Плюс дозволяє стримати розвиток хвороб соняшнику до закінчення вегетації. Технічна ефективність фунгіциду проти білої гнилі на кошиках соняшнику на період дозрівання у 2023 р. становила 80,0—82,8%. Дещо нижча ефективність фунгіциду (71,1—73,4%) була у роки з підвищеною вологістю повітря (табл. 6).

У 2022 р. на період дозрівання соняшнику склалися вкрай негативні погодні умови. Вересень і перша декада жовтня характеризувалися постійною дощовою погодою. За цей період випало 178,5 мм опадів, за кліматичної норми 77 мм. Середня температура повітря за місяць була на 2,3°C нижчою за середній багаторічний показник (13,7°C). Лише у другій декаді жовтня, після припинення дощів склалися умови для технологічного дозрівання насіння соняшнику. Погодні умови зумовили ще вищий розвиток білої гнилі (особливо на варіантах без фунгіцидної обробки) і формування недорозвиненого, шуплого насіння (фото 2). На контрольному варіанті діаметр кошика

6. Технічна ефективність застосування фунгіциду проти білої гнилі на кошиках соняшнику (Інститут сільського господарства Західного Полісся, 2021—2023 рр.)

Варіант	Технічна ефективність, %		
	2021	2022	2023
Без пестицидів (контроль)	—	—	—
Проксоніл 720, КЕ — 2,2 л/га	—	—	—
Пледж 50, ЗП — 0,12 г/га	—	—	—
Проксоніл 720, КЕ — 2,2 л/га; Фронт'єр Оптіма, КЕ — 1,0 л/га; Аканто Плюс — 1,0 л/га	72,8	71,1	80,0
Пледж 50, ЗП — 0,12 г/га; Фронт'єр Оптіма, КЕ — 1,0 л/га; Аканто Плюс, КС — 1,0 л/га	73,7	73,4	82,8
НІР ₀₅	5,97	4,53	3,38



Фото 2. Ураження білою гниллю

становив лише 12 см, в той час як у 2021 та 2023 роках він був на 3,0—4,2 см більшим.

За період досліджень (2021—2023 рр.) встановили, що в порівнянні з контролем, на варіантах де вносили гербіциди, діаметр кошика на 2,0—3,0 см був більшим, а з інтенсивною системою захисту — на 4,3—6,4 см. Подібна тенденція спостерігалася і щодо маси 1000 насінин — на варіанті без пестицидів (контроль) вона становила 31,85—36,23 г, що 1,6—1,8 раза менше порівняно з інтенсивною системою захисту (50,38—62,32 см). Отже, застосу-

вання інтенсивної системи захисту дозволило знизити забур'яненість, стримати розвиток хвороб та покращити якість насіння. За роки досліджень (2021—2023 рр.) середня урожайність насіння соняшнику за відсутності системи захисту становила 1,35 т/га, за інтенсивної системи захисту урожайність зростала до 2,49—2,53 т/га.

ВИСНОВКИ

Дослідженнями встановлено, що видовий склад бур'янового фітоценозу та розвиток хвороботворної інфекції у зоні Західного Полісся змінювалися залежно від погодних умов, попередника та місця роз-

ташування. В середньому за період досліджень найбільш чисельними бур'янами були: плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* L.), фіалка польова (*Viola arvensis* Murr.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), гірчак берізкоподібний (*Polygonum convolvulus* L.), осот рожевий (*Cirsium arvense* L.), зірочник середній (*Polygonum convolvulus* L.), падалиця ріпаку (*Brassica napus* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.); хворобами — септоріоз (*Septoria helianthi* Ell.) та біла гниль (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib.).

На варіанті без гербіцидів (контроль) щільність бур'янового покриву становила 585,6 шт./м², переважну кількість яких (380,4 шт./м²) складала плоскуха звичайна.

За обприскування посівів ґрунтовими гербіцидами Проксоніл 720, КЕ (пропізохлор, 720 г/л) — 2,2 л/га, Пледж 50, ЗП (флуміоксазин, 511 г/кг) — 0,12 г/га та грамініцидом Фронт'єр Оптіма, КЕ (диметенамід-П, 720 г/л) — 1,0 л/га в період вегетації соняшнику чисельність бур'янів не перевищувала 40,4 шт./м², що у 4,6—4,8 рази менше ніж за застосування лише ґрунтових гербіцидів (188,6—197,2 шт./м²), та майже у 14 разів — порівняно з контролем.

У роки з оптимальними погодними умовами (2021 р., 2023 р.) технічна ефективність застосування фунгіциду Аканто Плюс, КС (ципроконазол, 80 г/л + пікоксістробін, 200 г/л) — 1,0 л/га проти септоріозу становила 80,6—87,6%, білої гнилі на стеблах соняшнику — 82,3—88,5%, проти білої гнилі на кошиках — 72,8—82,8%.

Інтенсивна система захисту забезпечила урожайність насіння соняшнику на рівні 2,49—2,53 т/га, за відсутності системи захисту урожайність становила 1,35 т/га.

Фінансування: ПНД 24 «Захист рослин» Підпрограма 5. Екологічно-безпечний захист сільськогосподарських культур від шкідливих організмів. 24.05.02.04.П. Удосконалити систему захисту соняшнику від шкідливих організмів в зоні Західного Полісся.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Огляд українського ринку соняшнику та соняшникової олії — 2022/23. URL: <http://shareupotential.com/ru/BE/ukrainian-podsolnechnik-maslo-2023.html>
2. Посівна онлайн 2022/23. Як йде посів в Україні. URL: <https://latifundist.com/posevnaya-online-2023>
3. Як змінюється клімат в Україні. Підготовлено за матеріалами Українського Гідрометцентру та АПД (Німецько-український агрополітичний

діалог) 06.05.2020. URL: <https://ecolog-ua.com/news/yak-zminuyetsya-klimat-v-ukrayini>

4. Корецький О. Вирощування соняшнику в посушливих регіонах. Пропозиція. №2. 2021. С. 44-46.

5. Саблук С. Рентабельне інвестування у технологію захисту. Пропозиція. №2. 2021. С. 74-76.

6. Манько Ю.П., Кобзиста Л.П. Ефективність контролю забур'яненості. Карантин і захист рослин. 2009. №2. С. 21-23.

7. Laptiev A.B. et al. Scientific considerations on the improvement of the range of herbicides for the protection of sunflower crops. Journal of Fundamental and Applied Sciences. 2017. 9(2S), 1551-1561 URL: <http://www.jfas.info>

8. Вигера С. Інтегрований захист посівів соняшнику. Пропозиція. № 6. 2009.

9. Андрійчук Т.О., Скорейко А.М., Кувшинов О.Я. Оцінка фітосанітарного стану посівів соняшнику в Західному Лісостепу України. Захист і карантин рослин. 2021. Вип. 67. С. 73-84. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.73-84>

10. Макляк К. Керувати живленням. Farmer. № 2. 2021. С. 72-75.

11. Magomadov A., Avdeenko A., Avdeenko S. The harmfulness of weeds in sunflower crops. AIP Conference Proceedings. 2021. 2442, 020004. <https://doi.org/10.1063/5.0076367>

12. Марков. І. Інтегрований захист соняшнику від хвороб. Агробізнес Сьогодні. 2017. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiiia-sohodni/item/813-intehrovanyi-zakhyst-soniashnyku-vid-khvorob.html>

13. Трибелъ С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П. Методика випробування і застосування пестицидів ; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.

14. Обліки шкідників і хвороб сільськогосподарських культур ; за ред. В.П. Омелюти Київ: Урожай, 1986. 202 с.

15. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костоґриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії ; за ред. В.О. Єщенка. Вінниця. 2014. 332 с.

Snizhok O., ORCID: 0000-0002-2239-1810

Pershuta V., ORCID: 0009-0008-5460-2169

Institute of Agriculture of the Western Polissia of the NAAS,

5, Rivnenska str., Shubkiv village, Rivne region, Rivne district, 35325, Ukraine

Assessment of the influence of weather conditions and the protection system on the development of harmful organisms in the Western Forest zone

Goal. To study the influence of weather conditions and protection system on the species composition of pests on sunflower crops in the Western

Polissya region. **Methods.** Visual — to determine the phenological phases of growth and development of the crop; counting — to determine the development of diseases, pests, parameters of the crop structure and crop yield; chemical — to determine the content of nutrients in the soil; mathematical and statistical — to assess the reliability of the research results. **Results.** It was found that in the sunflower agrocenosis, weather conditions and the protection system have a significant impact on the species composition of pests in the Western Polissya region. It was found that climate change (the average annual air temperature in Ukraine has increased by more than 0.9°C over the past century) and the creation of new early-ripening sunflower varieties and hybrids have led to favorable conditions for growing the crop in the Western regions. The analysis of statistical data showed that the area under sunflower in Rivne region increased from 3 thou hectares in 2015 to 49 thou hectares in 2023, and in Volyn region — from 2 to 41.8 thou hectares. However, these regions are subject to fluctuating weather conditions, with heavy short-term rains alternating with drought. Violations of agricultural practices also contribute to the problem. These factors lead to an increase in pathogenic infections and the number of weeds. Studies have shown that the species composition and development of diseases and weeds are directly dependent on weather conditions. In 2022, the average daily air temperature was 11.1°C, which is 2.0°C lower than long-term data, and there was 49.6 mm of precipitation (the climatic norm is 24 mm). Such weather conditions significantly slowed down the development of sunflower and contributed to a high density of weeds (816.0 plants/m²). In 2021 and 2023, the number of weeds did not exceed 487 units/m². During the growing season, the optimum air temperature (19.8°C) and frequent precipitation (283.8 mm of precipitation) in 2022 caused a significant development of septoria (30.2—32.4%) and white rot on sunflower stems (28.0—35.0%) in variants without fungicides, and the development on baskets was 59.0—65.0%. **Conclusions.** In the Western Polissya zone, the most common weeds during (2021—2023) were common spurge (*Echinochloa crus-galli* L.), wild violet (*Viola arvensis* Murr.), common bindweed (*Amaranthus retroflexus* L.), white quinoa (*Chenopodium album* L.), bindweed (*Polygonum convolvulus* L.), pink thistle (*Cirsium arvense* L.), medium starthistle (*Polygonum convolvulus* L.), rape stubble (*Brassica napus* L.), common shepherd's purse (*Capsella bursa-pastoris* L.); diseases — *Septoria helianthi* Ell. and white rot (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib.).

sunflower; diseases; weeds; development; spraying; herbicides; fungicides; weather conditions

REFERENCES

1. Ohliad ukrainskoho rynku soniashnyku ta soniashnykovoi olii 2022/23. [Overview of the Ukrainian sunflower and sunflower oil market 2022/23]. URL:

<http://shareupotential.com/ru/BE/ukrainian-podsolnechnik-maslo-2023.html> (in Ukrainian).

2. Posivna onlain 2022/23. Yak yde posiv v Ukraini. [Sowing online 2022/23 How is sowing going in Ukraine]. URL: <https://latifundist.com/posevnaya-online-2023> (in Ukrainian).

3. Yak zminiuetsia klimat v Ukraini. Pidhotovleno za materialamy Ukrainskoho Hidrometsentru ta APD (Nimetsko-ukrainskyi ahropolitychnyi dialoh) 06.05.2020. [How the climate is changing in Ukraine. Prepared based on the materials of the Ukrainian Hydrometeorological Center and APD (German-Ukrainian Agricultural Policy Dialogue) 05/06/2020]. URL: <https://ecolog-ua.com/news/yak-zminyuyetsya-klimat-v-ukrayini> (in Ukrainian).

4. Koretskyi O. (2021). Vyroshchuvannia soniashnyku v posushlyvykh rehiionakh. [Sunflower cultivation in arid regions]. *Propozytsiia*, (2), 44-46. (in Ukrainian).

5. Sabluk S. Rentabelne investuvannia u tekhnolohiiu zakhystu. [Profitable investment in protection technology]. *Propozytsiia*, (2), 74-76. (in Ukrainian).

6. Manko Yu.P., Kobzysta L.P. (2009). Efektyvnist kontroliu zaburianenosti. [Effectiveness of weed control]. *Karantyn i zakhyst roslyn*, (2), 21-23. (in Ukrainian).

7. Laptiev A.B. et al. (2017). Scientific considerations on the improvement of the range of herbicides for the protection of sunflower crops. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 9(2S), 1551-1561. URL: <http://www.jfas.info>

8. Vyhera S. (2009). Intehrovanyi zakhyst posiviv soniashnyku. [Integrated protection of sunflower crops]. *Propozytsiia*, (6), (in Ukrainian). URL: <https://propozitsiya.com/ua/integrovaniiy-zahist-posiviv-sonyashniku>

9. Andriiuchuk T.O., Skoreiko A.M., Kuvshynov O.Ia. (2021). Otsinka fitosanitarnoho stanu posiviv soniashnyku v Zakhidnomu Lisostepu Ukrainy. [Phytosanitary status assessment sunflower seeds in the Western Forest Steppe of Ukraine]. *Zakhyst i karantyn roslyn*, (67), 73-84. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2021.67.73-84> (in Ukrainian).

10. Makliak K. (2021). Keruvaty zhyvlenniam. [Manage power]. *Farmer*, (2), 72-75. (in Ukrainian).

11. Magomadov A., Avdeenko A., Avdeenko S. (2021). The harmfulness of weeds in sunflower crops. *AIP Conference Proceedings* 2442, 020004 <https://doi.org/10.1063/5.0076367>

12. Markov. I. (2017). Intehrovanyi zakhyst soniashnyku vid khvorob. [Integrated protection of sunflower against diseases]. *Ahrobiznes Sohodni*, URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/813-integrovaniiy-zakhyst-soniashnyku-vid-khvorob.html> (in Ukrainian).

13. Trybel S.O., Siharova D.D., Sekun M.P., Ivashchenko O.O. et al. (Try-

bel S.O. Ed.). (2001). *Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv*. [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv: Svit. 448 s. (in Ukrainian).

14. Omeliuty V.P. (Ed.) (1986). *Obliky shkidnykiv i khvorob silskohospodarskykh kultur*. [Records of pests and diseases of agricultural crops]. Kyiv: Urozhai. 202 s. (in Ukrainian).

15. Yeshchenko V.O., Kopytko P.H., Opryshko V.P., Kostohryz P.V. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii*. [Basics of scientific research in agronomy]. Vinnytsia. 332 s. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 09.07.2024

Прийнята до друку: 22.08.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

¹**М.П. СОЛОМІЙЧУК**, кандидат сільськогосподарських наук

²**М.Й. ПІКОВСЬКИЙ**, доктор сільськогосподарських наук

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

²Національний університет біоресурсів
і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 13,
м. Київ, 03041, Україна

ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ КАРТОПЛІ ВІД ХВОРОБ

Мета. Дослідити застосування різних систем захисту картоплі на основі біологічних препаратів та визначити їхню ефективність проти найбільш шкідливих хвороб. **Методи.** Лабораторні (ідентифікація патогенів, діагностика хвороб) та польові (аналіз вегетаційних показників). Дослідження ефективності біопрепаратів проводили на базі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН на природному інфекційному фоні. Під час вегетації провели три позакореневі обробки препаратами. **Результати.** Застосування біологічних препаратів фунгіцидної та стимулюючої природи сприяло зростанню урожайності та покращенню товарності картоплі. Найвища урожайність сформувалась за обробки препаратом БіоГібервіт БТ та становила 21,3 т/га. Найкращий захист картоплі від хвороб отримано при застосуванні Бактофіту БТ, де ефективність проти альтернаріозу становила 66,8%, а проти фітофторозу — 89,8%. Препарати стимулюючої дії забезпечили імунопротекторний ефект в межах 65—70% проти фітофторозу, та 40—47% проти альтернаріозу. Найкращі показники з бульбоутворення та урожайності відзначено у схемі 4, яка включала застосування препаратів: Вітастим БТ, Трихопсин БТ, Глюккладін БТ, Біоспектр БТ, Бактофіт БТ та хелати 1 і 2, де вага бульб на одну рослину становила 693 г. **Висновки.** Застосування низки біопрепаратів під час вегетації сприяло контролю основних хвороб картоплі та збереженню врожаю. Біологічні препарати та стимулятори росту, які проявили найвищу ефективність, використані для розробки схем захисту картоплі. Застосування системи біопрепаратів, яка включала 4-разову послідовну обробку комбінаціями препарату стимулюючої природи Вітастим БТ з фунгіцидами БТ та хелатованими мікроелементами, забезпечила най-

кращий захист. Проти фітофторозу даний показник становив 78,4% та 78,9% проти альтернаріозу.

**картопля; біологічні засоби; шкідливі організми; фітофтороз;
альтернаріоз; технічна ефективність; збережений урожай**

Картопля є третім за важливістю продуктом харчування у світі [1, 2]. Її вирощують у понад 164 країнах, більше мільярда людей щоденно вживають продукт у різному вигляді [3]. Також картопля використовується в якості сировини для різних промислових виробництв [4]. Зростання світового виробництва бульб відбувається за рахунок потенціалу сортів, тоді як площі під картоплею за період 1961—2018 рр. скоротилися з 22,14 до 17,34 млн га [5]. Аналіз обсягів виробництва та використаних площ під картоплею в Україні протягом 2017—2020 рр. також засвідчує, що темпи збільшення обсягу збору врожаю культури перевищують темпи зростання площ [6]. Водночас, під час вирощування картоплі у різних регіонах світу є багато факторів, які знижують урожайність культури. Велику небезпеку становлять різні інфекційні хвороби [7—12]. Для їх контролю слід застосовувати фунгіциди, але вони можуть призводити до виникнення резистентності патогенів, що у свою чергу зумовлює необхідність пошуку альтернативних способів обмеження поширення хвороб [13]. Перспективним є застосування біологічного методу проти збудників хвороб рослин [14—15].

В якості агентів біологічного контролю досліджують різні мікроорганізми. Зокрема бактерії *Bacillus velezensis* C16LPs проявляли антагоністичну активність проти гриба *Alternaria solani* [16]. Також штам *Bacillus subtilis* V26 має потенціал для використання проти *Rhizoctonia solani* на картоплі [17]. Вчені вказують на здатність гриба-антагоніста *Trichoderma* spp. контролювати збудника альтернаріозу [18]. Аналіз вітчизняних наукових джерел свідчить, що питання біологічного захисту картоплі від шкідливих організмів в Україні вивчено недостатньо [19], особливо це стосується розробки систем захисту.

Мета досліджень — вивчення ефективності використання біологічних препаратів та їх комбінацій проти основних хвороб картоплі.

Методика досліджень. Дослідження з вивчення ефективності біологічних препаратів проти фітофторозу та альтернаріозу картоплі проводили на базі Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН в польових умовах на природному інфекційному фоні. Схема досліді включала 4-разову обробку рослин під час вегетації. Використовували препарати, розроблені Інженерно-технологічним інститутом «Біотехніка» НААН.

В рамках дослідження було проведено аналіз 7-ми біологічних препаратів — 5 фунгіцидної природи і 2 стимулюючої, а також їхні комбінації.

Гліокладін БТ — водна суспензія на основі мікроскопічного гриба-антагоніста *Gliocladium virens*. **Трихопсин БТ** — ефективний комплексний біштамовий препарат з інсектофунгіцидною та рістстимулюючою дією. Діючим чинником Трихопсину є два штами: міцеліальний гриб *Trichoderma viride* шт. Т-4 та ризосферна бактерія *Pseudomonas aureofaciens* шт. 306. **Флуоресцин БТ** — біофунгіцид, на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* шт.2, які синтезують феназин-карбонові кислоти з токсигенною дією на збудників хвороб. Препарат з рістстимулюючими властивостями, знижує індекс агресивності фітопатогенів. **Біоспектр БТ** (аналог Гаупсину) — інсекто-фунгіцид — препарат бінарної дії. **Бактофіт БТ** — біофунгіцид з антифунгальною і антимікробною дією, водна суспензія на основі живих бактерій *Bacillus subtilis* і життєздатних спор з біологічно-активними метаболітами стимулюючої дії, які мають антимікробні і антифунгальні властивості. **БіоГібервіт БТ** — комплексний природний регулятор росту рослин з фунгіцидними властивостями, водна суспензія, в якій присутні хламідоспори, міцелій, та конідії міцеліальних грибів роду *Trichoderma*, а також метаболіти вищезазначених мікроорганізмів. **Вітастим БТ** — комплексний природний регулятор росту рослин з фунгіцидними властивостями, що одержаний в рідкому поживному середовищі при спільному глибинному культивуванні трьох штамів із роду *Trichoderma* і *Pseudomonas*.

Дослідження щодо застосування комбінацій біологічних препаратів БТ у поєднанні з мікроелементами проводили за 4-ма схемами (табл. 1).

Комбінації мікроелементів представлені двома комплексами:

Хелат 1. Мо + Со + В;

Хелат 2. Fe + Mn + Zn + Мо + Со + В.

Постановку польових експериментів, діагностику хвороб, аналіз результатів, визначення ефективності біологічних препаратів та їхніх комбінацій проводили згідно із загальноприйнятими методиками [20—21].

Результати досліджень та обговорення. Слід зазначити, що у попередні роки авторами проведено дослідження з метою визначення ефективності різних біологічних препаратів при захисті картоплі від грибних хвороб (альтернаріоз та фітофтороз), а також впливу на врожайність та біометричні показники [22].

Результати дослідження показали, що застосування біологічних препаратів сприяє підвищенню стійкості до захворювань та покращенню врожайності картоплі сорту Подолька. Поширення альтернаріозу за кліматичних умов 2021 року становило 60,8%, а фітофторозу — 75,1%. Серед досліджуваних препаратів найвищу ефективність у захисті від захворювань та вагоме підвищення врожайності забезпечив Бактофіт БТ у нормі 3,0 л/га. Ефективність препарату проти альтер-

1. Схеми польових дослідів за різних комбінацій біологічних препаратів

Операція	Складові компоненти			
	Схема 1	Схема 2	Схема 3	Схема 4
Обробка бульб перед посадкою	Трихопсин БТ (<i>Trichoderma</i>) та <i>Pseudomonas</i> титр $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см ³), 1,5 л/т + Глюклагін БТ (<i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см ³), 1,5 л/т + БіоГібервіг БТ (регулятори росту <i>Trichoderma</i>), 1,5 л/т	Трихопсин БТ (<i>Trichoderma</i>) та <i>Pseudomonas</i> титр $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см ³), 1,5 л/т + Глюклагін БТ (<i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см ³), 1,5 л/т + БіоГібервіг БТ (регулятори росту <i>Trichoderma</i>), 1,5 л/т	Трихопсин БТ (<i>Trichoderma</i>) та <i>Pseudomonas</i> титр $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см ³), 1,5 л/т + Глюклагін БТ (<i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см ³), 1,5 л/т + Вітастим БТ (регулятори росту <i>Trichoderma</i> , <i>Pseudomonas</i>), 1,5 л/т	Трихопсин БТ (<i>Trichoderma</i>) та <i>Pseudomonas</i> титр $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см ³), 1,5 л/т + Глюклагін БТ (<i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см ³), 1,5 л/т + Вітастим БТ (регулятори росту <i>Trichoderma</i> , <i>Pseudomonas</i>), 1,5 л/т
1-ша обробка рослин (початок змикання рослин в рядку)	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Біоспектр БТ (комплекс <i>Pseudomonas</i> титр $5,0 \times 10^9$ КУО/см ³), 3,0 л/га + БіоГібервіг БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ (<i>Trichoderma</i>) та <i>Pseudomonas</i> титр $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см ³), 3,0 л/га + Біоспектр БТ (комплекс <i>Pseudomonas</i> титр $5,0 \times 10^9$ КУО/см ³), 3,0 л/га + БіоГібервіг БТ, 3,0 л/га + хелати 1	Трихопсин БТ (<i>Trichoderma</i>) та <i>Pseudomonas</i> титр $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см ³), 3,0 л/га + Біоспектр БТ (комплекс <i>Pseudomonas</i> титр $5,0 \times 10^9$ КУО/см ³), 3,0 л/га + Вітастим БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ (<i>Trichoderma</i>) та <i>Pseudomonas</i> титр $2,0 \times 10^{10}$ КУО/см ³), 3,0 л/га + Біоспектр БТ (комплекс <i>Pseudomonas</i> титр $5,0 \times 10^9$ КУО/см ³), 3,0 л/га + Вітастим БТ, 3,0 л/га + хелати 1
2-га обробка рослин (в фазу бутонізації)	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофіт БТ (<i>Bacillus subtilis</i> , титр $2,0 \times 10^9$ КУО/см ³), 3,0 л/га + БіоГібервіг БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофіт БТ (<i>Bacillus subtilis</i> , титр $2,0 \times 10^9$ КУО/см ³), 3,0 л/га + БіоГібервіг БТ, 3,0 л/га + хелати 2	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофіт БТ (<i>Bacillus subtilis</i> , титр $2,0 \times 10^9$ КУО/см ³), 3,0 л/га + Вітастим БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофіт БТ (<i>Bacillus subtilis</i> , титр $2,0 \times 10^9$ КУО/см ³), 3,0 л/га + Вітастим БТ, 3,0 л/га + хелати 2

Операція	Складові компоненти			
	Схема 1	Схема 2	Схема 3	Схема 4
3-тя обробка рослин (під час цвітіння)	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофіт БТ, 3,0 л/га + БіоГібервіт БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофіт БТ, 3,0 л/га + БіоГібервіт БТ, 3,0 л/га + хелати 2	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофіт БТ, 3,0 л/га + Вітастим БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофіт БТ, 3,0 л/га + Вітастим БТ, 3,0 л/га + хелати 2
4-га обробка через 14 дб після останньої обробки	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофіт БТ, 3,0 л/га + Глюккладін БТ (<i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см ³), 5,0 л/га + БіоГібервіт БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофіт БТ, 3,0 л/га + Глюккладін БТ (<i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см ³), 5,0 л/га + БіоГібервіт БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофіт БТ, 3,0 л/га + Глюккладін БТ (<i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см ³), 5,0 л/га + Вітастим БТ, 3,0 л/га	Трихопсин БТ, 3,0 л/га + Бактофіт БТ, 3,0 л/га + Глюккладін БТ (<i>Gliocladium</i> титр $1,5 \times 10^9$ КУО/см ³), 5,0 л/га + Вітастим БТ, 3,0 л/га

наріозу становила 66,8%, а проти фітофторозу — 89,8%. Завдяки такій ефективності Бактофіт БТ забезпечив високу середню масу бульб та врожайність на рівні 21,1 т/га. Також відзначається БіоГібервіт БТ з показниками врожайності 21,3 т/га, що є найвищим серед біопрепаратів, хоча його ефективність проти захворювань нижча (47,9% для альтернаріозу та 65,6% для фітофторозу). Цей препарат добре проявив себе як стимулятор росту, що підвищив біометричні показники, проте менш ефективний у безпосередньому захисті від хвороб (табл. 2).

Серед менш результативних препаратів можна відзначити Вітастим БТ, який забезпечив менший рівень захисту: 41,4% проти альтернаріозу та 72,1% проти фітофторозу. Врожайність становила 18,4 т/га, що є дещо нижчим показником у порівнянні з іншими препаратами. Флуоресцин БТ також показав відносно скромні результати з врожайністю 16,1 т/га, проте його ефективність проти альтернаріозу та фітофторозу становила 57,6% і 77,3% відповідно.

Застосування біологічних препаратів сприяло вищій товарності врожаю картоплі порівняно з контролем. Серед препаратів, що забезпечили високі товарні показники, виділяється БіоГібервіт БТ у нормі 3,0 л/га, який забезпечив не тільки підвищення маси бульб до 426 г/рослину, але й суттєве збільшення кількості товарних бульб до 1,4 шт. на рослину. Бактофіт БТ (3,0 л/га) показав кращу ефективність у захисті від захворювань, що становила 66,8% проти альтернаріозу і 89,8% проти фітофторозу. Це дозволило підвищити кількість товарних бульб до 1,4 шт. та зменшити кількість дрібних до 3,8 шт., водночас маса бульб на рослину зросла до 421 г. Завдяки цьому врожайність досягла 21,1 т/га, що значно покращило товарні показники порівняно з контролем. Трихопсин (3,0 л/га) і Біоспектр БТ (3,0 л/га) також забезпечили покращення товарних показників у порівнянні з контролем, збільшивши кількість товарних бульб та врожайність. Біоспектр БТ підвищив показники товарних бульб до 2,1 шт. на рослину, знизивши при цьому кількість дрібних бульб.

За результатами досліджень, проведених протягом 2021—2022 рр., для подальших експериментів розроблено 4 схеми захисту з препаратів фунгіцидної та стимулюючої дії ІТІ «Біотехніка» з додаванням хелатованих форм мікроелементів.

Поєднання препаратів фунгіцидної та стимулюючої дії проявили синергетичну дію та забезпечили підвищення імунопротекторного ефекту проти досліджуваних хвороб. Застосування хелатованих мікроелементів незначною мірою вплинуло на фунгіцидну ефективність схем але мало значний вплив на продуктивність рослин картоплі.

Застосування схеми захисту картоплі 4, яка включала 4-разову послідовну обробку комбінаціями препарату стимулюючої природи Вітастим БТ з біофунгіцидами БТ та хелатованими мікроелемента-

2. Вплив біологічних препаратів на біометричні показники картоплі та їхня ефективність проти хвороб (сорт Подолянка)

Варіанти досліду	Технічна ефективність (%) проти		Кількість бульб (шт.)				Маса бульб, г/рослину	Урожайність, т/га
	альтернаріюзу	фітофторозу	фракція		дрібна			
			товарна	насіньова				
Контроль (без обробок)	—	—	0,8	2,8	7,0	293	14,6	
Контроль (Ревус 250 SC, к.с., 0,6 л/га)	88,9	95,8	4,1	4,7	3,6	498	24,9	
<i>Препарати фунгіцидно-стимулюючої дії</i>								
Глюкладін БТ, 5,0 л/га	56,2	80,5	1,2	3,2	6,4	345	17,2	
Триходисин, 3,0 л/га	57,1	83,9	1,2	5,6	4,0	367	18,3	
Флуоресцин БТ, 2,0 л/га	57,6	77,3	1,1	5,1	5,2	323	16,1	
Біоспектр БТ, 3,0 л/га	59,9	86,7	2,1	4,8	5,8	413	20,6	
Бактофіт БТ, 3,0 л/га	66,8	89,8	1,4	5,2	3,8	421	21,1	
<i>Препарати стимулюючої дії</i>								
БіоГібервіт БТ, 3,0 л/га	47,9	65,6	1,4	2,8	7,8	426	21,3	
Вігастим БТ, 3,0 л/га	41,4	72,1	1,1	3,8	6,8	369	18,4	
НІР ₀₅	1,4	0,5	0,09	0,2	0,3	5,9	0,4	

ми забезпечило кращий захист рослин картоплі від хвороб. Технічна ефективність проти фітофторозу становила 78,4%, а проти альтернаріозу — 78,9% (табл. 3).

Використання комбінації біологічних препаратів в період вегетації, стимулятора росту та хелатованих форм мікроелементів забезпечило підвищення всіх біометричних показників порівняно з контролем (табл. 3). Середня кількість бульб товарної фракції картоплі варіювала від 1,9 шт./росл. за схеми захисту 1 до 4,1 шт./росл. при застосуванні схеми 4. Кількість бульб насінневої фракції була в межах 4,2—5,7 шт./росл. Слід зазначити, що дані показники перевищували контроль (без обробок), а в схемах захисту 2 та 4, де використовували мікроелементи, були на рівні із хімічним контролем. Застосування біологічних препаратів забезпечило підвищення частки насінневої та дрібної фракцій. Застосування мікроелементів призвело до збільшення товарної фракції бульб картоплі.

Найкращі показники з бульбоутворення та урожайності були у схемі захисту 4, яка включала застосування препаратів Вітастим БТ, Трихопсин БТ, Гліюкладін БТ, Біоспектр БТ, Бактофіт БТ та хелати 1 і 2, де вага бульб на одну рослину становила 693 г/росл. Найвища урожайність відзначена у варіанті з хімічним захистом, що становило 32,4 т/га.

Усі досліджувані схеми забезпечили технічну ефективність захисту рослин від хвороб понад 70%. Це свідчить про перспективність проведеної роботи та доцільність виконання досліджень у різних екологічних умовах і вибору найбільш актуальних комбінацій біологічних препаратів.

ВИСНОВКИ

Застосування біофунгіцидів та стимуляторів росту значно знижувало ураження картоплі основними хворобами. Найбільшу технічну ефективність проти альтернаріозу (66,8%) та фітофторозу (89,8%) показав препарат Бактофіт БТ, що підтверджує його високі захисні властивості. Препарати стимулюючої дії забезпечили імунопротекторний ефект в рамках 65—70% проти фітофторозу, та 40—47% проти альтернаріозу. Застосування схеми біопрепаратів, яка включала 4-разову послідовну обробку комбінаціями препарату стимулюючої природи Вітастим БТ з фунгіцидами БТ та хелатованими мікроелементами, забезпечила найкращий захист — 78,4% для фітофторозу та 78,9% для альтернаріозу. Усі досліджувані схеми біологічного захисту забезпечували технічну ефективність понад 70%, що свідчить про високу ефективність комбінацій біопрепаратів та доцільність їхнього використання для контролю хвороб картоплі. Використання біопрепаратів сприяло збільшенню кількості товарної фракції бульб. Найкращі показники з бульбоутворення спостерігалися при застосуванні схеми

3. Вплив біологічних комплексів фунгіцидної та стимулюючої природи у поєднанні з мікроелементами на інтенсивність прояву грибних хвороб на картоплі (сорт Слов'янка)

Варіанти досліду	Альтернатив			Фітофтороз		
	уражено рослин, %	розвиток хвороби, %	технічна ефективність, %	уражено рослин, %	розвиток хвороби, %	технічна ефективність, %
Контроль (без обробок)	37,6	12,3	—	42,2	11,6	—
Контроль (хімія)	7,1	0,9	91,1	8,3	1,2	89,7
Схема 1	14,2	3,7	72,4	13,2	2,7	76,7
Схема 2	15,9	4,1	78,0	12,1	2,8	75,9
Схема 3	16,1	3,9	74,8	12,9	3,1	73,3
Схема 4	15,3	3,7	78,9	13,5	2,5	78,4

4. Вплив біологічних комплексів фунгіцидної та стимулюючої природи у поєднанні з мікроелементами на біометричні показники картоплі (сорт Слов'янка)

Варіанти досліду	Середня кількість стебел, шт.	Кількість бульб (шт.)				Маса бульб, г/росл.	Урожайність, т/га
		фракції		загальна кількість			
		товарна	насіньова	дрібна			
Контроль (без обробок)	2,7	1,1	2,7	4,7	8,5	310	13,4
Контроль (хімія)	4,7	4,8	5,7	6,4	16,9	705	32,4
Схема 1	3,7	1,9	4,9	4,6	11,4	482	26,5
Схема 2	4,2	3,1	5,2	6,3	14,6	674	29,8
Схема 3	3,9	2,9	5,5	5,9	14,3	524	27,4
Схема 4	4,6	4,1	5,7	6,9	16,7	693	30,1
НІР ₀₅	0,2	0,3	0,1	0,4	—	14,5	1,1

захисту 4 (комбінація біопрепаратів та хелатованих мікроелементів), де вага бульб досягала 693 г/роsl.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 11 Біологічні методи захисту рослин за умов екологізації землеробства (Біоконтроль); ДР № 0121U107985.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Food and Agricultural Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT) Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Rome: FAO. 2019. <https://faostat3.fao.org/home/e>
2. Salim M.K. Alam and R. Akte. Effect of different natural storage conditions on keeping quality of potato at Munshiganj Region of Bangladesh. *Net Journal of Agricultural Science*. 2023. Vol. 11(2). P. 19-24.
3. Eid M.A.M., Abdel-Salam A.A., Salem H.M. et al. Interaction Effects of Nitrogen Source and Irrigation Regime on Tuber Quality, Yield, and Water Use Efficiency of *Solanum tuberosum* L. *Plants*. 2020. 9(1). P. 110. <https://doi.org/10.3390/plants9010110>
4. Izmirlioglu G., Demirci A. Enhanced bio-ethanol production from industrial potato waste by statistical medium optimization. *Int. J. Mol. Sci*. 2015. 16. P. 24490-24505.
5. Food and Agricultural Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT). 2020. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
6. Артюх Т., Безсмертна О., Мельник Д. Проблеми та перспективи розвитку ринку картоплі в Україні з врахуванням зональної спеціалізації галузі. *Економіка та суспільство*. 2022. 39. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-39-54>
7. Birch P.R.J., Bryan G., Fenton B. et al. Crops that feed the world 8: Potato: are the trends of increased global production sustainable? *Food Sec*. 2012. 4. P. 477-508. <https://doi.org/10.1007/s12571-012-0220-1>
8. Van der Waals J.E., Krüger K. Emerging potato pathogens affecting food security in southern Africa: Recent research. *South Afr. J. Sci*. 2020. 116 (11/12). 7 p.
9. Бомок С.К., Тактаєв Б.А., Піковський М.Й., Мар'єва О.М. Біохімічні зміни в уражених бульбах картоплі. *Карантин і захист рослин*. 2020. № 1. С. 9-12. [doi:10.36495/2312-0614.2020.01.9-12](https://doi.org/10.36495/2312-0614.2020.01.9-12)
10. Silva H.A.O., Teixeira, William & Borges, Álefe & Junior, Amarildo & Alves, Kaique & Junior, Orlando & Abreu, Lucas. Biocontrol of potato early blight and suppression of *Alternaria grandis* sporulation by *Clonostachys* spp. *Plant Pathol*. 2021. 70(7). P. 1677-1685.

11. Sanzo-Miro M., Simms D.M., Rezwan F.I., Terry L.A., Alamar M.C. An integrated approach to control and manage potato black dot disease: a review. *Am. J. Potato Res.* 2023. 100. P. 362-370. <https://doi.org/10.1007/s12230-023-09924-4>
12. Gemechu Motuma. Review on Major Economically important Diseases of Potato (*Solanum tuberosum* L.) and their Management in Ethiopia. *Plant Sci. Res.* 2023. 13(1). P. 1-17. 10.13140/RG.2.2.17021.74725.
13. Metz N., Hausladen H. Trichoderma spp. as potential biological control agent against *Alternaria solani* in potato. *Biol. Control.* 2022. 166. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104820>
14. Zhao W., Qinggang Guo, Shezeng Li et al. Effects of *Bacillus subtilis* NCD-2 and broccoli residues return on potato Verticillium wilt and soil fungal community structure. *Biol. Control.* 2021. 159. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104628>
15. Lan Q., Liu Y., Mu R. et al. Biological Control Effect of Antagonistic Bacteria on Potato Black Scurf Disease Caused by *Rhizoctonia solani*. *Agronomy* 2024. 14. 351. <https://doi.org/10.3390/agronomy14020351>
16. Zhang, Dai & Yu, Shuiqing & Zhao et al. Inhibitory effects of non-volatiles lipopeptides and volatiles ketones metabolites secreted by *Bacillus velezensis* C16 against *Alternaria solani*. *Biol. Control.* 2020. 152. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104421>
17. Saoussen B.K., Olfa K.F., Mouna D. et al. Efficacy of *Bacillus subtilis* V26 as a biological control agent against *Rhizoctonia solani* on potato. *C. R. Biol.* 2015. 338(12). P. 784-792.
18. Metz N., Hausladen H. Trichoderma spp. as potential biological control agent against *Alternaria solani* in potato. *Biological Control.* 2022. 166. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104820>.
19. Соломічук М.П., Гаврилюк А.Т., Рожок О.М. Ефективність застосування комплексу на основі бактерій *Pseudomonas fluorescens* на насадження картоплі в умовах Західного лісостепу України. Фітосанітарна безпека. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. 2023. № 69. С. 36-51. <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.36-51>
20. Методики випробування і застосування пестицидів ; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ. 2001. 448 с.
21. Курык М.М., Пиковский М.У., Азаики S. Diagnostic signs of diseases of vegetable crops and potato. 2012. Kyiv: Phoenix. 175 p.
22. Соломічук М.П., Піковський М.Й. Ефективність застосування біологічних препаратів БТ при захисті картоплі від шкідливих організмів у Західному Лісостепу України. Фітосанітарна безпека. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. 2022. №68. С. 168-181. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.168-181>

¹Solomiychuk M., ORCID: 0000-0001-7394-0333

²Pikovskiy M., ORCID: 0000-0003-0689-604X

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

²National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15, Heroiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine

Efficiency of systems of biological protection of potatoes against diseases

Goal. To investigate the application of various potato protection schemes based on biological preparations and to determine their effectiveness against the most harmful diseases. **Methods.** Laboratory (pathogen identification, disease diagnosis) and field (vegetation indicators analysis) research methods. The study of the effectiveness of biological preparations was carried out on the basis of the Ukrainian Research Plant Quarantine Station of the Institute of Plant Protection against a natural infectious background. During the growing season, three foliar treatments with drugs were carried out. **Results.** The use of biological preparations of a fungicidal and stimulating nature contributed to the growth of yield and improvement of the marketability of potatoes. The highest yield was formed by treatment with the preparation BioHybervit BT and amounted to 21.3 t/ha. The best protection of potatoes against diseases was obtained with the use of Bactophyt BT, where the effectiveness against *Alternaria* was 66.8%, and against late blight — 89.8%. Stimulating drugs provided an immunoprotective effect of 65—70% against phytophthora and 40—47% against *Alternaria*. The best indicators of tuber formation and productivity were noted in scheme 4, which included the use of the following drugs: Vitastim BT, Trihopsyn BT, Gliocladin BT, Biospectr BT, Bactophyt BT and chelates 1 and 2, where the weight of tubers per plant was 693 g/plant. **Conclusions.** The use of a number of biological preparations during the growing season contributed to the control of the main potato diseases and the preservation of the crop. Biological drugs and growth stimulants that showed the highest efficiency were used for the development of potato protection schemes. The use of a system of biopreparations, which included 4 consecutive treatments with combinations of the stimulating nature drug Vitastim BT with BT fungicides and chelated microelements, provided the best protection. Against phytophthora this indicator was 78.4% and 78.9% against *Alternaria*.

potatoes; biological agents; harmful organisms; phytophthora; alternaria; technical efficiency; saved harvest

REFERENCES

1. Food and Agricultural Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT). (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Rome: FAO. <https://faostat3.fao.org/home/e>

2. Salim M.K. Alam and R. Akte. (2023). Effect of different natural storage conditions on keeping quality of potato at Munshiganj Region of Bangladesh. *Net Journal of Agricultural Science*, 11(2), 19-24.

3. Eid M.A.M., Abdel-Salam A.A., Salem H.M., Mahrous S.E., Seleiman M.F., Alsadon A.A., Solieman T.H.I., Ibrahim A.A. (2020). Interaction Effects of Nitrogen Source and Irrigation Regime on Tuber Quality, Yield, and Water Use Efficiency of *Solanum tuberosum* L. *Plant*, 9(1), 110. <https://doi.org/10.3390/plants9010110>

4. Izmirliloglu G., Demirci A. (2015). Enhanced bio-ethanol production from industrial potato waste by statistical medium optimization. *Int. J. Mol. Sci.*, 16, 24490-24505.

5. Food and Agricultural Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT). (2020). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

6. Artyukh T., Bezstmertna O., Melnyk D. (2022). Problemy ta perspektyvy rozvytku rynku kartopli v Ukraini z vrakhuvanniam zonal'noyi spetsializatsiyi haluzi. *Ekonomika ta suspil'stvo*. [Problems and prospects of potato market development in Ukraine]. *Economy and Society*, 39. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-39-54> (in Ukrainian).

7. Birch P.R.J., Bryan G., Fenton B., Gilroy E.M., Hein I., Jones J.T. (2012). Crops that feed the world 8: Potato: are the trends of increased global production sustainable? *Food Sec.*, 4, 477-508. <https://doi.org/10.1007/s12571-012-0220-1>

8. Van der Waals J.E., Krüger K. (2020). Emerging potato pathogens affecting food security in southern Africa: Recent research. *South Afr. J. Sci.*, 116 (11/12), 7.

9. Bomok S., Taktaiev B., Pikovskyi M., Marieva O. (2020). Biokhimichni zminy v urazhenykh bul'bakh kartopli. [Biochemical changes in affected potato tubers]. *Quarantine and Plant Protection*, 1, 9-12. doi:10.36495/2312-0614.2020.01.9-12 (in Ukrainian).

10. Silva H.A.O., Teixeira, William & Borges, Álefe & Junior, Amarildo & Alves, Kaique & Junior, Orlando & Abreu, Lucas. (2021). Biocontrol of potato early blight and suppression of *Alternaria grandis* sporulation by *Clonostachys* spp. *Plant Pathol.*, 70(7),1677-1685.

11. Sanzo-Miro M., Simms D.M., Rezwan F.I., Terry L.A., Alamar M.C. (2023). An integrated approach to control and manage potato black dot disease: a review. *Am. J. Potato Res.*, 100, 362-370. <https://doi.org/10.1007/s12230-023-09924-4>

12. Gemechu Motuma. (2023). Review on Major Economically important Diseases of Potato (*Solanum tuberosum* L.) and their Management in Ethiopia. *Plant Sci. Res.*, 13(1), 1-17. 10.13140/RG.2.2.17021.74725.

13. Metz N., Hausladen H. (2022). *Trichoderma* spp. as potential biological control agent against *Alternaria solani* in potato. *Biol. Control.*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104820>

14. Zhao W., Qinggang Guo, Shezeng Li, Peipei Wang, Lihong Dong, Zhenhe

Su, ..., Ping Ma. (2021). Effects of *Bacillus subtilis* NCD-2 and broccoli residues return on potato Verticillium wilt and soil fungal community structure. Biol. Control, 159. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104628>

15. Lan Q., Liu Y., Mu R., Wang X., Zhou Q., Islam R., Su X., Tian Y. (2024). Biological Control Effect of Antagonistic Bacteria on Potato Black Scurf Disease Caused by *Rhizoctonia solani*. Agronomy, 14, 351. <https://doi.org/10.3390/agronomy14020351>

16. Zhang, Dai & Yu, Shuiqing & Zhao, Dongmei & Zhang, Jinglin & Pan, Yang & Yang, ..., Ya & Li, Ran. (2020). Inhibitory effects of non-volatiles lipopeptides and volatiles ketones metabolites secreted by *Bacillus velezensis* C16 against *Alternaria solani*. Biol. Control, 152. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104421>

17. Saoussen B.K., Olfa K.F., Mouna D., Hayfa J.K., Mejda D.R., Slim T. (2015). Efficacy of *Bacillus subtilis* V26 as a biological control agent against *Rhizoctonia solani* on potato. C. R. Biol., 338(12), 784-792.

18. Metz N., Hausladen H. (2022). Trichoderma spp. as potential biological control agent against *Alternaria solani* in potato. Biological Control, 166. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2021.104820>

19. Solomiychuk M.P., Gavrilyuk A.T., Rozhok O.M. (2023). Efektyvnist zas-tosuvannia kompleksu na osnovi bakterii *Pseudomonas fluorescens* na nasadzhennia kartopli v umovakh Zakhidnoho lisostepu Ukrainy. [Effectiveness of using a complex based on *Pseudomonas fluorescens* bacteria for planting potatoes in the conditions of the Western forest-steppe of Ukraine]. Fitosanitarna bezpeka. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk. [Phytosanitary safety. Interdepartmental thematic scientific collection], (69), 36-51 DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2023.69.36-51> (in Ukrainian).

20. Trybel S.O. (Ed). (2001). Metodyka vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv. [Testing technique and pesticide usage]. Kyiv: Svit. 448 s. (in Ukrainian).

21. Kyryk M.M., Pikovskyi M.Y., Azaiki S. (2012). Diagnostic signs of diseases of vegetable crops and potato. Kyiv: Phoenix, 175.

22. Solomiychuk M.P., Pikovskyi M.Y. (2022). Efektyvnist zastosuvannia biolohichnykh preparativ BT pry zakhysti kartopli vid shkidlyvykh orhanizmiv u Zakhidnomu Lisostepu Ukrayiny. [The effectiveness of the use of BT biological preparations in the protection of potatoes from harmful organisms in the Western Forest Steppe of Ukraine]. Fitosanitarna bezpeka. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk. [Phytosanitary safety. Interdepartmental thematic scientific collection], (68), 168-181 <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.168-181> (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 16.09.2024

Прийнята до друку: 27.11.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

К.Є. СТОЯНОВА

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

ЕПІДЕМІОЛОГІЯ КАРАНТИННИХ ХВОРОБ КАРТОПЛІ В УКРАЇНІ ТА ЄВРОПІ

Мета. Аналіз та узагальнення даних про епідеміологічну ситуацію карантинних хвороб картоплі в Україні та Європі. Визначення основних патогенів, що спричиняють ці захворювання, оцінка поширення та впливу на врожайність, визначення заходів профілактики та контролю для забезпечення продовольчої безпеки аграрного сектору. **Методи.** Поширення хвороб картоплі та ураженість ними рослин і бульб досліджували інформаційно-аналітичним методом на основі аналізу даних Департаменту фітосанітарної безпеки Держпродспоживслужби України за 2019—2023 рр. та на основі глобальної бази даних ЄОКЗР. **Результати.** Виявлено, що найпоширенішими карантинними хворобами картоплі є рак (*Synchytrium endobioticum*), бура гниль (*Ralstonia solanacearum*), кільцева гниль (*Clavibacter michiganensis*), чорна ніжка/м'яка гниль (*Dickeya dianthicola*) та віроїд веретеноподібності бульб картоплі (*Potato spindle tuber pospiviroid*). Основними факторами, які сприяють поширенню карантинних хвороб картоплі, є міжнародна торгівля зараженим насіннєвим матеріалом, недотримання сівозміни, недостатньо ефективна система моніторингу та контролю а також зміни клімату, які створюють сприятливі умови для розвитку патогенів. Аналіз існуючих методів захисту від карантинних хвороб показав, що найефективнішими є інтегровані підходи, які включають використання стійких сортів, біологічних засобів захисту та регулярний моніторинг стану посівів. **Висновки.** Отримані результати вказують на необхідність посилення карантинних заходів як в Україні, так і в інших європейських країнах. Важливою складовою результативності цього завдання є фітосанітарний контроль, розробка та впровадження стійких сортів, міжнародна співпраця, обмін досвідом та технологіями. Реалізація зазначених заходів сприятиме зниженню поширення карантинних хвороб картоплі, підвищенню врожайності та якості продукції, а також забезпеченню продовольчої безпеки та економічного розвитку аграрного сектору Європи та України.

картопля; карантинні хвороби картоплі; поширення; шкідливість; фітосанітарні заходи

Картопля (*Solanum tuberosum* L.) — одна з найважливіших сільськогосподарських культур, яку вирощують у понад 130-ти країнах світу. Вона використовується у різноманітних галузях і здатна забезпечити потреби людини в поживних елементах, оскільки має високий вміст крохмалю, вітамінів, незамінних амінокислот, мінеральних сполук та інших речовин. Останніми роками дослідники спостерігають значні зміни видового складу, посилення агресивності і вірулентності збудників хвороб картоплі. Ці процеси зумовлені зростанням обсягів імпорту неякісного садивного матеріалу картоплі, а також змінами в кліматичній системі. Щорічні втрати врожаю картоплі, спричинені карантинними хворобами, становлять близько 10—15% загального виробництва в Європі та до 20% — в Україні. Це призводить до значних економічних збитків, зниження експорту та погіршення продовольчої безпеки. Тому важливими є знання про різні карантинні хвороби картоплі, своєчасне виявлення і знищення карантинних об'єктів, прогнозування поширення, організація заходів контролю, а також запобігання їхньому проникненню в регіони, де вони відсутні. Це необхідно для подальшого отримання високої врожайності культури [1, 2].

Мета — аналіз та узагальнення даних про епідеміологічну ситуацію карантинних хвороб картоплі в Україні та Європі; визначення основних патогенів, що спричиняють ці захворювання, оцінка їхнього поширення та впливу на врожайність; визначення заходів профілактики і контролю для забезпечення продовольчої безпеки аграрного сектору.

Матеріали та методи. Поширення хвороб картоплі та ураженість ними рослин і бульб досліджували інформаційно-аналітичним методом на основі аналізу даних Департаменту фітосанітарної безпеки Держпродспоживслужби за 2019—2023 рр. та на основі глобальної бази даних ЄОКЗР [3, 4].

Результати досліджень та обговорення. На основі аналізу даних визначили, що нині існує п'ять карантинних хвороб картоплі різного походження, які поширені на території Європи. До них відносяться: рак картоплі (*Synchytrium endobioticum*), кільцева гниль картоплі (*Clavibacter michiganensis*), бура гниль картоплі (*Ralstonia solanacearum*), чорна ніжка/м'яка гниль картоплі (*Dickeya dianthicola/Erwinia carotovora*) та віроїд веретеноподібності бульб картоплі (*Potato spindle tuber pospiviroid*). Зокрема на території України за останні п'ять років було зафіксовано дві карантинні хвороби — рак картоплі і бура гниль картоплі.

Рак картоплі (*Synchytrium endobioticum*) — одна з небезпечних карантинних хвороб картоплі, яка завдає великих збитків за рахунок втрати врожаю (80—100%) з суттєвим погіршенням його якості. Характер і міра шкідливості хвороби залежать від природно-господарських умов, рівня застосування агротехніки, стійкості сорту, рівня ведення насінництва і системи фітосанітарного захисту [5]. Є відомості про розповсюдження у всьому світі близько 40-ка патотипів раку картоплі. Основною зоною поширення вогнищ зараження картоплі є гірські та передгірські райони [6]. За результатами аналізу даних Департаменту фітосанітарної безпеки Держпродспоживслужби за 2019—2023 рр. збудника раку картоплі було виявлено в 6-ти областях України: Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Чернівецька, Волинська (з 2021 р. були зафіксовані вогнища раку картоплі), Вінницька (з 2020 р. були ліквідовані всі осередки зараження збудником хвороби) (табл. 1) [3].

1. Поширення *Synchytrium endobioticum* в Україні за даними Департаменту фітосанітарної безпеки Держпродспоживслужби (середні значення за 2019—2023 рр.)

Область	Райони	Міста	Населені пункти	Господарства	Присадибні ділянки
<i>Заражено</i>					
Закарпатська	7	0	163	4	7597
Івано-Франківська	5	0	31	1	152
Львівська	2	0	3	1	1
Чернівецька	2	0	3	0	18
Волинська	2	0	2	0	0
Вінницька	1	0	7	0	276
Всього	19	0	209	6	8044
<i>Площа зараження, га</i>					
Область	Господарства		Присадибні ділянки		Всього
Закарпатська	88,6		2120,96		2209,56
Івано-Франківська	0,12		15,60		15,72
Львівська	61,91		0,15		62,06
Чернівецька	0		0,7		0,7
Волинська	0		8		8
Вінницька	0		45,43		45,43
Всього	150,63		2190,69		2341,47



Рис. 1. Поширення *Synchytrium endobioticum* на Європейському континенті за даними EPPO A2 LIST

Використовуючи дані переліку EPPO A2 LIST збудника даної хвороби виявлено в 24-х країнах Європи (рис. 1): Білорусь, Болгарія, Великобританія, Вірменія, Греція, Грузія, Данія, Естонія, Ірландія, Італія, Латвія, Люксембург, Німеччина, Нідерланди, Польща, Румунія, Словаччина, Туреччина, Україна, Фарерські о-ви, Фінляндія, Чехія, Чорногорія, Швеція. За останні 5 років збудника знищено у Литві (з 2023 р.) та Швейцарії (з 2020 р.) [4]. У країнах із суворими карантинними заходами (Нідерланди та Велика Британія) вдалося значно зменшити поширення хвороби шляхом контролю за насінневим матеріалом і знезараженням полів.

Збудником раку картоплі є гриб *Synchytrium endobioticum* (Schibersky) Percival. З культурних рослин збудник уражує лише картоплю. Він є внутрішньоклітинним облігатним паразитом, який не утворює міцелію. Основними в циклі розвитку є зимові або літні зооспориангії, завдяки яким гриб зберігається й поширюється в природі. Навесні, коли температури вище 8°C, зооспориангії проростають, утворюючи 200—300 рухливих однодзгугтикових зооспор, які уражують клітини рослини-живителя. Потрапляючи на сприятливу тканину, зооспора розчиняє клітини епідермісу і через отвір, який утворився під впливом збудника, проникає в клітину рослини [7]. При ураженні картоплі раком утворюються нарости на бульбах, столонах, кореневій шийці, а за значного розвитку захворювання — на стеблі, листках і квітках. За зовнішнім виглядом нарости нагадують плоди цвітної капусти. Розмір наростів варіює від дрібної горошини до величини, яка перевищує розмір бульби. Нарости, які формуються в ґрунті, — білого кольору, а на надземних частинах рослин — зелені. До закінчення вегетації картоплі нарости темнішають і згнивають. Корені картоплі ніколи не уражуються. Потрапляючи на поле, збудник швидко накопичується в ґрунті й через 2—3 роки уражує більшість рослин картоплі. Розповсюдження раку картоплі в природних умовах дуже повільне. Найчастіше він поширюється з бульбами насінневої картоплі, які мають на своїй поверхні часточки зараженого ґрунту. Будь-яке переміщення зараженого ґрунту сприяє подальшому поширенню інфекції.

Наслідком хвороби є втрата врожаю від 90 до 100% на заражених ділянках, зниження ринкової вартості, оскільки уражені бульби стають непридатними для споживання чи продажу. Гриб *Synchytrium endobioticum* здатний зберігатися у ґрунті протягом багатьох років, що робить заражені поля непридатними для вирощування картоплі протягом тривалого часу. На відміну від інших грибних захворювань рак картоплі дуже важко лікувати та контролювати, оскільки спори гриба стійкі до впливу хімічних засобів [1].

Бура бактеріальна гниль картоплі (*Ralstonia solanacearum*). У зв'язку із глобальними змінами кліматичних умов спостерігається збільшення ареалів розповсюдження патогенів бактеріальних хвороб рослин, зокрема тих, що становлять значну загрозу виробництву картоплі. Одним з таких є збудник бурої бактеріальної гнилі — бактерія *Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al., що належить до родини Pseudomonadaceae [8]. У 2019—2023 рр. за даними Департаменту фітосанітарної безпеки Держпродспоживслужби збудника бурої гнилі картоплі було виявлено в 3-х областях України: Житомирська (з 2020 року були ліквідовані усі вогнища бурої бактеріальної гнилі), Тернопільська та Чернігівська (табл. 2) [3].

Загальна площа ураження *Ralstonia solanacearum* за період 2019 — 2023 рр. не зменшується. Причиною є зміни погодних умов (зростання середньої температури та частіші опади), труднощі з контролем вод-

**2. Поширення *Ralstonia solanacearum* в Україні за даними
Департаменту фітосанітарної безпеки Держпродспоживслужби
(середні значення за 2019—2023 рр.)**

Область	Райони	Міста	Населені пункти	Господарства	Присадибні ділянки
<i>Заражено</i>					
Тернопільська	1	0	1	1	0
Чернігівська	2	0	3	3	0
Житомирська	1	0	1	1	0
Всього	4	0	5	5	0
<i>Площа зараження, га</i>					
Область	Господарства		Присадибні ділянки		Всього
Тернопільська	70		0		70
Чернігівська	56		0		56
Житомирська	57,108		0		57,108
Всього	183,108		0		183,108

них ресурсів (заражені водні джерела є основними у поширенні інфекції) та недостатній моніторинг і низьке ресурсне забезпечення [8].

Згідно з даними ЄОКЗР наприкінці 2023 р. вогнища хвороби були виявлені на території Бельгії, Болгарії, Великобританії, Греції, Грузії,



Рис. 2. Поширення *Ralstonia solanacearum* на Європейському континенті за даними EPPO A2 LIST

Іспанії, Італії, Португалії, Польщі, Німеччини, Румунії, Сербії, Словаччини, Туреччини, Угорщини, Франції. У 2022 р. збудника хвороби було знищено у Норвегії, а у 2023 р. хвороба повністю ліквідована у Швейцарії та Литві (рис. 2) [4]. У Нідерландах та Німеччині спостерігається зростання випадків бактеріальної гнилі через збільшення площ для вирощування картоплі на експорт. У відповідь країни посилили заходи контролю за якістю насіннєвого матеріалу та умовами зберігання.

Клітини бактерії *Ralstonia solanacearum* — це короткі, грамнегативні палички, які з'єднані попарно або в короткі ланцюжки, розмір

їх 0,5—0,7 на 1,5—2,0 мкм, рухомі з одним полярним джгутиком, спор не утворюють. Вони дуже чутливі до висихання. Для більшості штамів оптимальною температурою росту є 28—32°C, однак деякі штами мають нижчу температуру росту — 27°C. Життєздатність патогена швидше за все підвищується у більш глибоких шарах ґрунту. Через незначні коливання температури *R. solanacearum* має здатність до виживання у водному середовищі і може розмножуватися в чистій воді за відсутності поживних речовин [8, 9].

Перші ознаки ураження на рослинах картоплі з'являються у фазі цвітіння, а саме — в'янення частини стебла або однієї сторони листка з втратою тургору вдень і відновленням його вночі. Рослини раптово в'януть, листки жовтіють і зморщуються, а черешки листків і стебел поникають. За швидкого в'янення колір листя майже не змінюється, лише пізніше стає бурим. Іншою ознакою, що пов'язана з ураженням збудником бурої гнилі, є затримка в рості рослин. На судинній тканині поперечного розрізу стебел зів'ялих рослин зазвичай з'являється коричневий та молочний бактеріальний ексудат, який вказує на наявність щільних мас бактеріальних клітин в інфікованих судинних пучках, зокрема в ксилемі, на поверхні розрізу або у вигляді виділення. Коли розріз стебла розташований вертикально у воді, спостерігається

спонтанне виділення ексудату із судинних пучків. Таке виділення є характерною ознакою бурої гнилі й не зустрічається в інших видів бактерій — патогенів картоплі. На бульбах картоплі при їх розрізі видно потемніння судинних пучків. На ранній стадії інфікування спостерігаються судинні кільця від жовтого до світлоричневого кольору, з яких через кілька хвилин спонтанно виділяється білокремовий бактеріальний ексудат. Пізніше, судини знебарвлюються, і набувають більш виразного коричневого кольору, також можливе поширення некрозу на паренхімні тканини. На пізніх стадіях інфекція поширюється з верхівки та вічок бульби, з яких може сочитися бактеріальний слиз, що призводить до утворення грудочок ґрунту.

Основний шлях для розповсюдження є інфікована насіннева картопля та інший рослинний матеріал. Бактерія тривалий час може зберігатись у воді і з її допомогою переноситься від поля до поля. Резерватами інфекції є бур'яни з родини пасльонових та бобових [1, 9].

Бура бактеріальна гниль картоплі завдає значних втрат врожаю як під час вирощування картоплі, так і під час її зберігання (50—70%). Також спостерігається погіршення якості картоплі, стає непридатною для переробки та продажу. Шкідливість проявляється у значному відставанні рослин у рості, зменшенні кількості стебел, загниванні бульб у полі і при зберіганні у сховищах [1].

Кільцева гниль картоплі (*Clavibacter michiganensis*) — це серйозна бактеріальна хвороба, яку викликає бактерія *Clavibacter michiganensis*. За останні п'ять років хвороба поширювалася переважно через насінневий матеріал. Зважаючи на глобальні торговельні зв'язки, ризик зараження кільцевою гниллю залишається високим. За даними EPPO A2 LIST збудника кільцевої гнилі картоплі виявлено в 19-ти країнах Європи: Білорусь, Болгарія, Естонія, Греція, Грузія, Іспанія, Кіпр, Латвія, Литва, Німеччина, Норвегія, Польща, Румунія, Словаччина, Туреччина, Угорщина, Чехія, Фінляндія та Швеція (рис. 3). У 2023 р. хворобу було ліквідовано у Нідерландах та Швейцарії [4].

Збудник кільцевої гнилі картоплі в природних умовах уражує лише картоплю (*Solanum tuberosum* L.). Згідно з літературними даними, за штучної інюкуляції, патогена виявлено на представниках родини пасльонових



Рис. 3. Поширення *Clavibacter michiganensis* на Європейському континенті за даними EPPO A2 LIST

(*Solanaceae*), зокрема на помідорах (*Solanum lycopersicum* L.) і баклажанах (*Solanum melongena* L.). Наслідком хвороби є зниження врожайності сільськогосподарських культур на 20—55%. Уражені бульби стають непридатними для споживання або продажу, оскільки в них розвивається гниття. На початкових стадіях хвороба може протікати без явних симптомів, тому зараження стає очевидним лише на пізніших етапах, коли гниль вже поширилася. Це ускладнює її контроль і може призвести до швидкого розповсюдження на великі площі. Хвороба може зберігатися у ґрунті кілька років, що ускладнює подальше вирощування картоплі на заражених ділянках [1, 10].

При висаджуванні слабкоінфікованих бульб перші ознаки хвороби проявляються у фазі цвітіння у вигляді в'янення одного чи двох стебел у кущі. Краї листків закручуються всередину догори, стають тьмяними. Пізніше на зів'ялих листках з'являються бурі плями. На зрізі ураженого стебла не помітно змін забарвлення судинних пучків. Зів'ялі стебла, на відміну від ураження іншими хворобами, падають на землю. Висаджені сильно інфіковані бульби згнивають у ґрунті, а з деяких виростають недорозвинені рослини із здутими стеблами. Листки в них розміщуються близько один до одного, особливо на верхівках рослин. Уражені рослини з часом в'януть і засихають, бульбоутворення відсутнє. На бульбах кільцева гниль проявляється у вигляді ураження судинного кільця і ямчастої гнилі (жовта підшкірна плямистість) [1]. Збудник проникає в молоді бульби на ранніх етапах їх утворення через столони. Судинна система бульб розм'якшується і має світло-жовте забарвлення. При надавлюванні уражені судини виділяють кремезовжовтий ексудат. Із судинної системи гниль поширюється на сусідні тканини і серцевину бульб, які перетворюються на білу в'язку масу з неприємним запахом. Захворювання проявляється за 5—6 місяців.

Хвороба поширюється із зараженими бульбами, комахами, тарою (контейнерами), засобами обробки ґрунту і знаряддями праці [10].

Чорна ніжка/м'яка гниль картоплі (*Dickeya dianthicola*) — одна з найбільш шкідливих бактеріальних хвороб картоплі, трапляється повсюдно і проявляється у вигляді некрозу прикореневої частини стебел рослин і м'якої гнилі посадкових бульб або бульб, які зберігаються. Хвороба поширена в усіх зонах вирощування картоплі. Збудник м'якої гнилі картоплі спричинює деградацію стебла рослин і гниття коренеплодів. Розвиток захворювання призводить до розрідження посадок, зниження продуктивності, погіршення насінневої якості і товарності бульб при зберіганні. Недобір урожаю, залежно від погодних умов і агресивності патогена, варіює в межах від 1—2 до 50—75%.

Ураження 5% рослин в період вегетації призводить до втрати 20% і більше бульб в період зберігання. В останні роки серед збудників бактеріальних м'яких гнилей овочевих культур особливу увагу привер-

тають патогени роду *Dickeya*. Цього патогена вважали небезпечним лише у країнах із теплим кліматом, але виявлення їх на картопляних полях Європи змусило переглянути систему контролю цих патогенів [11]. За останні роки динаміка поширення хвороби значно збільшилась. Збудник поширився завдяки міжнародній торгівлі насінневою картоплею та спричиняє значні втрати врожаю. Види роду *Dickeya* виявлені у 15-ти європейських країнах: Бельгія, Болгарія, Великобританія, Данія, Іспанія, Кіпр, Німеччина, Польща, Румунія, Сербія, Словенія, Фінляндія, Франція, Швеція та Швейцарія (рис. 4). У 2023 р. у Нідерландах збудника хвороби було знищено [4].



Рис. 4. Поширення *Dickeya dianthicola* на Європейському континенті за даними ЕРРО A2 LIST

Бактерії роду *Dickeya* добре відомі як збудники м'яких гнилей різноманітних культур, але перш за все, картоплі. Патогенність *Dickeya* в основному пов'язана з ферментами деградації клітинних стінок — пектацілазами. Головною відмінністю бактерій роду *Dickeya* від грибних збудників є зростання агресивності при підвищеній температурі, здатність швидко розповсюджуватися по судинній системі рослини і зберігатися в латентному стані в період зберігання бульб при низькій температурі. Першим симптомом є в'янення верхнього листа з подальшим висиханням по краях і, зрештою, всього листа. Ці симптоми згодом поширюються на нижнє листя, а в деяких випадках засихає вся рослина або стебло. Судинні тканини стебла забарвлюються в коричневий колір від основи вгору та інколи призводять до некрозу стебла. Зовні стебла зазвичай залишаються зеленими до повного всихання листа. Симптоми зазвичай вперше з'являються, коли температура повітря перевищує 25°C. Для ідентифікації збудників цієї групи використовують молекулярні методи, зокрема ПЛР із специфічними праймерами. Такі праймери зазвичай спрямовані на виявлення генів, які пов'язані із вірулентними властивостями фітопатогенних бактерій [11].

Фактори, що сприяють розвитку хвороби картоплі, спричиненої видами *Dickeya*, включають пошкодження та відсутність чистоти під час сортування бульб, поганий дренаж ґрунту, підвищення рівня збудника на насінневих бульбах, надмірне зрошення, вологу весняну погоду, пошкодження під час збору врожаю та відсутність належної



Рис. 5. Поширення *Potato spindle tuber pospiviroid* — *PSTVd* на Європейському континенті за даними EPPO A2 LIST

вентиляції під час зберігання. Також досить часто хвороба поширюється людиною під час збирання врожаю [12].

Віроїд веретеноподібності бульб картоплі (*Potato spindle tuber pospiviroid* — *PSTVd*) — нині поширений у 18-ти країнах Європи: Австрія, Азербайджан, Білорусь, Бельгія, Грузія, Данія, Естонія, Італія, Мальта, Нідерланди, Німеччина, Словенія, Туреччина, Хорватія, Чехія, Швейцарія (рис. 5). У 2021 р. віроїд був ліквідований у Литві, а у 2023 — у Польщі. За останнє п'ятиліття динаміка поширення хвороби стабілізувалася у країнах з розвиненими системами контролю, проте в регіонах з низьким

рівнем контролю хвороба може поширюватися значно швидше. Збитки від нерегульованого зараження *PSTVd* оцінюють у 4,4 млн євро [4].

PSTVd — низькомолекулярні інфекційні нуклеїнові кислоти (кільцева РНК, яка складається приблизно з 359 нуклеотидів). Реплікація відбувається автономно в сприйнятливих рослинах-господарях [1].

Картопля вважається основним господарем *PSTVd*. Насіння картоплі, отримане від схрещеного з віроїдним зразком, проростало з більшою швидкістю, ніж насіння від неінфікованих батьків. *PSTVd* заражає всі або більшість частин рослини. Вегетативне розмноження є основним шляхом передачі хвороби у картоплі. Відсутність симптомів збільшує ризик того, що заражені рослини буде використано для розмноження. Поширення хвороби відбувається через імпортоване насіння картоплі та гермоплазмой, а також при безпосередньому контакті здорових та хворих рослин. Також встановлено, що 80—100% трансмісії *PSTVd* у польових умовах здоровим рослинам картоплі відбувається тоді, коли колеса трактора були заражені інфекційним соком через пошкодження хворих рослин картоплі. Малою є ймовірність розповсюдження *PSTVd* попелицями. Зокрема, це відбувалося завдяки гетерологічному капсидуванню *PSTVd* у частинках PLRV. У картоплі *PSTVd* може викликати серйозну затримку росту, однак воно також може бути ледь помітним. Пагони заражених рослин можуть бути більш вертикальними і давати менші листки, ніж їхні здорові аналоги. Заражені бульби можуть бути невеликими, подовженими (від цього і походить назва хвороби), деформуватися і мати тріщини. Їхні вічка

можуть бути більш вираженими, ніж зазвичай, і мати опуклості, які здатні навіть перетворитися на маленькі бульби. На експресію симптомів впливає сорт картоплі, штам *PSTVd*, умови довкілля і метод інокуляції [10].

Хвороба відома своєю високою шкідливістю, оскільки призводить до серйозних морфологічних змін бульб і може викликати значні втрати врожаю. Втрата продуктивності може сягати 50—70% залежно від ступеня інфікування. Основною ознакою ураження є веретеноподібна форма бульб, що робить їх непридатними для продажу та споживання. Це призводить до зниження якості врожаю. Інфіковані віроїдом рослини стають більш сприйнятливими до інших хвороб та стресових умов. Уражені рослини можуть не проявляти симптомів у перший рік після зараження, що сприяє прихованому поширенню хвороби через насіння та посадковий матеріал.

Окрім дослідження різних карантинних хвороб картоплі проведено аналіз існуючих методів захисту від них. Фітосанітарні заходи захисту рослин в Україні та Європі базуються на рекомендаціях, розроблених Європейською і Середземноморською організацією захисту рослин (EPPO), які вказують, що найбільш ефективними є інтегровані підходи:

- комплексний захист. Потрібне поєднання біологічних, хімічних та агротехнічних методів захисту, адже використання лише одного методу може призвести до розвитку стійкості збудника;
- зменшення хімічного навантаження. Часте використання пестицидів негативно впливає на довкілля і може спричинити забруднення ґрунтів та водних ресурсів. Інтегровані підходи дозволяють мінімізувати застосування хімічних засобів завдяки впровадженню стійких сортів картоплі;
- застосування різних методів контролю та профілактики допомагає знизити загальні витрати на боротьбу з хворобами, підвищуючи стабільність і продуктивність вирощування картоплі (табл. 3).

Таким чином, інтегрований підхід дозволяє створити стійку систему захисту від хвороб, знижуючи ризики для врожаю та якості продукції, а також забезпечуючи продовольчу безпеку та економічний розвиток аграрного сектору Європи та України [13].

ВИСНОВКИ

Отримані результати свідчать про необхідність посилення карантинних заходів як в Україні, так і в інших європейських країнах, оскільки карантинні хвороби картоплі завдають значних проблем сільськогосподарському виробництву та продовольчій безпеці, а саме спричиняють великі втрати врожаю (від 50 до 100%) та довготривале

3. Фітосанітарні заходи захисту від карантинних хвороб картоплі

Фітосанітарні заходи	<i>Synchytrium endobioticum</i>	<i>Ralstonia solanacearum</i>	<i>Clavibacter michiganensis</i>	<i>Dickeya dianthicola</i>	<i>Potato spindle tuber pospviroid</i>
Використання стійких сортів картоплі	+	-	+	-	+
Використання здорового насінневого матеріалу	-	+	+	+	+
Заборона переміщення зараженого матеріалу з інфікованих зон в інші регіони	+	+	+	+	+
Впровадження особливого карантинного режиму у вогнищах	+	+	+	+	+
Обмеження використання інфікованих полів	+	+	-	-	-
Фітосанітарний моніторинг	+	+	+	+	+
Хімічна обробка ґрунту	+	-	-	-	-
Утилізація інфікованого матеріалу	+	+	+	+	+
Очищення та дезінфекція техніки	+	+	+	+	+
Сівозаміна	+	+	-	+	+
Дренаж і управління водою	-	+	-	-	-
Управління вологістю ґрунту	-	-	+	+	-
Контроль за збиранням та зберіганням	-	-	+	+	-
Температурний контроль	-	-	+	+	-
Контроль за тепличним виробництвом	-	-	-	-	+

зараження ґрунту, що робить ділянки непридатними для вирощування картоплі протягом тривалого часу. Патогени поширюються через ґрунт, воду та заражене обладнання, що ускладнює контроль хвороб. Окрім втрат врожаю карантинні хвороби підвищують витрати на заходи контролю, що ускладнює ведення господарської діяльності. Також через наявність хвороб картоплі країни можуть втрачати доступ до міжнародних ринків, що згубно впливає на економіку. Важливо вміти своєчасно виявити та знищити ту чи іншу хворобу картоплі, щоб запобігти її проникненню в інші регіони або країни, де вона відсутня. Успішний захист від карантинних хвороб вимагає інтегрованого підходу. Посилення фітосанітарного контролю, встановлення строгих правил імпорту та експорту насіннєвого матеріалу, регулярні перевірки посівів та складських приміщень, використання стійких сортів картоплі, запровадження сучасних систем моніторингу, застосування біотехнологічних методів ідентифікації можуть значно знизити ризик поширення хвороб. Дуже важливим аспектом є міжнародна співпраця, де науковці з різних країн можуть обмінюватись досвідом та проводити спільні дослідження з метою покращення епідеміологічної ситуації.

Фінансування: дослідження проводили відповідно до ПНД 12 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» (Захист рослин).

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Симонов В.Є., Мацьків Т.І., Мельник П.О. та ін. Фітосанітарна безпека: регульовані організми картоплі. Чернівці: Зелена Буковина, 2011. 160 с.
2. Соломіячук М.П., Кордулян Ю.В. Застосування систем біологічного захисту картоплі від колорадського жука (*Leptonotarsa dezemlineata* Say.) та фітофторозу (*Phytophthora infestans* de Bary.). Захист і карантин рослин. 2018. Вип. 64. С. 208-209. doi: <http://dx.doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.208-218>
3. Огляд поширення карантинних організмів в Україні. URL: <https://dpss.gov.ua/fitosanitariya-kontrol-u-sferi-nasinnictva-ta-rozsadnictva/fitosanitarnij-kontrol/oglyad-poshirennya-karantinnih-organizmiv-v-ukrayini>
4. EPP0 A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests. URL: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/A2_list (звернення 23.08.2024).
5. Зея А.Г., Олійник Т.М., Зея Г.В. Відбір джерел стійкості картоплі до раку *Synchytrium endobioticum*. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2020. Вип. 67. С. 77. doi: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-5.5
6. Przetakiewicz J. Sampling, maintenance and pathotype identification

Synchytrium endo-bioticum (Schilb.) Perc. Plant Breeding and Seed Science. 2017. Vol. 76. P. 29-36. doi: <http://dx.doi.org/10.1515/plass-2017-0018>

7. Вергелес П.М., Пінчук Н.В., Коваленко Т.М. Карантин рослин: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2021. С. 44-48.

8. Крим І.В. Лабораторне визначення ураження сортів картоплі бурого бактеріальною гниллю. Захист і карантин рослин. 2020. Вип. 66. С. 128-129. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.127-136>

9. Скрипник Н.В., Макарук О.М. Буря бактеріальна гниль — небезпечне карантинне захворювання видів родини *Solanaceae*. Захист і карантин рослин. 2014. Вип.60. С. 349-356. URL: <https://zkr.ipp.gov.ua/index.php/journal/issue/view/6/60-pdf>

10. Станкевич С.В., Леженіна І.П., Забродіна І.В. Регульовані некарантинні шкідливі організми: навч. посіб. Харків. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Харків: Видавництво Іванченка І.С., 2022. 76 с.

11. Коломієць Ю.В., Буценко Л.М., Лісовий О.А. та ін. Збудники м'яких гнилей овочевих культур роду *Dickeya*. Біологічні системи: теорія та інновації. Том 14, № 3-4, 2023. С. 64-75. doi: [http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.006](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.006)

12. Richard Baker, Claude Bragard, Thierry Candresse, Gianni Gilioli et al. Scientific Opinion on the risk of *Dickeya dianthicola* for the EU territory with identification and evaluation of risk reduction options. EFSA Journal 2013;11(1):3072. P. 3-6. doi: <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3072>

13. EPPO activities on plant protection products. URL: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/ppp_activities

Stoyanova K., ORCID: 0000-0003-1684-2950

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

Epidemiology of potato quarantine diseases in Ukraine and Europe

Goal. analysis and data generalization on the epidemiological situation of quarantine potato diseases in Ukraine and Europe. Main pathogens determination which these diseases cause. Their spread and impact on yields evaluated, together with identification of prevention and control measures to ensure food security in the agricultural sector. **Methods.** The spread of potato diseases and their incidence of plants and tubers were studied using an informant and analytical method based upon the data analysis from the Department of phytosanitary safety of the State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer service for 2019—2023 and on the basis of the EPPO Glo-

bal Database Protocol. **Results.** The most spread potato quarantine diseases were: potato wart (*Synchytrium endobioticum*), brown rot of potato (*Ralstonia solanacearum*), ring rot (*Clavibacter michiganensis*), blackleg of potato (*Dickeya dianthicola*) and potato spindle viroid (*Potato spindle tuber pospiviroid*). Global trade of defeated seeds, non-following crop rotation, non-effective monitoring and control system and also climatic changes are also basic favorable factors for potato quarantine disease spread. Existing methods analysis for combating quarantine diseases has shown that the most effective are integrated approaches that include the use of resistant varieties, biological protection preparations and regular monitoring of the state of crops. **Conclusions.** The received results witnessed about the strengthening quarantine measures in Ukraine and European countries. The strengthening phytosanitary measures, developing and improving resistant varieties, international cooperation experience and technologies exchange are basic part for successful struggle with quarantine diseases. The above-mentioned measures realization will favor the potato quarantine diseases spread, yield increase and quality production increase. It will also help the food security improving European and Ukrainian agrarian sectors development.

potato; potato quarantine diseases; spread; harmfulness; phytosanitary measures

REFERENCES

1. Symonov V.Ie., Matskiv T.I., Melnyk P.O. (2011). Fitosanitarna bezpeka: rehulovani orhanizmy kartopli. [Phytosanitary security:regulated potato pests]. Chernivtsi: Zelena Bukovyna. 160 p. (in Ukrainian).
2. Solomiichuk M.P., Kordulian Yu.V. (2018). Zastosuvannia system biolohichnoho zakhystu kartopli vid koloradskoho zhuka (*Leptonotarsa dezemlineata* say.) ta fitoftorozu (*Phytophthora infestans* de bary.). [The usage of biological system for potato protection from Colorado potato beetle (*Leptonotarsa decemlineata* say.) and late blight (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary)]. *Zakhyst i karantyn roslyn*, 64, 208-218. doi: <http://dx.doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.208-218> (in Ukrainian).
3. Ohliad poshyrennia karantynnykh orhanizmiv Ukraini. URL: <https://dpss.gov.ua/fitosanitariya-kontrol-u-sferi-nasinnictva-ta-rozsadnictva/fitosanitarnij-kontrol/oglyad-poshirennya-karantinnih-organizmiv-v-ukrayini> (last access 23.08.2024) (in Ukrainian).
4. European and Mediterranean Plant Protection Organization (2023). EPPO, A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests. 09.2023. URL: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/A2_list: (last access 23.08.2024).
5. Zelia A.H., Oliinyk T.M., Zelia H.V. (2020). Vidbir dzherel stiikosti kartopli

do raku *Synchytrium endobioticum*. [Selection of sources of potato resistance to wart *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo*, 67, 77-91. doi: 10.32636/01308521.2020-(67)-2-5.5 (in Ukrainian).

6. Przetakiewicz J. (2017). Sampling, maintenance and pathotype identification *Synchytrium endo-bioticum* (Schilb.) Perc. *Plant Breeding and Seed Science*, 76, 29-36.

7. Verheles P.M., Pinchuk N.V., Kovalenko T.M. (2020). *Karantyn roslyn: navch. posib.* [Plant quarantine, Training manual]. Vinnytsia: VNAU. 44-48 p. (in Ukrainian).

8. Krym I.W. (2020). Laboratorne vyznachennia urazhennia sortiv kartopli buroiu bakterialnoiu hnyliu. [Laboratory determination of brown rot potato defeating of different varieties]. *Zakhyst i karantyn roslyn*, 66, 127-136. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.127-136> (in Ukrainian).

9. Skrypnyk N.V., Makaruk O.M. (2014). Bura bakterialna hnyl — nebezpechne karantynne zakhvoriuvannia vydiv rodyny Solanaceae. [Brown rot — dangerous quarantine diseases of the Solanaceae]. *Zakhyst i karantyn Roslyn*, 60, 349-356. URL: <https://zkr.ipp.gov.ua/index.php/journal/issue/view/6/60-pdf> (in Ukrainian).

10. Stankevych S.V., Lezhenina I.P., Zabrodina I.V. (2022). Rehulovani nekarantynni shchikidlyvi orhanizmy: navch. posib. [Regulated non-quarantine pests. Training manual.]. Kharkiv. nats. ahrar. un-t V.V. Dokuchaieva. Kharkiv: Vydavnytstvo Ivanchenka I.S. 77 p. (in Ukrainian).

11. Kolomiets Yu.V., Butsenko L.M., Lisovyi O.A. et al. (2023). Zbudnyky miakyykh hnylei ovochevykh kultur rodu *Dickeya*. [Causes of soft rots of vegetable crops of the *Dickeya* genus]. *Biologichni systemy: teoriia ta innovatsii*, 14(3-4), 64-75. doi: [http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14\(3-4\).2023.006](http://dx.doi.org/10.31548/biologiya14(3-4).2023.006) (in Ukrainian).

12. Richard Baker, Claude Bragard, Thierry Candresse, Gianni Gilioli et. al. (2013). Scientific Opinion on the risk of *Dickeya dianthicola* for the EU territory with identification and evaluation of risk reduction options. *EFSA Journal*; 11(1):3072, 3-6. doi: <http://dx.doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3072>

13. EPPO activities on plant protection products. URL: https://www.eppo.int/ACTIVITIES/ppp_activities

Надійшла до редакції: 03.09.2024

Прийнята до друку: 03.10.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

Т.І. ШЕРБАКОВА, кандидат біологічних наук

Державний університет Молдови, Інститут генетики, фізіології та захисту рослин, вул. Педурій, 20, Кишинів, 2002, Молдова

ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ СУМІШІ ГІФОМІЦЕТУ *LECANICILLIUM LECANII* І БАКТЕРІЇ *BACILLUS THURINGIENSIS* ДЛЯ ЗАХИСТУ ТЕПЛИЧНИХ КУЛЬТУР ВІД СИСНИХ ШКІДНИКІВ

Мета. Визначити біологічну ефективність робочих суспензій гіфоміцету *Lecanicillium lecanii*, бактерії *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* та їх суміші у регулюванні чисельності баштаної попелиці та звичайного павутинного кліща на культурі огірка в умовах закритого ґрунту. **Методи.** Лабораторні та в експериментальному тепличному блоці. Об'єкти досліджень: 1) ентомопатогенний гриб *Lecanicillium lecanii* R. Zare & W. Gams (2001), штам CNMN-FE-03, виділений з природної популяції оранжерейної білокрилки з подальшим відбором методом пасажів через тест-комаху. Проведено три пасажі через баштанну попелицю та три пасажі через звичайного павутинного кліща; 2) ентомопатогенна бактерія *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* (Bt) виділена із загиблої личинки колорадського жука. Цільові об'єкти — баштанна попелиця *Aphis gossypii* Glov. та звичайний павутинний кліщ *Tetranychus urticae* Koch. **Результати.** Біологічна ефективність водної суспензії гіфоміцету *L. lecanii* при концентрації 3,5% проти баштаної попелиці становила 89,9%, проти павутинного кліща — 92,7%. Бактеріальна суспензія *B. thuringiensis* у концентрації 5,0% знижувала чисельність попелиці на 89,1%, чисельність павутинного кліща — на 91,1%. Біологічна ефективність суміші суспензій гриба *L. lecanii* у концентрації 3,5% та бактеріальної суспензії *B. thuringiensis* у концентрації 5,0% проти баштаної попелиці становила 91,7%, проти павутинного кліща — 93,8%. **Висновки.** В результаті проведених досліджень зазначено, що спільне застосування двох біологічних інсектицидних засобів захисту рослин на основі гриба *L. lecanii* (контактної дії) та бактерії *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* (кишкової дії) збільшує відсоток ураження звичайного павутинного кліща та баштаної попелиці в умовах закритого ґрунту на 1,1—2,7% порівняно з їх застосуванням окремо.

біологічні препарати; сисні шкідники; *Aphis gossypii*; *Tetranychus urticae*; *Lecanicillium lecanii*; *Bacillus thuringiensis*

Специфічні умови роботи в тепличних комбінатах — висока температура та вологість повітря, накопичення та масовий розвиток шкідливих організмів, їх високий біологічний потенціал розмноження та набуття резистентності до токсикантів, забруднення повітряного простору теплиць хімічними пестицидами та накопичення токсичних залишків у продуктах виробництва культур.

Особливо небезпечними шкідниками, практично для всіх типів теплиць, є звичайний павутинний кліщ, кілька видів попелиць, теплична білокрилка та трипси — всі вони поліфаги й характеризуються високим біологічним потенціалом розмноження. Штучно створений тепличний мікроклімат зі сприятливими температурами, обмежені видовий та сортовий набори культур, відсутність сівозміни, беззмінне використання культивацийного субстрату — все це дає можливість шкідникам цілий рік відтворювати потомство зі стрімкою швидкістю. При цьому недобір урожаю може досягати 50% і більше [1].

Баштанна попелиця *Aphis gossypii* Glov. пошкоджує листя і молоді пагони, висмоктуючи їхній сік. Уражені листкові пластини та верхівки рослин скручуються, засихають та відмирають, квітки та зав'язі опадають, пагони деформуються. У процесі живлення попелиці виділяють цукристі речовини — падь або медяну росу. На цих виділеннях поселяються сажкові гриби, що знижує інтенсивність фотосинтезу та погіршує товарні якості продукції. Попелиця — переносник вірусних захворювань, чим посилюється шкода, що завдається [1].

Звичайний павутинний кліщ *Tetranychus urticae* Koch. — мікроскопічний шкідник (розмір дорослої особини менше 1 мм), імаго та личинки проколюють епідерміс з нижнього боку листка і висмоктують сік разом із зернами хлорофілу, що призводить до зниження імунітету, культура легко уражується інфекціями різної етіології. За масового заселення павутинним кліщем рослини покриваються характерним для даного фітофага павутинням. Шкідник має високу життєздатність: легко переносить зимівлю, дає до 20 поколінь на рік, швидко набуває резистентності до багатьох пестицидів. Через мікроскопічні розміри важко діагностується, що полегшує його поширення із садивним матеріалом, інструментами, потоками вітру [1].

Альтернативою хімічним засобам захисту рослин є біопестициди на основі живих мікроорганізмів. Інтерес до біопестицидів зростає через їхні переваги, пов'язані з екологічною безпекою, цільовою специфічністю та ефективністю застосування в малих дозах для комплексного захисту від шкідливих організмів. Для захисту рослин від шкідників у закритому ґрунті використовують біологічні препарати на основі грибів та бактерій.

Ентомопатогенні гриби роду *Lecanicillium* відомі як природні патогени сисних комах. Окремі види цих грибів (*L. muscarium*,

L. longisporum, *L. lecanii*) знайшли практичне застосування на основі спор та міцелію. За кордоном відомо близько 20-ти найменувань різних екологічно безпечних продуктів для захисту рослин від комах-шкідників (кліщі, попелиця, трипси, білокрилка, цикади) [2].

З бактерій безпечними біоінсектицидами останнього сторіччя визнано препарати на основі *Bacillus thuringiensis* (*Bt*). Інсектицидна дія цих бактерій зумовлена наявністю *cry*, *cyt* та *vip* білків, що уражують кишкову систему комах рядів Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Hymenoptera. Нові дослідження молекулярної біології відкрили деякі інші можливості *Bt* — це токсичність щодо нематод та кліщів, антагоністична дія щодо патогенних бактерій та грибів рослин і тварин, стимулююча ріст рослин дія (PGPR) [3].

Останніми роками пріоритетним напрямом біологічного захисту рослин є створення та використання сумішевих комплексних біологічних засобів, що підвищують біологічну ефективність, розширюють спектр дії та поліфункціональність.

Мета досліджень. Визначити біологічну ефективність робочих суспензій гіфоміцету *Lecanicillium lecanii*, бактерії *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* та їхньої суміші у контролі чисельності баштанної попелиці та звичайного павутинного кліща на культурі огірка в умовах закритого ґрунту.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили у 2021—2023 рр. в лабораторних умовах та в експериментальному тепличному блоці Інституту Генетики, Фізіології та Захисту Рослин у складі Державного Університету Молдови. Об'єкти досліджень: 1). Ентомопатогенний гриб *Lecanicillium lecanii* R. Zare & W. Gams (2001), штам 2Т20, колекційний номер у Національній колекції CNMN-FE-03, виділений з природної популяції оранжерейної білокрилки з наступним відбором методом пасажів через тест-комаху. Проведено три пасажі через звичайного павутинного кліща і три пасажі через баштанну попелицю, штам виявляє патогенність щодо оранжерейної білокрилки (*Trialeurodes vaporariorum*). 2). Ентомопатогенна бактерія *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* (*Bt*), виділена із загиблої личинки колорадського жука. У цих дослідженнях цільовими об'єктами були баштанна попелиця і звичайний павутинний кліщ.

Для визначення біологічної ефективності ентомопатогенних мікроорганізмів щодо зазначених шкідників штамів культивували в рідких живильних середовищах на шейкері зі швидкістю обертання 180 об./хв. Гіфоміцет *L. lecanii* вирощували в цукрово-м'ясному поживному середовищі протягом 96 год при 24°C. Після закінчення періоду культивування отриманої суспензії визначали титр (кількість конідій/мл) в камері Горяєва. Для застосування проти шкідників додавали суспензію до концентрації 3,5% розведенням водою, що відпо-

відає титру 3×10^7 конідій/мл. Бактерію *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* культивували в полісахаридному живильному середовищі протягом 48 год при температурі 30°C. Для отримання робочої рідини вихідну суспензію розбавляли водою до 5,0% концентрації. Для отримання комплексної бактеріально-грибної суміші відповідну кількість (для об'єму 10 л) суспензій двох мікроорганізмів змішували перед застосуванням, об'єм доводили водою до 10 л у ранцевому обприскувачі. Для уточнення ефективності *B. thuringiensis* для контролю шкідників у досліді використовували 2 концентрації водної суспензії — 4,0% і 5,0%.

Варіанти експерименту в теплиці:

- 1 — контроль, без обробки;
- 2 — хімічний еталон *Vertimec* 018 ЕС, КЕ, (абамектин, 18 г/л), 0,75—1,0 л/га;
- 3 — обробка суспензією *B. thuringiensis*, 4,0%;
- 4 — обробка суспензією *B. thuringiensis*, 5,0%;
- 5 — обробка суспензією *L. lecanii*, 3,5%;
- 6 — обробка суспензією *L. lecanii*, 3,5% + *B. thuringiensis*, 5,0%.

Тестування суспензій проводили на рослинах огірка гібриду *Mirabelle*. Визначали смертність шкідників у порівнянні з контролем та хімічним еталоном *Vertimec* 018 ЕС за формулою Аббота [4].

Статистичну обробку результатів досліджень проводили за допомогою комп'ютерної програми на платформі ABC Pascal.

Результати досліджень та обговорення. Ентомопатогенний гіфоміцет *Lecanicillium lecanii* R. Zare & W. Gams (2001) вперше був описаний у 1899 р. (Zimmermann) як *Cephalosporium lecanii*, згодом був віднесений до роду *Verticillium* (Zimm.) Viegas (1939), нині затвердженою назвою роду є *Lecanicillium*, до якого належать ізоляти *L. lecanii*, *L. attenuatum*, *L. longisporum*, *L. muscarium* або *L. nodulosum*.

Відповідно до класифікації R. Zare & W. Gams (2001), ентомопатоген є представником відділу Ascomycota, класу Sordariomycetes, сімейства Nurostaceae, роду *Hypocreales*. Гіфи гриба тонкі, прозорі, септовані, конідионосії утворюються з повітряних гіф, короткі, прямостоячі, несуть одну або дві мутовки фіалід. Фіаліди голкоподібні, звужені до вершини, розташовані під гострим кутом на головній осі конідиеносця по 2—5 штук у мутовці. На верхівці фіалід утворюються конідиальні головки зі склеєними у них конідіями. Конідії еліпсоїдальні, одноклітинні, 2,5—3,5 × 1—1,5 μm [5].

Механізм паразитичної дії ентомопатогенних грибів роду *Lecanicillium* складається з: прилипання конідій до тіла комахи, проростання конідії, проникнення ростової трубки в хітиновий покрив шкідника та проникнення в порожнину тіла з утворенням апресорій. У місці проникнення ростової трубки синтезуються гідролітичні ферменти

(протеази, ліпази та хітинази), що деградують шкірний покрив. У цей час у порожнині тіла утворюються гіфальні тіла — бластоспори, та починають продукуватись токсини, які призводять до загибелі господаря. Після цього гриб починає колонізувати внутрішні органи шкідника, насамперед жирове тіло, кишечник та інше. Після заселення внутрішніх органів гіфи ентомопатогену проростають на поверхню кутикули комахи і труп обростає білим міцелієм гриба *L. lecanii* [5, 6].

Інший мікроорганізм, який використовується в дослідженнях, бактерія *Bacillus thuringiensis* Berliner 1915, представник класу Bacilli, порядку Bacillales, сімейства Bacillaceae, роду *Bacillus*. Це велика (5×1 мкм), паличкоподібна, аеробна, грампозитивна, спороутворююча ґрунтова бактерія. У ході споруляції продукує кристалічні включення, утворені специфічними для цього виду білковими токсинами (*Cry*-білками). При потраплянні в кишечник комахи білковий *Cry*-токсин розчиняється в лужному середовищі кишкового соку (рН 9,5—10,5), проникає в клітинну мембрану з утворенням пор, порушенням осмотичної рівноваги та лізису клітини, що веде до загибелі шкідника [7]. При бактеріальних інфекціях характерна досить швидка загибель комах (2—7 діб), але не завжди досягається високий рівень смертності через різний вік комах. Найчастіше молодші за віком виявляються чутливими до ентомопатогенних бактерій, а старші — стійкі до них, тому ефективність біопрепаратів може бути невисока.

Для посилення біологічної ефективності біопестицидів спостерігається тенденція створення комплексних сумішей для захисту рослин. Це можуть бути бактеріально-грибні суміші, грибні суміші однієї видової приналежності продуцентів, але з різною ефективністю, грибні суміші продуцентів різних класів грибів, бактеріальні суміші і т.д. Застосування бактеріально-грибних сумішей біопрепаратів сприяє придушенню імунних захисних систем комах унаслідок розвитку бактеріозів, у разі з *B. thuringiensis* розвитком кишкових інфекцій. При цьому збільшується чутливість до грибної інфекції, що проявляється підвищенням смертності шкідників [8].

У дослідженнях для застосування мікроорганізмів у теплиці культури вирощували в рідких живильних середовищах, при заданих температурах, на шейкері для отримання мікробіологічних суспензій. По завершенні періоду культивування суспензії переглядали в мікроскоп, для гриба *L. lecanii* визначали титр. За результатами підрахунку в камері Горяєва титр вихідної грибної суспензії після культивування протягом 96 год при температурі 24°C становив $1,6 \times 10^9$ конідій/мл. Бактерію *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* після культивування протягом 48 год при температурі 30°C переглядали в мікроскоп на наявність конгломератів кристалів дельта-ендотоксинів, необхідних для ураження кишечника шкідника (рис. 1).

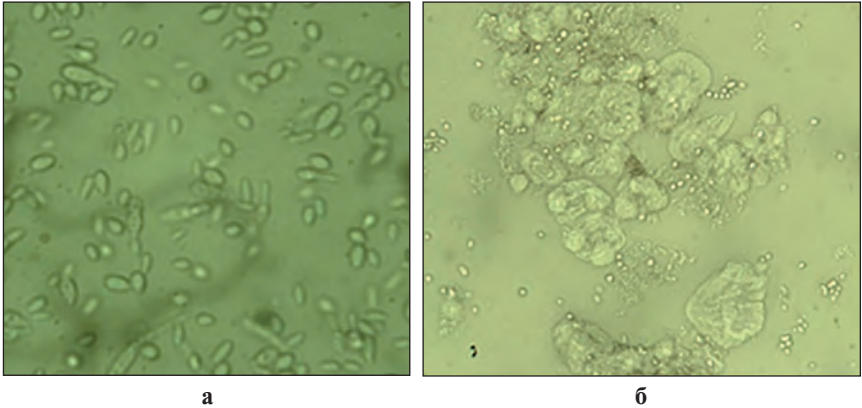


Рис. 1. Суспензії мікроорганізмів у полі зору мікроскопа після культивування:
а — конідії гриба *L. lecanii*, 1000×; **б** — спори та конгломерати кристалів
 дельта-ендотоксинів бактерії *B. thuringiensis* var. *thuringiensis*, 400×

За інфікування особин попелиці гіфоміцетом *L. lecanii* перші ознаки ураження стали помітними на 5—6-ту добу, комахи чорніли, а навколо них з'являвся білий обідок з міцелією гриба. На 10—12-ту добу білий пухнастий міцелій повністю покривав тіло шкідника і нерідко поширювався на 2—4 мм за його межі. Гіфи гриба утримували комах на листі рослини (рис. 2, б).

Після обробки шкідників робочою рідиною *B. thuringiensis* (5,0% водна суспензія) через добу була відзначена малорухливість і млявість комах, на 6—7-й день шкідники чорніли та гинули (рис. 2, с). За інфікування павутинного кліща дія суспензій мікроорганізмів проявлялася аналогічно дії на баштанній попелиці. Через мікроскопічні розміри шкідника спостереження проводили в полі зору мікроскопа.

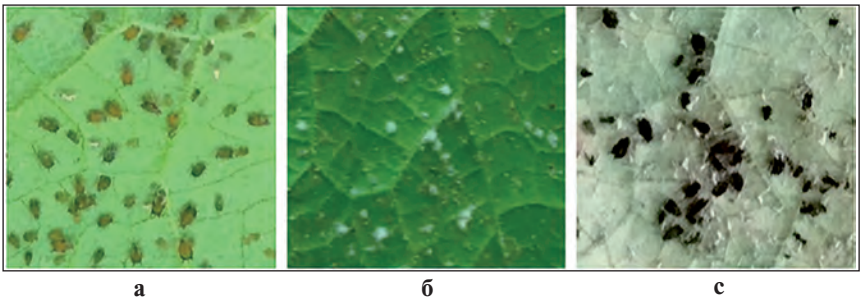
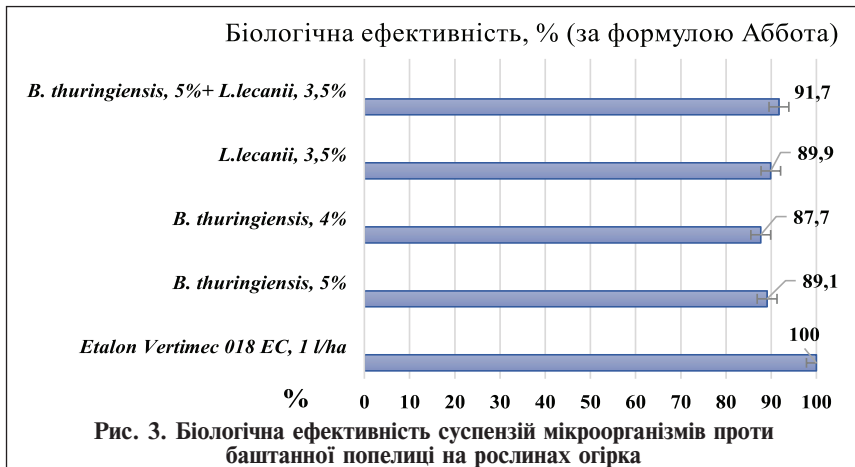


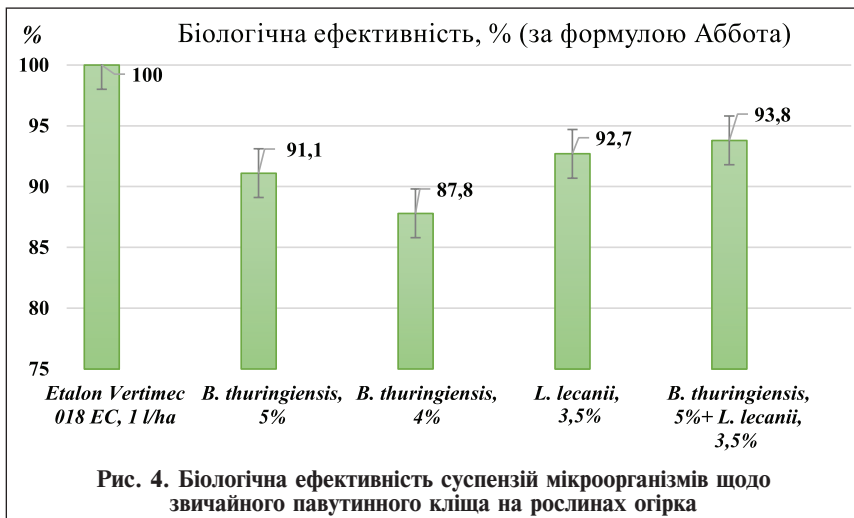
Рис. 2. Шкідники на листі огірка: **а** — баштанна попелиця до обробки,
б — баштанна попелиця, яка обросла міцелієм гриба *L. lecanii* через
 12 дів після обробки; **с** — баштанна попелиця через 7 дів
 після обробки *B. thuringiensis*

Протягом вегетаційного періоду було проведено 7 обробок з інтервалом 7—12 діб. Перші 2 обробки проти шкідників були профілактичними, оскільки комахи заселялися невеликими осередками. Надалі спостерігалось інтенсивне заселення рослин огірка баштанною попелицею. Наступні обробки пригнічували розвиток попелиці та павутинного кліща, у варіантах із застосуванням *L. lecanii* було відзначено масове обростання шкідників міцелієм гриба, у варіантах з обробками *B. thuringiensis* шкідники чорніли. Обліки провели через 2 тижні після останньої обробки. Враховували кількість загиблих та живих шкідників на облікових рослинах. Біологічна ефективність суспензії гіфоміцету *L. lecanii* при концентрації 3,5% у зниженні чисельності баштанної попелиці на рослинах огірка становила 89,9%. Ефективність бактеріальної суспензії *B. thuringiensis* у концентрації 4,0% становила 87,7%, у концентрації 5,0% — 89,1%. Суміш суспензій гриба *L. lecanii* у концентрації 3,5% та бактеріальної суспензії *B. thuringiensis* у концентрації 5,0% пригнічувала чисельність баштанної попелиці на 91,7% (рис. 3).

Біологічна ефективність суспензії гіфоміцету *L. lecanii* при концентрації 3,5% у зниженні чисельності павутинного кліща на рослинах огірка становила 92,7%. Ефективність бактеріальної суспензії *B. thuringiensis* у концентрації 4,0% становила 87,8%, у концентрації 5,0% — 91,1%. Ефективність суміші суспензій гриба *L. lecanii* у концентрації 3,5% та бактеріальної суспензії *B. thuringiensis* у концентрації 5,0% склала 93,8% (рис. 4).

Необхідно зазначити, що для активного зростання гіфоміцету *L. lecanii* та ураження шкідників у теплиці необхідна відносна вологість повітря не менше 85%.





Проведеними експериментами у тепличному блоці встановлено, що кількість обробок за період вегетації огірка має становити щонайменше 6–7 проти цільових шкідників. При зниженні кількості обробок або збільшенні інтервалу між обробками до 18 діб відбувається масове заселення рослин новим поколінням шкідника, якого контролювати біологічними засобами неможливо.

ВИСНОВКИ

Встановлено, що спільне застосування двох біологічних інсектицидних засобів захисту рослин на основі гриба *L. lecanii* (контактною дією) та бактерії *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* (кишковою дією) збільшує відсоток ураження звичайного павутинного кліща та баштанної попелиці в умовах закритого ґрунту на 1,1–2,7% порівняно з їх застосуванням окремо.

Фінансування: дослідження проведено у рамках Підпрограми 011103 «Розробка екологічно нешкідливих засобів зниження впливу шкідливих організмів сільськогосподарських культур на тлі зміни клімату», фінансується Міністерством освіти і науки Республіки Молдова.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Ахатов А.К., Ижевский С.С., Мешков Ю.И. и др. Защита тепличных и оранжерейных растений от вредителей. Товарищество научных изданий КМК. 2004. 307 с.

2. De Faria M.R., Wraight S.P. Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. In: Biol. Control. 2007. 43(3). P. 237-256. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2007.08.001

3. Jouzani G., Valijanian E., Sharafi R. *Bacillus thuringiensis*: a successful insecticide with new environmental features and tidings. Appl. Microbiol. Biotechnol. 2017. Vol. 101. P. 2691-2711. DOI: 10.1007/s00253-017-8175-y

4. Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice și biologice de protecție a plantelor de dăunători, boli și buruieni în Republica Moldova. Sub redacția ION LAZARI. Chișinău, «Tipografia Centrală». 2002. 286 p.

5. Zare R., Gams W. A revision of *Verticillium* sect. *Prostrata*. IV. The genera *Lecanicillium* and *Simplicillium* gen. nov. In: Nova Hedwigia. 2001. V. 73 (1). P. 1-50. doi: 10.1127/nova.hedwigia/71/2001/1

6. Павлюшин В.А., Новикова И.И., Бойкова И.В. Микробиологическая защита растений в технологиях фитосанитарной оптимизации агроэкосистем: теория и практика (обзор). Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55. № 3. С. 421-438.

7. Schnepf E., Crickmore N., Van Rie J. et al. *Bacillus thuringiensis* and Its Pesticidal Crystal Proteins. Microbiol. Mol. Biol. Rev. 1998. 62(3). P. 775–806. doi: 10.1128/mmlr.62.3.775-806.1998

8. Леднев Г.Р., Долгих В.В., Павлюшин В.А. Стратегии паразитизма энтомопатогенных микроорганизмов и их роль в снижении численности фитогаров. Вестник защиты растений. 2013. № 3. С. 3-17.

Shcherbakova T., ORCID: 0000-0002-2632-325X

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection of the MSU,
20, Padurii str., Chisinau, 2002, Republic of Moldova

Use of a complex mixture of hyphomycete *Lecanicillium lecanii* and *Bacillus thuringiensis* to protect greenhouse crops from sucking pests

Goal. To determine the biological effectiveness of working suspensions of hyphomycete *Lecanicillium lecanii*, bacterium *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* and their mixture in regulating the number of melon aphids and common spider mites on cucumber culture in closed ground conditions.

Methods. Laboratory and in the experimental greenhouse block. Objects of research: 1) entomopathogenic fungus *Lecanicillium lecanii* R. Zare & W. Gams (2001), strain CNMN-FE-03, isolated from the natural population of greenhouse whitefly with subsequent selection by passage through the test insect. Three passages through melon aphids and three passages through

common spider mites were performed; 2) entomopathogenic bacterium *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis* (Bt) was isolated from a dead larva of the Colorado potato beetle. Target objects are melon aphid *Aphis gossypii* Glov. and common spider mite *Tetranychus urticae* Koch. **Results.** The technical efficiency of the aqueous suspension of hyphomycete *L. lecanii* at a concentration of 3.5% against melon aphids was 89.9%, against spider mites — 92.7%. The bacterial suspension of *B. thuringiensis* at a concentration of 5.0% reduced the number of aphids by 89.1%, the number of spider mites — by 91.1%. The technical efficiency of the mixture of suspensions of the fungus *L. lecanii* at a concentration of 3.5% and the bacterial suspension of *B. thuringiensis* at a concentration of 5.0% against melon aphids was 91.7%, against spider mites — 93.8%. **Conclusions.** As a result of the studies, it was noted that the combined use of two biological insecticidal plant protection products based on the fungus *L. lecanii* (contact action) and the bacterium *B. thuringiensis* var. *thuringiensis* (intestinal action) increases the percentage of common spider mites and melon aphids in closed ground conditions by 1.1—2.7% compared to their use separately.

biological preparations; sucking pests; *Aphis gossypii*; *Tetranychus urticae*; *Lecanicillium lecanii*; *Bacillus thuringiensis*

REFERENCES

1. Akhatov A.K., Izhevskiy S.S., Meshkov YU.I., Borisov B.A., Volkov O.G., Chizhov V.N. (2004). Zashchita teplits i teplichnykh rasteniy ot vreditel'ey. Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK, 307 s. (in Russian).
2. De Faria M.R., Wraight S.P. (2007). Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. In: Biol. Control, 43(3), 237-256. DOI: 10.1016/j.biocontrol.2007.08.001
3. Jouzani G., Valijanlian E., Sharafi R. (2017). *Bacillus thuringiensis*: a successful insecticide with new environmental features and tidings. Appl. Microbiol. Biotechnol, 101, 2691-2711. DOI: 10.1007/s00253-017-8175-y
4. Îndrumări metodice pentru testarea produselor chimice și biologice de protecție a plantelor de dăunători, boli și buruieni în Republica Moldova. (2002). Sub redacția ION LAZARI. Chișinău, «Tipografia Centrală». 286 p. (in Romanian).
5. Zare R., Gams W. (2001). A revision of *Verticillium* sect. *Prostrata*. IV. The genera *Lecanicillium* and *Simplicillium* gen. nov. Nova Hedwigia, 73(1), 1-50. doi: 10.1127/nova.hedwigia/71/2001/1
6. Pavlyushin V.A., Novikova I.I., Boykova I.V. (2020). Mikrobiologicheskaya zashchita rasteniy v tekhnologiyakh fitosanitarnoy optimizatsii agroekosistem: teoriya i praktika (obzor). Sel'skokhozyaystvennaya biologiya, 55(3), 421-438. (In Russian).

7. Schnepf E., Crickmore N., Van Rie J., Lereclus D., Baum J., Fietelson J., Zeigler D.R., Dean D.H. (1998). *Bacillus thuringiensis* and Its Pesticidal Crystal Proteins. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 62(3), 775–806. doi: 10.1128/membr.62.3.775-806.1998

8. Lednev G.R., Dolgikh V.V., Pavlyushin V.A. (2013). Strategii parazitizma entomopatogennykh mikroorganizmov i ikh rol' v snizhenii chislennosti fitofagov. *Vestnik zashchity rasteniy*. (3), 3-17. (In Russian).

Надійшла до редакції: 20.08.2024

Прийнята до друку: 23.09.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

Phytopsanitary safety. 2024. Issue 70.

UDC 631.632.77

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2024.70.358-366>

A. FRON

ORCID: 0000-0001-9709-483X

O. IORDOSOPOL, doctor in biology

ORCID: 0000-0003-3492-8045

M. BATCO, doctor in biology

ORCID: 0000-0002-3711-4429

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection,
20, Padurii str., MD-2002, Chisinau,
Republic of Moldova

MONITORING OF THE INVASIVE SPECIES *RHAGOLETHIS COMPLETA* CRESSON AND THE HARMFULNESS OF FLIES THAT DAMAGES WALNUT FRUITS

Goal. The study aimed primarily at monitoring the walnut fly *Rhagoletis completa* Cresson and other fly species damaging the walnut tree *Juglans regia* L. **Methods.** Monitoring of the walnut fly *R. completa* was conducted using EC Firuț traps with food attractants and yellow Card Cue traps, placed 2.5 meters above the ground. The traps were installed at the end of May and the beginning of June, both in industrial walnut orchards and isolated walnut stands in urban areas. **Results.** Harvesting of damaged fruits began in mid-August, and the analysis involved removing the endocarp and examining the kernel to count the ontogenetic stages of pest species. During the spring-summer period, no walnut flies were found in the traps, but a few specimens of *Rhagoletis cerasi* were observed. By the end of summer, two species of flies were identified. The first species, *Polyodaspis ruficornis*, the second species, *Odinia mejjerei*. They can be taxonomically differentiated by pupae and adults. **Conclusions:** Monitoring with food pheromones did not indicate the presence of *R. completa* in the central region of Moldova, but characteristic damage of this species was observed. Fruit analysis showed that the damage was caused by the cereal fly *P. ruficornis*. Maximally, up to 97 pupae and larvae were found in a single fruit. In the stations, an average number of 0.01 to 18.4 per 50 analyzed fruits was recorded, which constituted 68% of affected fruits. Additionally, parasitism of the pupae by more than two species of parasites and from the Pteromalidae, Eulophidae families was observed. The results underscore the importance of ongoing monitoring and research of local pests, as well as their significant impact on walnut production in Moldo-

va. The study highlights the need for effective pest management measures to protect walnut crops and maintain sustainable production.

***Rhagoletis completa*; *Polyodaspis ruficornis*; *Odinia mejerei* flies; walnuts fruit damage; pheromone traps; parasitoids; insect larvae and pupae**

Introduction. Global climate change, anthropogenic economic activities, and commodity transport movements lead to the direct or indirect movement of various species of arthropod pests of agricultural crops and their natural enemies from one area to another. This includes the production of nut crops. According to statistical data, the Republic of Moldova accounts for more than 4% of global nut production and exports over 10.000 tons of walnut kernels annually, with the participation of around 40 companies.

For plant protection specialists, it is important to monitor the movement of these species, the quarantine measures of neighbouring countries, and to timely implement appropriate internal quarantine measures for these species. An example is the research conducted by Ukrainian scientists, where the quarantine service published results on many pests and the likelihood of their appearance, acclimatization risks, and spread depending on climatic conditions. It has been noted that 8 species of fruit fly pests are on the quarantine pest list [1], [2].

The list of organisms with restrictions on entry into the Republic of Moldova includes 23 species of fruit flies (Tephritidae). Of these, 15 species (*Anastrepha fraterculus* Wied., *A. ludens* (Loew), *A. suspensa* (Loew), *Bactotercera dorsalis* Hend., *B. tryoni* Frogg., *B. zonata* Saund., *Ceratitis quinaria* Bezzi, *C. rosa* (Karsch), *Euphranta japonica* Ito, *Rhagoletis cingulata* (Loew), *R. fausta* (Osten-Sacken), *R. indifferens* Curran, *R. pomonella* Walsh, *R. suavis* (Loew), and *R. completa* Cresson) attack fruit crops. Of these, 7 species affect peaches and pears, 6 species affect apples and plums, 4 species affect apricots, 2 species affect cherries and sweet cherries, and one species each affects quinces, nectarines, mulberries, and chestnuts [3]. The list does not include two species that damage peaches, namely *Ceratitis capitata* Wied. and *C. cosyra* Walk.

In international practice, walnut cultivation is affected by 4 species of flies from the Tephritidae family (*A. fraterculus*, *B. dorsalis*, *R. suavis*, and *R. completa*). Natural enemies that limit their numbers are fewer in number, but several species of parasitoids are known to limit the population of Tephritidae pests. These parasitoids belong to the families Ichneumonidae (*Phygadeon*), Braconidae (*Rhysipolis* and 12 species of the *Bracon* genus), Pteromalidae (*Spalanga*, *Halticoptera*, *Homoporius*, *Habrocytus*, *Cyrtopyx*), Eurytomidae (*Eurytoma*), Torymidae (*Torymus*, *Dimeromicrus*), and Eulophiidae (*Pnigalio*, *Achrysocharella*, *Tetrastichus*, *Crataepus*, and *Crataepiella*) [4], [5], [6], [7], [8], [9].

In the country's conditions, even at the end of the last century, the cereal fly *Polyodaspis ruficornis* Meq. was noted on walnuts [10], but under conditions of climatic imbalance, its numbers are becoming threatening to the crop.

The aim of our research was to monitor the walnut fly *Rhagoletis completa* and other fly species damaging walnuts.

Materials and Methods. Monitoring of the walnut fly *R. completa* was conducted by placing EC Firuṭ fly traps with food attractants and yellow Card Cue traps, set 2.5 m above the ground. The traps were installed at the end of May and the beginning of June in both a commercial walnut orchard and in an urban area. Harvesting of damaged fruits was begun in mid-August when damage characteristic of the walnut fly was observed. Subsequently, counts were conducted at 5 walnut sites, including 2 in the urban area, and one each in commercial orchards and on institute plots where trees were isolated from each other by 30—50 meters, as well as in the suburban area. One sample from a tree consisted of 50 damaged fruits. Fruit analysis was performed by removing the pericarp, opening the kernel, and counting the ontogenetic stages of the species. Damaged fruits were classified into two types: larvae and pupae of flies under the green or rotting pericarp, and larvae and pupae inside the kernel. Individuals were counted and exposed for individual incubation. Taxonomic identification was performed using classical keys: for flies of the families Chloripidae and Odiniidae [11], [12] and for parasitoids emerging from pupae of the families Pteromalidae and Eulophiidae [4], [6].

Results and Discussion. As a result of monitoring the walnut fly, it was not detected in traps with attractants or in yellow sticky traps during the spring-summer period, but single specimens of the cherry fruit fly *Rhagoletis cerasi* were observed.

In the second period, late summer, during the collection of fruits with symptoms resembling those of walnut fly damage and their analysis, two species of flies were identified. One of them, from the Chloripidae family, was described for the first time by G. F. Kyauka [13] as the cereal fly *Polyodaspis ruficornis* (Figure 2.1). Detailed biocology is provided, noting that it appears in walnut fruits after damage from codling moth larvae. The larvae of this insect are phytophagous, primarily feeding on rotting tissues and the excrement of other plant inhabitants, occasionally attacking larvae of moths living on plants. *P. ruficornis* is found in corn stalks, rotting pears, safflower heads, and composites, including walnut fruits, but its significance is unclear [14], and further study of its biology through all fruit development phases and trophic interactions is needed.

Our observations indicated that this phytophage damages fruits without the presence of codling moth larvae. The adult fly makes a small depression on the surface of the pericarp with its mouthparts and deposits eggs around the perimeter of the depression (Figure 1.1). Upon hatching, larvae

feed on the pericarp tissues of the walnut, secreting tannins that provoke its decay (Figure 1.2). After feeding, larvae pupate both under the pericarp (Figure 1.3) and inside the kernel (Figure 1.4). Pupae of this species can be distinguished by the structure of their cuticle (Figure 2.3).

An important element in such research is observing the phases of fruit development and ripening, and determining the period when fly eggs first appear. We observed situations where eggs were laid in holes made by codling moths, but no development of the phytophage was observed. Thus, the presence of thistles *Cardus* sp. near a walnut tree, where the phytophage of the first generation can be found, and it will lead to the development of the second generation on the walnut. Biological material collected at the beginning and end of August from Station No. 3 showed a high abundance, as a thistle stand was located 20 meters away.

The second species of fly is from the family Odiniidae (*Odinia mejjerei* Collin) (Figure 2.2). This family includes more than 15 genera and over 66 species. They live in the tunnels of larvae of wood-boring beetles (Coleop-

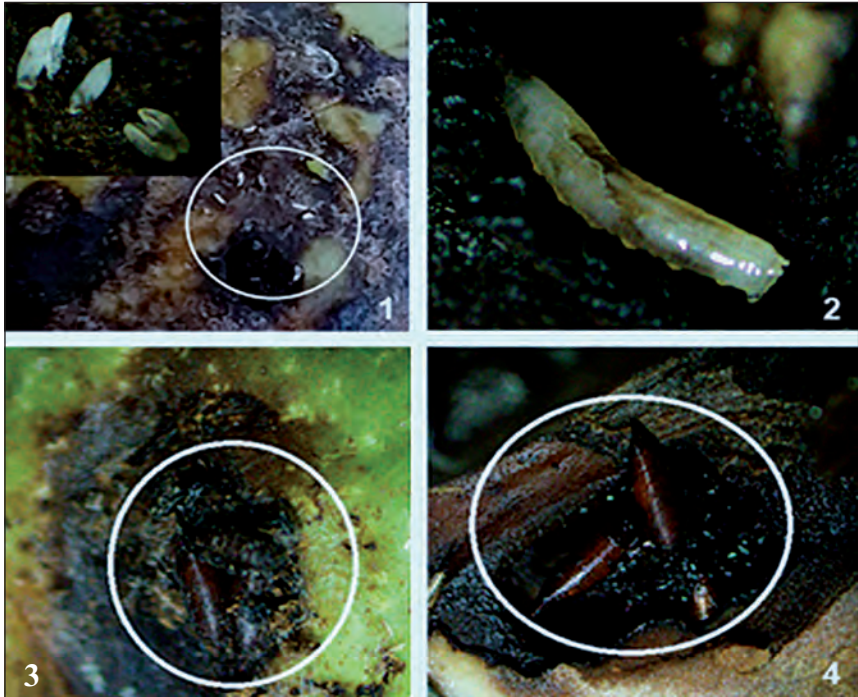


Figure 1. Damage to walnut fruits by flies: 1 — hole after larvae have emerged from eggs; 2 — last instar larva of the fly; 3 — fly pupae in the hole on the green pericarp; and 4 — pupae inside the kernel

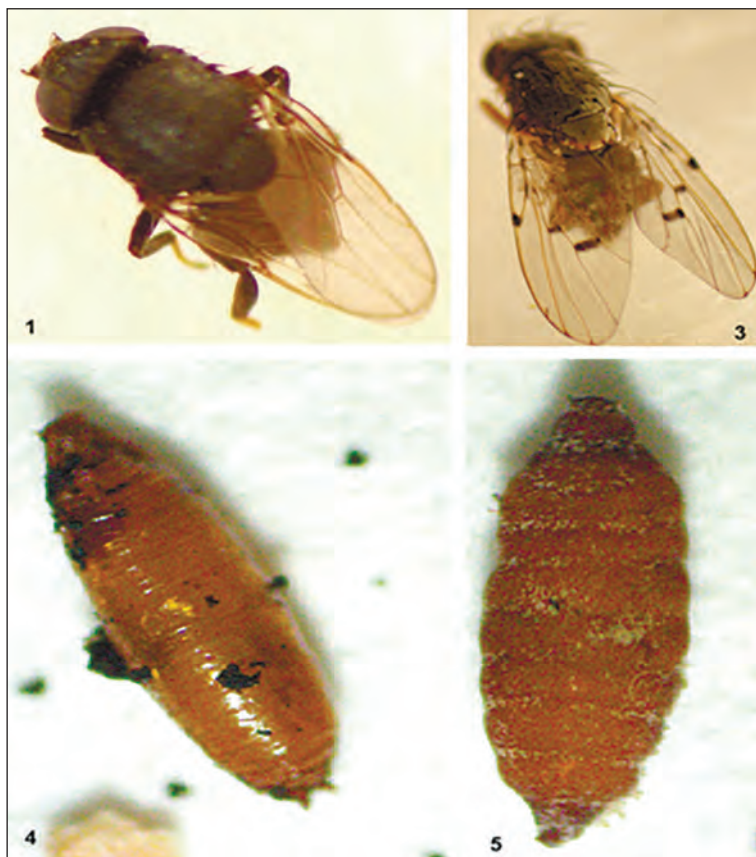


Figure 2. Distinguishing features of flies: 1 — adult *Polyodaspis ruficornis*; 2 — adult *Odinia mejjerei* Collin of the last instar; 3 — fly pupae in the hole on the green pericarp; and 4 — pupae inside the kernel

tera), moths (Lepidoptera), and other flies (Diptera), and act as scavengers or predators of host larvae. In our case, this species is difficult to diagnose in the larval stage, but clear distinguishing features are visible in the pupal stage (Figure 2.5).

The analysis of fruits revealed that the fly develops and damages fruits in two ways. The first type of damage occurs under the green pericarp and inside the kernel, where both larvae and pupae are present. In both cases, the penetration of larvae under the pericarp and inside the kernel occurs independently, without causing damage and the infiltration of codling moth larvae. Data on the average number of flies per fruit are presented in Table.

Density of the grass fly *Polyodaspis ruficornis* in walnut fruits in the central zone

Stages of development of flies	Average number of individuals per nut fruit by stations				
	Station 1 (Sadova)	urban area of Chisinau			
		№ 1 (IGFPP)	№ 2 (Telecentru)	№ 3 (Metro 2)	№ 4 Dacia 58
Puparia and larvae	2.3	4	0.01	18.4	0.8

This way can be noted that cases of larvae penetrating independently occur 25 times more frequently, as observed at Station No. 3, where the number of codling moth larvae does not exceed 6 larvae per 50 fruits.

According to Table, the highest average number of fly pupae and larvae per fruit was found at Station No. 3 in the urban area, located 50 meters from a wheat field and near a fallow area after a sage plantation. This number is 8 times greater than at Station No. 1 in a commercial orchard, 5 times greater than at Station No. 1 in the urban area, and 23 times greater than at Station No. 4. In the station No. 2, out of 50 analyzed fruits, 75% were affected by diseases and no codling moth caterpillars were found, and flies were found in small quantities.

We observed that the maximum number of phytophage specimens from a single walnut fruit, where development occurred inside the kernel, reached up to 78, while under the pericarp, up to 115 pupae and larvae were found.

Damage to walnut fruits by this phytophage is very similar to the damage caused by larvae of the walnut fly *Rhagoletis completa* [15], which can sometimes lead to confusion in monitoring quarantine pests when using food pheromones and its identification and other tephritid flies damaging walnuts.

During individual rearing of flies, a small number of parasitoids from the families *Pteromalidae*, *Eulophiidae* and others were noted. The percentage of parasitism reached up to 27% per fruit.

In all other cases, the average percentage of fruit damage by flies was 68%, leading us to conclude that this insect is a serious walnut pest and the earlier reports of it being a potential pest are valid.

CONCLUSIONS

Monitoring with food pheromones did not reveal the presence of the quarantine pest *Rhagoletis completa* on walnuts in the central region of Moldova, although characteristic damage signs were present.

Fruit analysis indicated that the damage was caused by the previously mentioned phytophage, the cereal fly *Polyodaspis ruficornis*. On a single fruit, both under the pericarp and inside the kernel, the maximum number of pupae and larvae found was up to 97. On average, the number of larvae

and pupae per station ranged from 0.01 to 18.4. Damaged fruits at three stations amounted to up to 68%. Among the complex of parasitoids, pupae parasitism was observed by two species of parasitoids.

The research was carried out within the Subprogram 011103 Development of ecologically harmless means of reducing the impact of harmful organisms of agricultural crops against the background of climate change, funded by the Ministry of Education and Research.

REFERENCES

1. Klechkovskiy Yu.E., Pylypenko L.A., et al. (2010). Riad Diptera (dvokryli)/V: Vidsutni v Ukraini karantynni orhanizmy plodovykh kultur i vynohradu. Mozhlyvosti aklimatyzatsii. [Order Diptera (two-winged) / In: Absent quarantine organisms of fruit crops and grapes in Ukraine. Possibilities of acclimatization]. Odesa, TOV «Elton», S. 125-195. (in Ukrainian).
2. EPPO. (2023). A1 and A2 List of pests recommended for regulation as quarantine pests.
3. Legea Nr. 228 din 23-09-2010. Cu privire la protecția plantelor și carantina fitosanitară. Published: 10-12-2010 in Monitorul Oficial Nr. 241-246 art. 748.
4. Dzhanokmen K.A. (1978). Family Pteromalidae. / In: Identification guide of insects of the European part of the USSR, Vol. III, part 2. Izdatelstvo «Nauka», pp. 80-228. (in Russian).
5. Nikolskaya M.I., Zerova M.D. (1978). Families Torymidae and Eurytomidae. In: Identification guide of insects of the European part of the USSR, Vol. III, part 2. Izdatelstvo «Nauka», pp. 328-358. (in Russian).
6. Tryapitsin V.A. (1978). Semeystvo EULOPHIDAE. / In: Opredelitel' nasekomykh evropeyskoy chasti SSSR, tom III, vtoraya chast'. [Family Eulophidae./ In: Identification guide of insects of the European part of the USSR, Vol. III, part 2]. Izdatelstvo «Nauka», S. 407-430. (in Russian).
7. Kostyukov V.V. (1978). Semeystvo Eulophiidae (Tetrastichinae). [Family Eulophidae (subfamily Tetrastichinae)]. Opredelitel' nasekomykh evropeyskoy chasti SSSR. [Identification guide of insects of the European part of the USSR], Vol. III, part 2. Izdatelstvo «Nauka», S. 430-467. (in Russian).
8. Belokobyl'skiy, S.A., Tobias, V.I. (1986). Semeystvo Braconidae. [Family Braconidae]. Opredelitel' nasekomykh evropeyskoy chasti SSSR. [Identification guide of insects of the European part of the USSR]. Vol. III, part 4. Izdatelstvo «Nauka», S. 68-149. (in Russian).
9. Yonaytis V. (1981). Semeystvo Ichneumonidae. [Family Ichneumonidae]. Opredelitel' nasekomykh evropeyskoy chasti SSSR. [Identification guide of insects of the European part of the USSR], Vol. III, part 3. Izdatelstvo «Nauka», S. 175-274. (in Russian).

10. Dyurich G.F. (1976). *Polyodaspis ruficornis* Mcq (Diptera, Chloropidae) - potentsial'nyy vreditel' plodov gretskogo orekha. [Polyodaspis ruficornis Mcq (Diptera, Chloropidae) — a potential pest of walnut fruits]. Rol' molodykh uchennykh vo vnedrenii peredovykh tekhnologiy v sadovodstve i vinogradarstve. [The role of young scientists in the implementation of advanced technologies in horticulture and viticulture]. Conference abstracts. September 14-17, Chişinău, pp. 71. (in Russian).

11. Narchuk E.P., Smirnov E.S., et al. (1970). Semeystvo Chloropidae. [Family Chloropidae]. Opredelitel' nasekomykh evropeyskoy chasti SSSR. [Identification guide of insects of the European part of the USSR]. Vol. V, part 2. Izdatelstvo «Nauka», S. 399-440. (in Russian).

12. Shtakel'berg A.A. (1970). Semeystvo Odiniidae. [Family Odiniidae]. Opredelitel' nasekomykh evropeyskoy chasti SSSR. [Identification guide of insects of the European part of the USSR], Vol. V, part 2. Izdatelstvo «Nauka», S. 232-233. (in Russian).

13. Kiyauka G.F. (1974). Lichinka zlakovoy mukhi *Polyodaspis ruficornis* Mcq (Diptera, Chloropidae) obitayushchaya v gretskikh orekhakh. [Larva of the grass fly *Polyodaspis ruficornis* Mcq (Diptera, Chloropidae) inhabiting walnuts]. Entomological Review, Vol. LIII, Izdatelstvo «Nauka», Leningrad, S. 454-457. (in Russian).

14. Velikani' V.S., Golub V.B., et al. (1981). Semeystvo zlakovye mukhi Chloropidae. [Family Grass Flies Chloropidae]. Opredelitel' vrednykh i poleznykh nasekomykh i kleshchey tekhnicheskikh kul'tur v SSSR. [Identification guide of harmful and beneficial insects and mites of technical crops in the USSR]. Leningrad «Kolos», pp. 229. (in Russian).

15. Ivan, Petrović Danijela, Brekalo Helena, Primorac Jurica. (2024). *Polyodaspis ruficornis* (Macquart, 1835) (Diptera: Chloropidae) — a lesser-known pest of walnut fruits in Bosnia and Herzegovina. Entomologia Croatica, 23(1), pp. 27-35.

Фрон А., Йордосополь О., Бацько М.

Інститут генетики, фізіології та захисту рослин,
вул. Педурії, 20, MD-2002, Кишинів, Республіка Молдова

Моніторинг інвазійного виду *Rhagoletis completa* Cresson та шкідливості мух, що пошкоджують плоди горіха

Мета. Дослідження спрямоване насамперед на моніторинг горіхової мухи *Rhagoletis completa* Cresson та інших видів мух, що пошкоджують дерево волоського горіха *Juglans regia* L. **Методи.** Моніторинг горіхової мухи *R. completa* проводили за допомогою пасток ЕС Firuț з харчовими атрактантами та жовтих пасток Card Cue, розміщених на висоті 2,5 м

над землею. Пастки були встановлені наприкінці травня та на початку червня як у промислових садах волоського горіха, так і в ізольованих насадженнях волоського горіха в міській місцевості. **Результати.** Збір пошкоджених плодів розпочали в середині серпня, а аналіз включав видалення ендокарпу та дослідження ядра для підрахунку онтогенетичних стадій видів шкідників. Протягом весняно-літнього періоду в пастках не було виявлено жодної волоської горіхової мухи, але спостерігалось кілька особин *Rhagoletis cerasi*. Наприкінці літа виявлено два види мух. Перший вид — *Polyodaspis ruficornis*, другий вид — *Odinia mejerei*. Їх можна таксономічно диференціювати за лялечками та імаго. **Висновки.** Моніторинг за допомогою харчових феромонів не показав присутності *R. completa* в центральному регіоні Молдови, але на плодах були характерні для цього виду пошкодження. Аналіз плодів показав, що пошкодження спричинені злаковою мухою *P. ruficornis*. Максимально в одному плоді виявлено до 97 лялечок і личинок. На станціях зафіксовано в середньому від 0,01 до 18,4 на 50 проаналізованих плодів, що становило 68% уражених плодів. Крім того, виявлено паразитування на лялечках більше ніж двох видів паразитів з родин Pteromalidae, Eulophidae. Результати підкреслюють важливість постійного моніторингу та дослідження місцевих шкідників, а також їх значний вплив на виробництво волоського горіха в Молдові. Дослідження підкреслює необхідність ефективних заходів захисти від шкідників волоського горіха та підтримання сталого виробництва.

***Rhagoletis completa*; *Polyodaspis ruficornis*; *Odinia mejerei*; пошкодження плодів волоського горіха; феромонні пастки; паразитоїди; личинки та лялечки комах**

Надійшла до редакції: 16.09.2024

Прийнята до друку: 18.11.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

Phytopsanitary safety. 2024. Issue 70.

UDC 595.76 + 632.93

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2024.70.367-380>

M. KRUT', PhD (biological sciences)

ORCID: 0000-0003-4575-5039

V. FEDORENKO, doctor of Biological Sciences

ORCID: 0000-0002-7783-1617

A. CHERNIY, doctor of Agricultural Sciences

Institute of Plant Protection of NAAS,

33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

TO THE 75TH ANNIVERSARY OF THE UKRAINIAN ENTOMOLOGICAL SOCIETY. DEVELOPMENT OF ENTOMOLOGICAL RESEARCH IN THE INSTITUTE OF PLANT PROTECTION OF NAAS

Goal. Study of the stages of development of scientific research on the agricultural crop protection from pests at the Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. **Methods.** Analysis of archival data on the establishment of the modern Institute of Plant Protection of NAAS, articles devoted to the activities of the institution and the Ukrainian Entomological Society, scientific works of entomologists. **Results.** At all stages of its history, the Institute of Plant Protection of NAAS carried out numerous entomological studies, which made it possible to successfully solve important problems related to the development of effective measures to protect agricultural crops from pests. An important role in this regard was played by Problematic Laboratories for the Study of the Sugar-Beet Weevil, the Eurygaster Bug, the Colorado Potato Beetle. The system of measures against wireworms (larvae of Elateridae) has been improved. Much has been done in terms of the development of protective measures against pests of forest and garden plantations from pests. The problems of the toxicology of insecticides and acaricides and the resistance of plants to pests have been studied and are currently being studied. The achievements of the institution's entomologists in the following areas are also enormous: biological plant protection, forecasting the development of pests, plant protection in the zone of the Chernobyl AES, scientific support for plant quarantine. Scientific entomological schools were formed. Significant achievements of entomological scientists of the Institute of Plant Protection of NAAS were recognized with state awards of Ukraine. **Conclusions.** Wide implementation of the scientific achievements of entomologists of the Institute of Plant Protection of the NAAS of Ukraine will make it possible to successfully solve a wide range of issues related to the pro-

tection of agricultural crops, forest and ornamental plantations from pests. This will contribute to the stable development of the country's agro-industrial complex, keeping the environment clean and, at the same time, improving the well-being of the population.

entomology; Ukrainian Entomological Society; Institute of Plant Protection of NAAS; agricultural crop; pests; forecast; resistance; plant protection; protect measures; entomological schools

For a long time, Ukraine has been among the five world leaders in the export of such agricultural products as sunflower oil, wheat, corn, and barley. Thus, in the pre-war year 2021, a record harvest of grain and leguminous crops was collected during the time of independence — 86 million tons. Thanks to agricultural products, the total volume of the country's commodity exports amounted to 40.7%, or 27.7 billion dollars USA.

As a result of the full-scale war of the Russian Federation against Ukraine, the agricultural sector suffered significant losses. But, despite the difficulties, in 2022—2023 he showed a fairly high level of stability, which is evidenced by some indicators. So, if in 2022 the harvest of grain and oil crops amounted to 73.8, then in 2023 it reached 78.7 million tons. Thus, Ukraine remains one of the guarantors of ensuring food security in the world [1, 2, 3].

Much still needs to be done for the stable development of the agricultural sector of our country's economy in today's difficult war conditions. To a large extent, this concerns the increase in the gross collection of agricultural products and the improvement of their quality. At the same time, the improvement of the scientific support of agro-industrial production acquires inestimable importance.

Plant protection was and remains a mandatory element of the technology for obtaining large volumes of high-quality agricultural products and the stability of agrocenoses. Agricultural crops are damaged by more than 400 types of pests, 200 pathogens, and about 300 types of weeds. If protective measures are insufficiently carried out or they are completely ignored, crop failures from harmful organisms in Ukraine can be almost a third, and sometimes even half of the potentially possible [4, 5]. The Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine plays a huge role in solving problems related to plant protection and, at the same time, improving the phytosanitary condition of agrocenoses. With this in mind, large-scale entomological studies have always been and are being conducted at this institution in order to develop effective measures to protect agricultural crops from pests. The Public Organization «Ukrainian Entomological Society» has played an invaluable role in the coordination of research work in this field for 75 years.

At the same time, the preservation of knowledge about significant cre-

ative discoveries and achievements of scientists of the above-mentioned institution, about the stages of development of certain directions of scientific research could enrich domestic and world science and education and thus contribute to the stable and highly efficient development of the country's agro-industrial complex.

The goal of the work was to study the stages of the development of scientific research on agricultural crop protection from pests at the Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine.

Research methodology. The materials for the research were archival data on the founding of the modern Institute of Plant Protection of NAAS, articles on the activities of the institution and Ukrainian Entomological Society, scientific works of entomologists.

Research results. In 1946, according to the decision of the Council of Ministers of the USSR and decrees of Presidium of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR (record No. 9 dated June 7, 1946), on the basis of three laboratories of the Institute of Zoology of AS Ukrainian SSR the Institute of Entomology and Phytopathology was founded. Its task was to improve methods of plant protection and development of protective measures against the most dangerous pests and diseases of agricultural crops. In 1956, this institution was reorganized into the Ukrainian Scientific-Research Institute of Plant Protection, subordinated first to the Ukrainian Academy of Agricultural Sciences, and later to the Ministry of Agriculture of the Ukrainian SSR. Since then, the institute has acquired the status of the Republican Scientific and Methodological Centre for Plant Protection. Since January 1970 the Institute became part of the Southern Department of All-Union Academy of Agricultural Sciences (VASKhNIL), and since 1992 — Ukrainian Academy of Agrarian Sciences, which in 2010 acquired the status of National. Nowadays Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine remains main institution of Scientific and Methodical Center in our country for the implementation of the research program «Plant Protection» and coordinates the work of more than 20 institutions [6, 7].

In addition, in the first years after the end of the Second World War, Ukrainian entomologists faced the task of restoring an effective system of plant protection in the agriculture of Ukraine. The situation required concentration of efforts on the practical tasks of pest control, creation of theoretical bases for forecasts of the dynamics of the number of pests, development of reliable methods of identification of practically important groups of insects, clarification of the composition of the fauna and training of qualified entomologists. With this in mind, in 1949, the Ukrainian branch of the All-Union Entomological Society was established at the Academy of Sciences of the USSR for the coordination of entomological research in the Ukrainian SSR, and on June 3, 1949, the Presidium of the Academy

of Sciences of the Ukrainian SSR approved its charter (Protocol No. 15, § 7). In 1975, the First Congress of the Ukrainian branch of the All-Union Entomological Society was convened in Kyiv, which gave it autonomous status and renamed it the Ukrainian Entomological Society (UES). And in 1992, UES became an independent organization. Leaders and people from the Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine headed it almost all the time — they are Ye.V. Zvezomb-Zubovs'ky, V.P. Vasyliyev, V.G. Dolin, V.P. Fedorenko. Among the vice-presidents of the Society at one time were also employees of the above-mentioned institution — A.M. Cherniy, O.V. Puchkov.

In October 2023, at the 10th Congress of Ukrainian Entomological Society, a scientist of the I.I. Shmalhausen Institute of Zoology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Member-correspondent of the NASU V.O. Korneyev was elected as a president of this Public Organization. Academician of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine V.P. Fedorenko became a honorary president of UES. One of the newly elected vice-presidents of the Society is also a representative of the Institute of Plant Protection of NAAS O.O. Strygun. Both before and now, the Public Organization «Ukrainian Entomological Society» contributes to the development of science in the field of entomology and related disciplines, and at the same time — solving problems related to plant protection, environmental protection, and improving the welfare of the population [7, 8].

At all stages of its history, the Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine carried out numerous entomological studies. The obtained results made it possible to successfully solve important problems related to the development of effective measures to protect agricultural crops from pests.

In the first post-war decades (1946—1966), the most pressing problem in the field of agriculture in Ukraine was the problem of combating the sugar-beet weevil *Bothynoderes punctiventris* Germ. The entire team of the Institute of Entomology and Phytopathology of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR worked on the development of effective measures to protect sugar beet from this dangerous pest, which included qualified scientists — V.P. Vasyliyev, Ye.M. Kititsyn, D.F. Rudnev, A.J. Zrazhevs'ky, A.S. Degtyarova, I.V. Paliokha, K.A. Orlachova, N.P. Zybuls'ka, G.N. Zhyghaev, V.A. Sanin et al. In addition, during 1956—1963, the Ukrainian Scientific-Research Institute of Plant Protection had a Problematic Laboratory for the Study of the Sugar-Beet Weevil, which was managed by V.P. Vasyliyev. The result of the huge work was the substantiation of an effective system of measures to protect sugar beet crops from pests [9, 10, 11].

Along with the beet weevil, the problem of combating the eurygaster bug *Eurygaster integriceps* Put. was also important. In the early days at the Institute of Plant Protection, M.D. Taranukha dealt with this pest. Later, he was

joined by B.A. Areshnikov. In connection with the aggravation of the problem with this pest in 1969, a Laboratory for Combating the Eurygaster Bug was organized at the institute, the head of which was appointed B.A. Areshnikov. Subsequently, this scientific unit was transformed into a Laboratory for Combating Pests of Grain Crops, which in 1986 became a component of the Department for the Development of Systems for the Protection of Grain Crops Grown Using Intensive Technologies. Both the newly created Laboratory and the Department continued to be headed by Doctor of Biological Sciences B.A. Areshnikov. Thanks to the efforts of a team of scientists (D.M. Feshchyn, O.P. Znamens'ky, M.G. Kostyukovs'ky, S.M. Vygera, I.M. Plastun, M.P. Sekun, S.M. Babych, V.O. Krut', M.V. Krut') theoretically substantiated and developed a more advanced system of protection of grain crops against the eurygaster bug, cereal aphids, cereal flies, *Cnephasia pasiuana* Hb., ground beetle *Zabrus tenebrioides* Goeze., cereal leaf beetles *Oulema* sp. and their entire complex [12, 13, 14]. In the second half of the 1970^s and the beginning of the 80^s, it was implemented on an area of more than 10 million hectares with an effect of 67.7 million rubles.

The penetration of the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say. into Ukraine has put the study of measures to combat it into a number of priority issues of plant protection. Taking into account the positive experience of organizing research on the fight against the sugar-beet weevil, in 1960 a Problem Laboratory for the Study of the Colorado Potato Beetle was created at the Ukrainian Scientific-Research Institute of Plant Protection. This scientific unit was headed by M.P. Dyadechko. Chemical and biological means of pest control were tested. The activities of the Laboratory ended in 1967 with the substantiation of full-scale recommendations for the control of the Colorado potato beetle, including a forecast of his development [15]. After M.P. Dyadechko further research on this pest was directed by V.A. Sanin.

In the late 1950^s, the work plan of the Ukrainian Scientific-Research Institute of Plant Protection included the issue of improving the fight against wireworms, larvae of Elateridae. Research on this problem was carried out by V.G. Dolin. Given the focal nature of the spread of click beetles, recommendations for protective measures included preliminary surveys of fields, determination of the number of larvae and local application of chemicals [16].

From 1951 to 1967, one of the components of the institute was the Laboratory of Forest and Garden Entomology, headed by D.F. Rudnev. Tests of chemical means were conducted in the fight against many pests of the forest, garden and field protection plantations. Developed by D.F. Rudnev and other scientists (I.K. Zagaykevych, V.I. Grymals'ky) methods of protecting the roots of forest species from cockchafers (Scarabaeidae), using toxic belts against *Dendrolimus pini* L., protecting forest crops from

peat-nesting plantings on the Lower Dnieper sands, protection of forests from leaf-gnawing pests were widely used in the practice of forestry.

The Institute of Plant Protection also worked and is still working on the development of measures to protect garden plantings from pests. In the 1960^s, a temporary scientific team headed by A.S. Degtyarova was created to carry out experimental work. In this team worked A.M. Voytenko, V.A. Grods'ky, V.S. Shelestova, V.M. Varchenko. Experiments on the control of *Zeuzera pyrina* L. were directed by D.F. Rudnev. For the first time in Ukraine, the biology of *Grapholitha funebrana* Tr. and *Laspeyresia pyrivora* Danil. was studied in detail, a large number of insecticides and acaricides were tested, differentiated rates of consumption and frequency of spraying against *Laspeyresia pomonella* L. were determined depending on the number of pests, tested and introduced low-volume spraying of garden plantations with insecticides. Scientific work on the protection of orchards from pests during the last decades was managed by A.M. Cherniy. The directions of this work were and still are the theoretical justification of the formation of acaro- and entomocomplexes in fruit plantations, the study of the features of the manifestation of fruit mites' resistance to insectoacaricides, and the development of ecologically safe protection systems [16, 17]. The introduction into production of the developed ecologically safe systems for protecting the apple orchard from pests makes it possible to reduce the pesticide load on the agrocenosis by 1.6 times, the consumption of insecticides by 25–30%, and reduce the ecotoxicological danger from 6.5 to 3.5 conventional units, get a net income of about 12–15 thousands UAH per 1 ha, production profitability — 168–285%.

For the effective implementation of chemical protection of plants from pests, scientists of the institute conducted and are currently conducting many studies on the problems of toxicology of pesticides. Thanks to the work of such scientists as V.P. Vasyliyev, M.D. Taranukha, K.A. Orlachova, V.L. Tsiopkalo, V.A. Sanin, K.A. Kudel', M.P. Sekun, O.G. Vlasova and many others, improved systems of chemical protection of cereal grain crops, potatoes, rape, revealed the formation of resistance in populations of the Colorado potato beetle, the eurygaster bug, the cereal aphids to insecticides, the mites — to insectoacaricides, proposed measures to overcome it.

In the late 1950^s, Doctor of Biological Sciences, Professor D.F. Rudnev set a task for the employees of the Laboratory of Forest and Garden Entomology that he managed — to develop a method, an alternative to the chemical one, which would be based on increasing the resistance of plants to harmful insects. His program for the development of measures aimed at self-protection of plants developed in two directions — the study of factors of plant resistance to pests and the development of techniques for increasing plant resistance. Thus, in 1967, the above-mentioned unit was transformed into a Laboratory of Agricultural Crop Resistance to Insect

Pests (since 2012 — a Laboratory of Entomology and Agricultural Crop Resistance to Insect Pests). The case of D.F. Rudnev was continued by his student V.P. Smilyanets and V.P. Vasyliyev's student S.O. Trybel'. Currently, research on sustainability issues is managed by Doctor of Agricultural Sciences O.O. Strygun — the student of S.O. Trybel'. In different years, other scientists also worked fruitfully — G.I. Vasechko, O.G. Shelikhov, O.A. Grykun, T.S. Korol'. Today, the main directions of the laboratory's work are related to the development of ecological foundations for the protection of grain crops and ornamental plants in the urbanized urban environment from pests. The most important scientific achievements of this unit should be considered the following: discovered sources of resistance against pests in winter wheat, corn, soybeans, potatoes and clover; developed systems for protecting wheat, corn, potato plantings, clover seeds from pests, and chestnut ordinary from the chestnut mining moth *Cameraria ohridella* Deschka & Dimič.

Against the backdrop of the high efficiency of chemical agents against pests, the biological method of protection was for a long time in the background. But, despite everything, research on biological protection of plants from pests at the Institute of Plant Protection not only continued, but also developed. During the first two decades, this work was supervised by the outstanding entomologist Doctor of Biological Sciences, Professor M.A. Telenga. The technology of trichogram's (*Trichogramma* sp.) using was improved, experiments were conducted on the use of this parasite against the European corn borer *Ostrinia (Pyrausta) nubilalis* Hb. and pests of vegetable crops. M.A. Telenga also hoped to use the entomopathogenic fungus *Beauveria*. Together with M.P. Dyadechko he substantiated the possibility of using the latter in combination with chemical pesticides in small doses against the Colorado potato beetle, the *Laspeyresia pomonella* L. and other harmful insects.

According to the resolution of the Council of Ministers of the Ukrainian SSR (1965) on measures for the development of research and the use of the biological method in the practice of pest control, funds were allocated to the Ukrainian Scientific-Research Institute of Plant Protection for the construction of additional laboratory buildings and the purchase of the necessary equipment. At the expense of additional appropriations, three structural laboratories were organized in the institute: entomophages (head G.M. Zybuls'ka), microbiomethods (head A.Yo. Sikura) and biophysical methods (head V.P. Prystavko). Research on trichogram *Trichogramma* sp. and other entomophages continued, in particular, related to the development and improvement of technology and technical means of their mass breeding, as well as the use in systems of integrated agricultural crop protection from pests. Developed the search for entomopathogens and production of microbiological preparations based on them. Among them the bacterial preparation

Entobakteryn proved to be effective against pests of vegetable crops, and the fungal preparation Boveryn (developers N.V. Lappa, V.M. Goral') against the Colorado potato beetle. Experimental work was also carried out on the assessment of sexual sterilization and control of insect behaviour using synthetic pheromones (supervisor V.P. Prystavko). At the same time, interesting materials were obtained on the ecology and dynamics of populations, methods of mass breeding of insects on artificial feed media [16, 18]. It is worth noting the achievements in branch of the biological method of plant protection and other entomological scientists of the institute — G.N. Zhyghaev, A.M. Cherniy, B.G. Degtyariov, M.M. Tron', V.F. Drozda, M.G. Garnaga, A.O. Ustymenko, R.S. Krasnyts'ka, T.O. Prymak, L.V. Yanishevs'ka, T.V. Kryzhanivs'ka, R.I. Chyzhyk, V.P. Konvers'ka.

Today, at the Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, the Laboratory of Microbiological Methods of Plant Protection is headed by Doctor of Agricultural Sciences G.M. Tkalenko. The main tasks of this unit are as follows: the search for useful organisms that control the number of harmful arthropods and the development of pathogens of agricultural crops; development of technological regulations for the production of new preparative forms of microbiological means of plant protection; development of methods of effective use of entomopathogenic microorganisms in modern crop protection systems; improvement of breeding technologies and application of promising species of entomophages.

Forecasting is the basis for planning and carrying out work on plant protection, determining the need for chemical agents, as well as material and labour costs. The Institute of Plant Protection has always attached great importance to issues related to the forecast of the development of pests of cultivated crops. In the Laboratory of Forecasts created in 1972, scientific research was managed for a long time by well-known entomologists V.G. Dolin, V.P. Omeluta, V.M. Chaika. Other scientists also made an invaluable contribution — O.V. Khukhriy, O.M. Kravchenko, O.V. Baklanova. Research continues to this day. The following developments should be considered important achievements of laboratory's scientists: methods of forecasting the development of the meadow moth *Margaritia sticticalis* L., Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say., sugar-beet weevil *Bothynoderes punctiventris* Germ.; method of using pheromone traps for monitoring moths Noctuidae, European corn borer *Ostrinia (Pyrausta) nubilalis* Hb., potato tuber moth *Phthorimaea operculella* Zell.; monitoring system of the complex of locusts (Acrididae); a computer program for forecasting possible harvest shortages of winter wheat, sugar beet, corn, sunflower, rape from both individual pests and their complexes.

In connection with the accident at the Chernobyl nuclear power plant in 1987 was organized by the Laboratory of Agricultural Radiology in the

Ukrainian Scientific-Research Institute of Plant Protection. This scientific unit operated for 15 years. It was headed by entomologist M.G. Garnaga. Employees of this unit conducted numerous scientific studies in the exclusion zone. As a result, the «Chernobyl» population of the Colorado potato beetle was discovered, which, unlike the «Kyiv» population, is oriented towards creating more favorable conditions for the survival of individuals with lower weight and increased feeding intensity. Regarding other types of phytophagous insects (eurygaster bug, *Anisoplia austriaca* beetle, cereal leaf beetles, click beetles, cicadas, legume weevils), the effect of chronic irradiation on mutagenic factors in the microevolutionary processes of pest populations has not been determined [19, 20]. There are some deviations in the development of the genitals of murine rodents — this is the underdevelopment of the gonads in males and tumors on them and partial or complete atrophy of the ovaries in females [21]. It was pointed out the need to improve existing and develop new plant protection measures aimed at obtaining products free from radionuclides and pesticide residues.

With the determination of Ukraine's independence, in 1992, the Department of Plant Quarantine was established at the Institute of Plant Protection of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine for the scientific support of plant quarantine research. In addition, the Experimental Station of Grape and Fruit Crops Quarantine, the Trans-Carpathian Territorial Center of Plant Quarantine, and the Ukrainian Scientific-Research Plant Quarantine Station became subordinate to the institute. For 12 years, the Department of Plant Quarantine at the institute was headed by V.P. Omeluta. Zh.D. Kudina, N.K. Filatova played an invaluable role in conducting entomological research at a certain stage. Nowadays, in this regard, it is worth noting such scientists as N.V. Skrypnyk, Yu.E. Klechkovs'ky, Ye.F. Nyamtsu, V.P. Kluchko, V.M. Gunchak, M.P. Solomiychuk, R.O. Kordulan, O.A. Sikura. As a result of the Institute of Plant Protection and its network of entomological studies, methodological recommendations and instructions were developed for the diagnosis and control of the development of quarantine pests (*Hyphantria cunea* Dr., *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte, beetles Bruchidae, *Bemisia tabaci* Gen, *Tuta absoluta* Meyr., *Tecia solanivora* (Povolný, 1973), moths *Spodoptera*, *Drosophila suzukii* (Matsumura, 1931), miners *Liriomyza*, *Frankliniella occidentalis* Perg.), testing of corn varieties for resistance to the Western Corn Rootworm. Information and analytical databases were also created: «There are no quarantine organisms of fruit crops and grapes in Ukraine. Possibility of acclimatization» [22], «Quarantine species of Corn Rootworms. The possibility of acclimatization in the southwestern region of Ukraine», a database of new harmful organisms — a web-service, an automated cartographic and information system «Interactive atlas. Quarantine status of plants of Odesa region». New and harmonized existing national standards from the «Plant

Quarantine» series have been developed, national phytosanitary risk analysis schemes have been developed in compliance with the requirements of the International Plant Protection Convention and Euro-Mediterranean Plant Protection Organization, and this meets the requirements of the World Trade Organization and the European Union. Thus, huge opportunities for solving the most important issues regarding the protection of plant resources of the country from foreign pests are revealed.

At the Institute of Plant Protection, Academician of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine V.P. Fedorenko founded a school of biocenotic entomologists. Its scientific direction is the development and implementation of ecologically oriented methods of managing the dynamics of pest populations of important agricultural crops (grain spike crops, corn, groat cereal crops, legumes, sugar beet, fiber and vegetable crops) and stock pests, taking into account environmental protection requirements.

Entomological schools were also headed by other famous scientists — Academicians of the National Academy of Sciences of Ukraine V.P. Pospelov, V.P. Vasyliyev, Doctors of Biological (Agricultural) Sciences, Professors M.A. Telenga, Z.S. Golovyanko, D.F. Rudnev, M.P. Dyadachko, V.G. Dolin, B.A. Areshnikov, V.A. Sanin, V.P. Prystavko, V.P. Smilyanets, M.P. Sekun, S.O. Trybel', V.M. Chaika.

Significant achievements of entomologists of the Institute of Plant Protection in the development of the theory and practice of plant protection could not be ignored by the highest state bodies of our country. Thus, the editor-in-chief of the three-volume monograph «Vrediteli sel'skoho zjajstvennyh kul'tur i lesnyh nasazhdenij» («Pests of agricultural crops and planted forests») Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine V.P. Vasyliyev was awarded the State Prize of Ukraine in the sphere of science and technology. Moreover, this scientific work was republished. The State Prize of Ukraine also recognized the scientific work of entomologists N.V. Lappa and V.M. Goral' «Stvorennia hrybnykh mikrobiolohichnykh zasobiv zakhystu roslyn vid shkidnykiv i khvorob. Rozrobka tekhnolohii yikh vyrobnytstva i zastosuvannia» («Creation of fungal microbiological means of protecting plants from pests and diseases. Development of the technology of their production and application»). V.P. Vasyliyev and V.P. Fedorenko have the honorary title «Honored Worker of Science and Technology of Ukraine».

V.P. Fedorenko awarded the Prize named after I.I. Shmalgauzen of NASU. The main center of bibliographic information about outstanding figures of science and culture of the whole world was assigned by V.P. Vasyliyev received the honorary title of Man of the Year 1997. As outstanding figures in the sphere of science V.P. Vasyliyev, S.O. Trybel', M.P. Sekun were awarded the State Scholarships. On the occasion of the 100th anniversary of the National Academy of Sciences of Ukraine S.O. Trybel' was awarded the medal «People's Honor to Ukrainian Scientists 1918—2018».

CONCLUSIONS

The results of entomological research by scientists of the Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine are a significant contribution to the development of agricultural science. Their implementation makes it possible to successfully solve a wide range of theoretical and practical issues regarding the protection of agricultural crops, forest and ornamental plantations from pests. This will contribute to the stable development of the country's agro-industrial complex, forestry, keeping the environment clean and, at the same time, improving the well-being of the population.

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

1. Osoblyvosti funktsionuvannia ahrarnoho sektora ekonomiky Ukrainy v umovakh viiny. [Peculiarities of the functioning of the agrarian sector of the economy of Ukraine in the conditions of war]. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/osoblyvosti-funktsionuvannya-ahrarnoho-sektora-ekonomiky-ukrayiny-v-umovakh> (in Ukrainian).
2. Urozhai zernovykh ta oliinykh v Ukraini tsohorich prohnouit na rivni 68 millioniv tonn. [The harvest of grain and oilseeds in Ukraine this year is forecast at the level of 68 million tons]. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3717036-urozaj-zernovih-ta-olijnih-v-ukraini-cogoric-prognouut-na-rivni-68-miljoniv-tonn.html> (in Ukrainian).
3. Ne khlibom yedynym: yak ahrarii provely druhyi rik velykoi viiny. [Not with bread alone: how farmers spent the second year of the great war]. URL: <https://www.unian.ua/economics/agro/ne-hlibom-yedinim-yak-agrariji-proveli-drugiy-rik-velikoji-viyni-12497745.html> (in Ukrainian).
4. Trybel S.O. (2000). Zakhyst roslyn: sohodni i zavtra. [Plant protection: today and tomorrow]. Zakhyst roslyn, (2), 2-4. (in Ukrainian).
5. 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), 1-2. (in Ukrainian).
6. Lisovy M.P., Manko O.V. (1996). Instytutu zakhystu roslyn — 50 rokov. [The Institute of Plant Protection is 50 years old]. Ahrarna nauka, Vyp. 44, 3-15. (in Ukrainian).
7. Borzykh O.I., Gavryliuk L.L., Krut M.V. (2021). Instytutu zakhystu roslyn Natsionalnoi akademii ahrarnykh nauk Ukrainy — 75 rokov. [Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine — 75 years]. Zakhyst i karantyn roslyn, Vyp. 67, 3-17. (in Ukrainian).
8. Fedorenko V.P., Akimov I.A., Kornieiev V.O. (2010). Ukrainske entomolo-

hichne tovarystvo — 60 rokov istorii. [Ukrainian Entomological Society — 60 years of history]. Ukrainskyi entomolohichnyi zhurnal, (1), 3-13. (in Ukrainian).

9. Vasil'ev V.P., Zrazhevskiy A.I., Rudnev D.F., Telenga N.A. et al. (1959). Novye sposoby bor'by so sveklovichnym dolgonosikom. [New ways to deal with beet weevil]. Vestnik sel'skohozyaystvennoy nauki. № 3. S. 34-46. (in Russian).

10. Vasil'ev V.P. (1960). Sistema meropriyatiy po bor'be so sveklovichnym dolgonosikom na Ukraine. [The system of measures to combat beet weevil in Ukraine]. Zashhita rasteniy, (11), 27-30. (in Russian).

11. Vasil'ev V.P. (1966). Sovremennye himicheskie sredstva zashhity rasteniy. [The system of measures to combat beet weevil in Ukraine]. Moskva: Znanie. 32 s. (in Russian).

12. Areshnikov B.A., Starostin S.P. (1982). Vrednaya cherepashka i mery bor'by s ney. [Eurygaster bug and measures to combat it]. Moskva: Kolos. 386 s. (in Russian).

13. Areshnikov B.A. (1983). Osnovnye problemy zashhity zernovykh kul'tur. [The main problems of grain crop protection]. Zashhita rasteniy, (6), 16-20. (in Russian).

14. Ariesnikov B.A., Goncharenko M.P., Kostiukovs'kyi M.G., Plastun I.M. et al. (Ariesnikov B.A. Ed.). (1992). Zakhyst zernovykh kultur vid shkidnykh, khvorob ta burianiv pry intensyvnykh tekhnolohiiakh. [Grain crop protection from pests, diseases and weeds with intensive technologies]. Kyiv : Urozhai. 224 s. (in Ukrainian).

15. Dyadechko N.P., Lagodinskiy Ju.V., Tron' N.M., Gorohovs'kiy N.A. (1967). Koloradskiy zhuk i problema zashhity posevov kartofelya v usloviyah Ukrainy. [Colorado potato beetle and the problem of potato crops protection in Ukraine]. Zashhita rasteniy, 6, 29-40. (in Russian).

16. Vasil'ev V.P., Lesovoy M.P. (1996). Istoriya zashhity rasteniy ot vreditel'nykh i bolezney v Ukraine. [History of plant protection against pests and diseases in Ukraine]. Kiev : Agrarnaya nauka. 132 s. (in Russian).

17. Cherniy A.M. (2014). Problemy fitosanitarnoho ozdorovlennia ahroekosystemy plodovoho sadu. [Problems of phytosanitary rehabilitation of the orchard's agroecosystem]. Zakhyst i karantyn roslyn, 60, 482-502. (in Ukrainian).

18. Cherniy A.M. (1996). Biolohichniy metod borotby z shkidlyvymy komakhamy: istoriya doslidzhen i suchasnyi stan. [Biological method of pest control: research history and current status]. Zakhyst i karantyn roslyn, 44, 101-112. (in Ukrainian).

19. Garnaga N.G., Smeljanec V.P., Chajka V.N., Samilenko A.Ye. (1995). Vliyanie radiacionnogo zagryazneniya mestnosti na koloradskogo zhuka. [The influence of radiation pollution of the area on the Colorado potato beetle]. Zashhita rasteniy, (11), 22. (in Russian).

20. Garnaha M.G. (2001). 30-kilometrova zona vidchuzhennia ChAES — rezervatsiia shkodochynnykh ob'ektiv silskohospodarskoho vyrobnytstva. [30-kilometer exclusion zone of the Chernobyl nuclear power plant — reservation of harmful objects of agricultural production]. Visnyk ahrarnoi nauky. Spetsialnyi vypusk, kviten. S. 51-52. (in Ukrainian).

21. Shliakhovi M.O. (1999). Myshovydni hryzyny v 30-kilometrovii zoni. [Mouse-like rodents in a 30-kilometer zone]. Zakhyst roslyn, (7), 24-26. (in Ukrainian).

22. 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).

Круть М.В., Федоренко В.П., Черній А.М.

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

До 75-річчя Українського ентомологічного товариства.

Розвиток ентомологічних досліджень в Інституті захисту рослин НААН

Мета роботи. Дослідження етапів розвитку наукових досліджень із захисту сільськогосподарських культур від шкідників в Інституті захисту рослин Національної академії аграрних наук України. **Методи.** Аналіз архівних даних про заснування сучасного Інституту захисту рослин НААН, статей, присвячених діяльності установи та Українського ентомологічного товариства, наукових праць вчених-ентомологів. **Результати.** На всіх етапах своєї історії Інститут захисту рослин НААН України здійснював численні ентомологічні дослідження, що давало можливість успішно вирішувати важливі проблеми, пов'язані з розробкою ефективних заходів щодо захисту сільськогосподарських культур від шкідників. Важливу роль відіграли проблемні лабораторії з вивчення бурякового довгоносика, клопа-черепашки, колорадського жука. Вдосконалено систему заходів захисту від дротяників. Багато зроблено в плані розробки захисних заходів проти шкідників лісових та садових насаджень від шкідників. Досліджувалися й нині досліджуються проблеми токсикології інсектицидів і акарицидів та стійкості рослин проти шкідників. Величезними є також досягнення вчених-ентомологів установи за напрямками: біологічний захист рослин, прогнозування розвитку шкідників, захист рослин у зоні Чорнобильської АЕС, наукове забезпечення карантину рослин. Сформувалися наукові школи ентомологів. Визначні досягнення вчених-ентомологів Інституту захисту

рослин НААН відзначено державними нагородами України. **Висновки.** Широке впровадження наукових досягнень вчених-ентомологів Інституту захисту рослин НААН України дасть змогу успішно вирішувати широке коло питань щодо захисту сільськогосподарських культур, лісових та декоративних насаджень від шкідників. Це буде сприяти стабільному розвитку агропромислового комплексу країни, утриманню в чистоті навколишнього середовища і разом із тим підвищенню добробуту населення.

ентомологія; Українське ентомологічне товариство; Інститут захисту рослин НААН; сільськогосподарська культура; шкідники; прогноз; стійкість; захист рослин; заходи захисту; школа ентомологів

Надійшла до редакції: 19.03.2024

Прийнята до друку: 22.08.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

Phytopsanitary safety. 2024. Issue 70.

LDC 632.915+632.937

DOI: <https://doi.org/10.36495/PHSS.2024.70.381-388>

L. VOLOSCIUC, doctor habilitatus, professor

ORCID: 0000-0002-7475-4310

A. LUNGU

ORCID: 0000-0002-5024-5765

Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection,

20, Padurii str., MD-2002, Chisinau, Republic of Moldova

POTENTIAL CAPACITIES OF ACTINOBACTERIA IN PEST CONTROL IN ECOLOGICAL AGRICULTURE

Excessive use of synthetic pesticides causes, in addition to the effect on non-target organisms, problems associated with the accumulation of toxic residues and metabolites, environmental pollution and disruption of ecological balance. This necessitates researching and highlighting effective and harmless methods and means of controlling pests, among which a special place belongs to biological means of protection, in particular biological products. The use of biological insecticides developed on the basis of actinobacteria has demonstrated high biological efficiency, significant environmental and economic effectiveness. The article presents a laboratory and field evaluation of the antifungal activity of *Streptomyces* actinomycetes strains by inhibiting the growth and development of *Fusarium* pathogens. The biological characteristics and technological indicators of *Saccharopolyspora spinosa* biomass production for pest control in protected ground were determined.

**actinobacteria; biological preparation; ecological agriculture;
plant health**

Introduction. Against the background of climate change and the resulting increased impact of pests on agricultural crops, global food security remains at risk in relation to the increasing rates of the global population. Increasing the yield of agricultural activities aimed at maintaining food security and food safety can be achieved by effectively optimizing the phytopsanitary status of agroecosystems based on the use of ecologically harmless plant protection products. The strategy and tactics of phytopsanitary optimization of agroecosystems using plant protection products with low ecological risk and their application technologies, starting from the worsening of the phytopsanitary status of agricultural crops, need to be revised. It has become a pressing opportunity to change the concept of plant protection, which as a scientific discipline is oriented towards to protect against pests organisms

under the conditions of intensive agricultural development, which requires the optimization of trophic links and the application of biocenotic regulation mechanisms (Voloşciuc, L., 2021).

The solution of phytosanitary problems is indispensably linked to the application of plant protection means, and in order to combine these activities with the optimal preservation of the environment, measures are taken to implement the concept of plant health with the use of biological protection, especially microbiological products. Although the application of biological control agents (viruses, bacteria, microscopic fungi, entomopathogenic nematodes, microsporidia) registers significant results, the rates of expansion of the surfaces protected with biopreparations remain modest, which determines the need to identify new groups of biological control agents. Among the microbiological means of control, the application of preparations based on actinobacteria stands out, which, thanks to their biological peculiarities, can be applied as in protection against pathogenic pathogens and arthropods harmful to a wide range of agricultural crops.

To improve the technological processes of production and application of actinobacterial means, it becomes necessary to implement biocontrolable microorganisms, which ensure high indices of biological effectiveness and ecological and economic efficiency with sufficient resistance in the conditions of production of agricultural crops. This determines the need to carry out research on several aspects of the production and application of actinobacteria, including the selection of biological agents with pathogenicity on the target objects, the improvement of culture media and production conditions, the development of optimal formulations in which the biological agent exhibits activity and resistance in the conditions of application, the use of biotechnological achievements aimed at improving the mechanisms and strategies of biological protection of plants (Boincean, B., et al., 2020).

The suppression of the development of harmful organisms by biological methods is based on the antagonism that exists in nature between the individual host plant, living organisms and microorganisms in the composition of the microbiome and the products of their vital activity. Biological preparations based on microorganisms antagonistic to harmful organisms are becoming more and more widespread in agriculture. In addition to the significant results recorded for different crops in various agroclimatic zones, the protective effect shown is determined by the direct biological action depending on the particularities of the abiotic factors, as well as by the relationships between the representatives of the microbiota within the concrete biocenosis.

Actinobacteria represent a diverse variety of natural products, exceedingly more than 22 000 biologically active secondary metabolites. The range of plant protection products based on actinobacteria includes environmentally harmless means based on secondary metabolism products (avermectins,

spinosyns). Biological insecticides and acaricides based on them demonstrate high effectiveness in controlling harmful arthropods. High specificity, lack of adaptation to harmful organisms, low toxicity and sufficient pathogenicity in combating target objects are valuable qualities against the background of maintaining the natural ecological balance. The high biological diversity of actinobacteria and the high ability to adapt to production and application conditions represent valuable qualities for the application of these microorganisms in the natural arsenal of effective means in integrated protection systems for conventional and organic agriculture. Protection against harmful insects in protected land in conventional and organic farming systems requires the development and application of biological preparations, the most promising of which have become the means obtained from the biomass of actinobacteria (Kaur T., Kumari M., 2013; Karnam V.H., 2016).

Material and methods. Research was carried out during the period in laboratory and field conditions at the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection of the USM. The material for identifying the frequency of occurrence of harmful arthropods was analysed after highlighting vegetable crops in greenhouse conditions (Burtseva, S.A., et al., 2015; Vološciuc, L., 2021).

Studies were performed on natural, artificial and mixed culture media. Optimizing the nutrient environment was carried out on several levels — the main source of carbon, nitrogen, pH of the environment, cultivation time. For the cultivation of the mother culture, a composition with several semi-synthetic components is used, which allows a faster start of the culture, in its composition you can find — yeast extract, peptone from casein, starch, glucose.

Cultivation in depth was carried out on liquid media in Erlenmeyer flasks with a volume of 750 ml, the volume of the cultured liquid was 100 ml. Test tubes with agar medium were used for inoculation and were cultivated until a large number of spores were obtained and a compact white-grey lawn was obtained. A volume of 5 ml of sterile water was added to each test tube, with the help of the Drigalski spatula, movements were made on the surface of the medium, thus imposing the detachment of *Saccharopolyspora spinosa* cells, the obtained suspension was poured into the Erlenmeyer flask, they were placed on the rocker at a temperature of 25–30°C).

To resuspend the culture in 100 ml of culture liquid, NaOH was added to maintain the pH at 7–8, and the sample was centrifuged for 15 min. The sediment was collected, and 5 g of activated carbon was added to the supernatant and centrifuged for 30 min. After this, the sediment is discarded and the supernatant collected. The liquid was placed at a temperature of 40°C to gradually evaporate the solvent, which allowed obtaining small transparent yellowish crystals (Lungu, A., Volosciuc, L., 2023).

The situation in the field of plant and environmental protection was

analysed by applying the methodology of systemic approaches, as a tool for managing complexity and as one of the essential paradigms of the future (Dospekhov B.A., 1989).

Results and discussion. Phytosanitary optimization of agroecosystems becomes a reality when using biological protection based on ecologically harmless means, especially multifunctional biological preparations consisting of microorganisms antagonistic to harmful organisms. Unlike the application of pesticides, biological plant protection agents do not only act on the target objects, but, as producers of biologically active substances, increase the resistance to harmful organisms and the biological activity of agricultural crops. The methodology for the development of multifunctional biological preparations includes the use of technological strains with high biological activity, among which a special role belongs to actinobacteria for combating harmful arthropods, which show resistance to other means of biological control (Herbert A., 2010; Mahajan G., 2012).

Starting from the ability of biologically useful microorganisms to produce antibiosis and antagonism effects on harmful arthropods, measures were applied to highlight and identify microbiological entities by analyzing the cultural properties of growth on different culture media, as well as examining their morphological peculiarities. Most frequently, several cultures of the genus *Streptomyces* were identified, which, synthesizing several biologically active substances, cause profound changes in the cellular structures of mycotic phytopathogenic agents (Volosciuc, L.F., et al., 2013). After cultivation on the medium with gelatinized oats, some colonies of strains no. 24 and 49 were white in color, and other strains were characterized by different colors (fig. 1).

In the multi-year investigations of microbiological agents useful in combating arthropods, which show resistance to the application of biological means of protection, *Saccharopolyspora spinosa* was discovered — an aerobic, gram-positive actinobacterium with a mycelium consisting of pale yellow-pink aerial hyphae. The hyphae form long spore chains (about 50

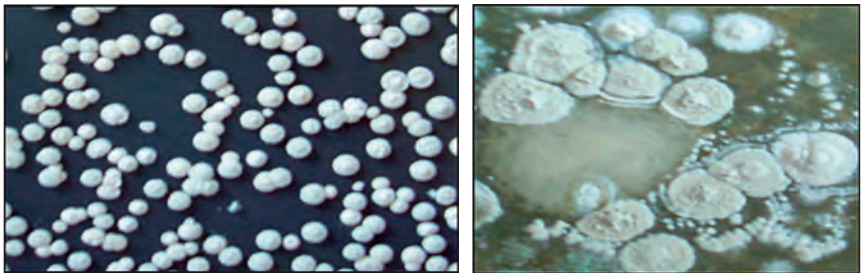


Fig. 1. The particularities of *Streptomyces* sp, colonies 11, grown on Czapek medium with glucose and oat agar

spores), which are surrounded by spiny spore sheaths. *S. spinosa* synthesizes spinosad, which is a natural substance produced by actinobacteria in the soil and exhibits toxicity to insects. It is a mixture of two chemicals called spinosyn A and spinosyn D. It is used for the biological control of a wide range of pests: thrips, mining moths, mites, mosquitoes, ants, fruit flies, etc. (Legocki J., Polec I., Zelechowski K., 2010; Yadav N., Yadav A., 2019).

Biotechnological approaches open new perspectives in the creation and improvement of plant protection products and methods. Thus, biotechnological methods have found application in solving the problems of increasing plant resistance to diseases and pests and in creating new plant protection products. In this sense, the cultural peculiarities of *S. spinosa* were determined (fig. 2).



Fig. 2. Cultural peculiarities of *S. spinosa* DSM 44228 according to the effect of temperature on the growth of the actinobacterium

In order to determine the optimal conditions necessary to obtain *Saccharopolyspora spinosa* biomass, the conditions that ensure the maintenance of the producer's liquid culture and determine the morphological peculiarities of the mycelium were determined (fig. 3).

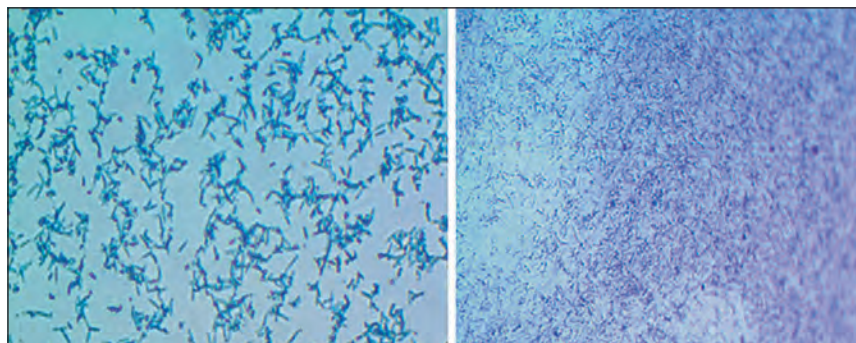


Fig. 3. Samples of *S. spinosa* cultured on liquid medium, Gram-stained preparation, x1000

The development of the biotechnological procedures for the production and application of the actinobacterium *Saccharopolyspora spinosa* requires the determination of the optimal conditions for the production of biomass and the establishment of the effective preparation form to combat harmful insects, which allowed the establishment of the main indicators for obtaining the biomass of the biological agent (fig. 4).



Fig. 4. Determination of the technological indices of cultivation of *Saccharopolyspora spinosa* Mertz and Yao DSM 44228 on different liquid media

CONCLUSIONS

Actinobacteria constitute a group that occupies an intermediate position between bacteria and fungi, having properties that favor their predominance among other groups of useful microorganisms.

The composition of the nutrient environment plays a significant role in the productivity of the biomass used in the establishment of plant protection means. Strains differ according to morphological and cultural peculiarities, biomass productivity and growth activity.

It was determined that the optimum temperature for cultivation of *Saccharopolyspora spinosa* DSM 44228 is 28–30°C, pH 7–8, and the cultivation time 96 hours at 180 rpm.

The use of methanol records the dissolution of organic substances in the culture liquid. In *Saccharopolyspora spinosa*, after a six-month storage on a nutrient medium inclined at a temperature of 3–4°C, the sporulation capacity is reduced, the capacity is restored after 2–3 recultivations. From the compositions tested, the composition with no. 20. The spinosad separation method with the use of organic solvents and activated carbon as an adsorbent made it possible to obtain the crystalline form of the substance.

Acknowledgements: The research was carried out within Subprogram 011103 «Development of environmentally harmless means to reduce the impact of pests of agricultural crops against the background of climate change», funded by the Ministry of Education and Research.

REFERENCES

1. Boincean B., Voloşciuc L., Rurac M., Hurmuzachi I.U., Baltag G. (2020). Agricultura conservativă. Manual pentru producători agricoli și formatori. Chişinău. IFAD. 270 p.
2. Herbert A. (2010). The spinosyn family of insecticides: realizing the potential of natural products research. *J Antibiot*, 63:101-111.
3. Karnam V.H. (2016). Recent Advancement in the Development of Biopesticides by Actinomycetes for the Control of Insect Pests. In *Plant Growth Promoting Actinobacteria*. Springer. P. 47-62.
4. Kaur T., Kumari M. (2013). Antifungal, insecticidal, and plant growth-promoting potential of *Streptomyces hydrogenans* DH16. *J Basic Microbiol*, 53:1-11.
5. Legocki J., Polec I., Zelechowski K. (2010). Trends in development of active substances possessing the pesticidal properties: spinosyn insecticides. *Pesticides*, 1(4):59-71.
6. Lungu A., Voloşciuc L. (2023). Aspects of *Saccharopolyspora spinosa* cultivation and spinosad separation. National conference with international participation: Natural sciences in the dialogue of generations, September 14-15, Chişinău, USM. P. 97.
7. Mahajan G. (2012). Antibacterial agents from actinomycetes — a review. *Front Biosci*, 4:240-253.
8. Yadav N., Yadav A. (2019). Actinobacteria for sustainable agriculture. *J Appl. Biotechnol Bioeng*, 6(1):38-41. DOI:10.15406/jabb.2019.06.00172
9. Voloşciuc L. (2021). Agricultura Ecologică: aspecte teoretice și valențe practice. Chişinău. Tipografia Centrală. 288 p.
10. Burtseva S.A., Syrbu T.F., Voloshchuk L.F., Byrsa M.N., Byritsa K. (2015). Antagonizm streptomitetov i mikromitetov pochv moldovy k fitopatogennym gribam. Materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Innovatsionnye ekologicheski bezopasnye tekhnologii zashchity rasteniy», 24-25 sentyabrya 2015, Almaty, C. 293-299. (in Russian).
11. Voloshchuk L.F., Burtseva S.A., Barbak T.A., Baltsat K.K. (2013). Sposobnost' streptomitetov pochv Moldovy zaderzhivat' rost fitopatogennykh gribov. Zashchita rasteniy v sovremennykh tekhnologiyakh vozdeystviya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (Krasnoobsk, 24-26 iyulya 2013 g.), Krasnoobsk, C. 89-93. (in Russian).
12. Dospekhov B.A. (1989). Metodika polevogo opyta. Moskva: Agropromizdat. 313 c. (in Russian).

Волощук Л., Лунгу О.

Інститут генетики, фізіології та захисту рослин,
вул. Педурії, 20, MD-2002, Кишинів, Республіка Молдова

Потенційні можливості актинобактерій у захисті від шкідників в екологічному сільському господарстві

Надмірне використання синтетичних пестицидів спричиняє, окрім дії на нецільові організми, проблеми, пов'язані з накопиченням токсичних залишків і метаболітів, забрудненням довкілля та порушенням екологічної рівноваги. Це зумовлює необхідність проведення дослідження та висвітлення ефективних і нешкідливих способів і засобів захисту зі шкідливими комахами, серед яких особливе місце належить біологічним засобам захисту, зокрема біологічним препаратам. Застосування біологічних інсектицидів, розроблених на основі актинобактерій, продемонструвало високу біологічну ефективність, значну екологічну та економічну результативність. У статті наведено лабораторну та польову оцінку протигрибної активності штамів актиноміцетів *Streptomyces* шляхом пригнічення росту та розвитку збудників фузаріозу. Визначено біологічні особливості та технологічні показники виробництва біомаси *Saccharopolyspora spinosa* для контролю поширення шкідливих комах у захищеному ґрунті.

актинобактерії; біопрепарат; екологічне землеробство; здоров'я рослин

Надійшла до редакції: 10.09.2024

Прийнята до друку: 04.11.2024

Надруковано: грудень, 2024

Опубліковано онлайн: лютий, 2025

ДЛЯ АВТОРІВ

Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Фітосанітарна безпека» 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 із 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;
- **Ліцензійні умови** використання статті. Бланк 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 (кирилиця) та англійською (латиниця) мовами, e-mail, код ORCID 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 пошту (оригінали) або електронну адресу (скановані копії) редакції журналу.

Рукописи перевіряються на плагіат, рецензуються й рекомендуються до друку редакційною колегією.

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 РУКОПISУ

Рукопис подавати у двох 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 з інтервалом — 1,5, 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 й не розривалися, користуйтеся комбінацією Shift+Ctrl+Space (нерозривний пробіл).

Рекомендується така структура рукопису:

- УДК.**
- Ініціали**, прізвище, науковий 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, висновки) **обсягом 1800—2000 знаків з пробілами**. У рефераті не має бути скорочень, аббревіатур, виносок та посилань. Інформація не повинна дублювати інші розділи роботи.
- Ключові слова** (не дублюють назву статті) писати з червоного рядка, з маленької літери, через крапку з комою.
- Основна частина статті** за планом: **сучасний стан** досліджуваної проблеми в Україні та у світі, 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; **мета роботи** — постановка завдання; **матеріали та методи досліджень** — описуються основні етапи, обґрунтовується вибір методів, зазначається експериментальна база; **результати досліджень** — уникати прямого повторення в тексті даних, наведених у таблицях і графічному матеріалі, табличний або графічний матеріал обов'язково подавати з результатами статистичної обробки, результати мають бути обґрунтованими, мати новизну та практичну цінність; **обговорення** — важливо порівняти одержані результати з даними інших вчених; **висновки** — мають лаконічно відображати результати даного дослідження, відповідати меті та назві статті, містити думку щодо перспективи подальшої роботи у цьому напрямі (дослівне дублювання з анотації неприпустиме).

- ☑ **Подяки** — висловлюється подяка особам чи організаціям за технічну, фінансову та матеріальну підтримку, завдяки яким дослідження стало можливим.
- ☑ **Джерело фінансування робіт.**
- ☑ **Конфлікт інтересів.** Слід розкрити конфлікт інтересів, якщо є пряме відношення або безпосередній зв'язок з роботою, яку автори описують у своєму рукописі. Наявність конфлікту інтересів не перешкоджає публікації. Якщо конфлікту інтересів немає, то потрібно зазначити «Автори декларують про відсутність конфлікту інтересів».
- ☑ **Бібліографічний список (мовою оригіналу джерела).**
- ☑ **Метадані англійською мовою:** ПІБ авторів (транслітеровані з кирилиці в латиницю), назви установ та їхні поштові адреси, електронні адреси авторів, назва статті, реферат (мета, методи, результати, висновки — обсягом 1800—2000 знаків з пробілами), ключові слова.
- ☑ **References (бібліографічний список латиницею).**

Дискусійні статті, наукові хроніки, короткі повідомлення оформляти у довільній формі.

У статті **посилання на літературу робити в квадратних дужках, номерами, по порядку згадування у тексті.** Бібліографічний список формувати по порядку згадування 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. **Не робити посилань** на статті, у яких відсутні посилання на цитовані джерела і не описано методику досліджень (статті із сайтів інтернет-магазинів та фірм). **Слід уникати посилань** на автореферати дисертацій, службові матеріали (ДСТУ). 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** (мовою оригіналу) оформляти згідно з ДСТУ 8302:2015.
- ☑ **Другий пристатейний список** (References) робити латиницею згідно з вимогами стилю APA. 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.

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 про-

грамі, 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).

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. За першого згадування маловідомих скорочень спеціальних термінів або назв наукових установ треба повністю їх розшифрувати.

Більш детальна інформація — за посиланням:
<https://zkr.ipp.gov.ua/index.php/journal/for-authors>

ЗМІСТ

Борзих О.І., Стригун О.О., Чумак П.Я., Бондарева Л.М., Гончаренко О.М., Аньол О.Г., Ківель Є.В., Броун І.В. Виявлення та контроль інвазійних фітофагів у Ботанічному саду: нові підходи та перспективи	3
Борзих О.І., Чайка В.М., Бублик Л.І., Бахмут О.О., Шевчук О.В., Крук І.В., Федоренко А.В., Гаврилюк Л.Л., Власова О.Г., Маковецький Ю.В. Фітосанітарна безпека агроценозів ріпаку озимого в Україні за умов зміни клімату	20
Андрійчук Т.О. Розвиток трахеомікозів картоплі за аридизації клімату	37
Бащенко М.М., Шита О.В., Федоренко А.В., Чайка В.М. Захист гіркокаштана звичайного (<i>Aesculus hippocastanus</i> L.) в урбанізованому середовищі	48
Венгер О.В., Федорчук Н.А., Шевчук О.П. Нова небезпека для рослин хмелю	72
Гаврилюк А.Т. Продуктивність картоплі за використання біостимулятора росту Аміностим	86
Гунчак М.В. Ефективність застосування систем біологічного захисту яблуні проти зеленої та сірої яблуневих попелиць в умовах Західного Лісостепу України	92
Зея А.Г. Нові патотипи раку картоплі <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilbersky) Percival в Україні	104
Зея Г.В. Оцінка стійкості картоплі проти збудника раку <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilbersky) Percival	115
Кава Л.П., Кучер Л.І., Сикало О.О., Кучер Т.Р. Видовий склад комах-фітофагів у насадженнях малини в Центральному Лісостепу України	126
Клечковський Ю.Е., Могилюк Н.Т., Шматковська К.А., Цуркан Р.П. Моніторинг фітосанітарного стану виноградних насаджень Півдня України у 2022—2024 рр.	135

Клечковський Ю.Е., Титова Л.Г., Бондарева Л.М. Розширення ареалу адвентивного виду <i>Metcalfa pruinosa</i> Say (цикадка цитрусова) в Україні	147
Кузнецова М.А., Лабунська О.Б. Інноваційна складова поширення органічного землеробства у контексті реалізації концепції сталого розвитку на прикладі Південного регіону України	161
Кучер Л.І., Вітвіцький С.В., Кава Л.П., Кучер Т.Р., Кравченко Ю.С. Вплив біологізації систем удобрення на вміст і запас гумусу в чорноземі типовому легкосуглинковому	184
Леженіна І.П., Васильєва Ю.В., Людвінський В.С. Нові дані про поширення амброзійового смугастого листоїда <i>Zygogramma suturalis</i> (Fabricius, 1775) та амброзійової совки <i>Acontia candefacta</i> (Hübner, 1831) у Харківській обл.	198
Лісова Г.М., Коновалова С.А., Кириленко В.В., Гуменюк О.В. Розкриття потенціалу стійкості сортів пшениці м'якої озимої миронівської селекції до збудників листяних хвороб, типових для зони Правобережного Лісостепу України	211
Нямцу Є.Ф., Клечковський Ю.Е. Ефективність використання меброкарбонів сумішей проти гватемальської картопляної молі в бульбах свіжої картоплі	225
Панченко Т.П., Черв'якова Л.М., Цуркан О.В. Аналітичні аспекти визначення неорганічних пестицидів у плодовій продукції	238
Пиляк Н.В., Лобан Л.Л. Скринінг колекційних штамів для створення асоціації мікроорганізмів з нематоцидною активністю	246
Рекіянов Д.С., Шита О.В., Бащенко М.М., Цуркан Р.П. Видовий склад хрестоцвітих блішок та прихованохоботників у посівах ріпаку озимого в Лівобережному Лісостепу України	257
Сафронова Т.В. Вплив препаратів гормонального походження на продуктивність та морфологічні показники сортів-диференціаторів раку картоплі в культурі <i>in vitro</i>	267
Сергєєв Л.А., Делі О.Ф., Ужєвська С.П., Бурикіна С.І., Руденко В.А. Павуки на посівах пшениці озимої та гороху підзимової сівби	277

Сергієнко В.Г., Тишук О.П., Балан Г.О., Цуркан Р.П. Алелопатичний вплив бур'янів на проростання насіння кукурудзи	290
Сніжок О.В., Першута В.В. Оцінка впливу погодних умов та системи захисту соняшнику на розвиток шкідливих організмів у зоні Західного Полісся	303
Соломійчук М.П., Піковський М.Й. Ефективність систем біологічного захисту картоплі від хвороб	317
Стоянова К.Є. Епідеміологія карантинних хвороб картоплі в Україні та Європі	331
Щербакова Т.І. Використання комплексної суміші гіфоміцету <i>Lecanicillium lecanii</i> і бактерії <i>Bacillus thuringiensis</i> для захисту тепличних культур від сисних шкідників	347
Фрон А., Йордосополь О., Бацько М. Моніторинг інвазійного виду <i>Rhagoletis completa</i> Cresson та шкідливості мух, що пошкоджують плоди горіха	358
Круть М.В., Федоренко В.П., Черній А.М. До 75-річчя Українського ентомологічного товариства. Розвиток ентомологічних досліджень в Інституті захисту рослин НААН	367
Волощук Л., Лунгу О. Потенційні можливості актинобактерій у боротьбі зі шкідниками в екологічному сільському господарстві	381
Для авторів	389

CONTENTS

Borzykh O., Strygun O., Chumak P., Bondareva L., Goncharenko O., Anol O., Kivel Ye., Broun I. Detection and control of invasive phytophages in the botanical garden: new approaches and perspectives	3
Borzykh O., Chaika V., Bublyk L., Bakhmut O., Shevchuk O., Kruk I., Fedorenko A., Gavrylyuk L., Vlasova O., Makovetskyi Yu. Phytosanitary safety of agrocenoses of winter rape in Ukraine under the conditions of climate change	20
Andriychuk T. Potato tracheomycosis development through the climat aridization	37
Bashchenko M., Shita O., Fedorenko A., Chaika V. Protection of horse chestnut (<i>Aesculus hippocastanum</i> L.) in an urbanized environment	48
Wenher O., Fedorchuk N., Shevchuk O. A new danger for hop plants.....	72
Gavrilyuk A. Potato productivity during the growth biostimulator Aminostym usage	86
Hunchak M. Effectiveness of application of apple biological protection systems against green and red-headed apple aphids of the Western Forest-steppe of Ukraine	92
Zelya A. New potato wart <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilbersky) Percival pathotypes in Ukraine.....	104
Zelya G. Potato resistance evaluation against wart causative agent <i>Synchytrium endobioticum</i> (Schilbersky) Percival	115
Kava L., Kucher L., Sikalo O., Kucher T. Specific composition of raspberry herbivorous pest in the Central Forest Steppe of Ukraine	126
Klechkovskiy Yu., Mohyliuk N., Shmatkovska K., Tsurkan R. Monitoring of the phytosanitary state of grape plantations in the south of Ukraine in 2022—2024	135

Klechkovskiy Yu., Titova L., Bondareva L. Expansion of the range of the adventive species <i>Metcalfa pruinosa</i> Say (citrus cicada) in Ukraine	147
Kuznietsova M., Labunska O. Innovative component of the spread of organic farming in the context of the implementation of the concept of sustainable development on the example of the Southern region of Ukraine	161
Kucher L., Vitvitskiy S., Kava L., Kucher T., Kravchenko Yu. The influence of biologization of fertilizer systems on the content and stock of humus in a of typical chernozem light loamy	184
Lezhenina I., Vasylieva Yu., Liudvinskiy V. New data on the distribution of the ragweed leaf beetle <i>Zygogramma suturalis</i> (Fabricius, 1775) and the olive-shaded bird-dropping moth <i>Acontia candefacta</i> (Hübner, (1831) in the Kharkiv region	198
Lisova H., Konovalova S., Kyrylenko V., Humenyuk O. Revealing the resistance potential of soft winter wheat varieties of the V.M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat selection to pathogens of wheat leaf diseases typical for the Right Bank Forest Steppe zone of Ukraine	211
Nyamtsu E., Klechkovskiy Yu. Effectiveness of using mebrocarbon mixtures against the Guatemalan potato moth in fresh potato tubers	225
Panchenko T., Chervyakova L., Tsurkan O. Analytical aspects of the determination of inorganic pesticides in fruit products	238
Pyliak N., Loban L. Screening of collection strains to create association of microorganisms with nematocidal activity screening ...	246
Rekianov D., Shyta O., Bashchenko M., Tsurkan R. Species composition of cross-flowered flakes and hidden ambulators in winter rope crops in the Left Bank Forest Steppe of Ukraine	246
Safronova T. Hormonal preparations on the productivity and morphological parameters of potato wart differentiator varieties indicators in culture <i>in vitro</i>	267
Serhieiev L., Deli O., Uzhevskaya S., Burykina S., Rudenko V. Spiders on winter wheat and winter peas	277
Sergienko V., Tyshchuk O., Balan G., Tsurkan R. Allelopathic influence of weeds on corn seed germination	290

Snizhok O., Pershuta V. Assessment of the influence of weather conditions and the protection system on the development of harmful organisms in the Western Forest zone	303
Solomiychuk M., Pikovskyi M. Efficiency of systems of biological protection of potatoes against diseases	317
Stoyanova K. Epidemiology of potato quarantine diseases in Ukraine and Europe	331
Shcherbakova T. Use of a complex mixture of hyphomycete <i>Lecanicillium lecanii</i> and <i>Bacillus thuringiensis</i> to protect greenhouse crops from sucking pests	347
Fron A., Iordosopol E.I., Batco M.G. Monitoring of the invasive species <i>Rhagoletis completa</i> Cresson and the harmfulness of flies that damages walnut fruits	358
Krut'M.V., Fedorenko V.P., Cherniy A.M. To the 75 th anniversary of the Ukrainian entomological society. Development of entomological research in the Institute of Plant Protection of NAAS	367
Volosciuc L.T., Lungu A. Potential capacities of actinobacteria in pest control in ecological agriculture	381
For authors	389

Наукове видання

ІНСТИТУТ ЗАХИСТУ РОСЛИН
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ФІТОСАНІТАРНА БЕЗПЕКА
Міжвідомчий тематичний науковий збірник

Заснований у жовтні 1964 р.

Попередні назви:

«Захист і карантин рослин», 1996—2021 рр.

«Захист рослин», 1964—1995 рр.

Видається один раз на рік

Випуск 70, 2024 р.

Редактор *Волянська Т.І.*

Редактор текстів англійською мовою *Власова М.О.*

Комп'ютерна верстка *Гончарук Н.І.*

Підписано до друку 14.12.2024.

Формат 60 × 84 1/16. Папір офс. Гарнітура 1251 Times.

Друк офс. Обл. вид. арк. 22,4. Ум. друк. арк. 23,25.

Наклад 200.

Свідоцтво про державну реєстрацію видання

Серія КВ №25458-15398ПР від 27.02.2023 р.

Адреса редакції та видавця:

Інститут захисту рослин НААН,

вул. Васильківська, 33, Київ, 03022, Україна

Тел.: (044) 257-11-24

Факс: (044) 257-21-85

E-mail: *karantun.z.r.2017@gmail.com*

Сайт: *http://zkr.ipp.gov.ua*