

КАРАНТИН і ЗАХИСТ РОСЛИН

№4
Грудень
2025 р.



Ідентифікація
генів стійкості
(стор. 3)



Гриби і бактерії
на коренях малини
(стор. 19)



Білокрилка
капустяна в Україні
(стор. 39)



Науково-виробничий журнал

КАРАНТИН i ЗАХИСТ РОСЛИН

Виходить з липня 1996 р.

Журнал — фаховий,
категорія Б

Наказ МОН України №886
від 02.07.2020 р.

(сільськогосподарські науки,
спеціальності 101, 201, 202).

Наказ МОН України №1188
від 24.09.2020 р. (біологічні
науки, спеціальність 091).

Індексується Google Scholar

Грудень 2025 №4 (283)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

О.І. Борзих, *д-р с.-г. наук,
акад. НААН України*

Заступник головного редактора

Н.О. Козуб, *д-р біол. наук*

Редакційна колегія

Л.Ф. Волощук, *д-р біол. наук, проф.
(Республіка Молдова)*

А.Г. Зея, *канд. біол. наук*

Я.М. Гадзало, *д-р с.-г. наук, проф.,
акад. НААН України*

Л.Л. Гаврилюк, *канд. с.-г. наук*

Б. Гасюв-Ярошевська, *професор (Польща)*

О.О. Іващенко, *д-р с.-г. наук*

М.М.Кирик, *д-р біол. наук, проф.,
акад. НААН України*

Ю.Е. Клечковський, *д-р с.-г. наук, проф.*

М.Г. Костюківський, *канд. с.-г. наук (Ізраїль)*

М.В. Круть, *канд. біол. наук*

В.І. Крутякова, *канд. екон. наук*

Г.М. Лісова, *канд. біол. наук*

Л.Т. Міщенко, *д-р біол. наук, проф.*

Д. Новотний, *д-р філософії, д-р природничих наук
(Чеська Республіка)*

Д.Д. Сігарьова, *д-р біол. наук, проф.,
чл.-кор. НААН України*

Д. Сосновська, *д-р біол. наук, проф. (Польща)*

О.О. Стригун, *д-р с.-г. наук*

Г.М. Ткаленко, *д-р с.-г. наук*

В.П. Федоренко, *д-р біол. наук, проф.,
акад. НААН України*

Я. Хрпова, *канд. наук, інж. (Чеська Республіка)*

В.М. Чайка, *д-р с.-г. наук, проф.*

Ю.П. Яновський, *д-р с.-г. наук, проф.*

Л.А. Янсе, *д-р біол. наук, чл.-кор. НААН України*

Я.Д. Янсе, *PhD, Ir, MSc (Нідерланди)*

Науковий редактор О.В. Шевчук, *канд. с.-г. наук*

Редактор Т.І. Волянська

Комп'ютерна верстка і дизайн Н.І. Гончарук

Редактор текстів

англійською мовою М.О. Власова

EDITORIAL BOARD

Chief editor

O. Borzykh, *Doctor of Agricultural Sciences,
Academician of NAAS of Ukraine*

Deputy Editor-in-Chief

N. Kozub, *Doctor of Biological Sciences*

Editorial board

L. Volosciuc, *Doctor habilitatus, Professor
(Republic of Moldova)*

A. Zelya, *Candidate of Biological Sciences*

Ya. Hadzalo, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Academician of NAAS of Ukraine*

L. Havryliuk, *Candidate of Agricultural Sciences*

B. Hasiów-Jaroszewska, *Professor (Poland)*

O. Ivashchenko, *Doctor of Agricultural Sciences*

M. Kyryk, *Doctor of Biological Sciences, Professor,
Academician of NAAS*

Yu. Klechkovskiy, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor*

M. Kostyukovsky, *Candidate of Agricultural Sciences (Israel)*

M. Krut, *Candidate of Biological Sciences*

V. Krutiakova, *Candidate of Economics Sciences*

G. Lisova, *Candidate of Biological Sciences*

L. Mishchenko, *Doctor of Biological Sciences, Professor*

D. Novotný, *Ph.D, RNDr (Czech Republic)*

D. Siharova, *Doctor of Biological Sciences, Professor,
Corresponding Member of NAAS of Ukraine*

D. Sosnovska, *Doctor of Biological Sciences, Professor
(Poland)*

O. Stryhun, *Doctor of Agricultural Sciences*

H. Tkalenko, *Doctor of Agricultural Sciences*

V. Fedorenko, *Doctor of Biological Sciences, Professor,
Academician of NAAS of Ukraine*

Ja. Chrpova, *Candidate of Science, Engineer
(Czech Republic)*

V. Chaika, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor*

Yu. Yanovskiy, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor*

L. Janse, *Doctor of Biological Sciences, Corresponding
Member of NAAS of Ukraine*

J. Janse, *PhD, Ir, MSc (The Netherlands)*

Scientific editor O. Shevchuk, *Cand. of Agricultural Sciences*

Editor T. Volianska

Computer layout and design N. Honcharuk

Editor of English texts M. Vlasova

У номері

CONTENTS

Фітопатологія

- 3** Молекулярна ідентифікація генів стійкості Ry_{adgr} , Ry_{chc} і Ry_{sto} до Y-вірусу картоплі у колекційних зразках картоплі
Кириченко С.О.,
Борзих О.І., Бондус Р.О.,
Созінов І.О., Міщенко Л.Т.,
Козуб Н.О.

- 8** Моніторинг та діагностика вірусних інфекцій рослин родини Cucurbitaceae в Україні
Цвігун В.О.,
Левішко А.С.,
Гуменюк І.І.,
Шерстобоева О.В.

- 14** Відбір сортів картоплі іноземної селекції, стійких проти українських патотипів раку *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival
Зеля Г.В.,
Сонець Т.Д.,
Михайлик С.М.

Засоби і методи

- 19** Ефект симбіотрофної асоціації грибів і бактерій з кореневою системою малини європейської (*Rubus idaeus* L.)
Чабанюк Я.В.,
Жмур О.В.

Засоби і методи

- 26** Ефективність комбінованих інсектицидів неонікотиноїдно-піретроїдного типу в контролі чисельності *Ceutorhynchus assimilis* Payk на посівах ріпаку озимого
Могилюк Н.Т.,
Шматковська К.А.,
Булах А.О.

Екологія

- 31** Неонікотиноїди для захисту сільськогосподарських культур: екологічні аспекти застосування
Цуркан О.В.,
Панченко Т.П.,
Черв'якова Л.М.

Ентомологія

- 35** Шкідники верби енергетичної та заходи контролю чисельності
Саблук В.Т.,
Свідельська Н.М.,
Змієвський О.В.,
Димитров В.Г.
- 39** Поширення білокрилки капустиної в Україні
Ткаленко Ю.О.,
Шута О.В.

PLANT PATHOLOGY

Molecular identification of Ry_{adgr} , Ry_{chc} and Ry_{sto} resistance genes to potato virus Y in potato collection samples
Kyrychenko S., Borzykh O., Bondus R.,
Sozinov I., Mishchenko L., Kozub N. 3

Monitoring and diagnosis of viral infections in Cucurbitaceae plants in Ukraine
Tsvihun V., Levishko A., Gumeniuk I.,
Sherstoboeva O. 8

Potato of foreign breeding varieties' evaluation on resistance to casuative agents of wart *Synchytrium endobioticum* Schilbersky Percival
Zelia H., Sonets T., Mykhailyk S. 14

EANS AND METHODS

The effect of symbiotic association of fungi and bacteria with the root system of European raspberry *Rubus idaeus* L.
Chabaniuk Ya., Zhmur O. 19

Effectiveness of combined neonicotinoid-pyrethroid insecticides in controlling *Ceutorhynchus assimilis* Payk. populations on winter oilseed rape crops
Mohyliuk N., Shmatkovska K.,
Bulakh A. 26

ECOLOGY

Neonicotinoids for crop protection: environmental aspects of use
Tsurkan O., Panchenko T.,
Chervyakova L. 31

ENTOMOLOGY

Soil and above-ground of energy willow and measures to control population
Sabluk V., Svidelska N.,
Zmievsky O., Dymytrov V. 35

Distribution of the Cabbage Whitefly in Ukraine
Tkalenko Yu., Shyta O. 39

Рекомендовано до друку
Вченою радою Інституту захисту рослин НААН України,
Протокол № 17 від 13.11.2025 р.

При передруку обов'язкове посилання на «Карантин і захист рослин».

За достовірність інформації та реклами відповідають автори і рекламодавці. Редакція може публікувати матеріали, не поділяючи думки автора.

Журнал виходить чотири рази на рік
Заснований 1996 р.



Засновник і видавець:
Інститут захисту рослин
НААН України

Ідентифікатор медіа R30-03215
Рішення № 698 від 07.03.2024
Національної ради України з питань
телебачення і радіомовлення
Передплатний індекс видання — 74663

Підп. до друку 10.12.2025 р.
Формат 60 × 84/8. Папір крейд.
Друк офсет. Умовн. друк. арк. 4. Тираж 200.

Друкарня ТОВ «Лазурит-Поліграф»

Адреса редакції:

✉ 03022, Київ-22, вул. Васильківська, 33

☎ Тел.: (044) 257-11-24

✉ E-mail: karantun.z.r.2017@gmail.com
<http://kr.ipp.gov.ua>

© «Карантин і захист рослин», 2025

МОЛЕКУЛЯРНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ

генів стійкості Ry_{adg} , Ry_{chc} і Ry_{sto} до Y-вірусу картоплі у колекційних зразках картоплі

Мета. Провести скринінг колекції сортів картоплі методом полімеразно-ланцюгової реакції (ПЛР) на наявність трьох генів, які забезпечують екстремальну резистентність (ER) до Y-вірусу картоплі (PVY), а саме Ry_{adg} , Ry_{chc} і Ry_{sto} . **Методи.** Із сортів картоплі українського та закордонного походження виділяли ДНК з листя або бульб картоплі методом, що базується на використанні силіки. Для ідентифікації генів застосовували праймери: $RY1648F24/R22$ — для визначення гена Ry_{chc} , $YES3-A$ — для гена Ry_{sto} та $RYSC3$ — для Ry_{adg} . Ампліфіковані продукти аналізували методом агарозного гель-електрофорезу. **Результати.** Українські сорти вперше досліджено за допомогою прямого молекулярного маркера $RY1648F24/R22$. Було проаналізовано 68 зразків різного походження за цим молекулярним маркером гена Ry_{chc} та ідентифіковано ген інтересу в 11-ти сортах. За молекулярним маркером $YES3-A$ оцінено 34 зразки картоплі та виявлено маркерний амплікон гена Ry_{sto} у 5-ти зразках. Серед 58-ми проаналізованих сортів картоплі ген Ry_{adg} за маркером $RYSC3$ виявлено лише у сорті Ресурс, який також мав маркер гена Ry_{sto} . **Висновки.** Встановлено наявність генів екстремальної стійкості до PVY, Ry_{adg} , Ry_{chc} і Ry_{sto} у 16-ти українських і закордонних сортах картоплі. Сорт Ресурс має поєднання генів Ry_{adg} та Ry_{sto} . Зразки, що були ідентифіковані в ході дослідження як носії генів екстремальної стійкості до PVY, можуть бути залучені до селекційного процесу.

***Solanum tuberosum*; хвороби; Ry_{adg} ; Ry_{chc} ; Y-вірус картоплі; Ry_{sto} ; $RYSC3$; $RY1648F24/R22$**

Y-вірус картоплі (*potato virus Y*, PVY) є одним із найважливіших вірусів, що впливають на світове виробництво картоплі [1]. Він спричиняє значне зниження якості бульб і втрати врожаю до 80% [2]. Величина втрат залежить

¹С.О. КИРИЧЕНКО
¹О.І. БОРЗИХ,
доктор сільськогосподарських наук
²Р.О. БОНДУС,
кандидат сільськогосподарських наук
¹І.О. СОЗІНОВ
³Л.Т. МІЩЕНКО,
доктор біологічних наук
¹Н.О. КОЗУБ,
доктор біологічних наук
¹Інститут захисту рослин НААН,
вул. Васильківська, 33, м. Київ,
03022, Україна
²Устимівська дослідна станція
рослиництва Інституту
рослиництва ім. В.Я. Юр'єва НААН,
вул. Академіка Вавилова, 15, м. Київ,
39074, Україна
³Київський національний
університет імені Тараса Шевченка,
вул. Володимирська, 64/13, м. Київ,
01601, Україна

від штаму PVY, вірусного навантаження, часу зараження та рівня стійкості рослини [3]. Основний шлях поширення вірусу — через різні види попелиць, але можливе також зараження через інфіковані бульби [4]. Всі дочірні бульби від інфікованих материнських рослин також будуть заражені через системне переміщення вірусу [5]. Рослини з інфікованих бульб ростуть повільніше, що призводить до дегенерації насінневого матеріалу та зниження врожаю [6]. Симптоми PVY включають мозаїку, пошкодження листя, крапчастість, некрози, зморшкватість, згортання країв, деформацію, хлороз із некротичними плямами, опадання листя, затримку росту, раннє старіння та некротичну кільцеву плямистість бульб, що залежать від штаму

вірусу та генотипу рослини [7]. Контроль захворювання ускладнюється генетичним різноманіттям PVY, появою нових, у тому числі рекомбінантних штамів [8, 9]. Оскільки РНК-залежна РНК-полімераза більшості РНК-вірусів не має коригуючої функції [10], це призводить до високої частоти помилок під час реплікації, що забезпечує швидке виникнення генетичної мінливості та нових варіантів [11]. Впродовж останніх 30-ти років спостерігалася стійка тенденція, коли рекомбінантні штами, такі як PVY^{NTN} і PVY^{N-wi}, витіснили нереконбінантні ізоляти PVY^C, PVY^O і PVY^N як найпоширеніші у виробництві картоплі [12]. Рекомбінантний штам PVY^{NTN} нині розповсюджений у всьому світі та завдає більшої шкоди, ніж звичайні штами [13], а також має більшу частоту виявлення. Рослини-хазяї можуть демонструвати сумісну або несумісну взаємодію з вірусами [14]. За несумісної взаємодії рослини обмежують інвазію та реплікацію вірусу, реагуючи екстремальною резистентністю (extreme resistance, ER) або гіперчутливою реакцією (hypersensitive response, HR). У випадку ER симптоми відсутні або дуже обмежені [15], а титри вірусу залишаються дуже низькими [15–17]. Гени екстремальної стійкості до PVY (Ry) пригнічують розмноження вірусу в інфікованих клітинах і ефективні проти широкого спектра штамів [17, 18]. Селекція з використанням молекулярних маркерів екстремальної стійкості є особливо актуальною, оскільки дозволяє розширити асортимент сортів із бажаною стійкістю та залучити лінії різного походження до селекційних програм. Ефек-

тивний захист забезпечують гени екстремальної стійкості Ry_{adg} , Ry_{sto} , Ry_{chc} [19]:

- Ry_{adg} походить від культивованого підвиду картоплі *S. tuberosum* subsp. *andigena* Hawkes, він розташований на хромосомі X [20];
- Ry_{sto} походить від дикого виду *S. stoloniferum* Schldl. & Bouché і розташований на хромосомі XII [21];
- Ry_{chc} походить від *S. cha-coense* Bitt. і знаходиться на дистальному кінці хромосоми IX [22].

Ry_{chc} забезпечує екстремальну стійкість у рослин картоплі до штамів PVY^o, PVY^{N:O} та PVY^{NTN}. Визначено, що Ry_{chc} кодує білок TIR-NLR [23], який відповідає за імунітет рослини.

Ідентифікація стійких сортів і створення стійких ліній дозволить зменшити ступінь економічної шкоди, що наноситься вірусами та іншими хворобами насадженням картоплі у польових умовах. Тому метою нашої роботи було визначення сортів-носіїв генів стійкості як кандидатів до подальшого селекційного процесу.

Матеріали і методи. Досліджували зразки картоплі різного походження з колекції Устимівської дослідної станції рослинництва Інституту рослинництва ім. Юр'єва НААН. Листя відбирали з дорослих рослин картоплі, вирощених на дослідних ділянках Устимівської станції рослинництва. Листя зберігали в морозильній камері.

ДНК виділяли з листя або бульб картоплі з використанням комерційного набору на основі силікагелю NeoPrep_100 (ТОВ «Неоген», Україна) відповідно до рекомендацій виробника (http://neogene.com.ua/index.php?route=product/product-&path=18_46&product_id=192). ДНК зберігали в холодильнику при 4°C.

Для ідентифікації Ry_{chc} використовували молекулярний маркер RY1648F24/R22 [25]. Послідовності використаних у роботі праймерів наведено у таблиці 1.

Гени стійкості до PVY Ry_{sto}

1. Послідовності молекулярних праймерів, використаних у роботі для аналізу зразків

Ген	Маркер	Послідовність (5'-3')	Довжина продукту ампліфікації, п.н.	Посилання
Ry_{adg}	RYSC3	5'-ATACACTCATCTAAATTGATGG-3' 5'-AGGATATACGGCATCATTTTCCGA-3'	321	(Kasai et al, 2000) [24].
Ry_{chc}	RY1648 F24/R22	5'-ACAACCTCCCTAGTATAAAGATGATCGA-3' 5'-GTATAACAGATGGATCCCTATCTCTTTACAAC-3'	594	(Akai et al 2023) [25].
Ry_{sto}	YES3A	5'-TAACTCAAGCGGAATAACCC-3' 5'-AATTCACCTGT TTACATGCTTCTGTG-3'	341	(Song and Schwarzscher, 2008) [21].

та Ry_{adg} за маркерами YES3-A та RYSC3 відповідно ідентифікували за допомогою полімеразно-ланцюгової реакції (ПЛР). Для проведення ПЛР використовували суміш PCR MIX 2x HOT (ТОВ «Неоген», Україна), що містить Taq ДНК-полімерази гарячого старту, dNTPs, MgCl₂, та реакційний буфер, згідно з рекомендаціями виробника (http://neogene.com.ua/index.php?route=product/product&product_id=87). ПЛР здійснювали в 20 мкл реакційної суміші на термоциклері Applied Biosystems 2720 Thermal Cycler. Електрофорез проводили в агарозному 1,5% гелі. В якості барвника був бромистий етидій (10%).

Умови ПЛР з маркером RY1648F24/R22 відповідали методиці [26], але було підвищено температуру відпалу до 64°C. Режим ампліфікації був таким: початкова денатурація 10 хв при 94°C, 35 циклів (денатурація 94°C, 30 с, відпал 64°C, 30 с, елонгація 72°C впродовж 1 хв, фінальна елонгація 7 хв при 72°C). Наявність гена стійкості Ry_{chc} припускали, коли в результаті

ПЛР отримували продукт ампліфікації розміром близько 594 п.н.

Для молекулярного маркера RYSC3 ПЛР здійснювали за відповідним протоколом [24]: початкова денатурація 10 хв при 95°C, 35 циклів (денатурація протягом 45 с при 94°C, відпал протягом 45 с при 60°C, елонгація протягом 1 хв при 72°C), фінальна елонгація протягом 5 хв при 72°C. Маркером наявності гена Ry_{adg} слугував продукт ампліфікації розміром близько 321 п.н.

Для маркера YES3-A ПЛР здійснювали за протоколом: 10 хв при 95°C, 10 циклів денатурація 40 с при 94°C, відпал 40 с при 55°C і елонгація 60 с при 72°C, 30 циклів денатурація 40 с при 94°C, відпал 40 с при 53°C, фінальна елонгація 5 хв при 72°C [21], очікуваний продукт ампліфікації 341 п.н.

Результати і обговорення. Досліджено 68 сортів картоплі на ген стійкості до PVY Ry_{chc} з використанням прямого молекулярного маркера RY1648F24/R22 [25, 26]. Приклад електрофореграми з цим маркером наведено на рисунку, де у випадку наяв-

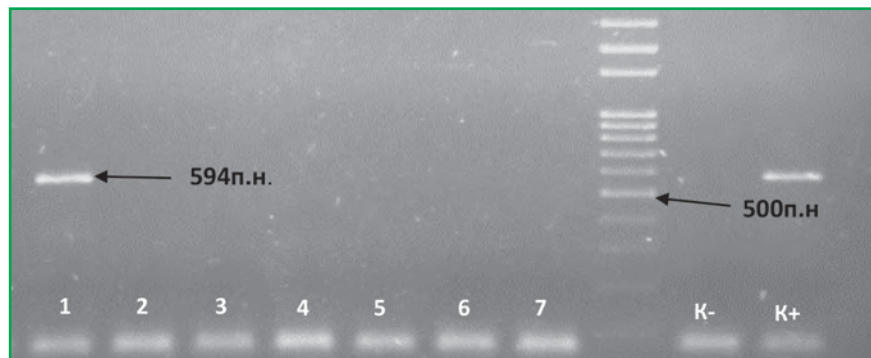


Рис. Визначення наявності гена стійкості Ry_{chc} у сортах картоплі (колекція Устимівської дослідної станції рослинництва) з використанням молекулярного маркера RY1648F24/R22: 1 — Пост-86; 2 — Древлянка; 3 — Віра; 4 — Скарбниця; 5 — Поляна; 6 — Дубрава; 7 — Слuch

ності гена присутній фрагмент завдовжки 594 п.н. За результатами ПЛР маркерні амплікони гена стійкості Ry_{chc} виявлено у 11-ти сортах, що становить 16,2% дослідженої вибірки (табл. 2). Це українські сорти: Гірсько-Карпатська, Західний, Авангард, Пост-86, Білявка, Красень, Зоряна, Альянс, Ракурс та іноземної селекції: Rosamunda (Німеччина), Apache (Велика Британія).

Точність виявлення зразків за прямим маркером $RY1648F24/R22$ [25] є вищою, ніж з використанням непрямого маркера $Ry186$ [27]. Як позитивний контроль використовували селекційну лінію Інституту картоплярства, селекційний номер П.17.21/36, походження 12.48-22/Сонцедар.

Для виявлення гена Ry_{adg} проаналізовано 58 зразків картоплі з використанням молекулярного

маркера $RYSC3$ (табл. 2). У результаті аналізу знайдено одного носія гена — сорт Ресурс. Відповідно, частота трапляння цього гена у дослідженій вибірці — 1,72%. Як позитивний контроль використовували сорт Ківі.

На предмет наявності гена стійкості Ry_{sto} проаналізовано 34 зразки картоплі з використанням молекулярного маркера $YES3-A$ (табл. 2). За цим маркером п'ять

2. Результати аналізу сортів картоплі на предмет наявності генів стійкості до PVY методом ПЛР (колекція Устимівської дослідної станції рослинництва)

№ п/н	Сорт	Походження	$RY1648F24/R22$ (Ry_{chc})	$RYSC3$ (Ry_{adg})	$YES3-A$ (Ry_{sto})
1	Toskana	Україна	-	-	-
2	Bonus	Німеччина	-	-	-
3	Kuroda	Нідерланди	-	-	-
4	Мирослава	Україна	-	-	-
5	Panda	Німеччина	-	-	-
6	Левада	Україна	-	-	-
7	Romanze	Німеччина	-	-	-
8	Verdi	Німеччина	-	-	-
9	Laperla	Нідерланди	-	-	-
10	Queen Anna	Німеччина	-	-	-
11	Raja	Нідерланди	-	-	-
12	Owacja	Польща	-	-	+
13	Предслава	Україна	-	-	-
14	Natasha	Німеччина	-	-	-
15	Гурман	Україна	-	-	+
16	Місцева з Татарстану	Татарстан	-	-	-
17	Rosamunda	Німеччина	+	-	-
18	Галичанка	Україна	-	-	*
19	Banana	Нідерланди	-	-	*
20	Aralia	(немає інфо)	-	-	*
21	Excelent	Нідерланди	-	-	*
22	Marfona	Нідерланди	-	-	*
23	Гірсько-Карпатська	Україна	+	-	*
24	Дорогинь	Україна	-	-	*
25	Apache	Велика Британія	+	-	*
26	Вересівка	Україна	-	-	*
27	Evolution	Нідерланди	-	-	*
28	Глазурна	Україна	-	-	*
29	Рання Роза	Україна	-	-	*
30	Barbara	Німеччина	-	-	*
31	Lady Claire	Нідерланди	-	-	*
32	Дубравка	Україна	-	-	*
33	Західний	Україна	+	-	*
34	Пишна	Україна	-	-	*
35	Зразок з Америки	Америка	-	-	*

№ п/н	Сорт	Походження	$RY1648F24/R22$ (Ry_{chc})	$RYSC3$ (Ry_{adg})	$YES3-A$ (Ry_{sto})
36	Славутич	Україна	-	-	*
37	Ekzotyк	Нідерланди	-	-	*
38	Maritta	Нідерланди	-	-	*
39	Дівоча	Україна	-	-	*
40	Забава	Україна	-	-	*
41	Косівщинська	Україна	-	-	*
42	Ресурс	Україна	-	+	+
43	Оберіг	Україна	-	-	-
44	Авангард	Україна	+	-	-
45	Загадка	Україна	-	-	-
46	Пост-86	Україна	+	-	-
47	Древлянка	Україна	-	-	-
48	Віра	Україна	-	-	-
49	Скарбниця	Україна	-	-	+
50	Поляна	Україна	-	-	-
51	Дубрава	Білорусь	-	-	-
52	Случ	Україна	-	*	-
53	Білявка	Україна	+	-	-
54	Ластівка	Україна	-	-	-
55	Завія	Україна	-	-	+
56	Предслава	Україна	-	-	-
57	Natasha	Німеччина	-	-	-
58	Alladin	Нідерланди	-	-	-
59	Дніпрянка	Україна	-	-	*
60	Rohana	Німеччина	-	*	*
61	Білявка	Україна	-	*	*
62	Красень	Україна	+	*	*
63	Немішаєвська 100	Україна	-	*	*
64	Зоряна	Україна	+	*	*
65	Звездаль	Україна	-	*	*
66	Лілея	Україна	-	*	*
67	Альянс	Україна	+	*	*
68	Ракурс	Україна	+	*	*

Примітка: + — присутність гена стійкості;
 - — відсутність гена стійкості;
 * — реакцію не здійснювали

зразків ідентифіковані як позитивні. Маркер гена *Ry_{sto}* виявлено у сортах Скарбниця, Ресурс, Завія, Гурман української селекції та у сорту Овася (Польща). Частота трапляння цього гена у вибірці становила 14,7%. Як позитивний контроль відібрано український сорт Слов'янка. Зауважимо, що у сорту Ресурс виявлено поєднання генів стійкості *Ry_{sto}* та *Ry_{adg}*.

В літературі описано випадки хибнопозитивних результатів молекулярної ідентифікації генів екстремальної стійкості у картоплі [28, 29], що, в першу чергу, пов'язано з використанням непрямих маркерів, які знаходяться на деякій відстані від власне гена стійкості. Наприклад, ми виявили випадок незбігу результатів польового та молекулярного дослідів у сорту Либідь, який мав маркер гена, визначений молекулярним маркером *Ry186*, але в польових умовах він був нестійким [29]. Тому оптимальним є застосування прямих маркерів, де ампліфікується фрагмент послідовності гена екстремальної стійкості, що стає можливим після клонування відповідного гена. Прямий маркер *RY1648F24/R22* було розроблено в 2023 р. після клонування гена *Ry_{chc}*. Результати ідентифікації гена стійкості у зразків з цим маркером є високо вірогідними [23]. На основі картування гена *Ry_{chc}* розроблено інший молекулярний маркер *MG64-17* для маркер-асистованої селекції стійкості до PVY [23].

У випадку непрямих маркерів підходом до підвищення точності аналізів щодо ідентифікації генів екстремальної стійкості до вірусу з молекулярними маркерами є застосування комбінації маркерів. Наприклад, в австралійській колекції зразків картоплі маркер гена *Ry_{adg}* *RYSC3* виявили у трьох сортів, але маркер *M45* був ампліфікованим у дев'яти додаткових сортах [28].

В останні десятиліття в Україні спостерігається посилення шкідливості вірусних хвороб в агроценозі картоплі, які завдають значного економічного збитку — їхня частка становить 31,0% [30]. Щорічні втрати Європейського Союзу через PVY оцінюються у

187 млн євро, головним чином через витрати на хімічну обробку, що застосовується під час вирощування насінневої картоплі, та втрати врожаю насінневої, промислової і споживчої картоплі [31]. Тому створення та культивування сортів картоплі генами екстремальної стійкості до PVY є ефективним екологічно безпечним способом уникнення втрат від цього патогена. Ідентифіковані у даному дослідженні сорти картоплі можуть бути використані як джерело генів стійкості в селекції.

ВИСНОВКИ

Ідентифіковано низку носіїв генів екстремальної стійкості до PVY. За допомогою прямого маркера *RY1648F24/R22* ідентифіковано ген *Ry_{chc}* у 11-ти сортах картоплі, а за маркерами генів *RYSC3* (*Ry_{adg}*) та *YES3-A* (*Ry_{sto}*) — у 1 та 5 сортів відповідно. Сорт Ресурс мав поєднання маркерів генів *Ry_{sto}* та *Ry_{adg}*.

Результати даного дослідження вказують на важливість молекулярної ідентифікації носіїв генів екстремальної стійкості як серед сортів так і серед селекційних ліній для підвищення частки стійких сортів в українському генофонді картоплі.

Фінансування. Дослідження виконано за фінансової підтримки в рамках проекту НФДУ № 2023.03/0244 «Механізми стійкості економічно важливих культур до вірусних хвороб в умовах воєнного стану та глобального потепління» за конкурсом «Передова наука в Україні».

Конфлікт інтересів. Авторі декларують відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Baebler Š., Coll A., Gruden K. Plant molecular responses to Potato Virus Y: A continuum of outcomes from sensitivity and tolerance to resistance. *Viruses*. 2020. 12(2):217. <https://doi.org/10.3390/v12020217>
2. Lacomme C., Jacquot E. General characteristics of potato virus Y (PVY) and



Сорт Ластівка, уражений PVY (фото автора)



Сорт Левада, уражений вірусними інфекціями (фото автора)

its impact on potato production: An Overview ; In: Lacomme C, Glais L, Bellstedt, D et al (eds). Potato virus Y: biodiversity, pathogenicity, epidemiology, and management. Springer. Cham. 2017a:1-19. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58860-5_1

3. Lacomme C., Pickup J., Fox A. et al. Transmission and epidemiology of Potato virus Y. Potato virus Y: biodiversity, pathogenicity, epidemiology and management. 2017b:141-176. DOI: 10.1007/978-3-319-58860-5_6

4. da Silva W., Kutnjak D., Xu Y. et al. Transmission modes affect the population structure of potato virus Y in potato. PLoS Pathogens. 2020;16(6):e1008608. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1008608>

5. Kumar R.R., Ansar M., Rajani K. et al. First report on molecular basis of potato leaf roll virus (PLRV) aggravation by combined effect of tuber and prevailing aphid. BMC Research Notes. 2020;13:523. <https://doi.org/10.1186/s13104-020-05370-1>

6. Hegde K., Kalleshwaraswamy C.M., Venkataravanappa V. Role of virus infection in seed tubers, secondary spread and insecticidal spray on the yield of potato in Deccan Plateau, India. Potato Research. 2021;64:339-351. DOI: 10.1007/s11540-020-09480-y

7. MacKenzie T.D.B., Nie X., Bisht V., Singh M. Proliferation of recombinant PVY strains in two potato-producing regions of Canada, and symptom expression in 30 important potato varieties with different PVY strains. Plant Disease. 2019;103(9):2221-2230. <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-18-1564-RE>

8. Green K.J., Brown C.J., Gray S.M., Karasev A.V. Phylogenetic study of recombinant strains of Potato virus Y. Virology. 2017;507:40-52. <https://doi.org/10.1016/j.virol.2017.03.018>

9. Gray S.M., Power A.G. Anthropogenic influences on emergence of vector-borne plant viruses: The persistent problem of Potato virus Y. Current Opinion in Virology. 2018;33:177-183. DOI: 10.1016/j.coviro.2018.10.002

10. Steinhauer D.A., Domingo E., Holland J.J. Lack of evidence for proofreading mechanisms associated with an RNA virus polymerase. Gene. 1992;122(2):281-288.

11. Gibbs A., Ohshima K. Potyviruses and the digital revolution. Annual Review of Phytopathology. 2010;48(1):205-223. DOI: 10.1146/annurev-phyto-073009-114404

12. Gray S., De Boer S., Lorenzen J. et al. Potato virus Y: An Evolving Concern for Potato Crops in the United States and Canada. Plant Disease. 2010;94(12):1384-1397. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-10-0124>

13. Gibbs, Hajizadeh, Ohshima, Jones. The Potyviruses: An Evolutionary Synthesis Is Emerging. Viruses. 2020;12(2):132. DOI: 10.3390/v12020132

14. Cooper J.I.; Jones A.T. The use of terms for responses of plants to viruses: a reply to recent proposals. Phytopathology. 1984;73:127-128.

15. Valkonen J.P.T., Jones R.A.C., Slack S.A., Watanabe K.N. Resistance specificities to viruses in potato: Standardization of nomenclature. Plant Breeding. 1996;115:433-438. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0523.1996.tb00952.x>

16. Solomon-Blackburn R.M., Barker H. A review of host major-gene resistance to potato viruses X, Y, A and V in potato: genes, genetics and mapped locations. Heredity. 2001;86(Pt 1):8-16. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2540.2001.00798.x>

17. Valkonen J.P. Elucidation of virus-host interactions to enhance resistance breeding for control of virus diseases in potato. Breed Sci-

ence. 2015;65(1):69-76. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.65.69>

18. Ross B.T., Zidack N.K., Flenniken M.L. Extreme resistance to viruses in potato and soybean. Frontiers in Plant Science. 2021;12:658981. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2021.658981>

19. Davie K., Holmes R., Pickup J., Lacomme C. Dynamics of PVY strains in field grown potato: Impact of strain competition and ability to overcome host resistance mechanisms. Virus Research. 2017;241:95-104. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2017.06.012>

20. Hämäläinen J.H., Watanabe K.N., Valkonen J.P. et al. Mapping and marker-assisted selection for a gene for extreme resistance to potato virus Y. Theoretical and Applied Genetics. 1997;94:192-197.

21. Song Y.S., Schwarzfischer A. Development of STS markers for selection of extreme resistance (Ry sto) to PVY and maternal pedigree analysis of extremely resistant cultivars. Am. J. Pot. Res. 2008;85:159-170. <https://doi.org/10.1007/s12230-008-9012-8>

22. Sato M., Nishikawa K., Komura K., Hosaka K. Potato virus Y resistance gene, Rychc, mapped to the distal end of potato chromosome 9. Euphytica. 2006;149:367-372. <https://doi.org/10.1007/s10681-006-9090-y>

23. Li G., Shao J., Wang Y. et al. Rychc confers Extreme Resistance to Potato virus Y in Potato. Cells. 2022;11(16):2577. <https://doi.org/10.3390/cells11162577>

24. Kasai Y., Morikawa Y., Sorri V.A. et al. Development of SCAR markers to the PVY resistance gene Ryadg based on a common feature of plant disease resistance genes. Genome. 2000;1:1-8. DOI:10.1139/GEN-43-1-1

25. Akai K., Asano K., Suzuki C. et al. De novo genome assembly of the partial homozygous dihaploid potato identified PVY resistance gene (Rychc) derived from *Solanum chacoense*. Breeding Science. 2023;73(2):168-179. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.22078>

26. Asano K., Endelman J. Development of KASP markers for the potato virus Y resistance gene Rychc using whole-genome resequencing data. Zenodo. 2023. DOI: 10.1101/2023.12.20.572658

27. Mori K., Sakamoto Y., Mukojima N. et al. Development of a multiplex PCR method for simultaneous detection of diagnostic DNA markers of five disease and pest resistance genes in potato. Euphytica. 2011;180:347-355. <https://doi.org/10.1007/s10681-011-0381-6>

28. Slater A.T., Schultz L., Lombardi M. Screening for resistance to PVY in Australian potato germplasm. Genes (Basel). 2020;11(4):429. <https://doi.org/10.3390/genes11040429>

29. Gadzalo Y.M., Kyrychenko S.O., Bondus R.O., Kozub N.O. Molecular identification of extreme resistance genes to PVY among breeding lines and potato varieties of Ukrainian origin. Agricultural Science and Practice. 2024;11(1):3-13. <https://doi.org/10.15407/agrisp11.01.003>

30. Бородай В.В., Парфенюк А. Поширення та розвиток основних хвороб картоплі (*Solanum tuberosum* L.) в Україні. Агрокологічний журнал. 2018;4:82-87.

31. Dupuis B., Nkuriyongoma P., Ballmer T. Economic impact of Potato virus Y (PVY) in Europe. Potato Research. 2023. <https://doi.org/10.1007/s11540-023-09623-x>

¹Kyrychenko S.,

ORCID: 0000-0002-4325-4022

¹Borzykh O.,

ORCID: 0000-0002-9802-5622

²Bondus R.,

ORCID: 0000-0002-2367-5225

¹Sozinov I.,

ORCID: 0000-0002-3621-5746

³Mishchenko L.,

ORCID: 0000-0003-0697-6971

¹Kozub N.,

ORCID: 0000-0002-3572-1786

¹Institute of Plant Protection of the NAAS, 33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

²Ustymivka experimental station of Yuriev Plant production Institute of NAASU, 15, Acad. Vavylava, Ustymivka, Poltava region, 39074, Ukraine

³Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13, Volodymyrska str., Kyiv, 01601, Ukraine

Molecular identification of *Ry^{adg}*, *Ry^{chc}* and *Ry^{sto}* resistance genes to potato virus Y in potato collection samples

Goal. Screening of a collection of potato varieties using the polymerase chain reaction (PCR) method for the presence of three genes that provide extreme resistance (ER) to Potato virus Y (PVY) namely *Ry^{adg}*, *Ry^{chc}* and *Ry^{sto}*. **Methods.** DNA was extracted from the leaves or tubers of potato varieties of Ukrainian and foreign origin using a silica-based method. The following primers were used to identify the genes: *RY1648F24/R22* for the gene *Ry^{chc}*, *YES3-A* for the *Ry^{sto}* gene, and *RYSC3* for *Ry^{adg}*. The amplified products were analyzed by agarose gel electrophoresis. **Results.** Ukrainian varieties were studied for the first time using the direct molecular marker *RY1648F24/R22*. Sixty-eight samples of different origins were analyzed for this molecular marker of the *Ry^{chc}* gene, and the gene of interest was identified in 11 varieties. Using the *YES3-A* molecular marker, 34 potato samples were evaluated and the *Ry^{sto}* gene marker amplicon was detected in 5 samples. Among the 58 potato varieties analyzed, the *Ry^{adg}* gene was detected by the *RYSC3* marker only in the Resurs variety, which also had the *Ry^{sto}* gene marker. **Conclusions.** The presence of genes of extreme resistance to PVY, *Ry^{adg}*, *Ry^{chc}*, and *Ry^{sto}* was detected in 16 Ukrainian and foreign potato varieties. The Resurs variety has a combination of *Ry^{adg}* and *Ry^{sto}* genes. The varieties carrying the ER genes identified during the study as carriers of genes for extreme resistance to PVY can be used in the breeding process.

Solanum tuberosum; diseases; *Ry^{adg}*; *Ry^{chc}*; potyvirus Y; *Ry^{sto}*; *RYSC3*; *RY1648F24/R22*

Надійшла до редакції: 29.09.2025

Прийнята до друку: 23.10.2025

Надруковано й опубліковано онлайн: грудень 2025

МОНІТОРИНГ ТА ДІАГНОСТИКА

вірусних інфекцій рослин родини Cucurbitaceae в Україні

Мета. Дослідити видовий склад та частоту трапляння вірусної інфекції рослин родини Cucurbitaceae в Україні та виявити можливу етіологію її походження. **Методи.** У роботі використано спектр методів, який включав візуальну діагностику, імуноферментний аналіз непрямий і сендвіч модифікації, метод електронної мікроскопії та метод статистичної обробки даних. **Результати.** У ході проведених фітовірусологічних досліджень виконано симптомний аналіз вірусних захворювань гарбузових культур (Cucurbitaceae) на території України. Мікробіологічний аналіз 59% рослинних зразків, що демонстрували характерні вірусні симптоми, підтвердив їхню вірусну контамінацію. Зокрема, антиген cucumber mosaic virus (CMV) було ідентифіковано у 18% уражених рослин, причому як у формі моноінфекції, так і у змішаній інфекції з watermelon mosaic virus (WMV-2) та zucchini yellow mosaic virus (ZYMV). Дослідження також демонструють насіннєвий шлях передачі вірусів овочевих культур в Україні, що є значущим джерелом інокулюму в агроценозах. Встановлено, що серед ідентифікованих вірусів — CMV є найнебезпечнішим у контексті насіннєвої передачі, оскільки він має широкий спектр рослин-хазяїв, здатних до накопичення вірусу в насінні. **Висновки.** Проведене дослідження вірусної етіології захворювань рослин родини Cucurbitaceae в Україні виявило значну поширеність вірусних інфекцій. За результатами візуальної діагностики спостерігався широкий спектр симптомів вірусного походження. Імуноферментний аналіз (ІФА) 203 відібраних рослинних зразків підтвердив контамінацію 91 зразка (44,8%) вірусами cucumber mosaic virus (CMV), watermelon mosaic virus 2 (WMV-2) та zucchini yellow mosaic virus (ZYMV). Особливу увагу приділено аналізу насіннєвого матеріалу: перевірка 18-ти сортів гарбузових культур за допомогою ІФА виявила вірусну контамінацію 30,5% дослідженого асортименту насіння. При цьому де-

В.О. ЦВІГУН,
кандидат біологічних наук
А.С. ЛЕВІШКО,
кандидат біологічних наук
І.І. ГУМЕНЮК,
кандидат біологічних наук
О.В. ШЕРСТОБОЄВА,
доктор сільськогосподарських наук
Інститут агроєкології
і природокористування НААН,
вул. Метрологічна, 12, м. Київ,
03143, Україна

тектувалися антигени CMV та ZYMV, що свідчить про їхню роль як джерел інфекції. Вірусні антигени виявлено у насінні огірка сортів «Кущовий», «Засолочний», «Далекосхідний», кабачка «Іскандер F1», «Грибовський», кавуна «Бочка меду» та дині «Медовий аромат». Ці дані підкреслюють нагальну потребу в розробці ефективних стратегій контролю вірусних інфекцій, зокрема через сертифікацію насіннєвого матеріалу, для забезпечення фітосанітарного благополуччя агроценозів гарбузових культур в Україні.

cucumber mosaic virus; watermelon mosaic virus 2; zucchini yellow mosaic virus; Гарбузові культури; моноінфекція; змішана інфекція; поширення

Масштабне поширення вірусних інфекцій у агроценозах є критичним чинником, що призводить до суттєвого зниження врожайності сільськогосподарських культур, деградації якісних показників продукції та прискореної дегенерації сортів. Це створює значні перешкоди для забезпечення сталого виробництва конкурентоспроможної аграрної продукції, що є фундаментальною умовою продовольчої та національної безпеки України [1]. В уражених рослин не лише знижуються захисні функції, а

й вони стають більш сприятливими до пошкодження іншими різноманітними шкідниками та ураження збудниками грибної та бактеріальної етіології. Сучасні практики інтенсивного сільськогосподарства, що включають впровадження нових технологій, сортів і гібридів, у поєднанні з кліматичною нестабільністю та активним обміном насіннєвого й посадкового матеріалу, спричиняють прискорене поширення інфекційних агентів у нові географічні регіони. Ці фактори також індукують динамічні зміни у видовому складі патогенів, що створює нові виклики для фітосанітарної безпеки [2].

Зміна температури та інших показників (режим опадів, вітру, накопичення парникових газів і екстремальних погодних явищ), внаслідок глобального потепління, вплинуть на географічний розподіл вірусних господарів та векторів, і отже, епідеміології вірусів також перемістяться. Серед таких регіонів опиниться Україна, яку вже нині вважають зоною сильного поширення вірусних хвороб, що разом з низькою вірусостійкістю більшості поширених сортів та гібридів овочевих культур призведе до тотального перезараження [3].

На території України Гарбузові культури (огірок, кабачки, цукіні, гарбузові тощо) уражуються вірусам: cucumber mosaic virus (CMV), tobacco mosaic virus (TMV), tobacco rattle virus (TRV), impatiens necrotic spot virus (INSV), cucumber green mottle mosaic virus (CGMMV), zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), watermelon mosaic virus 2 (WMV-2) та turnip mosaic virus (TuMV) [4]. Слід зазначити, що більшість вірусних захворювань протікає непоміченою через слаб-

ку вираженість симптомів. Але, окрім моноінфекції часто спостерігається змішана інфекція, яка має більш серйозні симптоми захворювання. У деяких випадках ступінь тяжкості захворювань, спричинених змішаною інфекцією, може призвести до 90% втрат врожаю. До того ж переважна більшість цих вірусів швидко розповсюджується на великі території, завдяки ефективним шляхам передачі — комахи-переносники, інфіковане насіння та контакти між рослинами [5].

Наявність більше ніж одного вірусу в одній рослині призводить до одночасного прояву різноманітних симптомів, що викликає труднощі у розумінні етіології захворювання, а отже і до шляхів знешкодження, виявлення та ідентифікації вірусів. Для ефективної діагностики змішаних вірусних інфекцій дослідники розробили передові підходи, що базуються на мультиплексній полімеразній ланцюговій реакції (ПЛР). Цей метод дозволяє не лише ідентифікувати вже відомі віруси, а й здійснювати секвенування нуклеїнових кислот наступного покоління, що значно розширює можливості для комплексного аналізу вірусного консорціуму [6].

Під час змішаної інфекції відбувається кілька видів взаємодії, які мають або синергічний або ж антагоністичний ефект. Тип взаємодії, яка буде відбуватися, надзвичайно залежить від часу та порядку зараження сільськогосподарської культури. При ураженні вірусами рослин у різний проміжок часу виникає так звана «супер інфекція». За одночасного ураження обома вірусами, на ранніх стадіях всі віруси можуть виступати в ролі основного, оскільки в рослині ще мала кількість вірусних часток і відсутня конкуренція між ними [7]. На пізніших стадіях зараження, коли хвороба поширюється, кількість вірусних часток у рослині зростає, зменшується кількість не інфікованих клітин, «супер інфекція» стає переважаючою та частішою через збільшення конкуренції [8].

Надійний захист овочевих культур від вірусних інфекцій може забезпечити тільки комплекс заходів, який визначається видовим складом вірусів, переносників, а також їх біологічними та екологічними характеристиками. Для обмеження розповсюдження інфекції та її шкідливості потрібне дотримання норм профілактики на всіх етапах процесу вирощування овочевих культур, у тому числі використання перевіреного посадкового і насінневого матеріалу [9].

Однак, інформація стосовно поширення і видового різноманіття вірусів, що уражують овочеві культури в агроценозах України, є дуже обмеженою. Тому, необхідним є комплексне вивчення видового складу та шляхів поширення вірусів сільськогосподарських культур, а також розвиток систем прогнозування епіфітотій, що сприятиме лімітуванню ареалів вірусів сільськогосподарських культур та збереження врожаїв і якості сільськогосподарської продукції.

Мета досліджень — встановити видовий спектр та визначити частоту поширення моно- та мікст-вірусних інфекцій на рослинах родини Cucurbitaceae в агроценозах України, а також виявити можливу етіологію її походження.

Завдання роботи — провести відбір рослин родини Cucurbitaceae для визначення ураженості їх вірусними патогенами, провести ідентифікацію збудників за допомогою імуноферментного аналізу (ІФА). Виявити можливі резервуари вірусних патогенів та шляхи їхньої передачі на рослини в агроценозах України.

Методика досліджень — для досліджень застосовано комплекс методів, що охоплював візуальну фітосанітарну діагностику, імуноферментний аналіз (ІФА) у непрямій та сендвіч-модифікаціях, електронно-мікроскопічний аналіз для виявлення віріонів, а також методи статистичної обробки отриманих даних. Лабораторні дослідження проводили у лабораторії екології вірусів та біобезпеки імені акад. А.Л. Бойка,

відділу агроєкології і біобезпеки (акредитовано відповідно до міжнародного стандарту ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019) Інституту агроєкології і природокористування НААН

Рослинні зразки відбирали шляхом візуального обстеження рослин родини Cucurbitaceae, які мали візуальні симптоми вірусної етіології (мозаїчність, хлороз, кільцеподібні плями, деформації листків і плодів, карликовість, загальне пригнічення росту). Об'єктами дослідження були культури: огірок (*Cucumis sativus* L.), кабачок і цукіні (*Cucurbita pepo* L.), диня (*Cucumis melo* L.) та кавун (*Citrullus lanatus* (Thunb.)). Загалом було відібрано 203 зразки у фазі активної вегетації (червень — серпень), у середньому по 50 зразків кожної культури. Відбір здійснювали з польових ділянок господарств, розташованих у зоні Лісостепу (Вінницька, Київська, Рівненська та Черкаська області) та Степової зони (Одеська обл.) України.

Для детекції вірусу рослинний матеріал, матеріал плодів гомогенізували у 0,1 М фосфатно-сольовому буфері (рН 7,4) у співвідношенні 1:2. Очищення від рослинних компонентів виконували центрифугуванням у режимі 5000 об./хв впродовж 20 хв при +4°C на центрифугі РС-6 [10]. Результати реєстрували на рідері Termo LabSystems Opsis MR (США) із програмним забезпеченням Dynex Revelation Quicklink при довжинах хвиль 405 нм [11]. Для детекції вірусних антигенів у ІФА використовували тест-системи виробництва Loewe (Німеччина). Зразки на наявність вірусних антигенів аналізували імуноферментним аналізом (ІФА) у модифікаціях сандвіч та непрямий [12]. Обробку даних оптичної густини зразків здійснювали методом описової статистики, визначаючи середні та стандартні відхилення даних. Порогове значення оптичної густини, яке відрізняє позитивні результати ферментативної реакції від значення фону, визначали для кожного планшета окремо і згідно з рекомендаціями [13].

Рослинні зразки аналізували на наявність антигенів таких вірусів: cucumber mosaic virus (CMV), zucchini yellow mosaic virus (ZYMV), watermelon mosaic virus 2 (WMV-2). Математичний аналіз здійснювали та аналізували за допомогою пакета Statistica 10 (StatSoft. Inc., 2011) і Microsoft Excel 2010. Для визначення відмінностей між середніми значеннями застосовували критерій Стюдента.

Результати досліджень та обговорення. Низка експедиційних виїздів для відбору зразків на реперних ділянках агроценозів у різних ґрунтово-кліматичних умовах України та подальші дослідження дали змогу відібрати достатню кількість матеріалу для проведення досліджень (впродовж 2022—2024 років було відібрано 203 зразки рослин родини Cucurbitaceae). Селекцію зразків овочевих культур, що могли б мати вірусну інфекцію, проводили за комплексом специфічних анатомічних ознак габітусу рослин, що є характерними для вірусної етіології (рис. 1).

Дослідження агроценозів України дали змогу зауважити, що овочеві агроценози України все частіше уражуються хворобами вірусної етіології, а частота трапляння, порівняно з попередніми роками дослідження, збільшилася на 25—27% [9]. Рослини родини Cucurbitaceae були уражені на 21,1%. На цих рослинах були такі симптоми: світло-зелена мозаїка на листових пластинках, темно-зелена прожилкова мозаїка, ниткоподібність листової пластинки, зелена плямистість, округлі жовті плями та деформація на листових пластинах, деформація плодів тощо [14].

В агроценозах овочевих культур як Степової, так і Лісостепової зон України фіксується значний відсоток рослин з різноманітними ураженнями та симптоматикою. Інтенсивність цих проявів та ступінь їх розвитку прямо корелюють з патогенністю вірусу, впливом умов навколишнього середовища, а також із поточною фенологічною стадією рослини [9].

Симптоми ураження рослин можуть мати різне походження. Їх можуть спричиняти абіотичний стрес, дефіцит поживних речовин, бактеріальні чи грибні інфекції. Крім того, прояви різних вірусів часто фенотипово схожі, що унеможливує точну візуальну ідентифікацію. Тому подальші дослідження зосередилися на специфічній детекції вірусів, для цього було використано ІФА.

Відповідно до мети дослідження відібрано зразки рослин (листки, плоди) представників родини Cucurbitaceae — огірків різних сортів і гібридів, кабачків

та цукіні. Зразки перевіряли на наявність трьох основних вірусних антигенів: cucumber mosaic virus (CMV), watermelon mosaic virus 2 (WMV-2) та zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) (табл. 1).

ІФА чітко встановив, що 64% досліджуваних зразків родини Cucurbitaceae були контаміновані основними, найпоширенішими в Україні вірусними хворобами. Решта 36% зразків виявилися ураженими або бактеріальними агентами, або іншими вірусними частками, що не були включені до панелі перевірки.

Проведеними дослідженнями виявлено, що найчастіше були уражені рослини огірка — cucumber mosaic virus (CMV) — 46,1%, рослини кабачка — watermelon mosaic virus 2 (WMV-2) — 45,5%. Також аналіз показав, що рослини цукіні найчастіше уражу-

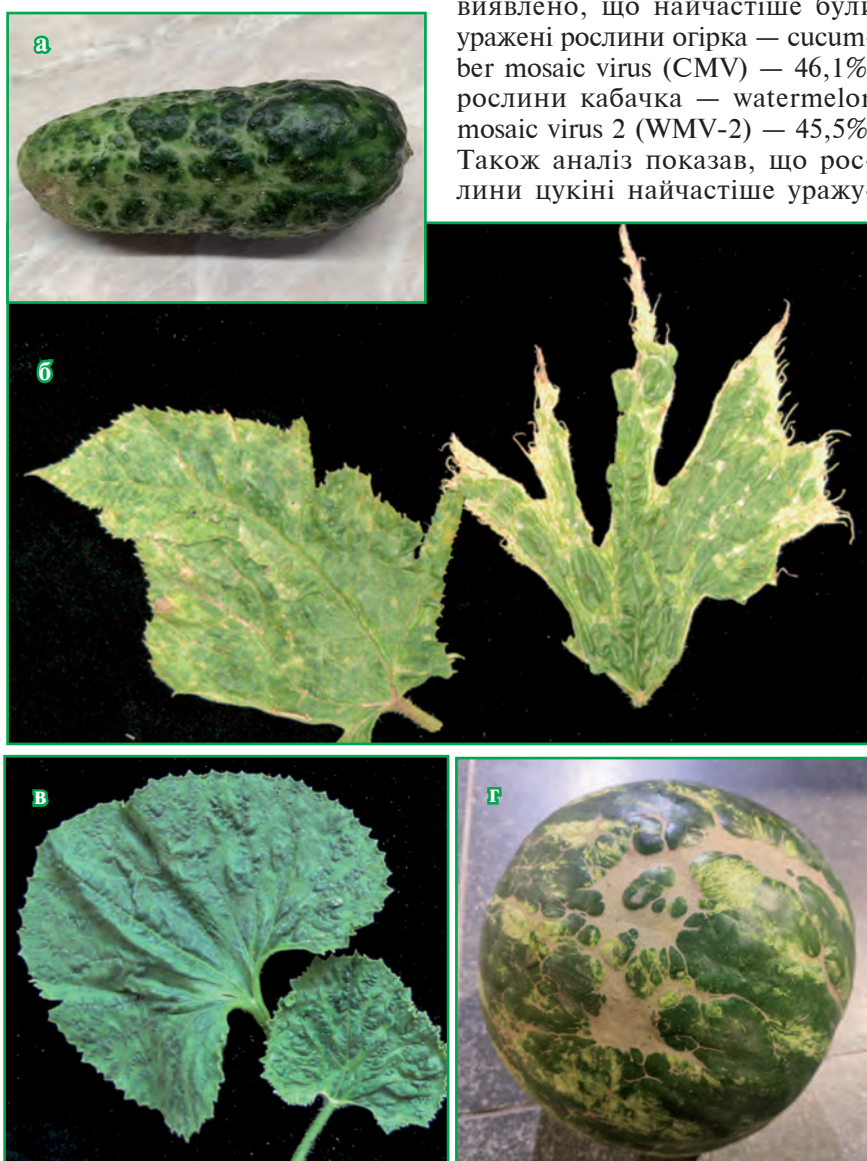


Рис. 1. Симптоми вірусної етіології на представниках родини Cucurbitaceae: а — темно-зелене пухирчасте здуття на шкірці плоду *Cucumis sativus* L.; б — темно-зелена прожилкова мозаїка та деформація листової пластинки рослини *Cucurbita pepo* L.; в — темно-зелена прожилкова мозаїка листової пластинки на *Cucumis melo* L.; г — темно-зелене пухирчасте здуття на шкірці плоду *Citrullus lanatus* (Thunb.)

1. Візуальна діагностика та імуоферментний аналіз зразків, уражених овочевих культур рослин родини Cucurbitaceae

Сорт/гібрид	Візуальні симптоми на рослинах	Уражених рослин, %	Наявність вірусних антигенів (Е 405 нм)		
			CMV	WMV-2	ZYMV
Огірок					
Авіон F1	Світло-зелена мозаїка на листових пластинках	2,1 ± 1,1	+	-	-
Береговий	Темно-зелена прожилкова мозаїка на листових пластинках	3,2 ± 1,2	-	+	-
Анзор F1	Некроз	2,0 ± 1,1	-	+	-
Кущовий	Округлі темно-зелені плями на листових пластинках, деформація плодів	12,4 ± 1,3	+	-	-
Джерело	Ниткуватість листової пластинки, відставання у рості, деформація плодів	23,3 ± 1,4	-	-	+
Ніжинський дар	Світло-зелена мозаїка на листових пластинках	15,1 ± 1,2	-	+	+
Лютояр	Жовто-зелена мозаїка, деформація плодів	10,3 ± 1,2	+	+	-
Кабачок					
Білоплідний	Жовто-зелена мозаїка, деформація листової пластинки	9,1 ± 1,4	-	-	+
Дафна F1	Ниткоподібність листків, деформація плодів	8,5 ± 1,3	-	+	-
Помаранчеве диво	Зелена плямистість, пухирці, деформація листової пластинки, деформація плоду	21,6 ± 1,7	+	+	+
Світозар	Деформація листової пластинки, деформація плодів	16,4 ± 1,2	-	+	+
Грибовський	Деформація листової пластинки	9,1 ± 1,4	+	-	-
Цукіні					
Аеровант	Темно-зелена мозаїка	15,2 ± 1,5	-	-	+
Діамант	Зелена мозаїка, ниткоподібність	10,3 ± 1,5	-	-	+
Чорний красень	Ниткоподібність листових пластинок	9,4 ± 1,2	+	+	-
Онїкс	Темно-зелена мозаїка, ниткоподібність	13,1 ± 1,3	-	+	-

валися двома вірусами: zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) — 23,5% та watermelon mosaic virus 2 (WMV-2) — 21,5%. Варто зазначити, що всі ці віруси викликають однакові симптоми (на кабачках спостерігається деформація листової пластинки, тоді як на огірках і цукіні — мозаїка листової пластинки) і їх дуже важко розділити між собою.

Поряд із загальними дослідженнями на наявність вірусної інфекції, досліджено також сортоспецифічність огірка, кабачка та цукіні. Дослідженнями доведено, що сорти огірків Ніжинський дар і Лютояр, кабачка Помаранчеве диво та цукіні Чорний красень були найбільш уражені вірусними хворобами, і саме на них найбільше та найпоказовіше проявлялися специфічні симптоми.

Слід зазначити, що рослини родини Cucurbitaceae були контаміновані не лише моноінфекцією (cucumber mosaic virus (CMV) — 19%, watermelon mosaic virus 2

(WMV-2) — 12%, zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) — 14%), але й «супер інфекцією», що склало значну частину всіх випадків ураження — 16% (рис. 1). Виявлено, що зразки рослин із змішаною інфекцією cucumber mosaic virus (CMV) + watermelon mosaic virus 2 (WMV-2) становили 7% від загалу. Частота трапляння зразків контамінованих watermelon mosaic virus 2 (WMV-2) + zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) становила 3%, cucumber mosaic virus (CMV) + zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) — 6%. Також виявлено випадки, коли рослини зразки були контаміновані всіма трьома вірусами, і їх частота трапляння становила 3%. Дослідження сортоспецифічності показало, що саме рослини кабачків сорту «Помаранчеве диво» були найбільше уражені «супер інфекцією» (табл. 1).

За результатами досліджень розроблено карту поширення вірусних патогенів, які циркулюють в агроценозах України (рис. 2). На карті наведено географічне поширення трьох основних вірусів, що уражують рослини родини Cucurbitaceae на території України. Для візуалізації використовуються умовні позначення у вигляді кольорових фігур, які відповідають різним вірусам. CMV зафіксовано в більшості регіонів України, включаючи Львівську, Вінницьку, Житомирську, Київську, Черкаську, Миколаївську, Одеську, Херсон-

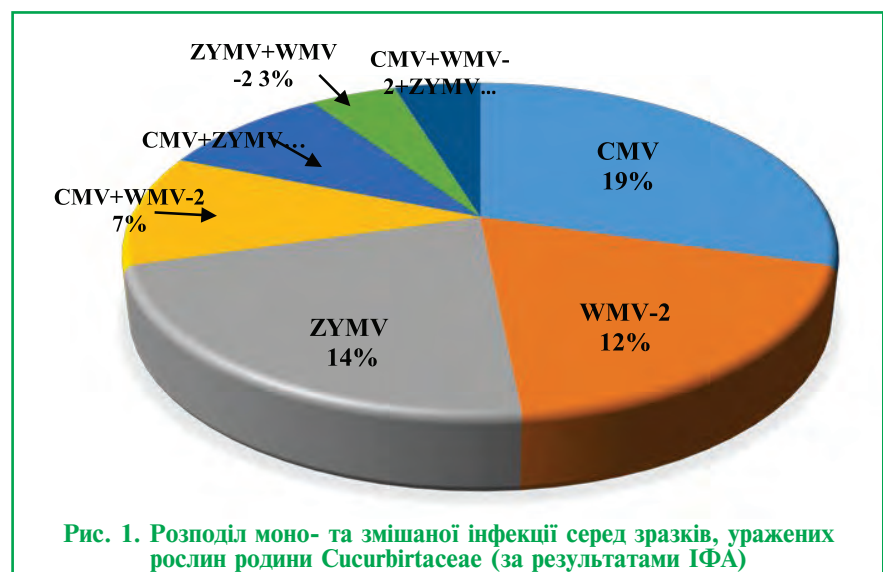


Рис. 1. Розподіл моно- та змішаної інфекції серед зразків, уражених рослин родини Cucurbitaceae (за результатами ІФА)



Рис. 2 Карта поширення вірусних патогенів на рослинах родини Cucurbitaceae в Україні

ську області. Це свідчить про широку циркуляцію вірусу серед рослин родини Cucurbitaceae. Watermelon mosaic virus 2 має також широке поширення — на заході, півночі, в центрі та на півдні України. ZYMV трапляється не так часто, але все ж виявлений у Житомирській, Вінницькій, Черкаській, Одеській областях (рис. 2).

Карта демонструє широкий спектр фітовірусів, які циркулюють у агроценозах України, з особливо активним поширенням вірусу мозаїки кавуна 2 (WMV-2) та огіркової мозаїки (CMV). Це підкреслює необхідність постійного вірусологічного моніторингу та впровадження ефективних заходів фітосанітарного контролю, особливо в регіонах з інтенсивним вирощуванням гарбузових культур.

Окрім традиційних шляхів передачі вірусів рослинами та комахами преносниками (попелиці, кліщі, повитиця, тощо), відомо, що близько 18% вірусів рослин передаються за допомогою контамінованого насіння. Особливо високий відсоток поширення вірусів таким шляхом спостерігається при висіві свіжозібраного насіння [9].

Наразі ринок України представлений величезним масивом

комерційного насіння овочевих культур як українського, так і закордонного виробництва [2]. Дослідження комерційного насіння овочевих культур, доступного на українському ринку як для фермерських господарств, так і для присадибних ділянок, дозволило проаналізувати один із ключових шляхів розповсюдження найпоширеніших вірусних інфекцій овочевих культур через насінневий матеріал. Для дослідження відібрано 18 сортів і гібридів рослин родини Cucurbitaceae. Дослідження проводили імуноферментним методом на наявність антигенів до таких вірусів: — cucumber mosaic virus (CMV) та zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) (табл. 2).

Дослідження розповсюдження комерційного насіння огірків, томатів, кабачків, цукіні, динь та кавунів, придбаного у спеціалізованих магазинах, на наявність найпоширеніших вірусних інфекцій овочевих культур, показало, що 30,5% такого насіння мало вірусні частки. Загалом, наявність антигенів до cucumber mosaic virus (CMV) спостерігалась у 18,3% дослідженого насіння та zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) — 12,2%. Отримані дані дозволяють нам припустити, що висів такого насіння, в майбутньому, сприя-

2. Перевірка насіння рослин родини Cucurbitaceae на наявність вірусних антигенів

Сорт/гібрид	Оптична густина вірусних антигенів (E 405 nm)*	
	CMV	ZYMV
Огірок		
Аристократ F1	0,089	0,099
Кущовий	0,523	0,100
Засолочний	0,498	0,098
Фенікс плюс	0,085	0,093
Анзор F1	0,087	0,102
Кріспіна F1	0,091	0,096
Ніжинський	0,100	0,079
Далекосхідний	0,501	0,093
Кабачок		
Іскандер F1	0,088	0,521
Акробат	0,086	0,099
Грибовський	0,489	0,100
Карамболь	0,093	0,101
Кавун		
Бочка меду	0,100	0,471
Вогник	0,087	0,099
Диня		
Рання 133	0,092	0,099
Медовий аромат	0,435	0,093
Придністровська	0,095	0,094
Леся	0,088	0,100
*Примітка: оптична густина, яка є більшою 0,400 — показує, що зразок контамінований вірусною інфекцією		

тиме поширенню даних вірусів територією України. Внаслідок цього в агроценози України постійно потрапляють нові штами або навіть види вірусних збудників рослинних хвороб. Це, своєю чергою, може спричинити втрати врожаю сільськогосподарської продукції від 23% до 80% та призвести до виникнення епіфітотій. Відтак, обов'язковою умовою при роботі з насінневим матеріалом має бути завчасна його перевірка на предмет вірусної контамінації та знешкодження вірусних патогенів у разі їх виявлення. Для ефективного запобігання поширенню вірусних патогенів через насіння необхідно використовувати виключно сертифікований, вільний від вірусів насінневий матеріал для вирощування сільськогосподарської продукції. На державному рівні слід запрова-

дити обов'язкову перевірку всієї імпортованої та вітчизняної насінневої продукції, а також забронити реалізацію несертифікованого насіння.

ВИСНОВКИ

За візуальної діагностики на рослинах родини Cucurbitaceae спостерігали різні види симптомів вірусної етіології. За допомогою ІФА проведено перевірку відібраних 203 рослинних зразків родини Cucurbitaceae, з них 91 зразок мав позитивний результат із тест-системою до cucumber mosaic virus, watermelon mosaic virus 2 та zucchini yellow mosaic virus. Здійснено перевірку насінневого матеріалу 18-ти сортів рослин родини Cucurbitaceae. Результати аналізу насінневого матеріалу Гарбузових культур за допомогою ІФА показали, що 30,5% серед асортименту перевіреного насіння виявилось контамінованим вірусами. Спостерігалася наявність антигенів CMV та ZYMV. Вірусні антигени детектувалися у сортах насіння огірків «Кущовий», «Засолочний» та «Далекосхідний», кабачків «Іскандер F1» та «Грибовський», кавуна сорту «Бочка меду» та дині сорту «Медовий аромат».

Фінансування. Дослідження проведено за рахунок бюджетної тематики лабораторії екології вірусів та біобезпеки ім. академіка А.Л. Бойка Інституту агро-екології і природокористування НААН України (програма ДР № 0121U109050 «Розробити науково-методичні основи біологічної безпеки вірусів в агро-еко-системах за умов змін клімату»).

Конфлікт інтересів. Проведені дослідження, викладені у статті, не мають конфліктів будь якого роду, що стосуються комерційних, фінансових, авторських відносин, відносин з організаціями або особами, які будь яким чином могли бути пов'язані з дослідженнями, і взаємин співавторів статті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Rudneva T.O., Shevchenko T.P., Budzanivska I.G. et al. Virus diseases of Cucurbitaceae

plants on the territory of Ukraine. *Rastenievadna nauki*. 2006. Vol. 43. № 6. P. 508-510.

2. Shevchenko T., Bederak R., Taher K. et al. Mixed Viral Infections in Vegetables in Ukraine. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Biology*. 2022. No. 3. P. 26-29. doi: 10.17721/1728.2748.2022.90.26-29

3. Snihur H., Shevchenko T., Sherevera K., et al. First report of onion yellow dwarf virus in Ukraine. *Journal of Plant Pathology*. 2019. Vol. 101. No. 4. P. 1283.

4. Shevchenko O., Shevchenko T., Snihur H., Budzanivska I. Epidemiological patterns, prevalence and seasonal dynamics of different viruses in susceptible cucurbit crops. *Agriculture and Forestry*. 2021. Vol. 67. No. 1. P. 73-82.

5. Desbiez C., Wipf-Scheibel C., Millot P. et al. Distribution and evolution of the major viruses infecting cucurbitaceous and solanaceous crops in the French Mediterranean area. *Virus Research*. 2020. doi: 10.1016/j.virusres.2020.198042

6. Shevchenko T.P., Tymchyshyn O.V., Kosenko I.A. et al. Molecular characterization and phylogenetic analysis of Ukrainian isolates of Cucumber mosaic virus based on the partial sequences of three genes. *Biopolymers and Cell*. 2018. Vol. 34. No. 1. P. 32-40.

7. Sanchez-Tovar R., Perez-Padilla J., Hernandez-Gonzalez L. et al. Mixed infections in plants: synergistic and antagonistic effects dependent on timing and order of inoculation. *Agronomy*. 2025. Vol. 15. No. 3. P. 620. doi: 10.3390/agronomy15030620

8. Syller J. Plant virus-virus interactions: mechanisms and consequences. *Molecular Plant Pathology*. 2016. Vol. 17. P. 655-667. doi: 10.1111/mpp.12322

9. Tsvigun V.O., Levishko A.S., Gumeniuk I.I., Mazur S.O. Monitoring of viral infections in vegetable crops in agroecosystems of Ukraine. *Mikrobiolohichniy Zhurnal*. 2024. Vol. 86. No. 5. P. 87-101. doi: 10.15407/microbiolj86.05.087

10. Berniak H., Malinowski T., Kamińska M. Comparison of ELISA and RT-PCR assays for detection and identification of cucumber mosaic virus (CMV) isolates infecting horticultural crops in Poland. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 2009. Vol. 17. No. 2. P. 5-20.

11. Dunich A., Mishchenko L., Sovinska R. et al. First report of cucumber mosaic virus infecting *Arctium lappa* in Ukraine. *Journal of Plant Pathology*. 2022. Vol. 104. No. 4. P. 1587-1588. doi.org/10.1007/s42161-022-01285-z

12. Kanapiya A., Amanbayeva U., Tulegenova Z. et al. Recent advances and challenges in plant viral diagnostics // *Front Plant Sci*. 2024. Vol. 15. P. 1451790. doi: 10.3389/fpls.2024.1451790

13. Crowther J.R. *ELISA: Theory and practice*. Totowa: Humana Press, 1995. doi: 10.1385/0896032795

14. Tsvihun V.O., Gumeniuk I.I., Levishko A.S. Monitoring and phylogenetic analysis of Cucumber mosaic virus isolates from Cucurbitaceae plants in Ukraine. *Biopolymers and Cell*. 2024. Vol. 40. No. 4. P. 278-287. doi: 10.7124/bc.000B06

Tsvihun V.,

ORCID: 0000-0002-9517-9810

Levishko A.,

ORCID: 0000-0003-4037-1730

Gumeniuk I.,

ORCID: 0000-0002-6692-0171

Sherstoboeva O.,

ORCID: 0000-0001-8239-0847

Institute of Agroecology and Environmental Management of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, 12, Metrolohichna Str., Kyiv, 03143, Ukraine

Monitoring and diagnosis of viral infections in Cucurbitaceae plants in Ukraine

Goal. To investigate the species composition and incidence of viral infections in plants of the Cucurbitaceae family in Ukraine, and to identify the possible etiology of their origin. **Methods.** A range of methods was used in this study, including visual diagnosis, enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) in both indirect and sandwich modifications, electron microscopy, and statistical data analysis. **Results.** During the study, viral diseases of Cucurbitaceae crops in Ukraine were analyzed based on symptoms. Examination of collected plant samples from the Cucurbitaceae family revealed that 59% of symptomatic specimens were contaminated with viruses. The Cucumber mosaic virus (CMV) antigen was detected in 18% of affected plants, both as a mono-infection and in mixed infections with Watermelon mosaic virus 2 (WMV-2) and Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV). The seed transmission pathway of vegetable crop viruses in Ukraine was demonstrated as one of the sources of viral presence in agroecosystems. It was established that CMV is the most hazardous among the identified viruses, with a wide range of host plants and confirmed presence in seeds. **Conclusions.** As a result of visual diagnostics of plants from the Cucurbitaceae family, various types of virus-like symptoms were observed. Using ELISA, 203 collected plant samples were tested, and 91 samples showed positive results for CMV, WMV-2, and ZYMV. Seed material from 18 Cucurbitaceae cultivars was also examined. ELISA testing of the seed material revealed that 30.5% of the tested samples were contaminated with viruses. The presence of CMV and ZYMV antigens was detected. Viral antigens were identified in cucumber cultivars 'Kushchovyi', 'Zasolochnyi', and 'Dalekoskhidnyi'; zucchini cultivars 'Iskander F1' and 'Hrybovskiy'; watermelon cultivar 'Bochka Medu'; and melon cultivar 'Medovy Aromat'.

Cucumber mosaic virus; Watermelon mosaic virus 2; Zucchini yellow mosaic virus; Cucurbitaceae crops; mono-infection; mixed infection; distribution

Надійшла до редакції: 21.07.2025

Прийнята до друку: 11.09.2025

Надруковано й опубліковано онлайн: грудень 2025

ВІДБІР СОРТІВ КАРТОПЛІ

іноземної селекції, стійких проти українських патотипів раку *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival

Мета. Визначити реакцію сортів картоплі іноземної селекції на зараження українськими патотипами збудника раку, можливість занесення до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні та впровадження в осередках поширення хвороби. **Методи.** У 2022—2023 рр. випробували 11 сортів картоплі іноземної селекції: Алверстон Рассет, Брук, Евровіва, Кардіма, Коразон, Ньютон, Санред, Сенсейшн, Спектра, Тайгер та Трайпл7. Оцінку стійкості сортів картоплі до звичайного 1(D1) і агресивних патотипів збудника раку картоплі проводили в лабораторних умовах Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН на штучному інфекційному фоні згідно з вимогами ЕРРО Standard PM 7/28/2 та Методикою оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі, стійкого до раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., гармонізованою з вимогами ЄС. Також здійснено польові випробування в умовах осередків розповсюдження патогену. **Результати.** Всі досліджувані сорти отримали оцінку стійких до звичайного патотипу збудника раку. Відібрано сорти картоплі, стійкі до агресивних патотипів збудника раку: 11(M1) — Міжгір'я (Алверстон Рассет, Евровіва, Кардіма, Санред, Тайгер); 13(R2) — Рахів (Алверстон Рассет, Евровіва, Кардіма, Коразон, Санред, Трайпл7); 22(B1) — Бистрець (Алверстон Рассет, Евровіва, Кардіма, Санред, Спектра). Стійких до агресивного патотипу 18(Ya) — Ясіня відібрано тільки два сорти: Коразон та Тайгер. Сорти картоплі Брук та Сенсейшн уразились всіма чотирма агресивними патотипами збудника хвороби. **Висновки.** Найбільш результативними був відбір сортів картоплі, стійких до D1 — звичайного патотипу збудника раку. Сорти були занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Сорти картоплі, які отримали негативну реакцію на зараження патотипами збудника раку,

топлі скоротилися на 4 млн т, або на 18% [5].

Ця культура є сприятливим середовищем для розвитку численних патогенів, серед яких одним із найнебезпечніших вважається збудник раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival [6].

Ідентифіковано до 40-ка агресивних патотипів збудника раку, їх виявлено у 31 країні світу [7]. Найбільш поширеними є патотипи *S. endobioticum* 1(D1) — далемський або звичайний; агресивні: 2(G1) — Гіссюбль (Німеччина), 6(O1) — Ольпе (Німеччина), 18(T1) — Транрода (Польща) [8].

В Україні збудника раку вперше було виявлено у 1914 р. в часи Першої світової війни в Чернівецькій обл.; у 1924 — в Закарпатській обл. [9], а у 1935 р. хворобу виявили у м. Славути та Хмельницької обл. [6]. Площа осередків поширення раку картоплі в період другої світової війни та післявоєнних років значно збільшувалась. Пік поширення збудника раку спостерігався у 1996 р., коли з придбанням насінневого матеріалу картоплі з росії та білорусі хвороба охопила 12134 га. Найбільш висока щільність осередків раку та його агресивних форм виявлено у Карпатському регіоні України, де ідентифіковано перші агресивні патотипи. За даними Держпродспоживслужби України на перше січня 2025 р. хвороба розповсюджена у 5-ти областях, 14-ти районах, 204-х населених пунктах, 7794-х присадибних ділянках на загальній площі 2313,41 га [10] і зареєстровано п'ять патотипів: звичайний 1(D1) та чотири агресивних за європейською класифікацією 11(M1) — Міжгір'я, 13(R2) — Рахів, 18(Ya) — Ясіня

¹Г.В. ЗЕЛЯ

²Т.Д. СОНЕЦЬ

³С.М. МИХАЙЛИК

¹Українська науково-дослідна станція карантину рослин ІЗР НААН, вул. Наукова, 6, с. Бояни, Чернівецький р-н, Чернівецька обл., 60321, Україна

²Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Горіхуватський шлях, 15, м Київ, 03041, Україна

рекомендуються для впровадження в осередках поширення хвороби.

картопля; рак; оцінка; відбір; патотипи; впровадження

Картопля належить до найбільш значущих та універсальних сільськогосподарських культур, які вирощують у багатьох країнах світу. За своїм значенням у забезпеченні харчуванням людства вона поступається лише пшениці, через що її часто називають «другим хлібом» [1]. До початку війни, станом на 2021 р. в Україні загальний обсяг зібраної картоплі становив 21,36 млн т, а посівні площі — понад 1,283 млн га [2]. Внаслідок повномасштабного вторгнення росії, за якого відбулось мінування значної частини території, посівна площа та обсяги виробництва картоплі скоротилися [3]. Посівна площа картоплі у 2022 р. склала 1,208 млн га; у 2023 — 1,210 млн га, у 2024 р. — 1,204 млн га. Обсяг виробництва картоплі у 2022 р. становив 20,89 млн т; у 2023р. — 21,35 млн т [4]. У 2024 р. за повідомленням першого заступника міністра аграрної політики та продовольства Тараса Висоцького обсяг виробництва кар-

Закарпатської обл. та 22(B1) — Бистрець Верховинського р-ну Івано-Франківської обл. Агресивні патотипи, що розповсюджені у гірських районах України, здатні уражувати до 90% стійкого до звичайного патотипу сортименту картоплі [6].

Тому відбір сортів картоплі, стійких до збудника раку та їх впровадження у сільське господарство, є найбільш ефективним та екологічно-безпечним методом захисту від хвороби [11].

Впродовж 87-ми років Українська науково-дослідна станція карантину рослин ІЗР НААН проводить дослідження з оцінки та відбору нових створених сортів і гібридів картоплі, стійких до звичайного та агресивних патотипів збудника раку. Результати передаються в Український інститут експертизи сортів рослин для занесення до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Станом на 2025 р. до реєстру належать 243 сорти, з яких 95 — української селекції, а 148 — зарубіжної [12]. Після реєстрації нові сорти пропонуються для впровадження на території України.

Метою дослідження було випробування сортів картоплі іноземної селекції на стійкість проти українських патотипів збудника раку для занесення до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні та для впровадження в осередках поширення хвороби.

Матеріали та методи. Для дослідження сортів картоплі іноземної селекції на стійкість до українських патотипів збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival у 2022—2023 рр. використали 11 сортів (Алверстон Рассет, Брук, Евровіва, Кардіма, Коразон, Ньютон, Санред, Сенсейшн, Спектра, Тайгер та Трайпл7), заявлених Українським Інститутом експертизи сортів рослин.

Оцінку та відбір сортів картоплі, стійких до патотипів раку, проводили згідно з Методикою оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі, стійкого до раку *Synchytrium endobioticum*

(Schilb.) Perc., гармонізованою з вимогами ЄС [13]. Для визначення реакції зразків картоплі на зараження звичайним патотипом досліди проводили у лабораторії карантинних шкідників та хвороб Української науково-дослідної станції карантину рослин Інституту захисту рослин НААН (УкрНДСКР ІЗР НААН) (с. Бояни Чернівецького р-ну, Чернівецької обл.). Реакцію сортів картоплі на зараження агресивними патотипами збудника раку визначали в лабораторних умовах Закарпатського опорного пункту з карантину рослин УкрНДСКР ІЗР НААН (с. Майдан Хустського р-ну, Закарпатської обл.), де створено сталі інфекційні фони чотирьох агресивних патотипів збудника раку. У польових умовах випробовували сорти на стійкість до агресивного патотипу 11(M1) — Міжгір'я. За основу був використаний ЕРРО Standards PM 7/28 (2) для *Synchytrium endobioticum* [14]. Для зараження зразків картоплі зимовими зооспорами використано тест Speekermann J.

Для зараження зразків картоплі літніми зооспорами збудника раку використовували тест Glynne — Lammerzahl [15]. Реакцію зразків картоплі на зараження патогеном визначали за п'ятибальною шкалою [16].

В якості позитивного контролю використовували сприйнятливий до всіх патотипів раку сорт картоплі Поліська рожева; негативного — Глазурна, який не уражується жодним патотипом збудника раку.

Сорт картоплі Поліська рожева створений у Поліському дослідному відділенні Інституту картоплярства НААН. Сорт середньопізній, столового призначення, бульби червоні, м'якуш білий, урожайність — 160—230 ц/га. Смакові якості — 9 балів. Занесений до Державного реєстру до 2000 р. Рекомендована зона для вирощування: Степ, Лісостеп, де відсутні осередки раку картоплі.

Сорт картоплі Глазурна створений в Інституті картоплярства НААН. Середньоранній, столового призначення, бульби блідо-

рожеві, м'якуш кремовий, урожайність — 230—250 ц/га. Смакові якості — 7—8 балів.

Сорт картоплі Алверстон Рассет (Alverstone Russet) компанії АйПіАр Б.В. (Нідерланди). Середньопізній, столового призначення, бульби жовті, м'якуш білий, урожайність — 164—278 ц/га. Смакові якості — 7 балів.

Сорт картоплі Брук (Brooke) компанії Фріто-Лей Норт Америка, Інк. (США). Середньостиглий, універсального призначення, бульби жовті, м'якуш білий, урожайність — 203 ц/га. Смакові якості — 9 балів.

Сорт картоплі Евровіва (Euroviva) компанії Європлант Пфланценцухт Гмбх (Нідерланди). Середньостиглий, універсального призначення, бульби жовті, м'якуш білий, урожайність — 260 ц/га. Смакові якості — 7—8 балів.

Сорт картоплі Кардіма (Carduma) компанії АйПіАр Б.В. (Нідерланди). Середньопізній, універсального призначення, бульби жовті, м'якуш інтенсивно жовтий, урожайність — 280 ц/га. Смакові якості — 9 балів.

Сорт картоплі Коразон (Corazon) компанії Агріко Б. В. (Нідерланди). Ранньостиглий; універсального призначення, бульби червоні, м'якуш жовтий, урожайність — 450 ц/га. Смакові якості — 9 балів.

Сорт картоплі Ньютон (Newton) компанії Фріто-Лей Норт Америка, Інк. (США). Надранній, універсального призначення, бульби світло-бежеві, м'якуш жовтий, урожайність — 280 ц/га. Смакові якості — 7 балів.

Сорт картоплі Санред (Sanred) компанії АйПіАр Б.В. (Нідерланди). Ранній, універсального призначення, бульби червоні, м'якуш жовтий, урожайність — 280 ц/га. Смакові якості — 7 балів.

Сорт картоплі Сенсейшн (Sensation) компанії ІМП Потейто Груп Лімітед (Ірландія). Ультраранній, столового призначення, бульби кремові, м'якуш жовтий, урожайність — 600 ц/га. Смакові якості — 7 балів.

Сорт картоплі Спектра (Spectra) компанії Агріко Б.В.

(Нідерланди). Ранній, столового призначення, бульби жовті, м'якуш світло-жовтий, урожайність — 460 ц/га. Смакові якості — 7 балів.

Сорт картоплі Тайгер (Tiger) компанії АйПіАр Б.В. (Нідерланди). Середньостиглий, універсального призначення, бульби коричневі, м'якуш світло-жовтий, урожайність — 240 ц/га. Смакові якості — 7—8 балів.

Сорт картоплі Трайпл7 (Triple7) компанії АйПіАр Б.В. (Нідерланди). Середньоранній, столового призначення, бульби жовті, м'якуш світло-жовтий, урожайність — 420 ц/га. Смакові якості — 7—8 балів.

Оцінку стійкості до раку даних сортів картоплі у польових умовах проводили на природному інфекційному фоні в осередках розповсюдження патогену. Стійкість до звичайного патотипу (D1) оцінювали у населеному пункті Берегомет Вишницького р-ну, Чернівецької обл.; до агресивних патотипів — у н. п. Майдан, де ідентифіковано 11(M1) — Міжгірський патотип, поширений у Хустському р-ні; в м. Рахові — 13(R1) — Рахівський, с. Ясіня — 18(Ya) — Ясінівський патотипи у Рахівському р-ні, Закарпатської обл. У н. п. Бистрець Верховинського р-ну, Івано-Франківської обл. поширений 22 (B1) — Бистрецький агресивний патотип збудника хвороби.

Метеорологічні показники у період вегетації картоплі у

2022—2023 рр. в осередках збудника раку Чернівецької, Івано-Франківської та Закарпатської областей України були сприятливі для розвитку хвороби у вегетаційний період розвитку картоплі (табл. 1—2).

У Чернівецькій обл. у 2022 р. температура повітря за період квітень — серпень коливалась у межах 9,2—21,5°C; у 2023 р. — 7,9—22,5°C. У фазі активного росту паростків картоплі (кінець травня — червень), коли відбувається зараження зооспорами збудника раку, середньодобова температура повітря у 2022 р. становила 15,6—20,6°C; у 2023 р. — 14,8—18,8°C. Сума опадів за вегетаційний період (квітень — серпень) у 2022 р. склала 219 мм, а у 2023 р. — 353 мм (табл. 1).

У Карпатському регіоні (Івано-Франківська та Закарпатська області) за вегетаційний період розвитку картоплі (квітень — серпень) 2022 року температура становила 9,2—21,5°C; у 2023 — 7,9—22,5°C. Під час зараження паростків картоплі збудником раку (травень — червень) у 2022 р. температура була 14,7—19,1°C; у 2023 — 13,7—17,3°C. Сума опадів у регіоні за вегетаційний період у 2022 р. склала 204 мм; у 2023 — 453 мм (табл. 2).

Результати і обговорення. За результатами визначення стійкості сортів картоплі до раку *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival в лабораторних умовах, при зараженні зимовими зооспо-

рами у субстраті ґрунт/перліт та літніми зооспорами, після зараження патогеном у 2022—2023 рр. з 11-ти сортів картоплі відібрано 11 (100%) стійких до звичайного (D1) патотипу збудника хвороби. П'ять сортів — Алверстон Рассет, Евровіва, Кардіма, Санред, Тайгер (45,4%) були стійкими до 11(M1) — Міжгір'я. Також п'ять сортів — Алверстон Рассет, Кардіма, Коразон, Санред та Трайпл7 (45,4%) були стійкими до 13(R1) — Рахів. Два сорти — Коразон та Тайгер (18,2%) проявили стійкість щодо 18(Ya1) — Ясіня та п'ять — Алверстон Рассет, Евровіва, Кардіма, Санред, Спектра (45,4%) — до 22(B1) — Бистрецького агресивного патотипу (табл. 3, рис. 1). Сорти картоплі Брук та Сенсейшн уразились всіма 4-ма агресивними патотипами збудника хвороби.

Сорт картоплі, який використовувався в якості позитивного контролю — Поліська рожева — уразився всіма патотипами збудника раку (рис. 2).

Сорт картоплі Глазурна, який використовували в якості негативного контролю, показав негативну реакцію на зараження всіма патотипами збудника хвороби. Був стійким проти патотипів збудника раку D1 — звичайного, 11(M1) — Міжгір'я, 13(R2) — Рахів, 18(Ya) — Ясіня та 22(B1) — Бистрець.

Сорт картоплі Алверстон Рассет (Alverstone Russet) у досліді 2023 р. був стійким проти пато-

1. Метеорологічні показники за вегетаційний період розвитку картоплі 2022—2023 рр. у Чернівецькій області

Місяць	Рік	Температура повітря, °C			Опади, мм		
		норма	фактична	відхилення	норма	факт./сума за вегет. період	% норми
Квітень	2022	9,9	9,2	-0,7	44,0	33	77
	2023	9,9	7,9	-2,0	44,0	87	195
Травень	2022	15,1	15,6	+0,5	75,0	13	17
	2023	15,1	14,8	+0,2	75,0	24	32
Червень	2022	18,8	20,6	+1,8	93,0	49	52
	2023	18,8	18,8	+0,0	93,0	59	63
Липень	2022	20,5	21,5	+1,0	93,0	62	67
	2023	20,5	21,8	+1,3	93,0	65	70
Серпень	2022	19,9	21,5	+1,6	66,0	62/219	66
	2023	19,9	22,5	+2,6	66,0	118/353	177

2. Метеорологічні показники за вегетаційний період розвитку картоплі 2022—2023 рр. у Закарпатській області

Місяць	Рік	Температура повітря, °C			Опади, мм		
		норма	фактична	відхилення	норма	факт./сума за вегет. період	% норми
Квітень	2022	9,1	7,6	-1,5	44,0	0	0
	2023	9,1	7,7	-1,4	44,0	18	22
Травень	2022	14,1	14,7	+0,6	80,0	18	22
	2023	14,1	13,7	-0,6	80,0	32	40
Червень	2022	17,7	19,1	+1,4	93,0	79	85
	2023	17,7	17,3	-0,4	93,0	175	188
Липень	2022	19,5	20,1	+0,6	93,0	43	46
	2023	19,5	20,3	+0,8	93,0	152	163
Серпень	2022	18,9	20,0	+1,1	65,0	64/204	98
	2023	18,9	21,1	+2,2	65,0	76/453	117



Рис. 1. Результати відбору зразків картоплі з комплексною стійкістю до патотипів раку картоплі

типів збудника раку (D1) — звичайного, 11(M1) — Міжгір'я, 13(R2) — Рахів та 22(B1) — Бистрець. Уразився тільки патотипом збудника раку 18(Ya1) — Ясіня. Після випробування на стійкість проти раку картоплі занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2023 р. Рекомендована зона для вирощування — Лісостеп.

Сорт картоплі Брук (Brooke) — за випробувань у 2022 р. зафіксовано стійкість проти D1 — звичайного патотипу збудника раку, але уразився всіма чотирма агресивними патотипами. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2022 р. Рекомендована зона для вирощування: Лісостеп, Полісся.

Сорт картоплі Євровіва (Euroviva) був стійким проти патотипів збудника раку (D1) — звичайного, 11(M1) — Міжгір'я та 22(B1) — Бистрець. Уразився

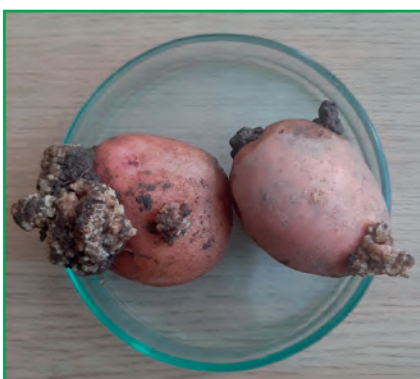


Рис. 2. Сорт картоплі Поліська рожева, уражений збудником раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival

патотипами 13(R1) — Рахів та 18(Ya1) — Ясіня. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2024 р. Рекомендована зона для вирощування: Лісостеп, Полісся.

Сорт картоплі Кардіма (Cardima) був стійким проти патотипів збудника раку (D1) — звичайного, 11(M1) — Міжгір'я, 13(R2) — Рахів та 22(B1) — Бистрець. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2023 р. Рекомендована зона для вирощування: Лісостеп, Полісся.

Сорт картоплі Коразон (Corazon) показав негативну реакцію на зараження (D1) — звичайного, 13(R2) — Рахів та 18(Ya) — Ясі-

ня патотипів збудника раку. Занесений до Державного реєстру у 2023 р. Рекомендована зона для вирощування: Лісостеп Полісся.

Сорт картоплі Ньютон (Newton) був стійким проти (D1) — звичайного патотипу збудника раку, уразився всіма агресивними патотипами. Занесений до Державного реєстру у 2022 р. Рекомендована зона для вирощування: Лісостеп, Полісся.

Сорт картоплі Санред (Sanred) був стійким проти (D1) — звичайного, 11(M1) — Міжгір'я, 13(R2) — Рахів та 22(B1) — Бистрець патотипів збудника раку. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2023 р. Рекомендована зона для вирощування: Лісостеп, Полісся.

Сорт картоплі Сенсейшн (Sensation) був стійким тільки проти (D1) — звичайного патотипу збудника раку. Занесений до Державного реєстру у 2022 р., рекомендована зона для вирощування: Лісостеп, Полісся.

Сорт картоплі Спектра (Spectra) був стійким проти (D1) — звичайного та 22(B1) — Бистрець патотипів збудника раку. Занесений до Державного реєстру у 2023 р., рекомендована зона для вирощування: Лісостеп, Полісся.

Сорт картоплі Тайгер (Tiger)

3. Результати оцінки та відбору сортів картоплі іноземної селекції, стійких до патотипів *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., поширених в Україні (2022—2023 рр.)

№ п/п	Назва сорту	Номер заявки	Патотипи				
			(D1) — звичайний	11(M1) — Міжгір'я	13(R2) — Рахів	18(Ya1) — Ясіня	22(B1) — Бистрець
1	Алверстон Рассет	20088001	-(R1)	-(R1)	-(R1)	+(S1)	-(R1)
2	Брук	17088008	-(R1)	+(S1)	+(S1)	+(S1)	+(S1)
3	Євровіва	19088007	-(R1)	-(R1)	+(S1)	+(S1)	-(R1)
4	Кардіма	20088027	-(R1)	-(R1)	-(R1)	+(S1)	-(R1)
5	Коразон	20088024	-(R1)	+(S1)	-(R1)	-(R1)	+(S1)
6	Ньютон	17088007	-(R1)	+(S1)	+(S1)	+(S1)	+(S1)
7	Санред	20088002	-(R1)	-(R1)	-(R1)	+(S1)	-(R1)
8	Сенсейшн	20088016	-(R1)	+(S1)	+(S1)	+(S1)	+(S1)
9	Спектра	20088025	-(R1)	+(S1)	+(S1)	+(S1)	-(R1)
10	Тайгер	20088009	-(R1)	-(R1)	+(S1)	-(R1)	+(S1)
11	Трайпл7	20088007	-(R1)	+(S1)	-(R1)	+(S1)	+(S1)
12	Поліська рожева (поз. контроль)	-	+(S2)	+(S2)	+(S2)	+(S2)	+(S2)
13	Глазурна (нег. контроль)	-	-(R1)	-(R1)	-(R1)	-(R1)	-(R1)
Всього стійких, %			11(100)	5 (45,4)	5 (45,4)	2 (18,2)	5 (45,4)

Примітки: -(R1, R2) — стійкий; +(S1, S2) — сприйнятливий.

показав негативну реакцію на зараження (D1) — звичайним та агресивними патотипами збудника раку 11(M1) — Міжгір'я, 18(Ya) — Ясіня. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2023 р. Рекомендована зона для вирощування: Лісостеп, Полісся.

Сорт картоплі Трайпл7 (Triple7) після випробування на стійкість до раку у 2023 р. був стійким проти (D1) — звичайного та 13(R2) — Рахів агресивного патотипу збудника раку. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2023 р. Рекомендована зона для вирощування: Лісостеп, Полісся.

Сорти картоплі іноземної селекції, які після визначення стійкості до збудника раку отримали оцінку стійких, занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2022—2023 роках, і пропонуються для впровадження у осередках збудника хвороби в Україні.

ВИСНОВКИ

Дослідження з відбору сортів картоплі з комплексною стійкістю до патотипів раку у 2021—2023 рр. показали, що найбільш результативним був відбір зразків картоплі, стійких до (D1) — звичайного патотипу збудника раку, всі сорти картоплі були стійкими до даного патотипу збудника хвороби (100%).

Відібрано п'ять сортів картоплі (45,4%), стійких до агресивного патотипу 11(M1) — Міжгір'я (Алверстон Рассет, Евровіва, Кардіма, Санред, Тайгер), стійких до патотипу 13(R1) — Рахів (Алверстон Рассет, Кардіма, Коразон, Санред, Трайпл7), стійких до 22(B1) — Бистрець (Алверстон Рассет, Евровіва, Кардіма, Санред, Спектра).

Стійких до агресивного патотипу 18(Ya1) — Ясіня відібрано найменшу кількість стійких сортів (18,2%), це — Коразон та Тайгер.

Стійкі проти раку сорти картоплі занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для

поширення в Україні у 2022—2023 роках, вони пропонуються для впровадження у осередках поширення збудника хвороби.

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» номер державної реєстрації ДР № 0121U108605.

Конфлікт інтересів. Автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

- Бондарчук А.А., Колтунов В.А., Олійник Т.М. та ін. Картоплярство: методи оцінки якості. Вінниця: Нілан — ЛТД, 2021. 456 с.
- Державна служба статистики України. Рослинництво України. Статистичний збірник. Київ. 2021. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/07/Arch_rosl_zb.htm (дата звернення: 29.10.2025).
- Статистичний щорічник України. 2023. Сільське господарство, лісове господарство, рибне господарство. С. 133-137. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/11/year_23_u.pdf (дата звернення: 31.07.2025)
- Стандартний звіт з якості державного статистичного спостереження «Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур» 2.03.07.03. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/suya/st_zvit/2024/10/st_zv_ploshi_val_zb_24.pdf
- Висоцький Т.В. В країні скоротилося виробництво картоплі. Зерно. 2025. 10.25. URL: <https://www.zerno-ua.com/news/v-krayini-skorotylosya-vyrobnycztvo-kartopli> (дата звернення: 31.07.2025).
- Мельник П.О. Етіологія раку картоплі, біоекологічне обґрунтування заходів його профілактики та обмеження розвитку. Чернівці: Прут, 2003. 284 с.
- Przetakiewicz J. Sampling, maintenance and pathotype identification *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Plant Breeding and Seed Science. 2017. Vol. 76. P. 29-36. <https://doi.org/10.1515/plass-2017-0018>
- van de Vossenbergh, B.T.L.H., Prodhomme C., Vossen J.H, Van der Lee T.A.J. *Synchytrium endobioticum*, the potato wart disease pathogen. Molecular Plant Pathology. 2022. 23 (4). P. 461- 474. <https://doi.org/10.1111/mp.13183>
- Симонов В.Є., Мацьків Т.І., Мельник П.О. та ін. Фітосанітарна безпека України: Регульовані організми картоплі. 2011. Чернівці, «Зелена Буковина». 160 с.
- Огляд поширення карантинних організмів в Україні станом на 01.01.2025 р. URL: <https://dpss.gov.ua/diyalnist/fitosanitariya-kontrol-u-sferi-nasinnictva-ta-rozsadnictva/fitosanitarnij-kontrol/oglyad-poshirennyakarantinnih-organizmiv-v-ukrayini> (дата звернення: 29.10.2025)
- Zelya A.G., Janse J.D., Zelya G.V. et al. Evaluation of Ukrainian potato varieties and breeding material for resistance to pathotypes of *Synchytrium endobioticum* occurring in Georgia

and Ukraine. Agricultural science and Practice. 2025. Vol. 12, No.1. P. 22-36. DOI: <https://doi.org/10.15407/agrisp12.01.022>

12. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Реєстр є чинним з 27.01.2025 р. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin> (дата звернення: 29.08.2025).

13. EPPO Standard PM 7/28/2 *Synchytrium endobioticum*. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin. 2017. Vol. 47. No 3. P. 420-440. <https://doi.org/10.1111/epp.12441>

14. Зеля Г. В., Олійник Т.М., Зеля А.Г. та ін. Методика оцінки та відбору селекційного матеріалу картоплі, стійкого до раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., гармонізована з вимогами ЄС. Чернівці: Місто, 2015. 24 с.

15. Пат. 158604 Україна. Спосіб визначення стійкості картоплі до збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. А.Г. Зеля, В.М. Гунчак, Г.В. Зеля, А.Т. Гаврилюк, Т.О. Андрійчук, А.М. Скорейко; заявник і патентовласник УкрНДСКР ІЗР НААН : u2024 03827 ; заявл. 25.07.2024 ; опубл. 26.02.2025, Бюл. № 9.

¹Zelia H.,

ORCID: 0000-0001-7040-1908

²Sonets T.,

ORCID: 0000-0002-9603-0452

²Mykhailyk S.,

ORCID: 0000-0001-9981-0545

¹Ukrainian Scientific-Research Plant Quarantine Station of Institute of Plant Protection of NAAS, 6, Naukova str., v. Boyani, Chernivtsi district,

Chernivtsi region, 60321, Ukraine

²Ukrainian institute for plant variety examination, 15, Horikhuvatskyi shliakh Str, Kyiv, 03041, Ukraine

Potato of foreign breeding varieties' evaluation on resistance to casuative agents of wart *Synchytrium endobioticum* Schilbersky Percival

Goal. To determine the reaction of potato cultivars of foreign breeding to infection by Ukrainian pathotypes of the potato wart pathogen for their inclusion in the State Register of Plant Varieties Suitable for Dissemination in Ukraine and for their use in disease-infested areas. **Methods.** In 2022—2023, 11 foreign potato cultivars were tested: Alverstone Russet, Brook, Euroviva, Cardima, Corazon, Newton, Sunred, Sensation, Spectra, Tiger, and Triple 7. The assessment of potato resistance to the common 1(D1) and aggressive pathotypes of the potato wart pathogen was performed under laboratory conditions at the Ukrainian Research Station for Plant Quarantine of the Institute of Plant Protection, NAAS, on an artificial infectious background in accordance with EPPO Standard PM 7/28/2 and the Methodology for Evaluation and Selection of Potato Breeding Material Resistant to Wart Disease *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc., harmonized with EU requirements. Field trials were also conducted in areas of pathogen distribu-

tion. **Results.** All studied cultivars were evaluated as resistant to the common pathotype of the pathogen. Potato cultivars resistant to aggressive pathotypes were identified: — 11(M1) — Mizhhirya: Alverstone Russet, Euroviva, Cardima, Sunred, Tiger; — 13(R2) — Rakhiv: Alverstone Russet, Euroviva, Cardima, Corazon, Sunred, Triple 7; — 22(B1) — Bystrets: Alverstone Russet, Euroviva, Cardima, Sunred, Spectra. Only two

cultivars — Corazon and Tiger — were selected as resistant to the aggressive pathotype 18(Ya) — Yasynia. The potato cultivars Brook and Sensation were susceptible to all four aggressive pathotypes of the pathogen. **Conclusions.** The selection of potato cultivars resistant to D1 — the common pathotype of the wart pathogen — was the most effective. These cultivars have been included in the State Register of Plant Varieties Suitable

for Dissemination in Ukraine. Potato cultivars that showed a negative reaction to infection by aggressive pathotypes of the wart pathogen are recommended for use in disease-infested areas.

potato; wart disease; evaluation; selection; pathotypes; implementation

Надійшла до редакції: 27.03.2025

Прийнята до друку: 10.11.2025

Надруковано й опубліковано онлайн:
грудень 2025

УДК 634.711:632.937.15

© Я.В. Чабанюк, О.В. Жмур, 2025

DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2025.4.19-25>

ЕФЕКТ СИМБІОТРОФНОЇ АСОЦІАЦІЇ

грибів і бактерій з кореневою системою малини європейської (*Rubus idaeus* L.)

Мета. Дослідження ефективності симбіотичних взаємовідносин у системі «рослина малини (*Rubus* L.) — мікоризоутворювальні гриби *Trichoderma* spp., *Glomus* sp. та бактерії *Agrobacterium radiobacter*» за інокуляції у лабораторних контрольованих умовах. **Методи.** Аналітичний, лабораторний та статистичний. Дослідження проводили у 2023—2024 рр. у клімокамері ТОВ «Інститут Агробіології» за схемою, яка передбачала застосування інокуляції мікоризоутворювальними грибами із родів *Trichoderma* spp. та *Glomus* spp., а також нефітопатогенними бактеріями роду *Agrobacterium* за прикореневого їх внесення у ґрунт як окремо, так і у комбінаціях (11 дослідних варіантів + контроль). Використано сорт малини (*Rubus idaeus* L.) української селекції — Вогник. Штами мікоризоутворювальних грибів *Trichoderma viride* еко/103, *T. harzianum* еко/101 та *Glomus* sp. еко/104 отримано із колекції культур ТОВ «Інститут Агробіології» (діючі інгредієнти препаратів). Бактеріальні ендосимбіонти *A. radiobacter* були виділені прямо чи опосередковано авторами. **Результати.** Застосування інокуляції штамами мікоризоутворювальних грибів і бактерій *Trichoderma* spp., *Glomus* sp. та *A. radiobacter* як окремо, так і у комбінаціях, сприяє істотному покращенню основних біометричних показників підземної частини рослин малини *R. idaeus* L., зокрема щодо довжини та щільності корневих волосків, кількості бокових (латеральних) коренів,

^{1,2}**Я.В. ЧАБАНЮК,**
доктор сільськогосподарських наук

²**О.В. ЖМУР**

¹ТОВ «Інститут Агробіології»,
бульв. Вацлава Гавела, 4, корп. 45,
м. Київ, 03067, Україна

²Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ,
03041, Україна

щільності їх мікоризації, а також морфолого-морфометричних параметрів коренів — товщини кори та ширини провідного циліндра коренів. Позитивний вплив різного ступеня вираженості щодо цільових показників після 60 діб вегетаційного періоду відзначено в усіх дослідних варіантах на тлі контролю. **Висновки.** Використання окремих та комбінованих інокуляцій мікоризоутворювальними грибами *Trichoderma* spp., *Glomus* sp. та бактеріями *Agrobacterium radiobacter* сприяє стимуляції морфо-анатомічних змін коренів та формуванню високого ступеня активності мікоризи *Rubus idaeus* L. Даний ефект симбіозу грибів і бактерій (особливо трикомпонентних мікробних консорціумів) з кореневою системою рослин малини *R. idaeus* L. зумовлений як синергічною дією мікроорганізмів у багатокомпонентній системі, так і їхнім взаємним впливом один на одного. Дані мають практичне значення для під-

вищення ефективності вирощування малини у закритому ґрунті.

***Trichoderma*, *Glomus*, *Agrobacterium*, *Rosaceae*, мікоризація, біометричні показники**

З метою зменшення негативного впливу на довкілля та підвищення родючості ґрунту, на європейському та світовому рівнях прагнуть обмежити використання хімічних речовин для удобрення та захисту рослин. Це створює потребу у впровадженні інноваційних технологій вирощування рослин, здатних підвищити їхню стійкість до поширених патогенів і ефективність використання природних ґрунтових ресурсів (мінеральних елементів, води тощо).

За останнє десятиліття численні дослідження показали вплив органічних та традиційних систем на мікробіологічну динаміку ґрунту. Зокрема, мікоризні гриби відіграють важливу роль у забезпеченні поживного статусу молодих рослин на етапі розсадника та під час їхньої акліматизації. Крім того, вони забезпечують біозахисний ефект проти ґрунтових грибкових патогенів, оскільки деякі патогенні гриби вважаються ключовою причиною «втоми ґрунту», зокрема й у плодово-ягідних насадженнях [1].

Рід *Rubus* L., який належить до родини Rosaceae, складається з тисяч видів ожини та малини, що вирощуються у всьому світі. В останні роки спостерігається зростання популярності споживання свіжих ягід *Rubus* у світі, що зумовлено, як зазначають вчені [2], наявністю споживачів з вищою освітою, вищими доходами та більшою свідомістю щодо піклування про своє здоров'я. Малина звичайна (*Rubus idaeus* L.) є економічно важливою культурою в Україні, ягоди якої високо цінуються за свої смакові та лікувальні властивості. Вирощування малини є значним сегментом сільського господарства в Україні. Найбільший попит наразі спостерігається на малину, вирощену за принципами органічного землеробства. Проблема впливу систем захисту та удобрення на врожайність та якість малини, як стверджують дослідники [3], продовжує залишатися ключовим питанням в органічному землеробстві в Україні. Саме тому, задля забезпечення стабільних врожаїв необхідно використовувати оптимальну систему удобрення культури.

Мікоризоутворювальні гриби, особливо арбускулярні мікоризні гриби (АМГ) роду *Glomus* Tul. & C. Tul. 1845 (Glomeromycota) та сапрофітні ґрунтові гриби роду *Trichoderma* Pers. (1801) (Ascomycota) давно розглядаються як перспективні компоненти біотизації кореневих систем ягідних культур завдяки їхній здатності покращувати поживний статус рослин, підвищувати стійкість до абіотичного і біотичного стресу та сприяти росту й розвитку кореневої системи [4].

У дослідженні китайських та американських вчених [5], застосування п'яти біоінокулянтів з різним складом видів АМГ (*Glomus* spp., *Gigaspora* spp., *Paraglomus* spp., *Rhizophagus* spp.) та трьома джерелами добрив на розсаді малини у теплиці, через 14 тижнів показало позитивний вплив на поглинання фосфору та води, збільшення вегетативної маси та підвищення врожайності за умов як органічного, так і традиційного удобрення.

Болгарські дослідники [6] зазначають, що у виноградниках, мікоризна інокуляція лоз пропонується як біотехнологічна альтернатива традиційним підходам для контролю ґрунтових хвороб та підтримки росту й здоров'я рослин. Їх результати досліджень демонструють позитивний вплив *Glomus* spp. та *Trichoderma* spp. на ріст і здоров'я винограду, ефективність поглинання поживних речовин, підвищення родючості ґрунту та загальну екологічну стабільність виноградників.

Загальновідомо, що зазвичай виробляють багатокомпонентні інокулянти з ефективними мікроорганізмами, а не ті, що містять лише один штам грибів чи бактерій. Спільна інокуляція мікоризоутворювальними грибами та бактеріями може значно стимулювати ріст і розвиток сільськогосподарських рослин, у т. ч. ягідних культур [7]. Даний вплив зумовлений як синергічною дією обох мікроорганізмів у багатокомпонентній системі, так і їхнім взаємним впливом один на одного. Проте механізми, що лежать в основі цих взаємодій, залишаються ще недостатньо вивченими [8].

За даними українських вчених [9], застосування мікоризоутворювальних грибів (*Trichoderma harzianum* Rifai. та *Tuber melanosporum* Vittad., препарати Мікофренд та Міковітал) та бактерій із азотфіксуючими та фосфатмобілізуючими властивостями (*Bacillus subtilis* Cohn., препарат Флоробацилін) позитивно впливає на ріст і продуктивність проса прутноподібного (*Panicum virgatum* L.). У варіантах із *T. harzianum* Rifai., *T. melanosporum* Vittad. та *B. subtilis* Cohn. площа листової поверхні, маса листків і коренів, а також висота рослин протягом 30–120 днів вегетації перевищувала контроль. Водночас підвищувалась вологотримувальна здатність ґрунту та зменшувалась частка дрібних агрегатів (<0,25 мм).

Інше дослідження [10], у якому оцінювали швидкість колонізації кінчиків коренів саджанців *Quercus ilex* L. ектомікоризним аскоміцетом *T. melanosporum* під

дією трьох бактеріальних агентів, показало, що за чотири місяці після спільної інокуляції у варіанті з *Pseudomonas* sp. швидкість колонізації була у 2,5 раза вищою, ніж у саджанців, інокульованих лише *T. melanosporum*. Така ж інокуляція спричинила зменшення росту рослин як надземної, так і кореневої частин. Водночас колонізація ектомікоризних грибів у поєднанні з бактеріями *Bradyrhizobium* sp. та *Pseudomonas* sp. + *Bradyrhizobium* sp. зменшила відносну щільність мичкуватих коренів (поглинання поживних речовин).

Одним із найбільш популярних ефективних мікроорганізмів, що використовують у інокулянтах, є бактерії з роду *Agrobacterium* Conn, 1942 (Rhizobiaceae). Представники роду *Agrobacterium* spp. належать до групи α -протеобактерій, філогенетично споріднених із ризобіями, що утворюють асоціації з рослинами. Серед них відомі як патогенні види, що індукують короноподібні пухлини (*crown gall*) та волосистокореневу хворобу (*hairy root*), так і авірулентні штами. Найбільш детально дослідженим є *A. tumefaciens* (Smith et Townsend 1907) Conn 1942 — збудник бактеріального раку, неопластичного захворювання, поширеного серед широкого спектра рослин-хазяїв, вірулентність якого зумовлюється наявністю великих плазмід, зокрема пухлинно-індукуючої (Ti — tumorigenic) плазмиди, яка забезпечує здатність бактерії до трансферу генетичного матеріалу в клітини рослин [11]. Завдяки цій унікальній властивості *A. tumefaciens* посідає центральне місце у сучасній рослинній біотехнології, як універсальний інструмент генної трансформації, та водночас розглядається як модельний об'єкт для досліджень взаємодії «хазяїн — мікроорганізм», горизонтального переносу генів, міжклітинної сигналізації та формування біоплівки [12].

Вид *Agrobacterium radiobacter* (Beijerinck and van Delden 1902) Conn 1942 — авірулентний родич *A. tumefaciens*, не містить

Ті-плазмід й не викликає пухлинних захворювань у рослин. Натомість він проявляє виражені антагоністичні властивості щодо патогенних штамів, зокрема завдяки конкуренції за місце прикріплення, утворенню біоплівки та синтезу антимікробних метаболітів. Ці особливості роблять *A. radiobacter* перспективним агентом біоконтролю, здатним ефективно пригнічувати розвиток бактеріального раку (*crown gall*) та інших «агробактеріальних» хвороб [13].

Отже, мікориза як форма симбіотичних взаємин між грибами і вищими рослинами, має фундаментальне значення для росту і розвитку останніх. У багатьох культурах, зокрема й плодово-ягідних, ефективність симбіозу з мікоризними грибами зумовлює як біотичну стійкість, так і продуктивність рослин. У випадку *Rubus idaeus* L., потенціал використання мікоризоутворювальних грибів, а також бактеріальних симбіонтів для підвищення ефективності вирощування, ще не повністю реалізований на локальному рівні, що й зумовило мету дослідження.

Мета дослідження — оцінити вплив інокуляції мікоризоутворювальними грибами — *Trichoderma viride* Persoon, 1794, *T. harzianum* Rifai, 1969 (Нуротріцеае), *Glomus* sp. Tul. & C. Tul. 1845 (Glomeromycota) та бактеріями *Agrobacterium radiobacter* (Rhizobiaceae), їх комбінаціями на біометричні та анатомо-морфологічні параметри кореневої системи, а також симбіотичний ефект грибів та бактерій щодо мікоризації малини європейської *Rubus idaeus* L. (Rosaceae) у лабораторних контрольованих умовах.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у кліматичній кімнаті (з регульованим контролем температури, вологості повітря та світлового дня) на базі ТОВ «Інститут Агробіології» впродовж весняно-літнього періоду 2023—2024 рр. В експерименті використано дворічні саджанці малини універсального призначення сорту Вогник (оригінація — Інститут помології

ім. Л.П. Симиренка Національної академії аграрних наук України).

Сорт Вогник характеризується урожайністю 180,0 ц/га, середній урожай з одного куща становить 4,1 кг, а середня маса плоду — 3,6 г. У плодах вміст вітаміну С — на рівні 20,0 мг%, загального цукру — 10,9%, сухої речовини — 16,0%, при загальній кислотності 1,4%. Рослини відзначаються підвищеною адаптивністю. Стійкість до посухи становить 7 балів за дев'ятибальною шкалою. Високий рівень стійкості і до основних грибних хвороб: антракнозу, білої плямистості та іржі (по 9 балів), до пурпурової плямистості — 7 балів. Стійкість до пошкодження малиновим довгоносоком і попелицями оцінена на рівні 7 балів. За зимостійкістю сорт демонструє максимальні показники (9 балів), ступінь підмерзання — лише 1 бал, вимерзання квіткових бруньок також відзначено на рівні 1 бала. Сорт має універсальний напрям використання, характеризується доброю транспортабельністю (7 балів) і середніми строками достигання. Схема садіння рекомендована 3,00 × 0,75 м. Дегустайна оцінка свіжих ягід становить 8,5 бала. За географічними та зональними умовами сорт рекомендовано для використання в зоні Лісостепу та Полісся [14].

Саджанці вирощували у 5-літрових горщиках, заповнених субстратом на основі торфу та річкового піску (2:1), рН 6,2—6,4. Усі рослини перед висаджуванням пройшли візуальну перевірку на відсутність ознак хвороб і пошкоджень. Інокуляцію здійснювали згідно зі схемою до сліду — 12 варіантів, які включали як окреме, так і комбіноване внесення грибних і бактеріальних культур. У кожному варіанті було по 5 рослин. Інокуляцію здійснювали одноразово під час висаджування саджанців рослин за наступною схемою:

1. Контроль (дистильована вода);
2. *Trichoderma viride* (суспензія конідій 50 мл під кожен рослин);
3. *Trichoderma harzianum* (50 мл суспензії спор під рослин);

4. *Glomus* sp. (додавання 20 г носія зі спорами в ґрунт при висаджуванні);
5. *Agrobacterium radiobacter* (полив 50 мл бактеріальної суспензії навколо кореня);
6. *T. viride* + *Glomus* sp.;
7. *T. harzianum* + *Glomus* sp.;
8. *T. viride* + *A. radiobacter*;
9. *T. harzianum* + *A. radiobacter*;
10. *Glomus* sp. + *A. radiobacter*;
11. *T. viride* + *Glomus* sp. + *A. radiobacter*;
12. *T. harzianum* + *Glomus* sp. + *A. radiobacter*.

Аборигенні штами мікоризоутворювальних грибів (*Trichoderma viride* eko/103, *T. harzianum* eko/101 та *Glomus* sp. eko/104) отримано із колекції культур ТОВ «Інститут Агробіології» (діючі інгредієнти препаратів). Інші бактеріальні ендосимбіонти (*A. radiobacter*), використані у дослідженні, були виділені прямо чи опосередковано авторами. Параметри, що визначалися через 60 діб після інокуляції: довжина та щільність кореневих волосків; кількість бокових (латеральних) коренів; щільність мікоризації (% довжини коренів з арбускулами/везикулами чи гіфами); товщина кори та ширина провідного циліндра.

Кількість латеральних коренів визначали як число коренів першого порядку, що відходять від головного стрижневого кореня на відрізок 5 см від кореневої шийки. Довжину та щільність кореневих волосків визначали, використовуючи офіційний опис сорту [15], та дані дослідників [16]. Ступінь мікоризації визначали візуально за відповідною шкалою [17] (зі змінами [18]). Для мікроскопічного анатомічного аналізу стану гістоструктури малини застосовували загальноприйняті методики [19], забарвлювали трипаном блакитним [20]. Морфометричні дослідження гістологічних препаратів проводили на світлооптичному мікроскопі MICROmed Evolution LUM LS-8530 (Китай) із використанням системи аналізу зображень TouView 3.7 (for Digital Camera). Фотографували об'єкти за допомогою цифрової камери для мік-

роскопа SIGETA MCMOS5100 5.1MP USB2.0 (Китай).

Статистичну обробку первинних даних здійснювали методами описової та варіаційної статистики, застосовуючи програми обробки даних «IBM SPSS Statistics (v.23.0)» та «Microsoft Excel 2016». Для опису загальних кількісних закономірностей використовували міри центральної тенденції та варіації — вираховування середнього арифметичного (M) та стандартного (m) відхилення. Аналіз тенденцій щодо змін цільових параметрів на культурі малини у відповідних порівнюваних варіантах здійснювали за допомогою багатофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA), порогом статистичної значущості визнали загальноприйнятний рівень 5% (або $p \leq 0,05$).

Результати та обговорення.

Результати дослідження свідчать, що інокуляція рослин *Rubus idaeus* L. мікоризоутворювальними грибами з родів *Trichoderma* spp., *Glomus* sp., а також нефітопатогенними бактеріями роду *Agrobacterium* (рис. 1), сприяла достовірному покращенню ($p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$) біометричних параметрів кореневої системи у порівнянні з контролем (табл. 1). Зміни були зафіксовані як за окремого внесення, так і комбінованого використання інокулянтів із вище зазначеними біоагентами, що свідчить про активну участь цих мікроорганізмів у стимуляції росту кореневої системи.

У варіантах із інокуляцією монокультурами — *T. viride* та *T. harzianum* спостерігалось помірне, проте статистично достовірне збільшення довжини кореневих волосків (на 37,5—50,0%), щільності кореневих волосків (на 44,2—55,1%) та кількості латеральних коренів (на 26,6—39,1%). Разом з тим, інокуляція грибами *Glomus* sp. забезпечила значно вищі показники, зокрема приріст довжини кореневих волосків досяг +68,7%, щільність кореневих волосків збільшилась на 61,5%, а кількість латеральних коренів — на 60,9% порівняно з контролем. У варіанті із застосуванням бактерій *A. radiobacter* спостерігалось

менш виражене покращення параметрів — приріст по довжині волосків, щільності кореневих волосків та кількості латеральних коренів становив: 43,7%, 39,4 та 32,8%, відповідно (табл. 1).

Найвиразніші зміни зафіксовано у варіантах з комбінованою інокуляцією. При застосуванні інокуляції у тандемі (*Trichoderma* + *Glomus* / *Agrobacterium*; *Glomus* + *Agrobacterium*) довжина кореневих волосків варіювала від 85,4% до 129,1%, щільність кореневих волосків — 50,3—72,5%, а кількість латеральних коренів фіксувалась у межах від 57,8 до 90,6% (див. табл. 1). За внесення тернарної композиції *T. harzianum* + *Glomus* sp. + *A. radiobacter* довжина кореневих волосків зроста на 175,0%, щільність кореневих волосків — на 90,3%, а кількість латеральних коренів — на 106,2%. Аналогічна тенденція спостерігалась й у іншому комбінованому варіанті *T. viride* + *Glomus* sp. + *A. radiobacter*, де прирости щодо цільових показників становили відповідно: 160,4%, 84,3 та 103,1% (див. табл. 1).

Зростання наведених біометричних показників рослин *R. idaeus* L. у варіантах із застосуванням представників роду *Trichoderma* пояснюється їхньою здатністю виділяти фітогормоноподібні сполуки (ауксиноподібні речовини, цитокиніни), які активують поділ і розтяг клітин, а також сприяють формуванню додаткових кореневих структур [21]. У варіанті із застосуванням *Glomus* sp. даний ефект пов'язаний із формуванням арбускулярної мікоризи, яка покращує мінеральне живлення рослини, зокрема фосфором, а також водоутримувальні властивості коренів. Це сприяє посиленню меристематичної активності кореневих клітин [22]. Щодо варіанту із застосуванням *A. radiobacter*, то такий ефект пов'язаний із відомою здатністю цього виду бактерій продукувати біологічно активні речовини, зокрема індоліл-оцтову кислоту, а також брати участь у формуванні більш сприятливого мікробного середовища біля ризосфери [13]. Разом з тим, одержані ре-

зультати свідчать про виражений синергізм між компонентами симбіотичної системи. Зокрема, *Trichoderma* spp. та *A. radiobacter*, як свідчать дослідження [23], можуть сприяти більш активному колонізуванню коренів грибами *Glomus* sp., а останні, у свою чергу, значно підвищують ефективність поглинання елементів живлення, що сумарно стимулює розвиток підземної частини рослин.

Водночас, визначали ступінь мікоризації коренів *R. idaeus* L.

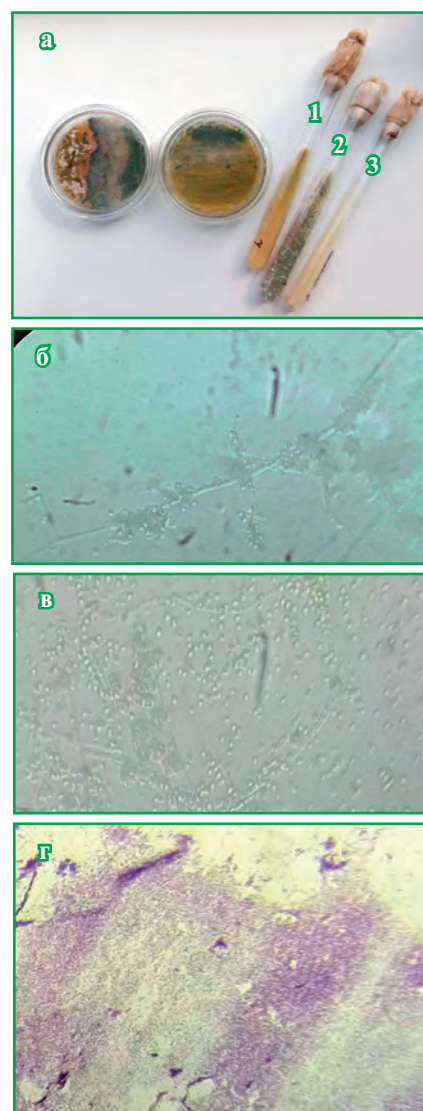


Рис. 1. Мікоризоутворювальні гриби та бактерії, використані у дослідженні (із колекції культур ТОВ «Інститут Агробіології»):

а — колонії мікоризоутворювальних грибів та бактерій за культивування на твердих агарних середовищах (1 — *Trichoderma harzianum*; 2 — *Trichoderma viride*; 3 — *Agrobacterium radiobacter*). Білі ділянки не містять спор (конідій), зелені ділянки вкриті щільними покривом спор; б — морфологія *T. harzianum*; в — морфологія *T. viride*; г — морфологія *A. radiobacter*; б, в, г — об. 16 \times , ок. 10 \times . Джерело: розроблено авторами.

за застосування мікоризоутворювальних грибів, бактерій та їхніх комбінацій (табл. 2, рис. 2). У контрольному варіанті, де інокуляція симбіотичними мікроорганізмами не проводилась, мікоризація була відсутня (клас 1), або відсоток мікоризації був мінімальним (< 2%, клас 2). Остання проявлялась у вигляді поодиноких, слабо розвинених гіф у міжклітинних просторах, що, ймовірно, пояснюється наявністю у субстраті поодиноких спор арбускулярних мікоризних грибів, які могли потрапити випадково з частинками ґрунту або з первинним посадковим матеріалом.

Інокуляція *Glomus* sp. призвела до суттєвого підвищення рівня мікоризації коренів (> 40%, клас 4), що свідчить про високу інфекційну активність спор та ефективне утворення арбускул і везикул у кореневій корі. Такий результат узгоджується з літературними даними [22], де представники *Glomus* демонструють швидку колонізацію у культур ягідних рослин, особливо в умовах оптимальної вологості та температури. Варіанти із *Trichoderma* spp. мали помірний рівень мікоризації (< 20%, 4 клас), що можна пояснити непрямим впливом цього роду грибів: *Trichoderma* не є класичним арбускулярним мікоризоутворювачем, проте стимулює розвиток кореневої системи та може активувати латентні форми мікоризних грибів, уже присутніх у середовищі [1]. Їхній ефект у цьому випадку опосередкований і більше пов'язаний зі стимуляцією росту та підвищенням доступності поживних елементів. Інокуляція *A. radiobacter* не призводила до формування мікоризних структур (відсоток колонізації був на рівні контролю або лише незначно вищий), адже ці бактерії виконують інші функції — зокрема, індують системну резистентність та покращують засвоєння мінеральних елементів [24]. Найвищий рівень мікоризації спостерігався при комбінованій інокуляції *Trichoderma* spp. + *Glomus* spp. (> 50%, клас 5), та *Trichoderma* spp. + *Glomus* spp.

1. Біометричні показники кореневої системи *R. idaeus* L. за застосування мікоризоутворювальних грибів (*Trichoderma* spp., *Glomus* sp.), бактерій (*Agrobacterium*), та їхніх комбінацій

№ з/п	Варіант	Довжина кореневих волосків, мм	± до К, %	Щільність кореневих волосків, см ⁻¹	± до К, %	Кількість латеральних коренів, шт.	± до К, %
1	Контроль	0,48 ± 0,02	–	102,3 ± 5,4	–	6,4 ± 0,4	–
2	Tv	0,66 ± 0,03*	+37,5	158,7 ± 6,2 **	+55,1	8,1 ± 0,3*	+26,6
3	Th	0,72 ± 0,04*	+50,0	147,5 ± 5,9 *	+44,2	8,9 ± 0,4*	+39,1
4	Gl	0,81 ± 0,03**	+68,7	165,2 ± 7,1 **	+61,5	10,3 ± 0,5**	+60,9
5	Ar	0,69 ± 0,02*	+43,7	142,6 ± 6,0 *	+39,4	8,5 ± 0,4*	+32,8
6	Tv + Gl	1,02 ± 0,04**	+112,5	176,4 ± 7,3 **	+72,5	11,8 ± 0,6**	+84,4
7	Th + Gl	1,10 ± 0,05**	+129,1	182,1 ± 8,0 **	+78,0	12,1 ± 0,5**	+89,1
8	Tv + Ar	0,89 ± 0,03**	+85,4	171,2 ± 7,5 **	+67,3	10,1 ± 0,4**	+57,8
9	Th + Ar	0,91 ± 0,02**	+89,5	153,8 ± 6,7 *	+50,3	10,4 ± 0,3**	+62,5
10	Gl + Ar	1,08 ± 0,04**	+125,0	166,9 ± 7,2 **	+63,1	12,2 ± 0,5**	+90,6
11	Tv + Gl + Ar	1,25 ± 0,04**	+160,4	188,5 ± 8,3 **	+84,3	13,0 ± 0,6**	+103,1
12	Th + Gl + Ar	1,32 ± 0,04**	+175,0	194,7 ± 8,5 **	+90,3	13,2 ± 0,5**	+106,2

Примітки: дані подано у формі $M \pm m$; * — $p \leq 0,05$; ** — $p \leq 0,01$ (у порівнянні з контролем).
Умовні позначення: К — контроль; Tv — *Trichoderma viride*; Th — *Trichoderma harzianum*; Gl — *Glomus* spp.; Ar — *Agrobacterium radiobacter*

+ *A. radiobacter* (> 60%, клас 5). Ймовірно, біоагенти *Trichoderma* spp. і *A. radiobacter* посилювали колонізацію *Glomus* sp. за рахунок синергічної дії: перші — завдяки стимуляції росту коренів, другі — через покращення мінерального живлення та активацію імунітету рослин [25].

Отримані результати вказують, що максимальна ефективність стосовно розвитку мікоризних структур досягається саме при поєднанні облигатних арбускулярних мікоризних грибів (*Glomus* sp.) із додатковими мікробними партнерами, які створюють сприятливі

умови для швидкої та стабільної колонізації.

У той же час, проаналізовано морфолого-анатомічну характеристику основних структур кореня *R. idaeus* L. за застосування мікоризоутворювальних грибів, бактерій та їхніх комбінацій (табл. 3).

У контрольному варіанті морфологічна будова кореневої системи характеризувалася пухкою паренхімою кори з тонкими клітинними стінками та недостатньо диференційованими провідними пучками. Інокуляція *Glomus* sp., як було зазначено вище, спричинила формування характерних

2. Ступінь мікоризації коренів *Rubus idaeus* L. за застосування мікоризоутворювальних грибів, бактерій та їхніх комбінацій

№ з/п	Варіант	*Щільність мікоризації, %	*Клас інтенсивності колонізації коренів	Мікоризні структури, +/-
1	Контроль	2,0 ± 0,5	1	– (поодинокі сліди)
2	Tv	15,6 ± 1,5	4	Гіфи
3	Th	17,8 ± 1,6	4	Гіфи
4	Gl	42,1 ± 1,8	4	Арбускули/везикули
5	Ar	2,5 ± 0,5	1	– (незначні поодинокі сліди)
6	Tv + Gl	56,2 ± 2,0	5	Арбускули/везикули
7	Th + Gl	59,4 ± 1,9	5	+
8	Tv + Ar	28,7 ± 1,6	4	±
9	Th + Ar	31,2 ± 1,7	4	±
10	Gl + Ar	61,8 ± 2,3	5	Арбускули/везикули
11	Tv + Gl + Ar	65,9 ± 2,2	5	Арбускули/везикули
12	Th + Gl + Ar	68,5 ± 2,1	5	Арбускули/везикули

Примітки: # — дані подано у формі $M \pm m$; * — згідно з візуальною оцінкою за шкалою [17] (зі змінами за [18]).
Умовні позначення: Tv — *Trichoderma viride*; Th — *Trichoderma harzianum*; Gl — *Glomus* sp.; Ar — *Agrobacterium radiobacter*

мікоризних структур — численних арбускул і везикул у клітинах кори, при цьому спостерігалось ущільнення клітинних стінок паренхіми, а провідні пучки демонстрували більший діаметр ксилемних судин у порівнянні з контрольними рослинами (+50%), що може свідчити про покращену водопровідну здатність кореня (табл. 3). Інокуляція різними штамами *Trichoderma* spp. не призвела до утворення класичних мікоризних структур, але сприяла потовщенню епідермісу і формуванню

більш щільної корої паренхіми, товщина кори та ширина осьового (провідного) циліндра у порівнянні з контролем зростала на 19,3–24,6% та 14,6–18,8% відповідно. У міжклітинних просторах часто виявлялися гіфи *Trichoderma*, що розташовувалися переважно поверхнево, іноді проникаючи в зовнішні шари кори. Внутрішня анатомічна структура у варіанті із інокуляцією *Agrobacterium radiobacter* суттєво не змінювалась, показники щодо основних елементів були найнижчими серед дослідних варіантів (див. табл. 3). Комбінована інокуляція *Glomus* sp. + *Trichoderma* spp. показала найвираженіші анатомічні зміни — відзначалося значне потовщення корої паренхіми, щільне розта-

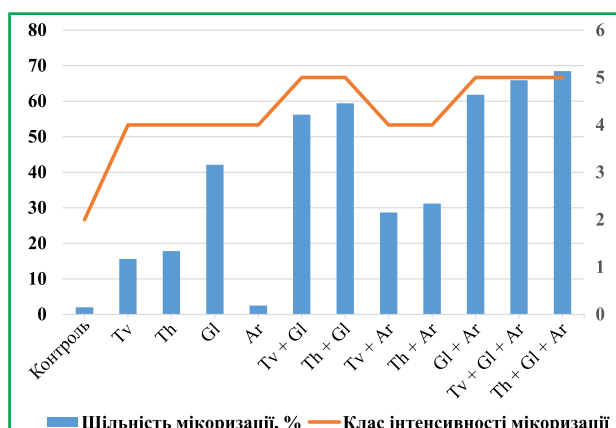


Рис. 2. Ступінь мікоризації коренів *R. idaeus* L. за застосування мікоризоутворювальних грибів, бактерій та їхніх комбінацій

шування клітин та добре розвинені провідні пучки, товщина кори та ширина провідного циліндра залежно від варіанту зростала на: 78,9–85,9% та 68,7–75,0% відповідно (див. табл. 3). Ці ознаки вказують на синергію між грибами. *Glomus* забезпечував симбіоз і живлення, тоді як *Trichoderma* покращував кореневий морфогенез. Щодо комбінації *Glomus* sp. + *A. radiobacter*, то тут спостерігалось краще формування ксилемних елементів, товщина кори та ширина провідного циліндра становила 92,9% та 79,1% відповідно. Максимальний приріст показників зафіксовано серед двох комбінованих варіантів *Trichoderma* + *Glomus* sp. + *A. radiobacter*, де прирости у порівнянні з контролем становили: >110% щодо товщини

кори, та >90% відносно ширини провідного циліндра (див. табл. 3).

ВИСНОВКИ

Одержані дані стосовно біометричних та морфо-анатомічних змін підтверджують, що поєднання арбускулярних мікоризних грибів із стимулюючими мікроорганізмами (як грибного, так і бактеріального походження) є найбільш ефективним підходом для інтенсифікації росту й функціонування

кореневої системи *R. idaeus* L. Комбіновані варіанти інокуляції дали значно вищі показники по всіх параметрах кореневої системи малини, та формування високого ступеня активності мікоризації, особливо варіанти з *Glomus* sp. Найвищі показники досягнуто при комплексній тернарній інокуляції *T. harzianum* + *Glomus* sp. + *A. radiobacter*, що вказує на їхню синергічну дію. Встановлено, що роль бактерій *Agrobacterium* при колонізації ендомікоризними грибами *Glomus* / *Trichoderma* впливає як на ступінь мікоризного симбіозу, так і на процеси розвитку коренів рослин, що є важливим, зокрема, для поліпшення якості саджанців малини, вирощених у комерційних розсадниках.

Результати досліджень можуть бути використані у сільськогосподарській практиці (у комерційних розсадниках) при вирощуванні *Rubus idaeus* L., а також покладені в основу для розробки нових біоінокулянтів в органічному ягідництві, особливо в умовах закритого ґрунту.

Пропозиції щодо подальших досліджень. Провести польові випробування з використанням трикомпонентних консорціумів, щоб оцінити їхню ефективність та стабільність у природних умовах, особливо в умовах стресу (посуха, дефіцит поживних речовин тощо).

Фінансування. Це дослідження не отримувало зовнішнього фінансування.

3. Морфолого-анатомічна характеристика структур кореня *Rubus idaeus* L. за застосування мікоризоутворювальних грибів, бактерій та їхніх комбінацій

№ з/п	Варіант	Товщина кори, мм	± до К, %	Ширина провідного циліндра, мм	± до К, %
1	Контроль	57 ± 3	–	48 ± 2	–
2	Tv	68 ± 4*	+19,3	55 ± 3*	+14,6
3	Th	71 ± 3*	+24,6	57 ± 3*	+18,8
4	Gl	91 ± 4**	+59,6	72 ± 3**	+50,0
5	Ar	65 ± 3*	+14,0	54 ± 2*	+12,5
6	Tv + Gl	102 ± 5**	+78,9	81 ± 4**	+68,7
7	Th + Gl	106 ± 5**	+85,9	84 ± 3**	+75,0
8	Tv + Ar	84 ± 3**	+47,4	68 ± 2**	+41,7
9	Th + Ar	86 ± 3**	+50,9	69 ± 3**	+43,8
10	Gl + Ar	110 ± 5**	+92,9	86 ± 3**	+79,1
11	Tv + Gl + Ar	121 ± 5**	+112,3	91 ± 4**	+89,5
12	Th + Gl + Ar	125 ± 5**	+119,3	95 ± 4**	+97,9

Примітки: дані подано у формі: $M \pm m$; * — $p \leq 0,05$; ** — $p \leq 0,01$ (у порівнянні з контролем).

Умовні позначення: К — контроль; Tv — *Trichoderma viride*; Th — *Trichoderma harzianum*; Gl — *Glomus* sp.; Ar — *Agrobacterium radiobacter*

Конфлікт інтересів. Автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

- Oszust K., Pylak M., Frac M. *Trichoderma*-based biopreparation with prebiotics supplementation for the naturalization of raspberry plant rhizosphere. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021. Vol. 22(12). Article 6356. doi: 10.3390/ijms22126356
- Schulz M., Chim J. F. Nutritional and bioactive value of *Rubus* berries. *Food Bioscience*. 2019. Vol. 31. Article 100438. doi: 10.1016/j.fbio.2019.100438
- Ovcharuk V., Muliarchuk O., Stepanchenko V. et al. Organic raspberry cultivation in Lviv region. *Scientific Horizons*. 2025. Vol. 28(2). P. 43-54. doi: 10.48077/scihor.2025.43
- Kim M. R., Bernard F. R. *Glomus*. In N. Amaran, M. Senthil Kumar, K. Annapurna, Krishna Kumar, & A. Sankaranarayanan (Eds.), *Beneficial Microbes in Agro-Ecology*. Academic Press. 2020. P. 561-569. doi: 10.1016/B978-0-12-823414-3.00027-7
- Guzman-Guzman P., Kumar A., de Los Santos-Villalobos S. et al. *Trichoderma* species: our best fungal allies in the biocontrol of plant diseases — A Review. *Plants*. 2023. Vol. 12(3). Article 432. doi: 10.3390/plants12030432
- Lu Q., Bunn R., Whitney E. et al. Arbuscular mycorrhizae influence raspberry growth and soil fertility under conventional and organic fertilization. *Frontiers in microbiology*. 2023. 14. Article 1083319. doi: 10.3389/fmicb.2023.1083319
- Tsvetkov I., Dzhabazova T., Kondakova V., Batchvarova R. Mycorrhizal fungi *Glomus* spp. and *Trichoderma* spp. in viticulture (review). *Bulg. J. Agric. Sci.* 2014. 20(4). P. 849-855. <https://www.agrojournal.org/20/04-19.pdf>
- Robledo-Buritica J., Aristizabal-Loaiza J.C., Ceballos-Aguirre N., Cabra-Cendales T. Influence of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on blackberry (*Rubus glaucus* Benth. cv. thornless) growth under semi-cover and field conditions. *Acta Agronómica*. 2018. 67(2). P. 258-263. doi: 10.15446/acag.v67n2.62572
- Дацько О.М., Бакуменко О.М., Гордієнко В.В. Ефект інокуляції на вирощування кукурудзи та покращення здоров'я ґрунту. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 139. С. 62-71. doi: 10.32782/2226-0099.2024.139.1.9
- Саблук В., Дмитров С. Ефект симбіозу грибів і бактерій з кореневою системою проса прутюподібного *Panicum virgatum* L. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2020. № 28. С. 173-181. doi: 10.47414/np.28.2020.211071
- Giorgi V., Amicucci A., Landi L. et al. Effect of bacteria inoculation on colonization of roots by *Tuber melanosporum* and growth of *Quercus ilex* seedlings. *Plants*. 2024. 13(2). Article 224. doi: 10.3390/plants13020224
- Brown P.J.B., Chang J.H., Fuqua C. *Agrobacterium tumefaciens*: a transformative agent for fundamental insights into host-microbe interactions, genome biology, chemical signaling, and cell biology. *J Bacteriol*. 2023. Article 205(4):e0000523. doi: 10.1128/jb.00005-23
- Zhang L., Li X., Zhang F., Wang G. Genomic analysis of *Agrobacterium radiobacter* DSM 30147(T) and emended description of *A. radiobacter* (Beijerinck and van Delden 1902) Conn 1942 (Approved Lists 1980) emend. Sawada et al. 1993. *Standards in genomic sciences*. 2014. Vol. 9(3). P. 574-584. doi: 10.4056/sigs.4688352
- Konup L., Pikovskiy M., Riabiy M. et al. Crown gall of grapevine and prospects for its biological control. *Plant and Soil Science*. 2024. 158(3). P. 54-67. doi: 10.31548/plant3.2024.54
- Інститут експертизи сортів рослин України. Охорона прав на сорти рослин: Бюлетень. 2018. № 6. С. 185-186. <http://sort.sops.gov.ua/cultivar/view/220/218>
- Saengwilai P., Strock C., Rangarajan H. et al. Root hair phenotypes influence nitrogen acquisition in maize. *Annals of Botany*. 2021. 128(7). P. 849-858. doi: 10.1093/aob/mcab104
- Pietrzyk P., Phan-Udom N., Chutote C. DIRT/μ: automated extraction of root hair traits using combinatorial optimization. *Journal of Experimental Botany*. 2025. 76(2). P. 285-298. doi: 10.1093/jxb/erae385
- Trouvelot A., Kough J.L., Gianinazzi-Pearson V. Mesure du taux de mycorrhization VA d'un système racinaire. Recherche de méthodes d'estimation ayant une signification fonctionnelle. In V. Gianinazzi-Pearson, S. Gianinazzi (Eds.), *Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae*, INRA. Paris. 1986. P. 217-221.
- Sciascia I., Crosino A., Genre A. Quantifying root colonization by a symbiotic fungus using automated image segmentation and machine learning approaches. *Sci Rep*. 2023. Vol. 13. Article 14830. doi: 10.1038/s41598-023-39217-z
- Cornelissen J.H.C., Lavorel S., Garnier E. et al. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*. 2003. 51(4). P. 335-380. doi: 10.1071/BT02124
- Phillips J.M., Hayman D.A. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*. 1970. Vol. 55. P. 158-161. doi: 10.1016/S0007-1536(70)80110-3
- Guzman-Guzman P., Etesami H., Santoyo G. *Trichoderma*: a multifunctional agent in plant health and microbiome interactions. *BMC Microbiol*. 2025. 25(1). Article 434. doi: 10.1186/s12866-025-04158-2
- Ouhaddou R., Anli M., Ben-Laouane R. et al. The importance of the *Glomus* genus as a potential candidate for sustainable agriculture under arid environments: A review. *International Journal of Plant Biology*. 2025. 16(1). Article 32. doi: 10.3390/ijpb16010032
- Guo H., Glaeser S.P., Alabid I. et al. The abundance of endofungal bacterium *Rhizobium radiobacter* (syn. *Agrobacterium umefaciens*) increases in its fungal host *Piriformospora indica* during the tripartite sebacinean symbiosis with higher plants. *Front. Microbiol*. 2017. Vol. 8. Article 629. doi: 10.3389/fmicb.2017.00629
- Matrood A.A.A., Khriebla M.I., Okon O.G. Synergistic interaction of *Glomus mosseae* T. and *Trichoderma harzianum* R. in the induction of systemic resistance of *Cucumis sativus* L. to *Alternaria alternata* (Fr.) K. *Plant Sci. Today*. 2020. 7(1). P. 101-108. doi: 10.14719/pst.2020.7.1.629

^{1,2}Chabaniuk Ya.,

ORCID: 0009-0006-4541-5404

²Zhmur O.,

ORCID: 0000-0002-1327-978X

¹LLC «Institute of Agrobiology»,
4 Vatslava Havela Blvd., Building 45,
Kyiv, 03067, Ukraine

²National University of Life and
Environmental Sciences of Ukraine, 15
Heroiv Oborony str., Kyiv, 03041, Ukraine

**The effect of symbiotic association
of fungi and bacteria with the root**

**system of European raspberry
Rubus idaeus L.**

Goal. To study the effectiveness of symbiotic relationships in the «raspberry plant (*Rubus* L.) — mycorrhizal fungi (*Trichoderma* spp., *Glomus* sp.) — bacteria (*Agrobacterium radiobacter*)» system during inoculation under controlled laboratory conditions. **Methods.** Analytical, laboratory and statistical. The study was conducted in the climate chamber of the «Institute of Agrobiology» LLC from 2023 to 2024, according to a scheme involving inoculation with mycorrhizal fungi of the genera *Trichoderma* and *Glomus*, as well as non-phytopathogenic *Agrobacterium bacteria*, applied to the soil both separately and in combinations (n = 11 experimental variants + control). The raspberry variety (*Rubus idaeus* L.) 'Vognik' of Ukrainian origin was used. The strains of mycorrhizal fungi (*Trichoderma viride* eko/103, *T. harzianum* eko/101, and *Glomus* sp. eko/104) were obtained from the «Institute of Agrobiology» LLC culture collection (the active ingredients in the preparations). The bacterial endosymbionts (*A. radiobacter*) were isolated by the authors, either directly or indirectly. **Results.** Using inoculations of mycorrhizal fungi and bacteria (*Trichoderma* spp., *Glomus* sp. and *A. radiobacter*) separately or in combination significantly improves the main biometric indicators of *R. idaeus* L. raspberry plants. This includes the length and density of root hairs, the number of lateral roots and the density of mycorrhization. It also improves the morphological and morphometric parameters of the roots, such as bark thickness and conducting cylinder width. A positive effect of varying degrees of severity on the target indicators was noted after 60 days of the growing season in all experimental variants compared to the control. **Conclusions.** Using separate or combined inoculations of mycorrhizal fungi (*Trichoderma* spp. and *Glomus* sp.) and bacteria (*Agrobacterium radiobacter*) stimulates morphological and anatomical changes in the roots of *Rubus idaeus* L., as well as promoting a high level of mycorrhizal activity. This symbiotic effect is due to the combined action of the microorganisms in the multicomponent system, as well as their mutual influence. These findings are of practical importance for enhancing the efficiency of raspberry cultivation in enclosed spaces.

***Trichoderma*; *Glomus*; *Agrobacterium*; Rosaceae; mycorrhization level; biometric indicators**

Надійшла до редакції: 17.09.2025

Прийнята до друку: 28.10.2025

Надруковано й опубліковано онлайн:
зрудень 2025

ЕФЕКТИВНІСТЬ КОМБІНОВАНИХ ІНСЕКТИЦИДІВ НЕОНІКОТИНОЇДНО-ПІРЕТРОЇДНОГО ТИПУ В КОНТРОЛІ ЧИСЕЛЬНОСТІ *Ceutorhynchus assimilis* Паук НА ПОСІВАХ РІПАКУ ОЗИМОГО

Мета. Наведено результати досліджень 2023—2025 рр. ефективності інсектицидів неонікотинної-піретроїдного типу у захисті ріпаку озимого (*Brassica napus oleifera bienis* D.C.) в контролі чисельності *Ceutorhynchus assimilis* Паук. **Методи.** Дослідження проводили на ріпаку сорту Верітас, у СТОВ «Роздільнянське», Роздільнянського р-ну, Одеської обл. Уточнювали видовий склад та динаміку чисельності фітофагів методом маршрутних обстежень згідно із загальноприйнятими методиками. **Результати.** Встановлено, що найнебезпечнішим фітофагом є прихованохоботник насінневий (*Ceutorhynchus assimilis* Паук.), який суттєво знижує урожайність та якість насіння. Серед досліджених препаратів найвищу технічну ефективність продемонстрував Інзак Зеон, МКС (ацетаміпрід, 200 г/л + лямбда-цигалотрин, 80 г/л) — 68,6—88,8%. Протеус 110 ОД, МД (дельтаметрин, 10 г/л + тіаклопрід, 100 г/л) мав ефективність 62,0—75,8%. **Висновки.** Погодні умови істотно впливали на стабільність дії інсектицидів. У 2024 р. ефективність була нижчою через високі температури (до +29°C), тоді як у 2023 та 2025 роках препарати діяли більш стабільно. Доведено, що застосування сучасних інсектицидів знижує чисельність шкідників до рівня нижче економічного порогу шкідливості, що є необхідною умовою отримання високого та якісного врожаю ріпаку. Отримані результати мають важливе практичне значення для вдосконалення системи інтегрованого захисту ріпаку озимого в умовах Півдня України.

ріпак озимий; *Ceutorhynchus assimilis* Паук.; інсектициди; ефективність

Ріпак озимий (*Brassica napus oleifera bienis* D.C.) є однією з провідних та високоприбуткових олійних культур світу, поступа-

Н.Т. МОГИЛЮК,
кандидат сільськогосподарських наук

К.А. ШМАТКОВСЬКА,
кандидат сільськогосподарських наук

А.О. БУЛАХ

¹Дослідна станція карантину
винограду і плодівих культур
Інституту захисту рослин НААН,
вул. Фонтанська дорога, 49,
м. Одеса, 65049, Україна

²Одеський державний аграрний
університет, вул. Канатна, 99,
м. Одеса, 65039, Україна

ючись за поширенням лише сої та бавовнику. Його вирощують на площі близько 30 млн га за середньої урожайності 1,3—1,5 т/га. Культура має важливе значення як джерело рослинної олії для харчової промисловості та виробництва біодизелю, характеризується високою експортною цінністю та здатна забезпечити значний прибуток виробникам. Серед олійних культур за масштабами виробництва ріпак займає третє місце у світі. Найбільші посівні площі ріпаку в Китаї, Індії, Канаді і становлять 5,4—6,4 млн га. У Європейському Союзі ріпак вирощують на площі 2,6—3,5 млн га, а його середня врожайність становить 2,4—2,8 т/га. Основні посіви ріпаку зосереджені у Франції (1,15 млн га), Німеччині (1 млн га), Великобританії (0,5 млн га), Польщі (0,47 млн га) [1]. У 2022 р. найбільшими виробниками є Канада, Франція, Німеччина, Китай, Індія та Австралія, на які припадає близько 75% світового виробництва.

Виробництво ріпаку в Украї-

ні характеризується позитивною динамікою. Загальна площа посівів становить 294,8 тис. га, з яких 288,9 тис. га займає ріпак озимий. За останні роки спостерігається стале розширення посівних площ цієї культури, що супроводжується підвищенням середньої врожайності до рівня 28,7 ц/га та свідчить про зростання агротехнічної ефективності й адаптацію технологій вирощування до сучасних умов. Окрім економічної значущості ріпак виконує важливі агроєкологічні функції: покращує структуру та фітосанітарний стан ґрунту, не виснажує його, як соняшник, розрихлює ґрунт у сівозмінах та здатний очищати його від радіонуклідів. Водночас одержання високих і стабільних врожаїв ріпаку неможливе без ефективного захисту від шкідників [2—5].

В Україні відомо понад 200 видів комах, здатних живитися рослинами родини хрестоцвітих, з яких близько 50 належать до спеціалізованих фітофагів. У посівах ріпаку озимого реєструють понад 100 видів шкідників, проте найбільш небезпечними є блішки хрестоцвіті (*Phyllotreta* spp.), квіткоїд ріпаковий (*Meligethes aeneus* F.), прихованохоботник насінневий (*Ceutorhynchus assimilis* Паук.), комарик стручковий (*Dasineura brassicae* Winn.), трач ріпаковий (*Athalia rosae* L.), попелиця капустияна (*Brevicoryne brassicae* L.), міль капустияна (*Plutella xylostella* L.), білянка ріпакова (*Pieris rapae* L.) та совка капустияна (*Mamestra brassicae* L.).

За даними М.О. Яременка зі співавторами (2022), у посівах ріпаку озимого формується стійкий комплекс шкідників, які по-

шкоджують генеративні органи рослин, і чия шкідливість особливо зростає в період бутонізації та цвітіння. Саме на цьому етапі вплив фітофагів найбільш критичний, оскільки вони знижують кількість сформованих зав'язей та життєздатність насіння, що безпосередньо позначається на рівні врожайності та якості продукції [6].

Класична узагальнююча праця В.В. Лихочвора і В.Ф. Петриченка (2010) підкреслює, що інтенсивність пошкодження ріпаку залежить не лише від видового складу шкідників, але й від погодних умов, строків сівби, густоти стояння рослин та стану агрофітоценозу. Автори наголошують на необхідності системного підходу до захисту, що включає профілактичні, агротехнічні та хімічні заходи [7].

За результатами досліджень Б.А. Буюклі та Р.М. Усова (2023), у Південному Степу України найчисельнішими є шкідники, пов'язані з генеративними органами ріпаку: квіткоїд ріпаковий (*Meligethes aeneus* F.), прихованохоботник насіннєвий (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.) та комарик стручковий (*Dasineura brassicae* Winn.). Автори відзначають, що кліматичні умови Півдня сприяють формуванню двох і більше поколінь окремих видів впродовж вегетаційного періоду, що ускладнює контроль їхньої чисельності [8].

У дослідженнях О.В. Шити та М.М. Бащенко (2023), проведених у зоні Лісостепу, визначено, що динаміка розселення та шкідливості основних фітофагів значною мірою корелює зі строками початку вегетації ріпаку та фазами його розвитку. Автори підкреслюють важливість моніторингу, як базового елементу інтегрованого захисту, особливо в період виходу імаго, які перезимували [9].

Особливості біології ріпаку озимого, у порівнянні з іншими капустяними культурами, зумовлюють специфіку формування комплексу шкідників та рівня їхньої шкідливості. Історично для захисту культури застосовували

токсичні препарати на основі сполук миш'яку та важких металів. Проте сучасні вимоги щодо екологічної безпеки та якості продукції унеможливають їх використання, що потребує впровадження ефективних, селективних та малотоксичних методів захисту.

Дослідження Л. Яковця (2023) засвідчують, що результативність контролю чисельності шкідників ріпаку озимого значною мірою залежить від технологічної мети вирощування. У разі використання культури для виробництва біодизелю важливо забезпечити не лише урожайність, а й високий вміст олії, який знижується під впливом пошкоджень генеративних органів. Автор наголошує на критичній ролі ранньовесняного моніторингу та своєчасного застосування інсектицидів у фазу бутонізації [10].

Б.П. Хомеренчук (2024) доводить, що контроль чисельності фітофагів визначає біоенергетичний потенціал агроценозу ріпаку озимого. Своєчасні інсектицидні обробки дають змогу не лише зменшити втрати врожаю, але й підвищити вихід енергії з одиниці площі при використанні врожаю як сировини для біопалива. Таким чином, шкідники ріпаку є не лише агрономічним, а й біоенергетичним лімітуючим фактором [11].

Мета дослідження — вивчення ефективності сучасних засобів контролю шкідників ріпаку озимого для забезпечення стабільної врожайності, зменшення пестицидного навантаження та збереження агроєкосистем.

Матеріали та методи досліджень. Основу експериментальних матеріалів становили сучасні пестициди хімічного походження, офіційно дозволені до використання для захисту посівів ріпаку. Уточнення видового складу та динаміки чисельності фітофагів здійснювали методом маршрутних обстежень згідно із загальноприйнятими методиками [12]. Польові дослідження виконували відповідно до міжнародних методичних рекомендацій ЄС: Bulletin OEPP/EPPO

Bulletin — EPPO Standard PP 1/218(2): *Phyllotreta* spp. On oilseed rape [13]. Для оцінювання достовірності результатів досліджень використовували математично-статистичний метод [14].

Дослідження проводили у 2023—2025 рр. на посівах ріпаку озимого сорту Верітас, у СТОВ «Роздільнянське», Роздільнянського р-ну, Одеської обл. Основу експериментальних матеріалів становили сучасні пестициди хімічного походження, офіційно дозволені до використання для захисту ріпакових насаджень [15].

Для порівняльного аналізу ефективності досліджували комбіновані інсектициди неонікотиніоїдно-піретроїдного типу: Інзак Зеон, МКС (ацетаміпрід, 200 г/л + лямбда-цигалотрин, 80 г/л) у нормах 0,15 та 0,2 л/га; Протеус, МД (дельтаметрин, 10 г/л + тіаклопрід, 100 г/л) у нормі 0,75 л/га. Розмір ділянок — 36 м². Повторність — 4-разова. Витрата робочої рідини — 300 л/га. Обліки проводили до обробки та на 3-, 7- і 14-ту добу після неї.

Метеорологічні умови в роки досліджень. Температура квітня 2023 р. перевищувала середньобогаторічний показник на 0,8°C. За місяць випало 117 мм опадів за норми 34 мм. Травень був посушливим, а температура повітря була вищою за норму на 1,2°C. У квітні 2024 р. переважала спекотна та дощова погода. Температура перевищила середній показник на 5,6°C, а кількість опадів за місяць становила 206% від норми. У травні температура була в межах кліматичної норми: фактична — 15,8°C, середньомісячна — 15,1°C. За місяць випало 34,1 мм опадів за норми 39 мм. Перша половина квітня 2025 р. характеризувалася зниженою температурою, тоді як у другій половині місяця переважала спекотна та суха погода. Кількість опадів за квітень становила лише 45% норми. Травень був прохолодним: температура виявилася нижчою за середньобогаторічний показник на 0,9°C. Впродовж місяця випало 61 мм опадів за норми 39 мм.

Результати досліджень та обговорення. За моніторингу фітосанітарного стану посівів ріпаку Півдня України виявили найпоширеніших шкідників (рис.). Ці фітофаги відрізняються як за характером пошкоджень, так і за біологічними особливостями: квіткоїд ріпаковий та прихованохоботники переважно пошкоджують бутони, стручки й стебла; комарик стручковий спричиняє передчасне розтріскування стручків і втрату насіння. Більшість видів розвивають одне покоління на рік і зимують у стадії дорослих у ґрунті (квіткоїд, прихованохоботники) (табл. 1).

За даними попередніх спостережень, одним із ключових шкідників, що завдає прямої та опосередкованої шкоди посівам ріпаку Півдня України, є прихованохоботник насінневий (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.). Імаго живляться на стеблах, квітконіжках, бутонах, тичинках і приймочках, вигризаючи невеликі заглиблення. Основної шкоди завдають личинки, які розвиваються в стручках, живлячись насінням. Одна личинка може знищити від 3 до 7 насінин. Прихованохоботник насінневий зимує у фазі імаго під рослинними рештками або в поверхневому шарі ґрунту. За середньодобової температури +7...+8°C жуки виходять на поверхню. Масове заселення посівів відбувається на початку цвітіння ріпаку, коли температура підвищується до +18°C. Перші заселення фіксують 21—23 квітня, а найбільша чисельність шкідника спостерігається 9—11 травня, у фазі масового цвітіння культури. Яйцекладка триває з другої половини травня до кінця червня. Самиця вигризає отвір у стінці молодого стручка і відкладає всередину одне, рідше два, білих яйця. Плодючість однієї самиці сягає 150 яєць. Ембріональний розвиток триває 7—10 діб. Личинки відроджуються наприкінці травня (28—30 числа) й розвиваються близько місяця, пошкоджуючи за цей час 3—4 насінини. Наприкінці червня — на початку липня вони прогризають у стручку

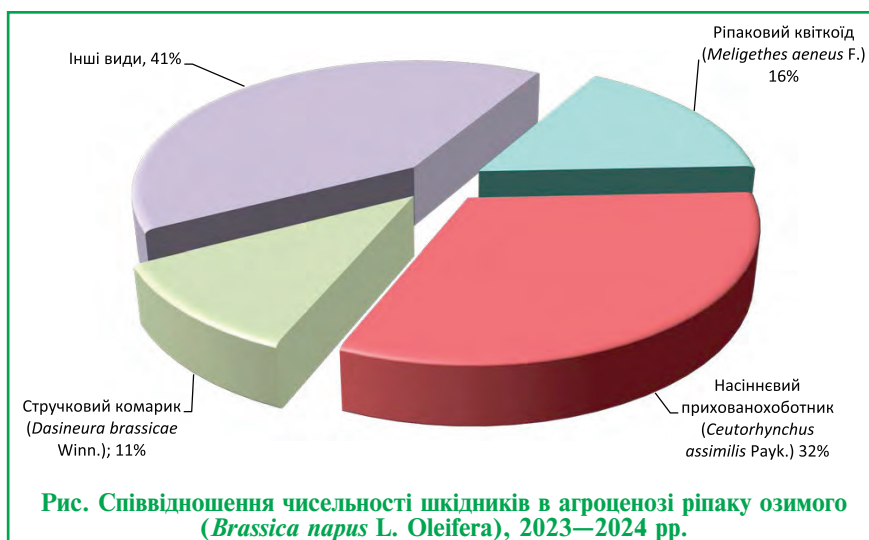


Рис. Співвідношення чисельності шкідників в агроценозі ріпаку озимого (*Brassica napus* L. Oleifera), 2023—2024 рр.

круглий отвір, переважно в його нижній частині, та потрапляють у ґрунт. Там, на глибині 2—4 см, утворюють земляну комірчку, де відбувається заляльковування. Вихід молодих жуків нового покоління триває до серпня. До настання холодної осінньої погоди вони живляться переважно на хрестоцвітих бур'янах. Високій чисельності шкідника сприяє суха та спекотна погода. Окрім прямої шкоди, прихованохоботник ріпаковий насінневий завдає й опосередкованої: його ходи використовує комарик стручковий капустяний, що також спричиняє зниження врожайності насіння. Додатково волога, яка потрапляє у стручки через пошкодження, може спричинити проростання насіння та загнивання стручків.

В умовах Роздільнянського р-ну Одеської обл. заселення імаго прихованохоботника насінневого (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.) та квіткоїда ріпакового (*Meligethes aeneus* F.) посівів ріпаку озимого відзначали у першій декаді квітня. Перевищення економічного порогу шкідливості (ЕПШ) прихованохоботника насінневого (4—6 жуків на 25 рослин) спостерігали на початку другої декади квітня (фаза ВВСН 55—57). Чисельність шкідника на момент обробки становила: у 2023 р. — 5—8 жуків на 25 рослин; у 2024 — 9—12; у 2025 р. — 6—8 жуків на 25 рослин. Оскільки чисельність квіткоїда ріпакового та комарика стручкового впродовж періоду досліджень не досягала ЕПШ,

1. Таксономічна характеристика та біологічні особливості основних фітофагів посівів ріпаку озимого Півдня України

№	Видова назва	Систематичне положення	Тип пошкодження	Біологічні особливості
1	Квіткоїд ріпаковий <i>Meligethes aeneus</i> Fabricius, 1775	Ряд Жорсткокрилі (Coleoptera), родина Блискітніки (Nitidulidae), рід Квіткоїд (<i>Meligethes</i>)	Жуки пошкоджують бутони, які гинуть і опадають; личинки живляться пилком квіток	Розвивається одне покоління на рік. Зимують дорослі жуки у ґрунті, під рослинними рештками. Масовий виліт — у фазі бутонізації ріпаку
2	Прихованохоботник насінневий <i>Ceutorhynchus assimilis</i> Paykull, 1792	Ряд Жорсткокрилі (Coleoptera), родина Довгоносики (Curculionidae), рід Прихованохоботники (<i>Ceutorhynchus</i>)	Личинки розвиваються у стручках, пошкоджують насіння, знижуючи врожай	Дає одне покоління. Зимують дорослі у ґрунті. Самиці відкладають яйця в стручки, личинки виїдають насіння
3	Комарик стручковий <i>Dasineura brassicae</i> Winn.	Ряд Двокрилі (Diptera), родина Галлові комарики (Cecidomyiidae), рід <i>Dasineura</i>	Личинки викликають раннє розтріскування стручків та втрату насіння	Має кілька поколінь за сезон. Зимують личинки у коконах у ґрунті. Масова шкідливість — у період наливу насіння

оцінку ефективності інсектицидів зосереджено на контролі прихованохоботника насінневого.

Динаміка ефективності інсектицидів у захисті ріпаку озимого досліджували впродовж трьох років (табл. 2). У 2023 р. всі препарати показали 100% ефективність на 3-тю та 7-му добу незалежно від норми витрати. На 14-ту добу ефективність трохи знизилась і становила: Інзак Зеон, МКС у нормі витрати 0,15 л/га — 95,14%; 0,2 л/га — 97,5%. Інсектицид Протеус 110 ОД, МД у нормі витрати 0,75 л/га мав нижчу ефективність — 92,5%. Отже, у 2023 р. всі інсектициди діяли стабільно та тривало, найвищий рівень тривалості забезпечив Інзак Зеон, МКС ЗС у нормах витрати 0,2 л/га. Високий ефективності у 2023 р. сприяли погодні умови (помірна температура, що не знижувала стабільність препаратів) — препарати справлялись швидше і показували 100% результат.

У 2024 р. ефективність препаратів виявилась нижчою, ніж у 2023 р., особливо на 14-ту добу. Через 3 доби найвищий результат — 87,6% показав Інзак Зеон, МКС у нормі витрати 0,2 л/га; на інших варіантах — 74,4 та 78,6%. Через 7 діб тенденція збереглася й найвища ефективність була на варіанті використання Інзак Зеон, МКС у нормі витрати 0,2 л/га — 80,6%, на інших варіантах 72—76,6%. Через 14 діб Інзак Зеон, МКС мав ефективність — 76,2—80,1%; Протеус 110 ОД, МД — лише 68,8%. 2024 рік характеризувався загальним зниженням ефективності препаратів, імовірно через погодні умови (в квітні максимальна температура повітря підвищувалась до 29°C).

У 2025 році через 3 доби після обробки найвищі показники були на варіанті Інзак Зеон, МКС (0,2 л/га) — 97,3%, на інших варіантах — 93,3—95,7%. Через 7 діб Інзак Зеон, МКС у нормі витрати 0,2 л/га знову показав найкращі результати — 95,7%.

Протеус 110 ОД, МД мав теж доволі високий показник, ефективність досягала 92,7%. Через 14 діб найкращий результат у Інзак

2. Технічна ефективність інсектицидів у захисті ріпаку озимого від прихованохоботника насінневого (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.) в умовах Півдня України, у 2023—2025 рр.

№	Варіанти дослідю	Норма витрати, л/га	Ефективність дії, %								
			Через 3 доби			Через 7 діб			Через 14 діб		
			2023	2024	2025	2023	2024	2025	2023	2024	2025
1	Інзак Зеон, МКС (ацетаміприд, 200 г/л + лямбда-цигалотрин, 80 г/л)	0,15	100,0	78,6	93,3	100,0	76,6	88,9	95,1	76,2	71,3
2	Інзак Зеон, МКС (ацетаміприд, 200 г/л + лямбда-цигалотрин, 80 г/л)	0,2	100,0	87,6	97,3	100,0	80,6	95,7	97,5	80,1	80,7
3	Протеус 110 ОД, МД (дельтаметрин, 10 г/л + тіаклоприд, 100 г/л)	0,75	100,0	74,4	95,7	100,0	72,0	92,7	92,5	68,8	66,5

3. Технічна ефективність інсектицидів у захисті ріпаку озимого від прихованохоботника насінневого (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.) на стручках в умовах Півдня України у 2023—2025 рр.

№	Варіанти дослідю	Норма витрати, л/га	Ефективність дії, %					
			2023		2024		2025	
			Пошкоджено стручків, %	Ефективність, %	Пошкоджено стручків, %	Ефективність, %	Пошкоджено стручків, %	Ефективність, %
1	Контроль (без обробки інсектицидами)	–	17,8	–	29,2	–	45,5	–
2	Інзак Зеон, МКС (ацетаміприд, 200 г/л + лямбда-цигалотрин, 80 г/л)	0,15	3,0	83,1	5,9	79,8	14,3	68,6
3	Інзак Зеон, МКС (ацетаміприд, 200 г/л + лямбда-цигалотрин, 80 г/л)	0,2	2,0	88,8	5,0	82,9	11,5	74,7
4	Протеус 110 ОД, МД (дельтаметрин, 10 г/л + тіаклоприд, 100 г/л)	0,75	4,3	75,8	7,0	75,0	17,3	62,0
НІР _{0,05}			1,47	–	2,04	–	2,39	–

Зеон, МКС — 71,3 та 80,7%; Протеус 110 ОД, МД — лише 66,5%. У 2025 році препарати діяли краще, ніж у 2024-му. Найбільшою стабільністю відрізнявся препарат Інзак Зеон, МКС (0,2 л/га), що зумовлено насамперед кліматичними умовами 2025 року, які були більш сприятливі, ніж у 2024 та характеризувались меншою кількістю стресових температур.

У таблиці 3 наведено результати дослідження ефективності інсектицидів у захисті ріпаку озимого від прихованохоботника насінневого (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.) на стручках. У контрольному варіанті без застосування інсектицидів пошкодження стручків цим шкідником варіювало від 17,8% у 2023 р. до 45,5% у 2025 р. Серед досліджуваних препаратів найрезультативнішим виявився Інзак Зеон, МКС, за норми

0,2 л/га була найнижчою пошкодженістю стручків (2,0—11,5%) та найвищий рівень ефективності (74,7—88,8%). Зменшені норми (0,15 л/га) також забезпечували значний рівень захисту — 68,6—83,1%. Інсектицид Протеус 110 ОД, МД мав нижчу ефективність у порівнянні з Інзак Зеон, МКС, його показники варіювали у межах 62,0—75,8%.

ВИСНОВКИ

Ріпак озимий є однією з провідних олійних культур світу та має високу економічну і агро-екологічну цінність, однак його врожайність суттєво знижується під дією комплексу шкідників. Найбільш поширеним та небезпечним фітофагом у південних регіонах України є прихованохоботник насінневий (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.), який пошкоджує



генеративні органи культури. Проведені дослідження (2023—2025 рр.) показали, що найбільш ефективним препаратом був Інзак Зеон, ефективність якого становила 68,6—88,8%, тоді як Протеус 110 ОД, МД мав ефективність 62,0—75,8%. Погодні умови істотно впливали на стабільність дії препаратів: у 2024 р. за підвищених температур ефективність знижувалась, а у 2023 та 2025 роках препарати проявили стабільну дію.

Фінансування. За рахунок спецфонду. Науково-дослідні роботи проводили в межах ПНД 12 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» («Захист рослин»). Підпрограма 06. «Наукові основи моніторингу регульованих шкідливих організмів рослин відповідно до міжнародних вимог» («Карантин рослин»). Завдання 12.06.00.06.П Розробити методи контролю карантинних шкідливих організмів, обмежено поширених в умовах півдня України. №ДР 0116U003548.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Деменко В.М. Ентомологічний комплекс ріпаку ярого в умовах Північно-Східного Лісостепу України. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Гончарівські читання», присвяченої 93-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича, 25 травня 2022 р. С. 131-133. URL: https://agro.snau.edu.ua/wp-content/uploads/2023/11/Гончарівські-читання_2022.pdf
2. Горновська С.В., Панченко Т.В., Філіпова Л.М. Динаміка чисельності основних шкідників ріпаку озимого в умовах Центрального Лісостепу України. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників, 23 травня 2024 р. Умань: ВПЦ «Візаві», 2024. С. 14-17.
3. Рудська Н.О. Контроль чисельності основних шкідників у посівах ріпаку озимого в умовах Вінниччини. Всеукраїнська науково-практична конференція «Аграрна галузь України в умовах євроінтеграції: сучасний стан та перспективи розвитку». 24-25 травня 2023 року. м. Вінниця. 2023 р. URL: <http://repository.vsu.vin.ua/getfile.php/33752.pdf>
4. Пінчук Н.В., Вергелес П.М., Коваленко Т.М. Ефективність захисту посівів ріпаку озимого від шкодочинних організмів. Сільське господарство та лісівництво. 2021. № 3 (22). С. 119-134. DOI:10.37128/2707-5826-2021-3-10
5. Мазур В.А., Поліщук І.С., Телекало Н.В., Мордванюк М.О. Рослиництво. Ч. 1. Вінниця: Видавництво ТОВ «Друк», 2020. 352 с.
6. Яременко М.О., Станкевич С.В., Занков В.Д. Шкідники генеративних органів ріпака в Україні. Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи: матеріали Міжнародної наук.-практ. конф., 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. 227-229. URL: https://www.researchgate.net/profile/Yevhen-Melnyk-3/publication/366237287_Posirennia_invazijnih-ta_adventivnih_vidiv-trav'ano-go_pokrivu_v_sosnovih_nasadzennah_poskodzenih_nizovimi_pozezami/links/6398ce6f095a6a777428e8bb/Posirennia-invazijnih-ta-adventivnih-vidiv-trav'ano-go-pokrivu-v-sosnovih-nasadzennah-poskodzenih-nizovimi-pozezami.pdf
7. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Ріпак. 2-ге вид., доп. Львів: НВФ «Українські технології», 2010. 124 с.
8. Буюклі Б.А., Усов Р.М. Видовий склад шкідників у посівах ріпаку озимого в умовах Південного Степу України. Рекомендовано до друку вченою радою Одеського державного аграрного університету (протокол № 11 від 28 березня 2024 р.) Аграрна наука: стан та перспективи розвитку: збірник матеріалів III Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Одеса, 28-29 листопада 2023 р.). ОДАУ, Агробіотехнологічний факультет. Одеса, 2023. С. 222.
9. Шита О.В., Башенко М.М. Моніторинг шкідників в посівах ріпаку озимого в Лісостепу України. Рекомендовано до друку вченою радою Одеського державного аграрного університету (протокол № 11 від 28 березня 2024 р.) Аграрна наука: стан та перспективи розвитку: збірник матеріалів III Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Одеса, 28-29 листопада 2023 р.). ОДАУ, Агробіотехнологічний факультет. Одеса, 2023. С. 145.
10. Яковець Л. Контроль чисельності шкідливих об'єктів ріпаку озимого для виробництва біодизелю а умовах ДУ «Вінницька фітолабораторія». Вінниця, 2023. 55 с.
11. Хомеренчук Б.П. Вплив контролю чисельності шкідників на біоенергетичну продуктивність посівів ріпаку озимого: кваліфікаційна робота. Вінниця: ВННІЕ ЗУНУ, 2024. 50 с. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/handle/316497/53819>
12. Макуха О.В. Система фітосанітарного моніторингу шкідників ріпаку озимого в умовах півдня України. Таврійський науковий вісник 2020. № 114. С. 69-77. DOI:10.32851/2226-0099.2020.114.10
13. EPPPO database on PP1 Standards. URL: https://pp1.eppo.int/standards/all?utm_source=chatgpt.com
14. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П., Іващенко О.О. та ін. Методики випробування та застосування пестицидів; за ред. проф. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
15. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. 2025. Режим доступу до ресурсу: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimiaktiv-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/> (дата звернення 05.11.2025).

¹Mohyliuk N.,

ORCID: 0000-0001-6574-0905

¹Shmatkovska K.,

ORCID: 0000-0002-3884-7595

²Bulakh A.,

ORCID: 0009-0006-0008-3434

¹Quarantine station of grape and fruit cultures of Institute of plant protection of the NAAS, 65049, 49, Fountain Road str., Odesa, Ukraine

²Odesa State Agrarian University 65039, Kanatna Street, 99, Odesa, Ukraine

Effectiveness of combined neonicotinoid-pyrethroid insecticides in controlling *Ceutorhynchus assimilis* Payk. populations on winter oilseed rape crops

Goal. The article presents the results of studies conducted in 2023—2025 on the effectiveness of neonicotinoid-pyrethroid insecticides in protecting winter oilseed rape (*Brassica napus oleifera* biennis D.C.) for controlling the population density of *Ceutorhynchus assimilis* Payk. **Methods.** The research was carried out on the winter oilseed rape variety Veritas at STOV «Rozdilnianske», Rozdilnianskyi District, Odesa Region. The identification of species composition and the assessment of phytophagous insect population dynamics were performed using route surveys according to generally accepted entomological methods. **Results.** It was established that the most harmful pest was the seed weevil (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.), which significantly reduced both yield and seed quality. Among the tested insecticides, the highest technical efficiency was demonstrated by Inzak Zeon, CS (acetamiprid, 200 g/L + lambda-cyhalothrin, 80 g/L), showing 68.6—88.8% effectiveness, whereas Proteus 110 OD, SC (deltamethrin, 10 g/L + thiacloprid, 100 g/L) exhibited a lower efficiency of 62.0—75.8%. **Conclusions.** Weather conditions had a notable effect on the stability of insecticide performance: in 2024, the efficiency decreased due to high air temperatures (up to +29°C), while in 2023 and 2025 the insecticides performed more consistently. The study proved that the use of modern insecticides reduces pest populations below the economic threshold of harmfulness, which is essential for obtaining high and stable yields of quality rapeseed. The obtained results are of practical importance for improving the system of integrated pest management of winter oilseed rape under the conditions of Southern Ukraine.

winter oilseed rape; *Ceutorhynchus assimilis* Payk.; insecticides; efficacy

Надійшла до редакції: 28.10.2025

Прийнята до друку: 11.11.2025

Надруковано й опубліковано онлайн: грудень 2025

НЕОНИКОТИНОЇДИ

для захисту сільськогосподарських культур: екологічні аспекти застосування

Мета. Екологічна оцінка неонікотиніду (імідаклоприду, клотіанідину, тіаметоксаму) за протруєння насіння. **Методи.** Дослідження проводили з дотриманням умов вегетаційного методу. Насіння сої (*Glycine max* (L.) Merr.) протруювали інсектицидами в рекомендованій виробниками нормі. Вміст діючих речовин визначали з використанням хроматографічних методів аналізу. Статистичну обробку одержаних даних здійснювали методами дисперсійного і регресійного аналізу. **Результати.** Тенденції розподілу діючих речовин в рослинах та ґрунті визначаються комплексом факторів: фізико-хімічними властивостями (за величиною коефіцієнта гідрофобності $\log K_{ow}$, розчинністю у воді тощо), особливостями рослини, умовами культивування, типом ґрунту, а їх вміст впродовж вегетаційного періоду залежить від норми застосування і початкової кількості (вихідний токсичний потенціал) сполуки. Детоксикація неонікотиніду відбувається за експоненційною моделлю, що описується відповідними рівняннями, за якими можна оцінити вміст сполуки (С, мг/кг) у будь-який віддалений момент часу (t, доба), і які доцільно використовувати для їх первинного скринінгу в об'єктах агроценозу. Зменшення вмісту неонікотиніду відбувається з різною швидкістю (k): 0,049—0,109 діб⁻¹ (для рослин) та 0,089—0,100 діб⁻¹ (для ґрунту). Розраховані методом математичного моделювання, який передбачає розрахункове відтворення процесів детоксикації за фактичними даними, T_{50}/T_{95} становлять відповідно 6,4—14,1 діб / 27,4—61,0 діб (для рослин) та 6,9—7,7 діб / 29,9—33,2 діб (для ґрунту). **Висновки.** За регламентованого застосування препаратів на основі неонікотиніду для протруєння насіння, активні інгредієнти розпадаються в агроценозах впродовж вегетаційного періоду до рівня, що не перевищує гігієнічних нормативів, і не забруднює довкілля.

інсектициди; протруєння насін-

О.В. ЦУРКАН,
кандидат сільськогосподарських наук

Т.П. ПАНЧЕНКО,
кандидат сільськогосподарських наук

Л.М. ЧЕРВ'ЯКОВА,
кандидат сільськогосподарських наук
Інститут захисту рослин НААН,
вул. Васильківська, 33, м. Київ,
03022, Україна

ня; моделювання; екотоксикологічні критерії; екологічна оцінка

Неонікотиніди — системні сполуки широкого спектра дії, які широко застосовувалися в сільському господарстві впродовж останніх десятиліть і продовжують застосовуватися завдяки високій інсектицидній активності за малих норм витрат, універсальності способів застосування та низькій токсичності для ссавців (III—IV клас за ВООЗ — помірно та малонебезпечні сполуки). Препарати на їх основі зареєстровано у 120 країнах світу і застосовуються проти широкого спектра шкідників (сисних, листогризухих, ґрунтоживучих) ріпаку, тютюну, бобових, зернових, плодних та овочевих культур, а обсяги їхнього застосування сягають 25% світового ринку інсектицидів [1]. Ряд зарубіжних науковців декларують, що масштабне застосування неонікотиніду для захисту сільськогосподарських культур може призводити до міграції сполук (та їх метаболітів) в агроценозах та мати потенційний негативний вплив на нецільових безхребетних, зокрема запилювачів. Такі висновки призвели до заборони використання імідаклоприду, тіаметоксаму та клотіанідину

в країнах Європейського Союзу (Регламент ЄС 2018/783, 784, 785) та спричинили зростаючий політичний, науковий, практичний та громадський інтерес до стратегії оцінки та подальшого розуміння їхнього впливу на навколишнє середовище [2—4]. Водночас ці пестициди широко використовуються в інших країнах світу і, зокрема, в Україні (близько 300 препаратів зареєстровано в Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні [5]), адже наразі не запропоновано ефективної адекватної альтернативи. В наукових джерелах широко висвітлено міжнародний досвід щодо впливу неонікотиніду на запилювачів та інші нецільові організми [6—8]. Досліджено їх детоксикацію в різних типах ґрунтів та рослинах сільськогосподарських культур за різних способів застосування, проте екологічний аспект у контексті застосування/заборони цих діючих речовин є досить дискусійним [9—16]. Потенційно небезпечні неонікотиніди часто застосовуються способом протруєння насіннєвого матеріалу. Цей технологічний прийом вже сам по собі позиціонується як екологічно орієнтований, оскільки пестицидне навантаження на агроценоз значно нижче, ніж за обприскування. Але навіть за такого підходу питання екологічно безпечного застосування інсектицидів-неонікотиніду зберігає актуальність і гостро потребує постійного моніторингу, який базується на вивченні кінетики детоксикації в об'єктах агроценозів та оцінці рівня потенційної екологічної небезпеки за низкою критеріїв.

Мета роботи — екологічна оцінка неонікотиніду (імідакло-

приду, клотіанідину, тіаметоксаму) за протруювання насіння.

Методика досліджень. Лабораторні та вегетаційні дослідження проводили в 2022—2024 рр. в лабораторії аналітичної хімії пестицидів Інституту захисту рослин. Насіння сої (*Glycine max* (L.) Merr.) ранньостиглого сорту Устя вітчизняної селекції протруювали, використовуючи рекомендовану виробниками норму за наведеними варіантами:

1. Контроль (обробка водою);
2. Пікус 600, ТН (імідаклоприд, 600 г/л) — норма витрати за препаратом (н.в.) 0,5 л/т (за діючою речовиною 300 г/т);
3. Гаучо Плюс 466 FS, ТН (імідаклоприд, 233 г/л + клотіанідин, 233 г/л) — н.в. 0,5 л/т (за діючими речовинами 116,5 г/т + 116,5 г/т);
4. Метакса, ТН (тіаметоксам, 350 г/л) — н.в. 1,7 л/т (за діючою речовиною 600 г/т).

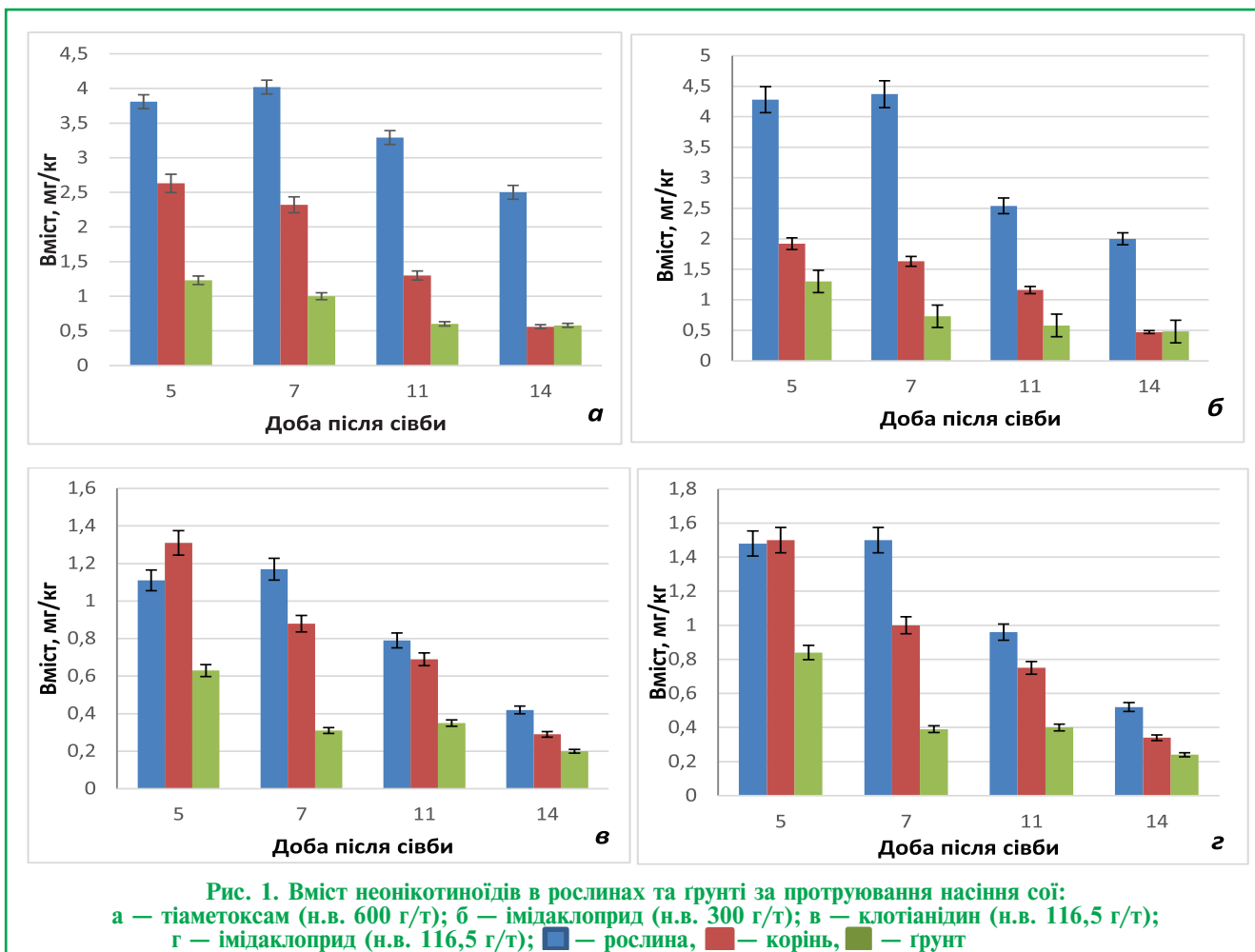
Дослідження проводили впро-

довж квітня — травня з дотриманням вимог вегетаційного методу. Рослини вирощували в пластикових посудинах (грунт сірий опідзолений з вмістом гумусу 2,2%, рН 6,1) за природного освітлення і температури. Повторність досліду чотириразова. Відбирали зразки рослин з інтервалом 5 діб (після появи сходів). Вміст діючих речовин у рослинах визначали з використанням Алгоритму хіміко-аналітичного моніторингу пестицидів [17]. Статистичну обробку одержаних даних здійснювали методами дисперсійного та регресійного аналізу з використанням Microsoft Office Excel.

Результати досліджень та обговорення. Вивчення кінетики процесів транслокації та трансформації пестицидів в агроценозах є важливим не лише для визначення тривалості їхньої захисної дії, а й для розробки моделей прогнозування їхнього вмісту в об'єктах агроценозів, ґрунті та екологічної оцінки ризику за-

стосування. Характер розподілу діючих речовин у рослинах та ґрунті визначається комплексом факторів: фізико-хімічними властивостями (за величиною коефіцієнта гідрофобності $\log K_{ow}$, розчинністю у воді тощо), особливостями рослини, умовами культивування, типом ґрунту. Вміст діючих речовин впродовж вегетаційного періоду залежить від норми застосування та початкової кількості (вихідний токсичний потенціал) сполуки (рис. 1).

Для імідаклоприду з н.в. 300 г/т початковий токсичний потенціал у рослинах фіксували на рівні 4,8 мг/кг, а для клотіанідину і імідаклоприду, за застосування з нормою витрати майже вдвічі меншою (116,5 г/т), відповідний показник також був майже вдвічі нижчим 1,11 та 1,48 мг/кг. Проте для тіаметоксаму (н.в. 600 г/т) початковий вміст зафіксовано майже на такому ж рівні, що і для імідаклоприду за вдвічі нижчої норми застосуван-



ня — 3,9 мг/кг, що імовірно можна пояснити явищем квазі-рівноваги (quasi-equilibrium) [18], яке з погляду класичної хімії позиціонується як насичений розчин клітинного соку щодо конкретної діючої речовини. Слід зазначити, що одним з основних метаболітів тіаметоксаму є клотіанідин, кількісний вміст якого в рослинах та ґрунті за обробки насіння, згідно з результатами різних дослідників, становив від 2,1—4,5% [19] до 10—20% [20] від тіаметоксаму. У наших дослідженнях рівні клотіанідину, утвореного з тіаметоксаму, були в цілому занадто низькими для кінетичної оцінки швидкості його утворення та детоксикації, що потребує подальших детальних досліджень. Для всіх досліджуваних сполук характерне збільшення їх вмісту в рослинах до 7-ї доби, що може свідчити про переважання процесів ксилемної транслокації над процесами трансформації. Надалі вміст діючих речовин поступово

зменшувався на усіх варіантах і до 14-ї доби знизився у 2—3 рази. В коренях, враховуючи їхню фізіологічну специфіку, досліджувані сполуки не накопичуються і спостерігається прямо пропорційна залежність «норма витрати — концентрація (вміст) діючої речовини». Завдяки високій розчинності у воді (340—4100 мг/л) та гідрофільності ($-0,13$ — $-0,91$ за $\log Kow$) у ґрунті на 5-ту добу вміст діючих речовин становив $0,65$ — $2,7$ мг/кг, а до 14-ї доби зменшився до $0,2$ — $0,5$ мг/кг відповідно до початкової норми витрати.

Детоксикація пестицидів розглядається як багатофакторний процес зменшення токсичного потенціалу (вмісту) за рахунок трансформації та транслокації, фактора біологічного розбавлення тощо і відбувається за експоненційною моделлю, що описується відповідними рівняннями (табл.), за якими можна оцінити вміст сполуки (С, мг/кг) у будь-який віддалений момент часу (t, доба), і які доцільно використовувати для первинного скринінгу неонікотиноїдів в об'єктах агроценозу (рис. 2). Імідаклоприд та клотіанідин, за застосування з од-

Критерії екотоксикологічної оцінки неонікотиноїдів за протруювання насіння сої

Діюча речовина	$k \pm 0,011$ діб ⁻¹	$T_{50} \pm 0,5$ діб	$T_{95} \pm 1,5$ діб	Модель детоксикації (R ² 0,74—0,90)
Імідаклоприд	0,110 / 0,100	6,3 / 6,9	30,8 / 29,9	$C=7,4361e^{-0,110t} / C=1,7983e^{-0,100t}$ *
Тіаметоксам	0,049 / 0,089	14,1 / 7,7	61,0 / 33,2	$C=5,2614e^{-0,049t} / C=1,8504e^{-0,089t}$
Клотіанідин	0,109 / 0,100	6,4 / 6,9	27,4 / 29,9	$C=2,2274e^{-0,109t} / C=0,8637e^{-0,100t}$

Примітки: 1) в чисельнику — для рослин, в знаменнику — для ґрунту;
2) * за норми витрати 300 г/т

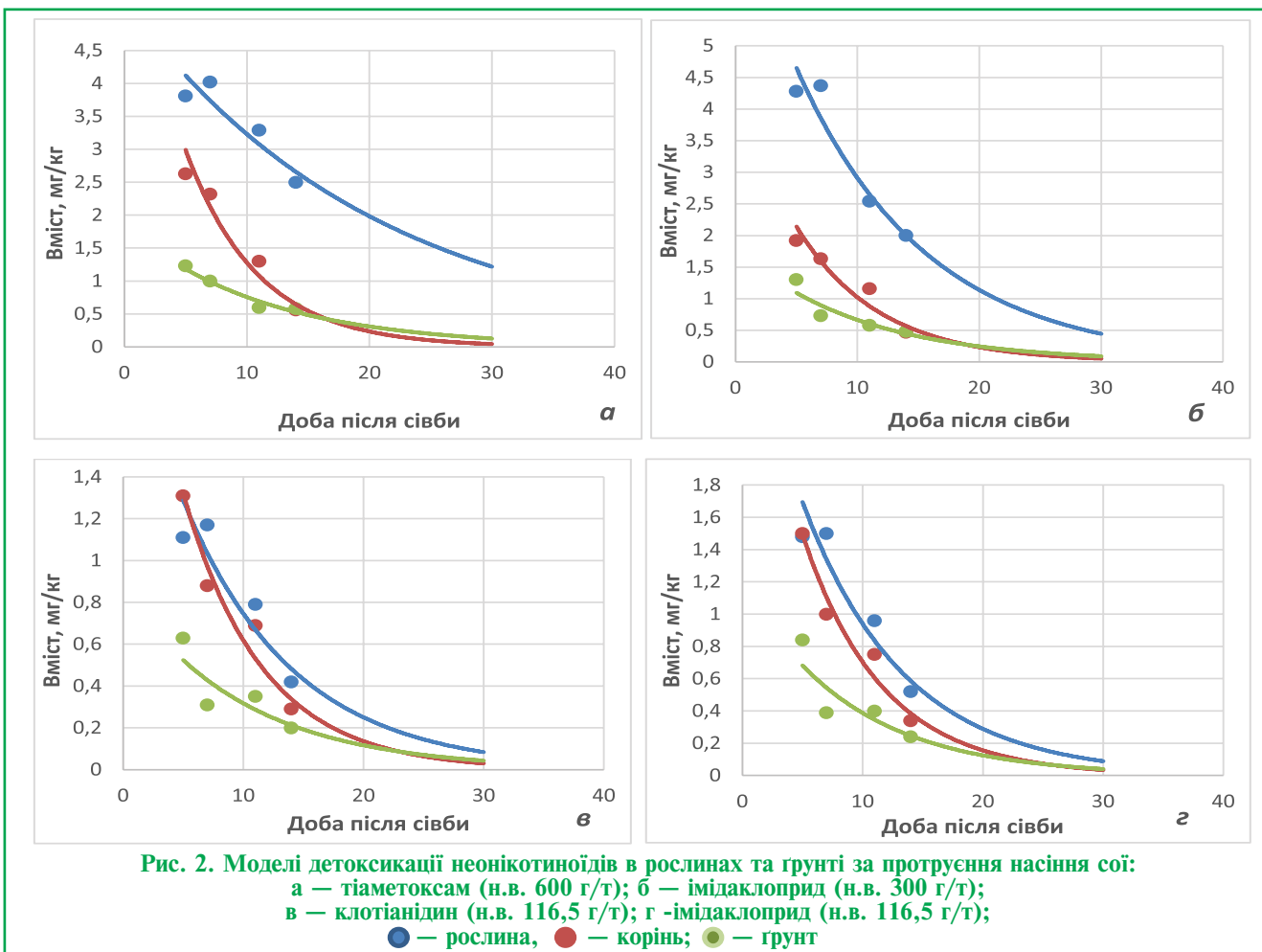


Рис. 2. Моделі детоксикації неонікотиноїдів в рослинах та ґрунті за протруєння насіння сої:
а — тіаметоксам (н.в. 600 г/т); **б** — імідаклоприд (н.в. 300 г/т);
в — клотіанідин (н.в. 116,5 г/т); **г** — імідаклоприд (н.в. 116,5 г/т);
 ● — рослина, ● — корінь; ● — ґрунт

наковою нормою витрат, початкового вмісту 1,48 та 1,11 мг/кг відповідно, і встановленою швидкістю розпаду, виявляються в рослинах на рівні гігієнічних норм (0,05 та 0,02 мг/кг відповідно) на 40–45-ту добу після сівби. При застосуванні імідаклоприду з майже вдвічі більшою нормою витрати і початковим вмістом на рівні 4,8 мг/кг, він виявляється в рослинах на максимально допустимому рівні (МДР) на 55-ту добу. Тіаметоксам з таким же початковим вмістом у рослинах та з вдвічі меншою швидкістю розпаду виявляється на рівні МДР (0,04 мг/кг) вже на 80-ту добу після сівби. У ґрунті досліджувані сполуки виявляються на рівні орієнтовно допустимої концентрації (ОДК) клотіанідину — 0,03 мг/кг, імідаклоприду — 0,04 мг/кг, тіаметоксаму — 0,1 мг/кг) на 30–40-ву добу після сівби.

Однією зі складових екологічної оцінки пестицидів та моделю їх детоксикації в агроценозі є швидкість цього процесу, яка залежить від фізико-хімічних властивостей сполук і характеризується низкою критеріїв (k — константа швидкості розпаду, T_{50} — період напіврозпаду, T_{95} — період повного розпаду). Результати досліджень свідчать, що зменшення вмісту неонікотиноїдів відбувається з різною швидкістю і k набувають значень 0,049–0,109 діб⁻¹ (для рослин) та 0,089–0,100 діб⁻¹ (для ґрунту). T_{50}/T_{95} , розраховані методом математичного моделювання, який передбачає розрахункове відтворення процесів детоксикації за фактичними даними, становлять відповідно 6,4–14,1 діб/27,4–61,0 діб (для рослин) та 6,9–7,7 діб/29,9–33,2 діб (для ґрунту) (табл.). Встановлені показники k , T_{50} , T_{95} є характеристикою персистентності пестицидів, дають змогу оцінити інтенсивність та здійснювати прогностичне моделювання процесів детоксикації неонікотиноїдів в об'єктах агроценозів.

ВИСНОВКИ

За регламентованого застосування препаратів на основі імідаклоприду, тіаметоксаму, клотіанідину для протруювання насіння, активні інгредієнти розпадаються в агроценозах впродовж вегетаційного періоду до рівня, що не перевищує гігієнічних норм і не забруднює довкілля.

Фінансування. Дослідження виконували в рамках завдання 24.05.01.09.П «Екологічна оцінка хімічного захисту сільськогосподарських культур» ПНД 24 «Захист рослин».

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

- Borsuah J.F., Messer T.L., Snow D.D. et al. Literature Review: Global Neonicotinoid Insecticide Occurrence in Aquatic Environments. *Water*. 2020. 12(12). 3388. <https://doi.org/10.3390/w12123388>
- The European Commission Commission Implementing Regulation (EU) No 783/2018 of 29 May 2018 amending Implementing Regulation (EU) No 540/2011 as regards the conditions of approval of the active substance imidacloprid. [(accessed on 26 February 2020)]; *Off. J. Eur. Union*. 2018. L. 132:31-34. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0783&from=EN>
- The European Commission Commission Implementing Regulation (EU) No 784/2018 of 29 May 2018 amending Implementing Regulation (EU) No 540/2011 as regards the conditions of approval of the active substance clothianidin. [(accessed on 26 February 2020)]; *Off. J. Eur. Union*. 2018. L. 132:35-39. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0784&from=EN>
- The European Commission Commission Implementing Regulation (EU) 785/2018 of 29 May 2018 amending Implementing Regulation (EU) No 540/2011 as regards the conditions of approval of the active substance thiamethoxam. [(accessed on 26 February 2020)]; *Off. J. Eur. Union*. 2018. L. 132:40-44. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0785&from=EN>
- Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. URL: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyj-reyestr-pestytsydiv-i-agrohimiaktiv-dozvolenyh-do-vykorystannya-v-ukrayini/>
- Cheng Zhang, Xinru Wang, Parminder Kaur, Jay Gan. A critical review on the accumulation of neonicotinoid insecticides in pollen and nectar: Influencing factors and implications for pollinator exposure. *Science of The Total Environment*. Vol. 899. 2023. 165670. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165670>
- Arthur David, Cristina Botías, Alaa Abdul-Sada et al. Widespread contamination of wildflower and bee-collected pollen with complex mixtures of neonicotinoids and fungicides

commonly applied to crops. *Environment International*. Vol. 88. 2016. P. 169-178. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.12.011>

8. Lin C.H., Sponsler D.B., Richardson R.T. et al. Honey Bees and Neonicotinoid-Treated Corn Seed: Contamination, Exposure, and Effects. *Environ Toxicol Chem*. 2021. 40(4):1212-1221. doi: 10.1002/etc.4957

9. Mamy L., Pesce S., Sanchez W. et al. Impacts of neonicotinoids on biodiversity: a critical review. *Environ Sci Pollut Res*. 2025. Vol. 32. 2794-2829. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-31032-3>

10. Anson R. Main, Elisabeth B. Webb, Keith W. Goynne et al. Impacts of neonicotinoid seed treatments on the wild bee community in agricultural field margins. *Science of The Total Environment*. 2021. Vol. 786. 147299. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147299>

11. Zhao Y., Yang J., Ren J. et al. Exposure Level of Neonicotinoid Insecticides in the Food Chain and the Evaluation of Their Human Health Impact and Environmental Risk: An Overview. *Sustainability*. 2020. 12(18). 7523. <https://doi.org/10.3390/su12187523>

12. Michelle L. Hladik, Anson R. Main, Dave Goulson. Environmental Risks and Challenges Associated with Neonicotinoid Insecticides. *Environmental Science & Technology*. 2018. 52 (6), 3329-3335. DOI: 10.1021/acs.est.7b06388.

13. Damian Pietrzak, Jarosław Kania, Ewa Kmiecik et al. Fate of selected neonicotinoid insecticides in soil-water systems: Current state of the art and knowledge gaps. *Chemosphere*. Vol. 255. 2020. 126981. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126981>

14. Whalen A., Catchot A.L.Jr., Gore J. et al. Temporal Profile of Neonicotinoid Concentrations in Cotton, Corn, and Soybean Resulting from Insecticidal Seed Treatments. *Agronomy*. 2021. 11(6). 1200. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061200>

15. Mota Z.L., Díaz I.A., Martínez-Ávila A.E. et al. A Review of the Adverse Effects of Neonicotinoids on the Environment. *Environments*, 2024. 11(9). 196. <https://doi.org/10.3390/environments11090196>

16. Felicia Kueh Tai, Grant L. Northcott, Jacqueline R. Beggs et al. Scarcity of pesticide data in New Zealand with a focus on neonicotinoids: A review. *Science of The Total Environment*. Vol. 2025. 970. 179044. ISSN 0048-9697. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179044>

17. Борзих О.І., Панченко Т.П., Черв'якова Л.М., Гаврилюк Л.Л. Алгоритм хіміко-аналітичного моніторингу пестицидів (Методичні рекомендації). Київ: Інститут захисту рослин НААН, 2020. 13 с. <https://doi.org/10.36495/UDC631.95alhortym/IZR2020>

18. Chiou Cary, Sheng Guangyao, Manes Milton. A Partition-Limited Model for the Plant Uptake of Organic Contaminants from Soil and Water. *Environmental science & technology*. 2001. 35. 1437-44. 10.1021/es0017561

19. Martin J Hilton, Simon N Embury, Paul A Edwards, Christine Dougan, Dean C Ricketts. The route and rate of thiamethoxam soil degradation in laboratory and outdoor incubated tests, and field studies following seed treatments or spray application. *Pest Manag Sci*, 2019, 75: 63-78. DOI 10.1002/ps.5168

20. Hrynyk I., Ilyasova G., Jankowska M. et al. Behavior of Thiamethoxam and Clothianidin in Young Oilseed Rape Plants before Flowering, Monitored by QuEChERS/LC-MS/MS Protocol. *Agriculture*. 2024. 14. 759. <https://doi.org/10.3390/agriculture14050759>

Tsurkan O.,

ORCID: 0000-0003-3370-5229

Panchenko T.,

ORCID: 0000-0002-2860-6464

Chervyakova L.,

ORCID: 0000-0002-2311-9237

Institute of Plant Protection of NAAS,

33, Vasylkivska str., Kyiv,

03022, Ukraine

Neonicotinoids for crop protection: environmental aspects of use

Goal. Ecological assessment of neonicotinoids (imidacloprid, clothianidin, thiamethoxam) for seed treatment.

Methods. The study was conducted in accordance with the conditions of the vegetation method. Soybean seeds (*Glycine max* (L.) Merr.) were treated with insecticides at the rate recommended by the manufacturers. The content of active substances was determined using chromatographic methods of analysis.

Statistical processing of the obtained data was carried out using methods of variance and regression analysis. **Results.** The distribution patterns of active substances in plants and soil are determined by a complex of factors: physicochemical properties (based on the hydrophobicity coefficient $\log K_{ow}$, water solubility, etc.), plant characteristics, cultivation conditions, soil type, and their content during the growing season depends on the rate of application and the initial amount (initial toxic potential) of the pesticide. Detoxification of neonicotinoids occurs according to an exponential model described by the corresponding equations, which can be used to estimate the content of the compound (C, mg/kg) at any remote point in time (t, day), and which are useful for their initial screening in agroecosystem objects. The reduction of neonicotinoids content occurs at different rates

(k): 0.049—0.109 days⁻¹ (for plants) and 0.089—0.100 days⁻¹ (for soil). Calculated using a mathematical modeling method, which involves the computational reproduction of detoxification processes based on actual data, T₅₀/T₉₅ are 6.4—14.1 days/27.4—61.0 days (for plants) and 6.9—7.7 days/29.9—33.2 days (for soil), respectively. **Conclusions.** With regulated use of neonicotinoid-based products for seed treatment, the active ingredients break down in agroecosystems during the growing season to levels that do not exceed hygienic standards and do not pollute the environment.

insecticides; seed treatment; modeling; ecotoxicological criteria; environmental assessment

Надійшла до редакції: 25.09.2025

Прийнята до друку: 03.11.2025

Надруковано й опубліковано онлайн:
зрудень 2025

УДК: 633.63.632.7.3/4

© В.Т. Саблук, Н.М. Свідельська, О.В. Змієвський,
В.Г. Димитров, 2025

DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2025.4.35-39>

ШКІДНИКИ ВЕРБИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ

та заходи контролю чисельності

Мета. Визначити видовий склад ґрунтових і наземних шкідників у посадках верби енергетичної, встановити щільність популяції та розробити заходи контролю їхньої чисельності. **Методи.** Польові, лабораторні, статистичні. **Результати.** Встановлено, що посадки верби енергетичної пошкоджує комплекс ґрунтових і наземних фітофагів, які за плантаційного її вирощування можуть нанести рослинам культури значної шкоди. Ґрунтові шкідники — личинки хрущів, коваліків, мідляків і хлібних жуків — пошкоджують кореневу систему рослин, грубо об'їдаючи молоді корінці. Серед наземних фітофагів найнебезпечнішими для посадок культури є вербовий листкоїд, листкові попелиці, вербова щитівка, пінниця слинява і павутинний кліщ, які висмоктують сік із листків, гілок та стовбурів. Із заходів контролю чисельності фітофагів у посадках верби енергетичної проти ґрунтових видів використовують замочування живців у розчинах інсектицидів системної дії, проти наземних — обприскування рослин інсектицидами біологічного походження, проти внутрішньостебло-

В.Т. САБЛУК,
доктор сільськогосподарських наук

Н.М. СВИДЕЛЬСЬКА

О.В. ЗМІЄВСЬКИЙ

В.Г. ДИМИТРОВ

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна

вих — організаційно-господарські — своєчасне зрізування неземної частини і використання її за призначенням. **Висновки.** Посадки верби енергетичної пошкоджують багато видів. Важливо знати видовий склад шкідників і своєчасно здійснювати заходи контролю чисельності з використанням сучасних способів захисту рослин, таких як розчини інсектицидів системної дії — Дантоп 50, ВГ (клотіанідин, 500 г/кг), Круїзер 600 FS, ТН (тіаметоксам, 600 г/л), Гаучо 600 FS, ТН (імідаклопрід, 600 г/л) та біопрепарати Лепідоцид-БТУ, р. (життездатні клітини бактерії *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, ендоспори та біологічно

активні продукти життєдіяльності бактерії: білкові кристали — ендотоксин, титр не менше 1×10^9 КУО/см³), Бітоксубацилін-БТУ, р. (життездатні клітини бактерії *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*, ендоспори — не менше 1×10^9 КУО/см³ та біологічно активні продукти життєдіяльності бактерії: білкові кристали (ендотоксин) і термостабільний екзотоксин), Актоверм, р. (комплекс природних авермектинів — Аверсектин С (0,2%), який утворюється в процесі життєдіяльності штаму-продуценту стрептоміцету *Streptomyces avermitilis* і має високу інсектицидну та акарицидну активність).

личинки; коренева система; превентивні заходи; обприскування; замочування; біопрепарати

Відповідно до Концепції виробництва і використання твердих видів біопалива енергетична верба займає одне з провідних місць у вирощуванні біоенергетичних культур [1—3]. Нові сорти і гібриди цієї культури за врожайністю біомаси та ефективністю

кумуляції сонячної енергії забезпечують високий вихід біомаси високої якості [4]. Але, незалежно від сортової приналежності, вона пошкоджується комплексом фітофагів — ґрунтовими, наземними і внутрішньостебловими. Кондиціонування їжі для комах не впливає на експресію стійкості до них диплоїдних видів верби (*Salix L.*), тому визначення видового складу шкідників та встановлення загрози від них плантаційним посадкам культури завжди було актуальним і заслуговує особливої уваги [5]. В Україні вирішенням даної проблеми займається Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН [6, 7].

Виявлення фітофагів та їх облік здійснюється відповідно до розробленої методики, якою передбачено використання різних способів проведення цих досліджень. Зокрема, виявлення і облік ґрунтових шкідників здійснюється за допомогою ґрунтових розкопок, а наземних — візуальним оглядом рослин, використанням клеєвих стрічок чи клеєвих поверхонь тощо. Крім того, у методиці наведено шкали визначення ступеня пошкодження рослин біоенергетичних культур листогризучими і сисними фітофагами [8].

Щодо заходів контролю чисельності шкідників то вони направлені проти кожного із цих способів пошкодження ними рослин верби енергетичної, а саме — проти ґрунтових шкідників, наземних видів і тих, що пошкоджують внутрішню частину стебел. Зокрема, проти ґрунтових шкідників важлива роль відводиться допосадковому замочуванню живців у розчинах інсектицидів системної дії, проти наземних видів — обприскуванню рослин біологічними препаратами, проти внутрішньостеблових шкідників важливу роль відіграє своєчасне зрізування надземної частини посадок для її використання як твердого біопалива [9].

Мета досліджень — визначити видовий склад шкідників у посадках верби енергетичної, встановити щільність їхніх попу-

ляцій та розробити заходи контролю чисельності.

Завдання досліджень. Провести моніторинг заселеності посадок верби енергетичної фітофагами, визначити видовий склад, встановити динаміку чисельності та розробити заходи контролю чисельності з використанням сучасних екологічно безпечних способів захисту рослин, таких як допосадкове замочування живців у розчинах інсектицидів системної дії проти ґрунтових шкідників і обприскування посадок препаратами біологічного походження проти наземних видів.

Методика досліджень. Дослідження проводили в умовах Білоцерківської дослідно-селекційної станції (БЦДСС) Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (ІБКіЦБ) НААН України у 2023—2024 рр.

Ґрунти — чорноземи солонцюваті та слабкосолонцюваті. Досліди проводили у трьох повторностях. Розмір дослідної ділянки — 50 м².

Для контролю чисельності **ґрунтових шкідників** живці перед висаджуванням замочували у 1—3% розчинах інсектицидів системної дії — Дантоп 50, ВГ (клотіанідин, 500 г/кг), Круїзер 600 FS, ТН (тіаметоксам, 600 г/л), Гаучо 600 FS, ТН (імідаклоприд, 600 г/л). Щільність популяції цих фітофагів (фактор А: Видовий склад шкідників) встановлювали за розкопування ґрунту у весняний і осінній періоди (фактор В: Сезонність обліку). Розмір ям 50 × 50 × 50 см.

Контроль чисельності **наземних шкідників** здійснювали методом обприскування посадок інсектицидами біологічного походження (фактор А: Біоінсектициди) — Лепідоцид-БТУ, р. (життездатні клітини бактерії *Bacillus thuringiensis var. kurstaki*, ендоспори та біологічно активні продукти життєдіяльності бактерії: білкові кристали — ендотоксин, титр не менше 1×10^9 КУО/см³), 10 л/га; Бітоксисабацилін-БТУ, р. (життездатні клітини бактерії *Bacillus thuringiensis var. thuringiensis*, ендоспори — не менше 1×10^9 КУО/см³ та біологічно

активні продукти життєдіяльності бактерії: білкові кристали (ендотоксин) і термостабільний екзотоксин), 10 л/га; Актоверм, р. (комплекс природних авермектинів — Аверсектин С (0,2%), який утворюється в процесі життєдіяльності штаму-продуценту стрептоміцету *Streptomyces avermitilis* і має високу інсектицидну та акарицидну активність), 5 л/га і еталону Енжіо 247 SC, КС (0,2 л/га). Норма витрати робочого розчину 300 л/га. Фактор В: Видовий склад шкідників.

Ефективність заходів проти ґрунтових фітофагів визначали за кількістю збережених рослин через 30 діб після посадки, а проти наземних — через 14 діб після обприскування рослин інсектицидами.

Щільність популяції наземних фітофагів визначали, оглядаючи подекадно по 15 рослин на двох діагоналях ділянки, починаючи з першої декади червня.

Ступінь пошкодження рослин верби енергетичної **внутрішньостебловими шкідниками** визначали за наявністю на її стеблах проточених ходів, через які виходять назовні імаго фітофагів (жуки чи метелики) після завершального розвитку популяції.

Результати досліджень та обговорення. Проведені дослідження із встановлення видового складу фітофагів у посадках верби енергетичної і розроблення заходів контролю чисельності в умовах Білоцерківської дослідно-селекційної станції підтверджують висновки ряду авторів [10, 11, 12], що за плантаційного вирощування цієї культури зберігається небезпека масового накопичення на полях шкідливих комах, які можуть нанести значних збитків рослинам. Зокрема, результати подекадних обстежень посадок верби енергетичної свідчать про те, що на рослинах культури виявлено комплекс як листогризучих так і сисних фітофагів, які живляться її зеленими листками, грубо обгризаючи їх, і соком, висмоктуючи його з різних частин рослин — з гілок, стовбурів, листків (табл. 1).

Серед листогризучих шкідни-

ків найбільш небезпечними для верби є листкоїд вербовий (*Clytra laeviuscula* R., Chrysomelidae, Coleoptera), вербові довгоносики — зелений вербовий слоник (*Phyllobius virideaeris* L., Curculionidae, Coleoptera), листковий слоник стомлений (*Phyllobius fessus* L., Curculionidae, Coleoptera), горностаєва міль (*Yponomeuta rorrellus* Hbn., Yponomeutidae, Lepidoptera), а із сисних видів — вербова попелиця (*Aphis saliceti* Kalt., Aphididae, Homoptera), щитівка вербова (*Chionaspis salicis* L., Diaspididae, Homoptera), пінниця слинява (*Philaenus spumarius* L., Aphrophoridae, Homoptera), павутинний кліщ (*Tetranychus urticae* Koch., Acariformes, Tetranychida).

Щільність популяції цих фітофагів у різні періоди росту і розвитку рослин верби енергетичної неоднакова. Зокрема, чисельність жуків листкоїда вербового найбільшою виявлена за роки досліджень у другій половині вегетації (III декада липня) — 23,2 екз./10 рослин, а найменшою у червні — 0,2—2,3 екз./10 рослин. Щодо листових довгоносиків — найбільша щільність популяції цих фітофагів фіксується на початку літа, у червні, липні — 16,2—21,2 екз./10 рослин. Пінниця слинява, навпаки, з'являється на рослинах верби енергетичної у другій половині вегетації рослин — липні, серпні і навіть в осінню пору. Щодо інших сисних фітофагів, таких як попелиця вербова, щитівка вербова, павутинний кліщ, то вони виявляються упродовж всього

літнього періоду вегетації рослин із деяким збільшенням чисельності у другій його половині — липні, серпні.

Серед цієї групи сисних фітофагів найбільший бал заселення рослин павутинним кліщем у другій половині літа — 2,1—2,4, а також щитівкою вербовою — 1,7—1,8, вербовою попелицею — 1,8—2,7 бала. У цей період (наприкінці червня — у липні) спостерігається також найбільший бал заселення рослин гусеницями горностаєвої молі — 1,2—3,0 бала.

Із ґрунтових шкідників найбільшою їхня чисельність є в осінню пору. Зокрема, у цей період чисельність личинок коваликів (Elateridae, Coleoptera) становила 4,3 екз./м², личинок хрущів (Scarabaeidae, Coleoptera) — 3,2, личинок мідляків (Tenebrionidae, Coleoptera) — 2,1, личинок хлібних жуків (Scarabaeidae, Coleoptera) — 1,2, гусениць озимої совки (Noctuidae, Lepidoptera) — 0,6 екз./м², що більше ніж було виявлено навесні у 0,15—2,1 раза (табл. 2).

Крім наземних і ґрунтових шкідників рослини верби енергетичної 3—5-річного віку пошкоджують внутрішньостеблові фітофаги: гусениці склівки великої (*Sesia apiformis* L., Aegeridae, Lepidoptera) і червиці в'їдливої (*Zeuzera pyrina* L., Cossidae, Lepidoptera); личинки тремекса березового (*Tremex fuscicornis* F., Siricidae, Hymenoptera) (табл. 3).

За даними обстежень кожним із цих шкідників пошкоджено від 1,7 до 4,8% рослин, що ослаблює

стволи верби і в багатьох випадках вони у місцях проникнення гусениць чи личинок надломлюються під впливом вітрів чи інших причин, що негативно позначається на врожаю біомаси, яка могла б бути використана за призначенням.

Заходи контролю чисельності фітофагів можна поділити на превентивні, викоринючі і організаційно-господарські. Для попередження пошкоджень живців ґрунтовими фітофагами перед висаджуванням у ґрунт здійснювали допосадкове замочування їх у розчинах інсектицидів системної дії. Використання цього заходу сприяло збереженню від фітофагів значної кількості висаджених у ґрунт живців, а відтак і рослин цієї культури порівняно з контролем упродовж перших 30 діб росту та розвитку. Як свідчать отримані дані у варіантах без використання інсектицидів збережено від шкідників всього 64% рослин верби, тоді як використання даного заходу сприяло збільшенню цього показника до 81,0—100,0% (табл. 4).

2. Чисельність ґрунтових шкідників у посадках верби енергетичної, екз./м² (БЦДСС, середнє за 2023—2024 рр.)

Фактор А: Видовий склад шкідників	Фактор В: Сезонність обліку	
	Весна	Осінь
Личинки хрущів	1,8	3,2
Личинки коваликів	2,1	4,3
Личинки мідяків	1,6	2,1
Личинки хлібних жуків	0,8	1,2
Гусениці озимої совки	0	0,6
Примітка: НІР _А = 0,4 екз./м ² ; НІР _В = 0,3 екз./м ² ; НІР _{АВ} = 0,5 екз./м ²		

1. Щільність популяції фітофагів у посадках верби енергетичної, БЦДСС, середнє за 2023—2024 рр.

Видовий склад фітофагів	Одиниця виміру	Щільність популяцій наземних фітофагів за подекадного обліку								
		червень			липень			серпень		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Листкоїд вербовий	Екз. / 10 рослин	0,2	1,2	2,3	8,0	8,0	23,2	13,1	7,6	5,4
Листкові довгоносики		16,2	21,2	19,8	17,6	1,4	1,6	0,2	0,8	0
Пінниця слинява	Бал заселення	0	0	0	0	1,2	1,0	2,6	2,2	2,3
Горностаєва міль	Екз. / 10 рослин	1,0	1,0	2,3	2,0	3,0	1,2	0	0	0
Вербова попелиця		1,3	1,4	1,3	2,7	2,6	1,4	1,8	2,3	2,0
Щитівка вербова		1,0	1,0	1,0	1,7	1,7	1,3	1,8	1,4	1,5
Павутинний кліщ		1,0	1,0	1,6	1,6	2,1	2,4	2,2	2,0	2,3
Примітка. Бал заселення рослин верби фітофагами: 1 — до 10% рослин, 3 — до 25%; 5 — до 50%; 7 — до 75%; 9 — всі рослини заселені шкідниками										

3. Пошкодженість посадок верби енергетичної 4—5-річного віку внутрішньостебловими шкідниками, % (БЦДСС, середнє за 2023—2024 рр.)

Фактор А: Видовий склад шкідників	Фактор В: Сезонність обліку	
	Весна	Осінь
Гусениці склівки великої	3,2	4,7
Гусениці червиці в'їдливої	1,7	3,9
Личинки тремекса березового	4,1	4,8
Примітка: НІР _А = 0,5%; НІР _В = 0,4%; НІР _{АВ} = 0,7%		

4. Збереженість рослин верби від ґрунтових шкідників за використання замочування живців у розчинах інсектицидів системної дії (БЦДСС, середнє за 2023—2024 рр.)

Інсектициди	Концентрація робочого розчину, %	Висаджено живців, шт.	Збережено рослин через 30 діб після висаджування	
			шт.	%
Круїзер 600 FS, TH	1,0	10	8,1	81
	2,0	10	9,2	92
	3,0	10	10,0	100
Дантоп 50, ВГ	1,0	10	9,0	90
	2,0	10	9,4	94
	3,0	10	10,0	100
Гаучо 600 FS, TH	1,0	10	8,6	86
	2,0	10	9,2	92
	3,0	10	10,0	100
НІР _{0,05}	—	—	1,1	11

Примітка: чисельність личинок хрущів — 1,6 екз./м², личинок хлібних жуків — 2,5 екз./м², личинок коваликів — 2,3 екз./м²

Слід зазначити, що використання більшої концентрації інсектициду забезпечило збереження 100% рослин, тоді як менша норма витрати хімічного препарату у робочому розчині не сприяла повній захищеності молодих рослин верби енергетичної від пошкодженості ґрунтовими фітофагами у початковий період вегетації.

Застосування біоінсектицидів проти наземних шкідників верби енергетичної забезпечило високу ефективність контролю чисельності (табл. 5).

За даними обліків використання препаратів біологічного походження (Лепідоцид, Бітоксубацилін і Актонерм) сприяло зниженню щільності популяції листогризучих шкідливих комах (вербового листкоїда, листових довгоносику, горностаєвої молі — на 66,4—72,5%) та сисних фітофагів (вербової попелиці і пінниці слинявої — на 45,2—53,2%). Ефективність проти цих шкідників синтетичного інсектициду Енжіо 247 SC, КС була вищою, порівняно з біоінсектицидами, на 24,8—54,8%. Особливо помітною була різниця ефективності біопрепаратів і синтетичного інсектициду проти

5. Ефективність біоінсектицидів проти наземних шкідників верби енергетичної, % (БЦДСС, середнє за 2023—2024 рр.)

Фактор А: Біоінсектицид	Норма витрати, л/га	Фактор В: Видовий склад шкідників				
		Вербовий листоїд	Вербова попелиця	Горностаєва міль	Листові довгоносики	Пінниця слинява
Лепідоцид	10,0	66,4	47,5	84,2	79,4	54,5
Бітоксубацилін	10,0	71,6	45,2	78,6	68,7	48,1
Актонерм	5,0	75,2	49,1	71,4	72,6	53,2
Енжіо 247 SC, КС (еталон)	0,2	95,3	100	100	100	100

Примітка: НІР_А=0,8%; НІР_В=1,4%; НІР_{АВ}=1,8%

сисних шкідників порівняно з цим показником проти листогризучих фітофагів. Пояснити даний факт можна тим, що біоінсектициди дещо м'якше, порівняно з хімічним препаратом, діють на комах контактно, а системна дія проти них практично відсутня. Крім того, проти листогризучих шкідників біоінсектициди проявляють головним чином внутрішньокишкову дію, яка є основною складовою ефективності проти цієї групи фітофагів.

Щодо контролю чисельності внутрішньостеблових комах у посадках верби енергетичної то в даному випадку діють лише організаційно-господарські заходи. Зокрема, враховуючи те, що склівки, червиці і тремекси головним чином заселяють плантації 2—3-річних посадок, а гусениці і личинки цих комах мають 2-річний цикл розвитку, найраціональнішим способом захисту посадок культури від значного пошкодження фітофагами є зрізування 3—4-річних рослин і використання їх за призначенням. Затримка з проведенням даного заходу може призвести до значних втрат сировини.

ВИСНОВКИ

Плантаційні посадки верби енергетичної заселяють комплекси ґрунтової і наземної ентомофауни. Зокрема, із ґрунтових шкідників кореневу систему рослин цієї культури пошкоджують личинки хрущів, коваликів, мідляків і хлібних жуків, а наземну частину — жуки вербового листкоїда, листових довгоносику і гусениці горностаєвої молі, які грубо обгризають листки рослин. Сисні види, такі як вербова попе-

лиця, щитівка вербова і пінниця слинява висмоктують сік з різних наземних частин рослин — листків, стовбурів, гілок. Використання допосадкового замочування живців у розчинах інсектицидів системної дії забезпечило збереження 81,0—100,0% живців, а відтак і рослин верби енергетичної від ґрунтових шкідників упродовж перших 30 діб росту та розвитку. Ефективність біоінсектицидів за обприскування ними посадок проти листогризучих фітофагів становила 66,4—72,5%, а проти сисних видів — 42,2—53,2%.

Фінансування. Дослідження проводили в рамках виконання завдання 26.00.02.18 П «Розроблення системи захисту біоенергетичних культур від шкідників» (2022—2024 рр.).

Конфлікт інтересів. Автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Роїк М.В., Ганженко О.М., Тимошук В.Л. Концепція виробництва твердого біопалива з біоенергетичних рослин в Україні. Біоенергетика. 2015. №1. С. 5—8.
2. Фучило Я.Д. Плантаційне лісовирощування в Україні: перспективи розвитку. Наукові праці ЛАНУ. Львів: РВВНЛТУ України, 2008. Вип. 6. С. 97-99.
3. Fuchylo YA., Pasichnyk L., Kalinichenko A. Bioenergy willow: protection from the negative impact of biological factors. Renewable energy sources theory and practice. Vol II Edited by Izabela Pietkun-Greber and Pawel Ratuszny. 2017. P. 144-162. Copyright by University of Opole, Opole, 2017. Publication distributed free of charge.
4. Сінченко В.М., Фучило Я.Д., Ганженко О.М. та ін. Інтродукція високопродуктивних сортів енергетичної верби та технологічні аспекти її вирощування. К.: Компрінт, 2022. 206 с.
5. Björkman C., Eklund K., Lehrman A., Stenberg J. Food Conditioning Affects Expression of Insect Resistance in Diploid Willows (*Salix*

spp.). American Journal of Plant Sciences. 2013. 4. 48-52. doi: 10.4236/ajps.2013.41008.

6. Енергетична верба: технологія вирощування та використання. Вінниця: Твори, 2023. С. 194-211.

7. Саблук В.Т. Шкідники біоенергетичних культур. Новітні агротехнології: теорія та практика. 2017. С. 37-40.

8. Методика досліджень з виявлення та обліку шкідників і хвороб біоенергетичних культур. ТОВ «Нілан-ЛТД», 2023. 32 с.

9. Саблук В.Т., Грищенко О.М., Смирних В.М. та ін. Шкідники верби енергетичної та заходи контролю їхньої чисельності. Збірник наукових праць ІБКіЦБ. 2018. Вип. 26. С. 41-48.

10. Nordman E.E., Robison D.J., Abrahamson L.P., Volk T.A. Relative resistance of willow and poplar biomass production clones across a continuum of herbivorous insect specialization: Univariate and multivariate approaches. Forest Ecology and Management. 2005. 217(2-3). 307-318. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.06.009>

11. Royle D.J., Ostry M.E. (1995). Disease and pest control in the bioenergy crops poplar and willow. Biomass and Bioenergy. 9(1-5). 69-79. [https://doi.org/10.1016/0961-9534\(95\)00080-1](https://doi.org/10.1016/0961-9534(95)00080-1)

12. Dalin P., Kindvall O., Björkman C. (2009). Reduced Population Control of an Insect Pest in Managed Willow Monocultures. PLoS One, 4(5), 5487. doi: 10.1371/journal.pone.0005487

Sabluk V.,

ORCID: 0000-0002-6124-4346

Svidelska N.,

ORCID: 0000-0002-4566-2310

Zmievisky O.,

ORCID: 0009-0004-2743-1131

Dymytrov V.,

ORCID: 0000-0002-7751-0186

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS of Ukraine, 25, Klinichna str., Kyiv, 03110

Soil and above-ground of energy willow and measures to control population

Goal. To determine the species composition of soil and above-ground pests in energy willow plantations, assess population density, and develop measures to control their numbers. **Methods.** Field, laboratory, and statistical methods. **Results.** It was established that energy willow plantations are damaged by a complex of soil and above-ground phytophagous pests, which, under plantation cultivation, can cause significant harm to the plants. Soil pests — larvae of May beetles, click beetles, darkling beetles, and wheat beetles — damage the root system by severely gnawing young roots. Among above-ground phytophages, the most dangerous for the plantations are the willow leaf beetle, leaf aphids, willow scale insect, meadow froghopper, and spider mite, which suck sap from leaves, shoots, and stems. Control measures in energy willow plantations include soaking cuttings in solutions of systemic insecticides against soil pests, spraying plants with biological insecticides against above-ground pests, and organizational/management measures against stem-boring spe-

cies — timely cutting and proper utilization of the above-ground biomass. **Conclusions.** Energy willow plantations are damaged by many pest species. It is important to know the species composition of the pests and to implement timely control measures using modern plant protection tools, such as systemic insecticide solutions — Dantop 50 WG (clothianidin, 500 g/kg), Cruiser 600 FS (thiamethoxam, 600 g/L), Gaucho 600 FS (imidacloprid, 600 g/L) — and biological preparations Lepidocid-BTU (viable cells of *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, endospores, and biologically active products of bacterial metabolism: protein crystals — endotoxin, titer not less than 1×10^9 CFU/cm³), Bitoxibacilin-BTU (viable cells of *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*, endospores not less than 1×10^9 CFU/cm³, protein crystals (endotoxin) and thermostable exotoxin), and Actoverm (a complex of natural avermectins — Aversectin C (0.2%) produced by *Streptomyces avermitilis*, with high insecticidal and acaricidal activity).

larvae; root system; preventive measures; spraying; soaking; biological preparations

Надійшла до редакції: 15.05.2025

Прийнята до друку: 31.07.2025

Надруковано й опубліковано онлайн: грудень 2025

УДК 632.78:635.33:633.044

© Ю.О. Ткаленко, О.В. Шита, 2025

DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2025.4.39-44>

ПОШИРЕННЯ БЛОКРИЛКИ КАПУСТЯНОЇ В УКРАЇНІ

Мета. Проаналізувати динаміку поширення білокрилки капустиної (*Aleyrodes proletella* L.) в Україні на базі даних Держпродспоживслужби, літературних джерел і власних спостережень. **Методи.** Інформаційно-аналітичний (збір та аналіз матеріалів), польовий — моніторинг фітофага у ФГ «Злагода» (Київська обл., Білоцерківський р-н) у 2022—2024 рр.; лабораторний — ідентифікація шкідника у лабораторії технології застосування пестицидів Інституту захисту рослин НААН (ІЗР НААН). **Результати.** Білокрилка капуста (*Aleyrodes proletella* L.) — багатодіний фітофаг з

Ю.О. ТКАЛЕНКО

О.В. ШИТА,

кандидат сільськогосподарських наук

Інститут захисту рослин НААН,

вул. Васильківська, 33, м. Київ,

03022, Україна

високою інтенсивністю розмноження, який розвивається в 5—6-ти повних поколіннях впродовж вегетаційного періоду залежно від погодних умов. Заселяє багато культур, що належать

до 12-ти ботанічних родин, але основними є рослини родини капустяних (Brassicaceae). Згідно з результатами проведених досліджень і даних Держпродспоживслужби упродовж 2016—2024 рр. на території України фіксували розвиток білокрилки капустиної. Вперше появу шкідника зафіксовано в 2016 р. у західних областях, у 2022 його вже виявили у 13-ти, а у 2024 р. фітофаг поширився у всіх областях України. **Висновки.** Станом на 01.01.2025 р. ареал білокрилки капустиної на території України охоплює усі зони: Полісся, Лісостеп і Степ, а площі її поширення збільшуються. Проведе-

ний моніторинг дав змогу встановити, що в зоні Лісостепу України фітофаг заселяє усі види капусти: пекинську, савойську, брюсельську, цвітну, броколі, білокачанну, червонокачанну капусту, із бур'янів — редьку дику, суріпицю звичайну, гірчицю польову, грицики звичайні. Virізняється тим, що не пошкоджує рослини родини гарбузових, зокрема, гарбуз, огірок, диню, кабачки кавун, патисони.

***Aleyrodes proletella* L.; шкідливість; заселеність; чисельність; капустяні**

Уперше білокрилку виявили у 1870 р. в Англії. Спочатку вона мала статус шкідника закритого ґрунту, оскільки заселяла й пошкоджувала культури виключно в теплицях. Але пізніше зайняла свою нішу й у відкритому ґрунті, а в останні роки швидко поширюється в польових агроценозах [1, 2].

Білокрилка капустяна (*Aleyrodes proletella* L.) належить до ряду напівтвердокрилих (Hemiptera) родини білокрилок (Aleyrodidae), широко поширилася на материках світу — в Африці, Австралії, Азії (на Тайвані), Південній Америці (Бразилії), а з 1993 р. відома і в північно-східних штатах США [3—5]. Така широка територія присутності свідчить про високі адаптаційні можливості фітофага, який досить швидко і добре пристосовується до кліматичних умов. Сприяє розповсюдженню фітофага інтенсивне транспортування по всьому світу рослин-господарів та наявність постійної кормової бази у країнах, що дозволяє продовжувати експансію на нові території у всьому світі [4, 6, 7].

Широкого поширення набув фітофаг і у країнах ЄС з 2000 року. В Італії білокрилка капустяна відома, як шкідник білоголової капусти, у Великобританії — білоголової, цвітної, брюсельської, броколі, грюнколю, брукви та ріпи [8, 9]. У Німеччині виявлена набагато раніше як шкідник капустяних, головним чином грюнколю (капусти кале). Але загроза для вирощування капустяних культур актуалізувалася після 2000 року, особливо для посівів грюнколю і уже по-

над двадцять років є шкідливим видом у Німеччині, масово розмножується на кількох видах капусти: брюсельській, кале, кольрабі та савойській. На півночі Німеччини посіви ріпаку слугують оптимальним середовищем для перезимівлі шкідника. У 2010 р. зафіксовано масове розмноження поліфагу за чисельності до 60000 імаго і личинок на рослину [10].

За даними польських дослідників у Польщі налічується 18 видів білокрилок, з яких три інвазійні: *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum* та *Massilieuroides chittendeni*, а білокрилка капустяна *Aleyrodes proletella* є місцевим видом. Вперше виявлена в Польщі в 1930-х роках, і до 2014 р. не становила великої загрози для капустяних культур (Brassicaceae). Але у 2015 р. поширилася у 20-ти регіонах, за винятком східних Судетів, східних Бескидів, Тшебницького узгір'я і Татр, альтернативно заселяла посіви брукви, ріпи та гірчиці. Також фітофаг у Польщі зустрічається в дикій природі на дикорослих рослинах кількох ботанічних родин: на чистотілі (*Chelidonium majus* L.), городній капусті (*Capsicum annuum* L.), молочаї мидалолистому (*Euphorbia amygdaloides* L.) та грушанці зеленоцвітній (*Pyrola chlorantha* L.), але найпоширеніше та наймасовіше — на чистотілі [11].

Нині і в Україні білокрилка капустяна є одним із найшкідливіших видів комах у посівах капустяних культур, ареал якої впродовж останніх десяти років суттєво розширюється [12, 13].

Проведені дослідження щодо стійкості сортів проти білокрилки капустяної свідчать, що серед 432 зразків, які включали дикорослий матеріал та сорти, стійкі зразки були виявлені серед сортів капусти білоголової *Brassica oleracea* var. *capitata* та у видів *Brassica villosa* Biv. і *Berteroa incana* (L.) DC [14]. Встановлено, що стійкість у капусти проявляється лише у рослин віком щонайменше 12 тижнів, а у диких видів вже починає проявлятися у 6 тижнів, що засвідчує про важливість диких «родичів» сільськогосподар-

ських культур для пошуку стійкості генів проти шкідників.

Капустяна білокрилка зимує на рослинних рештках, під корою дерев у стадії яйця, личинки, німфи [15, 16]. Імаго білокрилки капустяної завдовжки до 2 мм, тіло й обидві пари крил укрите борошністим, білого кольору, восковим секретом — від цього й походить назва шкідника (рис. 1). За шкідливістю на овочевих культурах фітофаг посідає одне з перших місць.

У своєму розвитку білокрилка проходить три стадії: імаго, яйце, личинки (німфи). На одній рослині можуть водночас знаходитися усі фази розвитку фітофага [17—19].

Найбільше шкодять рослинам личинки білокрилки, які у своєму розвитку супроводжуються трьома линьками. Воскові залози виділяють навколо личинки восковий бар'єр, який щільно прикріплюється до поверхні листка. Після першої линьки в личинок сильно зменшуються ноги й вусики, відтак вони стають нерухомими. У личинки четвертого віку змінюється і форма тіла: воно роздувається, перебуває під захистом воскової капсули, перестає житися, формуються крила, довгі ноги, вусики та інші органи дорослої комах (рис. 2).

Залежно від температури повітря кожна личинкова стадія триває від трьох до восьми діб [20]. Активно пересувається тільки личинка першого віку (повзун). До останньої линьки личинки IV віку (пупарій) перестає житися, покривається воскоподібною речовиною й переходить у стадію німфи, з якої відроджується імаго білокрилки. Спаровування відбувається через 12—20 годин після вильоту шкідника [21].

Усі стадії розвитку поліфага проходять тільки на нижній частині листка рослини (рис. 3). Білокрилка живиться соком рослин, що призводить до пожовтіння і деформації листків, в результаті чого розвиток рослин припиняється і суттєво знижується врожайність культур.

Ще одна шкода від фітофа-

га — на їхніх цукристих виділеннях поселяються сажисті гриби. Заселений листок спочатку покривається шаром білого нальоту, а потім чорніє, формується так звана «чернь». Розвиток сажкових грибів завдає значної шкоди рослинам, вони втрачають товарний вигляд і стають непридатними для споживання. Окрім того, білокрилка є переносником вірусних, бактеріальних і грибних хвороб, що істотно підсилює рівень її шкідливості.

Впродовж вегетаційного періоду розвивається від чотирьох до восьми поколінь, а одне покоління — за 3–4 тижні, залежно від температури і вологості повітря [22–24]. Як зазначають дослідники, саме температура навколишнього середовища має найбільший вплив на кількість поколінь за сезон [25–27].

Мета роботи — аналіз динаміки поширення білокрилки капусти у різних агрокліматичних зонах України у посівах культур родини Brassicaceae.

Методика досліджень. Ретроспективним аналізом даних Держпродспоживслужби розраховували показники поширеності та чисельності білокрилки капусти впродовж вегетаційних періодів 2016–2024 рр. в усіх агрокліматичних зонах України.

Дослідження проводили в СФГ «Злагода», Білоцерківський р-н, Київська обл. та в лабораторії технології застосування пестицидів Інституту захисту рослин НААН упродовж 2022–2024 рр.

Спостереження за розвитком фітофага та обліки заселеності і чисельності у посівах капусти культур проводили систематично, згідно із загальноприйнятими методиками, не менше одного разу в 7–10 діб. Чисельність шкідника визначали, оглядаючи по 10 рослин в 10-ти пробах, які відбирали рівномірно на середніх рядках ділянки [28–29].

Результати досліджень та обговорення. Потепління клімату в останні роки призвело до погіршення фітосанітарного стану в агроценозах України, зумовило появу нових небезпечних для

рослинництва видів комах, серед яких і білокрилка капусти.

Aleyrodes proletella L. є «новим» шкідником у відкритому ґрунті, проте останніми роками він став великою проблемою за вирощування овочевих культур родини Brassicaceae і за останні десять років розповсюдився по всій території України.

Впродовж останніх років в усіх областях України сукуп-

ність чинників (рис. 4) створила сприятливі умови для масового поширення і розмноження білокрилки капусти:

— **зміни клімату**, а саме підвищення середньорічної температури повітря і мінімальна кількість опадів, порівняно із кліматичною нормою впродовж вегетації, створюють сприятливі умови для розмноження



Рис. 1. Імаго білокрилки капусти [9]

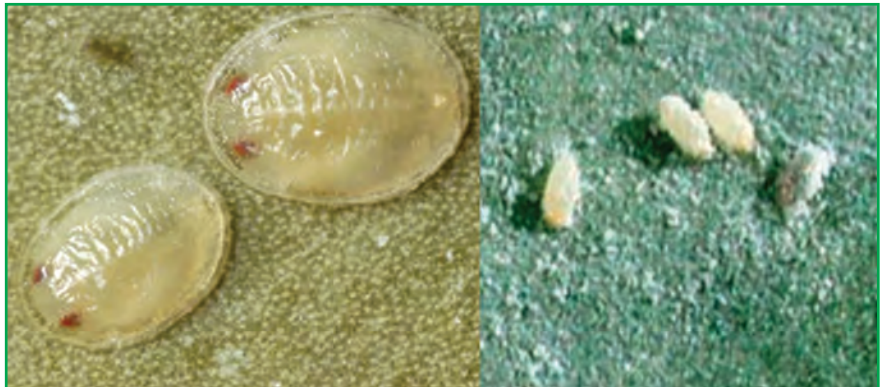


Рис. 2. Личинки та яйця білокрилки капусти [9]



Рис. 3. Заселеність різних видів капусти білокрилкою капусти (імаго і личинки): А — на білоголовій капусті; Б — на цвітній капусті (фото автора)

та розвитку шкідника, що спричиняє збільшення ризику її подальшого розповсюдження;

- **світова торгівля овочами** сприяє перенесенню шкідника з одного регіону в інший та інтенсивній міграції;
- **перезимівля фітофага у відкритому ґрунті.** Всі фази розвитку білокрилки капустияної адаптувалися до кліматичних умов усіх агрокліматичних зон України і задовільно перезимовують у затишних місцях, навіть у щілинах ґрунту, при низькій температурі (від -7 до -15°C , і навіть -18°C) і незначний сніговий покрив, що свідчить про акліматизацію та подальше поширення шкідника;
- **механізм адаптації**, який включає високу рухливість і здатність пристосовуватися до мінливих умов навколишнього середовища, що робить її стійкою до багатьох стресових факторів; високий ступінь розмноження, що призводить

до швидкого збільшення популяції впродовж вегетаційного періоду; заселення нових територій;

- **наявна кормова база**, адже у широкому масштабі заселяє і пошкоджує багато видів культурних рослин і бур'янів родини Brassicaceae.

На території України за даними моніторингу, проведеного в овочевих господарствах фахівцями Держпродспоживслужби України [12] і вченими Інституту захисту рослин НААН, вперше появу білокрилки капустияної відзначено 2016 року у західних областях: Волинській, Івано-Франківській, Львівській та Рівненській за заселеності від 6,0 до 50,0% площ і чисельності 10,0—87,5 екз./росл. [2]. У 2017 р. в областях Полісся посіви капусти заселяла білокрилка на рівні 4,0—48,0% рослин, за чисельності 10,0—69,0 екз./росл. (табл. 1).

У подальшому площі посівів капустияних культур, заселених фітофагом зростали. У поліській зоні у 2018 р. у Волинській, Закарпатській, Івано-Франківській, Львівській та Рівненській областях фіксували шкідливість

на 4,0—12,0% посівів середніх строків досягання капусти білокачанної, а у Волинській, Львівській, Рівненській та Тернопільській областях — на 5,0—25,0% пізніх строків досягання. Щільність популяції шкідника була дещо меншою, ніж у попередній рік, і становила 7,5—47,5 екз./росл.

Тривав подальший розвиток і шкідливість білокрилки упродовж вегетації 2019 р. Початок заселення посівів спостерігали у третій декаді травня, раніше, ніж у попередні роки, а масовий літ — у другій половині червня. Крім Волинської, Закарпатської, Івано-Франківської, Львівської та Рівненської областей відзначено зосередження шкідника у лісостеповій зоні: у кількох районах Вінницької та Чернівецької областей на пекінській капусті.

Ранні та середні посіви капусти білокачанної пошкоджувалися до 15,0%, максимум 45,0—50,0% рослин за чисельності 16,0—68,0 імаго та личинок на головку, а на пізній капусті шкідливість білокрилки досягала 62,0%, осередково до 100,0% рослин у Вінниць-

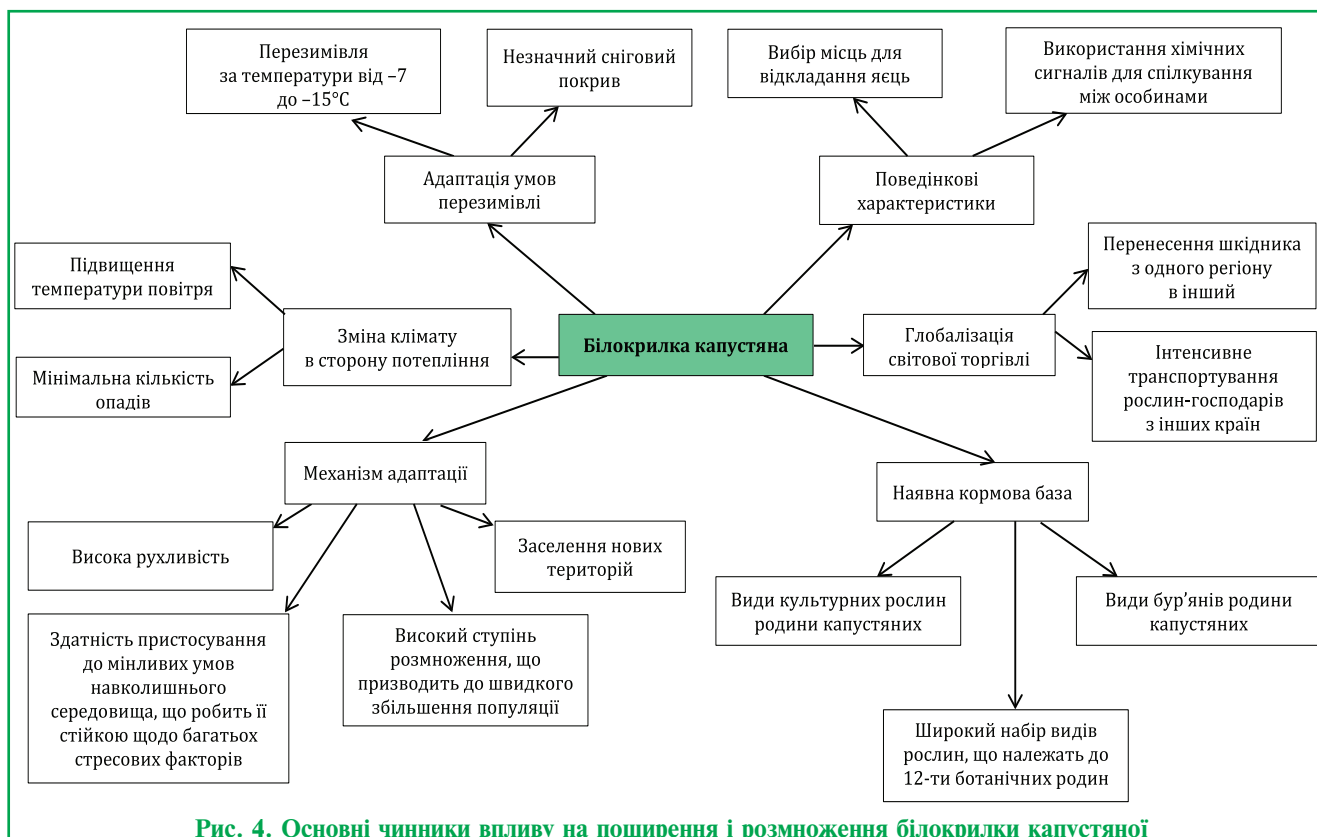


Рис. 4. Основні чинники впливу на поширення і розмноження білокрилки капустияної

1. Динаміка заселеності і чисельності білокрилки капусти в Україні (за даними ІЗР НААН і Держпродспоживслужби України)

Зона	Облікова одиниця	Рік								
		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Полісся	Заселеність, %	6,0—50,0	4,0—48,0	15,0—62,0	30,0—60,0	12,0—87,0	6,0—25,0 (45,0)*	15,0—80,0 (100,0)*	20,0—48,0 (65,0)*	26,0—42,0 (65,0)*
	Чисельність, екз./роsl.	10,0—87,5 (201,0)*	10,0—69,0	7,5—47,5	16,0—68,0	7,0—15,0 (45,0)*	6,0—48,0 (120,0)*	18,0—56,0	13,0—32,0 (150,0)*	13,0—32,0 (120,0)*
Лісостеп	Заселеність, %	—	—	—	70,0—100,0	8,0—26,0	25,0—83,0 (90,0)*	23,0—85,0 (90,0)*	5,0—60,0 (100,0)*	23,0—83,0 (100,0)*
	Чисельність, екз./роsl.	—	—	—	28,0—100,0 осередково	20,0—60,0	45,0—63,0 (500,0)*	15,0—45,0 (120,0)	12,0—52 (75)*	20,0—62,0 (84,0)*
Степ	Заселеність, %	—	—	—	—	—	5,0—20,0	9,0—45,0	15,0—40,0 (90,0)*	15,0—35,0 (88,0)*
	Чисельність, екз./роsl.	—	—	—	—	—	10,0—68,0 (380,0)*	30,0—90,0	15,0—27,0 (70,0)*	15,0—40,0

Примітка: * — у дужках максимальне (max) значення показника

кій та Рівненській областях за чисельності 28,5—85,5 екз./роsl.

У 2020 р. заселення плантацій капусти білокрилкою капустиною у лісостеповій і поліській зонах спостерігали в перших двох декадах червня. У Вінницькій, Волинській, Закарпатській, Київській, Рівненській, Чернівецькій фітофага виявлено на 12,0—87,0% обстежених посівів ранньої та середньої капусти білокачанної за чисельності 7,0—15,0, максимум 45,0 імаго та личинок на головку. Пошкодження рослин склало в середньому 5,0—20,0%, за максимуму 65,0% рослин.

На пізній капусті пошкоджено було 8,0—26,0%, осередково 78,0—100,0% рослин у Волинській, Рівненській та Чернівецькій областях за чисельності від 20,5 до 60,2 екз./роsl. Впродовж вегетаційного періоду встановлено слабкий та середній рівень шкідливості, окрім окремих господарств Чернівецької обл., де зафіксовано сильний рівень (до 10,0%).

Спостерігалось збільшення заселених площ капустиних культур білокрилкою і у 2021 р., в усіх агрокліматичних зонах України, але особливо у західних і південних областях.

У Кіровоградській, Миколаївській та Херсонській областях заселеними були 5,0—20,0% обстежених площ і 4,0—20,0% рослин за середньої чисельності від 10,0 до 68,0 екз./роsl., а у Миколаївській області зафіксовано максимальну чисельність 380 екз./роsl.

У поліській та лісостеповій

зонах фітофаг заселяв до 83,0% посівів, а у Волинській, Вінницькій, Чернівецькій та Тернопільській областях усі площі посівів капусти усіх термінів достигання.

Пошкодженість ранніх та середніх сортів капусти білокрилкою капустиною сягала 25,0%, максимум — 45,0% рослин. Чисельність шкідника варіювала в межах 6,0—48,0 екз./роsl. і максимум 120,0 імаго та личинок на головку. На пізніх сортах ці показники становили 12,0—75,0%, (максимум 90,0%) і 28,0—500,0 екз./роsl. (Чернівецька обл.).

У 2022 р. білокрилка капусти продовжила експансію на промислових посадках у 13-ти областях України. У степовій зоні, зокрема Кіровоградській та Одеській областях, заселеними були 10,0—45,0% обстежених площ за чисельності 30,0—90,0 екз./роsl.

У поліській та лісостеповій зонах площа посівів капусти усіх

термінів достигання, заселена фітофагом становила від 15,0 до 80,0%, максимально 100,0% (Волинська й Сумська області). Середня чисельність шкідника — від 11,0 до 35,0 екз./роsl., за максимальної чисельності 80,0—120,0 імаго та личинок на головку.

За сприятливих погодних умов (невисока вологість повітря на фоні підвищених температур повітря) у 2023 і 2024 рр. ареал поширення, масове розмноження та чисельність шкідника збільшувалися, насамперед на посівах капусти, як промислових, так і у приватному секторі. Середня заселеність посівів степової зони становила 15,0—37,5%, за максимальних показників до 90,0% (середня капуста, Кіровоградська обл.) і середньої чисельності 15,0—33,5 екз./роsl., максимальної до 150,0 імаго та личинок на головку на ранній та середній капусті і до 75,0 екз./роsl. на пізніх сортах культури.

2. Заселеність білокрилкою капустиною різних видів капусти (ФГ «Злагода», Київська обл., середнє за 2022—2024 рр.)

Види капусти	Заселено рослин, %	Середня чисельність, екз./роsl.	Коефіцієнт заселення
Білоголова рання	7,5—10,5/(19,0)*	6,3—14,3/(20,0)*	0,9
Білоголова пізня	23,5—68,0/(83,5)*	27,5—62,0/(80,0)*	18,2
Пекінська	100,0/(100,0)*	58,5—84,9/(91,5)*	70,0
Броколі	100,0/(100,0)*	50,0—80,0/(85,5)*	65,0
Цвітна	80,0—85,0/(100,0)*	37,0—75,0/(85,0)*	46,7
Червоноголова	3,2—10,5/(13,5)*	3,5—6,5/(15,3)*	0,3
Савойська	47,3—73,5/(80,0)*	25,0—45,3/(63,2)*	20,1
Брюсельська	6,0—8,3/(13,0)*	5,8—12,5/(15,0)*	0,7

Примітка: * — у дужках максимальне значення показника (max)

У зонах Полісся та Лісостепу заселеність посівів капусти усіх термінів досягання білокрилкою капустяною утримувалася у межах 23,0—45,0% (максимум 65,0%, Волинська, Рівненська області), 14,0—72,0% (максимум 100,0% Вінницька, Хмельницька, Черкаська обл.) і чисельності 13,0—32,0 екз./росл. (максимум 120 екз./росл.) та 16,0—56,3 екз./росл. відповідно.

За результатами власних досліджень з оцінки фітосанітарного стану посівів родини Brassicaceae впродовж 2022—2024 рр. на заселеність білокрилкою капустяною встановлено широке її поширення в лісостеповій зоні України. Відзначено заселеність усіх видів капусти фітофагом впродовж всього вегетаційного періоду.

Проведеними дослідженнями у ФГ «Злагода», Київська обл. (2022—2024 рр.) встановлено, що найбільше (до 100,0%) вже на початку вегетації заселяє білокрилка капустяна пекінську капусту і броколі, за чисельності 58,5—84,8 і 50,0—80,0 екз./росл. Відповідно, також цвітну — до 85,0% за чисельності 37,0—75,0 екз./росл. На пізніх сортах капусти білоголової і савойській показники заселеності становили 23,5—68,0% і 47,3—73,5% за щільності 11,0 і 33,6 імаго та личинок на рослину відповідно (табл. 2).

Найменше заселяв фітофаг сорти капусти червоноголової — 3,2—10,5% за середньої чисельності 3,5—6,5 екз./росл., ранні сорти білоголової — 7,5—10,5% і 6,3—14,3 екз./росл.; брюсельської — 6,0—8,3% і 5,8—12,5 екз./росл. Посіви капусти савойської заселялися від 47,3 до 73,5% за середньої чисельності 25,0—45,3 екз./росл.

У середньому за три роки проведених досліджень за показниками пошкодження культур родини Brassicaceae білокрилкою капустяною відстежується така послідовність: капуста пекінська — 100,0%, броколі — 88,5, цвітна — 72,3, пізні сорти білоголової — 47,5, савойська — 47,0, ранні сорти білоголової — 19,5, брюсельська — 4,0 і червоноголова — 3,5%.

Спостерігали заселеність білокрилкою капустяною і бур'янів з родини капустяних, серед яких домінували редька дика, суріпиця звичайна, грицики звичайні, гірчиця польова. Найменшою мірою заселялися рослини редьки дикої від 5,0 до 6,0% і грициків звичайних — 4,7—8,7%, за коефіцієнта заселення — 0,1 і 0,4, більше — суріпиця звичайна — 15,3—25,0% і гірчиця польова — 18,5—27,5% з коефіцієнтом 2,7 і 3,8 (табл. 3).

Середні показники розрахованого коефіцієнта заселення різних видів капусти білокрилкою капустяною за 2022—2024 рр. у лісостеповій зоні України: на капусті пекінській — 70,0; броколі — 65,0; цвітній — 46,2; савойській — 20,1; ранніх і пізніх сортах білоголової — 0,9 і 20,4; червоноголової — 0,3 і брюсельської — 0,7. Заселення бур'янів з родини капустяних — від 0,1 до 3,8. Специфічність фітофага щодо кормових рослин проявляється у виборі тільки певної родини рослин. Пошкодження усіх органів рослини вказують на високий «запас» шкідника та подальшу його небезпеку у посівах капустяних культур відкритого ґрунту.

ВИСНОВКИ

Широке розповсюдження білокрилки капустяної у країнах Африки, Європи, США свідчить про високі адаптаційні можливості фітофага, який досить швидко і добре пристосовується до кліматичних умов.

Зміна кліматичних умов, добра перезимівля фітофага у відкритому ґрунті і постійно наявна кормова база стали основою переходу її у розряд домінуючих фітофагів, які раніше не завдавали

економічної шкоди капустяним культурам у відкритому ґрунті.

В усіх агрокліматичних зонах України білокрилка капустяна набула масового розповсюдження. Встановлено, що за 2016—2024 рр. заселеність посівів у зоні Полісся становила 7,0—87,0% за чисельності 6,0—87,5 екз./росл.; у зоні Лісостепу — 5,0—85,0% і 12,0—85,5 екз./росл.; у Степу — 5,0—45,0% і 10,0—90,0 екз./росл. відповідно.

Показники коефіцієнта заселеності різних видів капусти білокрилкою капустяною за 2022—2024 рр. у лісостеповій зоні України упродовж вегетаційного періоду засвідчують про подальше підвищення його чисельності і шкідливості, що вимагає проведення своєчасних захисних заходів.

Стримуючим фактором для розвитку білокрилки капустяної можуть стати тривалі (більше декади поспіль) морози до -10°C і нижче, промерзання місць зимівлі та ґрунту в областях з незначним сніговим покривом.

Фінансування. Наукові дослідження проведено в Інституті захисту рослин НААН України відповідно до державної тематики 24.05.02.02.П ДР № 0121U000094 «Розроблення технологічних регламентів застосування пестицидів у посадках картоплі проти шкідливих організмів». 24.05.02.03.П ДР № 0121U000095 «Розроблення технологічних регламентів застосування пестицидів у посівах ріпаку проти шкідливих організмів».

Конфлікт інтересів. Автори декларують про відсутність конфлікту інтересів щодо представлених матеріалів.

3. Заселення білокрилкою капустяною бур'янів з родини Brassicaceae (ФГ «Злагода», Київська обл., середнє за 2022—2024 рр.)

Види сегетальної рослинності	Заселено рослин, %	Середня чисельність, екз./росл.	Коефіцієнт заселення
Редька дика	5,0—6,0/(8,5)*	2,0—3,5/(7,5)*	0,1
Суріпиця звичайна	15,3—25,0/(35,5)*	12,3—15,0/(20,5)*	2,7
Грицики звичайні	4,7—8,7/(15,8)*	4,5—7,0/(12,5)*	0,4
Гірчиця польова	18,5—27,5/(40,3)*	15,0—18,5/(31,5)*	3,8

Примітка: * — у дужках максимальне значення показника (max)

ЛІТЕРАТУРА

1. Kovaříková K., Holý K., Skuhrovec J., Saska P. The efficacy of insecticides against eggs and nymphs of *Aleyrodes proletella* (Hemiptera: Aleyrodidae) under laboratory conditions. *Crop Protection*. 2017. 98(1):40-45. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.03.013>
2. Müller V., Maiwald F., Lange G., Nauen R. Mapping and Characterization of Target-Site Resistance to Cyclic Ketoenol Insecticides in Cabbage Whiteflies. *Aleyrodes proletella* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Insects*. 2024. 15. 178. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects15030178>
3. DeBarro P.J., Carver M. Cabbage Whitefly, *Aleyrodes proletella* (L.) (Hemiptera: Aleyrodidae), Newly Discovered in Australia. *Australian Journal of Entomology*. 1997. 36(3). 255-256. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.1997.tb01464.x>
4. Evans G.A. The Whitefly (Hemiptera : Aleyrodidae) of the world and their host plants and natural enemies. *Animal Plant Health Inspection Services (APHIS)*. USDA. 2008.
5. NPAG. *Aleyrodes proletella*, Brassica whitefly. USDA. 2001.
6. Dale P.S., Hayes J.C., Johannesson J. New records of plant pests in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 1975. 19. 265-269.
7. Laurenz S., Meyhöfer R. Conservation of Non-Pest Whiteflies and Natural Enemies of the Cabbage Whitefly *Aleyrodes proletella* on Perennial Plants for Use in Non-Crop Habitats. *Insects*. 2021. 12. 774. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects12090774>
8. Nebreda M., Nombela G., Muniz M. Comparative Host Suitability of Some Brassica Cultivars for the Whitefly, *Aleyrodes proletella* (Homoptera: Aleyrodidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 2005. 23. 91-95. DOI: <https://doi.org/10.1603/0046-225X-34.1.205>
9. Franielczyk-Pietyra B., Depa Ł., Wegierek P. Morphological and histological study of the forewing of *Aleyrodes proletella* (Linnaeus 1758) (Sternorrhyncha, Hemiptera) with a comparative analysis of forewings among Sternorrhyncha infraorders. *Zoomorphology*. 2019. 138(1). 321-333. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00435-019-00449-1>
10. Iheagwam E.U. Comparative flight performance of the seasonal morphs of the cabbage whitefly, *Aleyrodes brassicae* (Wlk), in the laboratory. *Ecological Entomology*. 1977b. 2. 267-271. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.1977.tb00890.x>
11. Klasa A.A. faunistic review of Polish whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae). *Polish Journal of Entomology*. 2011. 80(2). 245-264. DOI: <https://doi.org/10.2478/v10200-011-0018-z>
12. Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин у 2016-2025 рр. URL: <https://dps.gov.ua/diyalnist/fitosanitariya-kontrol-usferi-nasinnictva-ta-rozsadnictva/fitosanitarnij-kontrol/fitosanitarnij-monitoring/zahist-roslin>
13. Ткаленко Ю.О., Шита О.В. Білокрилка капустина в Україні — небезпечний шкідник у відкритому ґрунті: поширення, шкідливість. Актуальні аспекти розвитку науки і освіти : Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та молодих науковців «Актуальні аспекти розвитку науки і освіти», 9-10 листопада 2023 р., Одеса, 2023. С. 462-463. URL: <https://osau.edu.ua/pro-universitytet/naukova-robota/materialy-konferentsij/zbirnyky-konferentsij/>
14. Plegrom K.T.B., Broekgaarden C., Voorrips R.E. et al. Host plant resistance towards the cabbage whitefly in Brassica oleracea and its wild relatives. *Euphytica*, 2015 202(2). 297-306. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-014-1306-y>
15. Adams A.J. The photoperiodic induction of ovarian diapause in the cabbage whitefly, *Aleyrodes proletella* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Insect Physiology*. 1985a. 31. 693-700. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-1910\(85\)90049-6](https://doi.org/10.1016/0022-1910(85)90049-6)
16. Niemann J.U., Menssen M., Poehling H.M. Manipulation of Landing Behaviour of Two Whitefly Species by Reflective Foils. *J. Plant. Dis. Prot.* 2021. 128. 97-108. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41348-020-00394-y>
17. Alonso D., Gomez A.A., Nombela G., Muniz M. Temperature-dependant development of *Aleyrodes proletella* (Homoptera: Aleyrodidae) on two cultivars of Broccoli under constant temperatures. *Population Ecology*. 2009. 38. 11-17. DOI: <https://doi.org/10.1603/022.038.0103>
18. Ткаленко Ю.О., Шита О.В. Особливості розвитку білокрилки капустиної в умовах Північного Лісостепу України. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (с. Центральне, 19 квітня 2024 р.). НААН, МІП ім. В. М. Ремесла, Міністерство аграрної політики та продовольства України. 2024. С. 168-169 URL: <https://www.mip.com.ua/page/730-konferentsii>
19. Holý K., Kovaříková K. Spring Abundance, Migration Patterns and Damaging Period of *Aleyrodes proletella* in the Czech Republic. *Agronomy*. Basel Vol. 14, Iss. 7, (2024): 1477. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14071477>
20. Iheagwam E.U. Effects of temperature on the development of the immature stage of the cabbage whitefly, *Aleyrodes proletella* (Homoptera: Aleyrodidae). *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 1978. 23. 91-95. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.1978.tb02735.x>
21. Byrne D.N., Bellows Jr.T.S. Whitefly biology. *Annual Review of Entomology*. 1991. 36. 431-457. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.en.36.010191.002243>
22. Iheagwam E.U. Influence of cabbage Brassica oleracea varieties and temperature on population variables of the cabbage whitefly *Aleyrodes brassicae*. *Oikos*. 1981. 36. 233-237. DOI: <https://doi.org/10.2307/3544452>
23. Iheagwam E.U. Effect of population density on the ethology and eidonomy of the cabbage whitefly *Aleyrodes brassicae* (Homoptera: Aleyrodidae). *Entomologia Generalis*. 1982. 74. 343-346. DOI: <https://doi.org/10.1127/entom.gen/7/1982/343>
24. Richter E. Population dynamics and chemical control of *Aleyrodes proletella* in vegetable brassica crops. *Julius-Kühn-Archiv*. 2010. 428. 216. https://www.openagrar.de/receive/openagrar_mods_00010807
25. Butler C.G. On the ecology of *Aleyrodes brassicae* Walk. (Hemiptera) *Transactions of the Royal Entomological Society of London*. 1938a. 87. 291-311.
26. Koca A.S., Kutuk H. Population dynamics of *Aleyrodes proletella* L. (Hemiptera: Aleyrodidae) and its parasitoids in Düzce Province of Turkey. *Journal of Plant Diseases and Protection*. New Series. 2020. 127(3). 607-614. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41348-020-00319-9>
27. Martin J.H., Mifsud D., Rapisarda C. The Whiteflies (Hemiptera: Aleyrodidae) of Europe and the Mediterranean Basin. *Bull. Entomol. Res.* 2000, 90, 407-448. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0007485300000547>
28. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур ; за ред. В.П. Омелютю. Київ: Урожай, 1986. 296 с.
29. Методики випробування і застосування пестицидів ; під ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. С. 174-175.

Tkalenko Yu.,

ORCID: 0009-0004-2074-6309

Shyta O.,

ORCID: 0000-0002-4398-7330

Institute of Plant Protection of the NAAS, 33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine
Distribution of the Cabbage Whitefly in Ukraine

Goal. To analyze the dynamics of the spread of the cabbage whitefly (*Aleyrodes proletella* L.) in Ukraine based on data from the State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection, literature sources, and our own observations. **Methods.** Information-analytical (collection and analysis of materials); field — monitoring of the phytophagous insect on the farm «Zlahoda» (Kyiv region, Bila Tserkva district) in 2022—2024; laboratory — identification of the pest in the Laboratory of Pesticide Application Technology, Institute of Plant Protection of NAAS (IPP NAAS). **Results.** The cabbage whitefly (*Aleyrodes proletella* L.) is a polyphagous pest with a high reproduction rate, developing 5—6 full generations during the growing season depending on weather conditions. It infests many crops belonging to 12 botanical families, but the primary hosts are plants of the family Brassicaceae. According to the conducted studies and the data of the State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection, the development of the cabbage whitefly was recorded in Ukraine during 2016—2024. The pest was first detected in 2016 in the western regions; in 2022 it was already found in 13 regions, and by 2024 the phytophagous insect had spread across all regions of Ukraine. **Conclusions.** As of January 1, 2025, the range of the cabbage whitefly in Ukraine covers all zones: Polissia, Forest-Steppe, and Steppe, and its distribution continues to expand. Monitoring revealed that in the Forest-Steppe zone the pest infests all types of cabbage: Chinese cabbage, savoy, Brussels sprouts, cauliflower, broccoli, white cabbage, and red cabbage; among weeds — wild radish, common charlock, field mustard, and shepherd's purse. Notably, it does not damage plants of the Cucurbitaceae family, including pumpkin, cucumber, melon, squash, watermelon, and pattypan squash.

***Aleyrodes proletella* L.; harmfulness; infestation level; population density; Brassicaceae**

Надійшла до редакції: 10.09.2025

Прийнята до друку: 04.11.2025

Надруковано й опубліковано онлайн: грудень 2025

Вітаємо з ювілеєм!



Відсвяткувала свій ювілей **Людмила Леонідівна Гаврилюк** — учений секретар Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник. Її трудова й наукова діяльність вже близько півстоліття пов'язана з названою установою.

Як висококваліфікований вчений у галузі агро-екології та екотоксикології Людмила Леонідівна сформувалася, працюючи тривалий час в лабораторії аналітичної хімії пестицидів. Її робота була спрямована на вирішення проблем щодо розробки алгоритму систематичного аналізу визначення різнополярних пестицидів, розробки методик визначення нових хімічних сполук і встановлення закономірностей динаміки транслокації та транс-

формації пестицидів в об'єктах агроценозів, розробки регламентів раціонального застосування хімічних засобів захисту рослин сучасного асортименту у різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

З 2003 по 2013 рр. Людмила Леонідівна очолювала відділ наукових досліджень з питань інтелектуальної власності та маркетингу інновацій. Свій глибокий розум та творчу енергію віддавала такій важливій справі, як розробка методології та інструментарію маркетингових досліджень для удосконалення інноваційної діяльності Інституту, а також вирішенню глобальних питань щодо просування і реалізації наукової продукції на наукоємний ринок агропромислового виробництва, роботі над алгоритмом управління капіталізацією та комерціалізацією об'єктів права інтелектуальної власності.

Найбільшою мірою талант вченого та організатора у Л.Л. Гаврилюк проявився на посаді вченого секретаря, яку вона обіймає впродовж останніх 25 років. Багато зусиль вона докладає для організації виконання установою програм наукових досліджень. До того ж упродовж 2019—2024 рр. Людмила Леонідівна була на посаді заступника директора — вченого секретаря.

Виконуючи обов'язки завідувача аспірантурою, сприяла підготовці висококваліфікованих наукових кадрів нового покоління. Через її настанови і допомогу в навчанні пройшло немало поколінь. Під науковим керівництвом Людмили Леонідівни захищена дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук зі спеціальності екологія.

Л.Л. Гаврилюк має понад 125 наукових праць, серед яких 6 деклараційних патентів на винаходи, 15 методичних вказівок з визначення мікрокількостей пестицидів у продуктах харчування та об'єктах навколишнього середовища хроматографічними методами, які затверджені як офіційні і використовуються в Україні.

Людмила Леонідівна є секретарем Вченої ради Інституту, членом методичної комісії та Ради науково-методичного центру з координації досліджень «Захист рослин та фітосанітарна безпека». Її багаторічна плідна наукова, науково-організаційна, громадська діяльність, сприяння підготовці й подальшому росту наукових кадрів є значним внеском у розвиток Інституту захисту рослин НААН.

Відданість науці, широта наукових інтересів, високий професіоналізм у поєднанні з невичерпною енергією й працьовитістю, чуйність, доброзичливість, щирість, людяність забезпечили Гаврилюк Людмилі Леонідівні заслужений авторитет і велику повагу всього колективу Інституту та вчених Науково-методичного центру «Захист рослин».

Співробітники Інституту захисту рослин, колеги щиро бажать Людмилі Леонідівні міцного здоров'я, бадьорості, родинного щастя і затишку, оптимізму і творчого натхнення, великих успіхів та подальшої плідної праці.