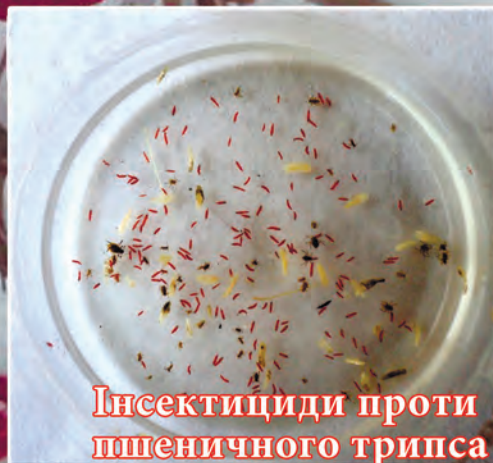


КАРАНТИН і ЗАХИСТ РОСЛИН

№4
Грудень
2023 р.



Біозахист пшениці
від шкідників
(стор. 9)



Інсектициди проти
пшеничного трипса
(стор. 15)



Індикація
та ідентифікація ЕПН
(стор. 21)



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 2023 №4 (275)

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. Гаврилук, *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*

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

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 природних 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 М.В. Круть, *канд. біол. 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*

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

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 (Netherlands)*

Scientific editor M. Krut, *Candidate of Biological Sciences*

Editor T. Volianska

Computer layout and design N. Honcharuk

Editor of English texts M. Vlasova

У номері

Біометоди

- 3** Нові нематодостійкі сорти картоплі
Борзих О.І., Тактаєв Б.А.,
Писаренко Н.В., Подберезко І.М.,
Сігарьова Д.Д., Бондар Т.І.



- 9** Ефективність біологічних інсектицидів проти основних шкідників пшениці озимої в системі органічного землеробства
Заєць С.О., Коваленко А.М.,
Онуфран Л.І., Юзюк С.М.,
Фундират К.С.

Засоби і методи

- 15** Ефективність інсектицидів проти пшеничного трипса *Haplothrips tritici* Kurd. у посівах пшениці озимої
Клечковський Ю.Е.,
Ключко В.П.,
Хорохоріна Г.А.

Нематоги

- 21** Індикація та ідентифікація ентомопатогенних нематод Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae (огляд літератури)
Ковтун А.М.

Наукові дослідження

- 32** Фітосанітарний стан агроценозів овочевих культур родів *Solanum*, *Raphanus* і *Brassica* відкритого ґрунту в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу України
Щетина С.В., Мостов'як І.І.,
Федоренко В.П.

- 38** Особливості процесів забур'янення молодих насаджень павловнії повстистої (*Paulownia tomentosa* L.)
Ничкалюк Г.В.

Погіі

- 42** Результати роботи X з'їзду ГО «Українське ентомологічне товариство»
Калюжна М.О., Федоренко В.П.,
Кавурка В.В., Корнеєв В.О.,
Колодочка Л.О., Полчанінова Н.Ю.,
Шатровський О.Г., Мешкова В.Л.

CONTENTS

BIOMETHODS

New nematode-resistant potato varieties
Borzykh O., Taktaev B., Pisarenko N.,
Podberezko I., Sigaryova D., Bondar T. 3

Efficiency of biological insecticides against the main pests of winter wheat in the system of organic farming
Zaiets S., Kovalenko A., Onufran L.,
Yuzyuk S., Fundirat K. 9

EANS AND METHODS

Efficacy of insecticides against wheat thrips *Haplothrips tritici* Kurd. in winter wheat crops
Klechkovskiy Iu., Klychko V.,
Khorohorina G. 15

NEMATODES

Indication and identification of entomopathogenic nematodes Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae (a review)
Kovtun A. 21

SCIENTIFIC RESEARCH

Phytosanitary state of open-field vegetable crop agroecosystems of the genus *Solanum*, *Raphanus*, *Brassica* in the central part of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine
Shchetina S., Mostoviyak I.,
Fedorenko V. 32

Peculiarities of the weed infestation of young paulownia (*Paulownia tomentosa* L.) stands
Nychkaliuk H. 38

EVENTS

Results of the X Congress of the NGO «Ukrainian Entomological Society»
Kaliuzhna M., Fedorenko V.,
Kavurka V., Kornieiev V., Kolodochka L.,
Polchaninova N., Shatrovskiy O.,
Mieshkova V. 42

Рекомендовано до друку
Вченою радою Інституту захисту
рослин НААН України,
Протокол № 12 від 07.11.2023 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.

КАРАНТИН
і ЗАХИСТ
РОСЛИН

Засновник і видавець:
Інститут захисту рослин
Національної академії аграрних
наук України

Передплатний індекс видання — 74668

Зареєстровано 07.08.2017 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію
серія КВ № 22870-12770ПР

Підп. до друку 04.12.2023 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; 257-13-80

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

© «Карантин і захист рослин», 2023

НОВІ НЕМАТОДОСТІЙКІ СОРТИ КАРТОПЛІ

Мета. Створення нових сортів картоплі різних груп стиглості, столового призначення, високої продуктивності, підвищеного рівня крохмалистості та добрих смакових якостей, стійких проти золотистої цистоутворюючої нематоди, звичайного та агресивного патотипів раку, грибних і бактеріальних хвороб. **Методи.** Селекційну роботу проводили відповідно до загальноприйнятої схеми селекційного процесу. Оцінювали стійкість селекційного матеріалу проти *Globodera rostochiensis* відповідно до «Положення про порядок випробування сортів та гібридів картоплі». **Результати.** Виділено 12 кращих гібридів — Злагода, Мирослава, Княгиня, Взірець, Базалія, Опілля, Бажана, Фанатка, Авангард, Предслава, Олександрит і Роставиця, — які передані до Державного випробування в якості сортів. З 12-ти переданих сортів 11 (Злагода, Мирослава, Княгиня, Взірець, Базалія, Опілля, Авангард, Предслава, Олександрит, Фанатка, Роставиця) у 2023 р. успішно пройшли Державне сорто випробування і занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні. **Висновки.** Нові 11 сортів, занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, доцільно використовувати в якості засобу контролю шкідливості золотистої картопляної нематоди на ділянках, заражених *Globodera rostochiensis* (патотип Ro₁).

картопля; міжвидовий гібрид; селекційний матеріал; крохмалистість; редуковані цукри; смакові якості; стійкість проти хвороб і шкідників

За статистикою у більшості країн світу половину виробленої картоплі споживають в їжу, 35% — на корм худобі і близько 10% — в якості насінневого матеріалу. Україна входить у трійку країн-лідерів за споживанням картоплі на душу населення, використовуючи 136 кг/рік [1].

Нині загально визнаною є необхідність переходу землеробства

³**О.І. БОРЗИХ,**
 доктор сільськогосподарських наук

¹**Б.А. ТАКТАЄВ,**
 кандидат сільськогосподарських наук

²**Н.В. ПИСАРЕНКО,**
 кандидат сільськогосподарських наук

¹**І.М. ПОДБЕРЕЗКО,**

³**Д.Д. СІГАРЬОВА,**
 доктор біологічних наук

³**Т.І. БОНДАР,**
 кандидат біологічних наук

¹Інститут картоплярства НААН,
 вул. Чкалова, 22, смт Немішаєве,
 Бучанський р-н., Київська обл.,
 07853, Україна

²Поліське дослідне відділення
 Інституту картоплярства НААН,
 вул. Центральна, 4, с. Федорівка,
 Коростенський р-н, Житомирська обл.,
 11699, Україна

³Інститут захисту рослин НААН,
 вул. Васильківська, 33, м. Київ,
 03022, Україна
 e-mail: zachystroslyn@gmail.com;
 pisarenkonatalia1978@gmail.com;
 ttn.bondar@gmail.com

на екологічні засади. Необхідно застосовувати нові принципи ведення землеробства як в громадських господарствах, так і в індивідуальному секторі, що сприяли б ефективному використанню ґрунтів, охороні й поліпшенню їхньої родючості, отриманню стабільних і якісних врожаїв, стійкості агроєкосистем [2]. Вирощування сортів картоплі столового призначення, стійких проти золотистої цистоутворюючої нематоди, звичайного та агресивного патотипів раку, грибних і бактеріальних хвороб, як ніколи відповідає потребам сьогодення [3—6].

Мета досліджень — створення нових сортів картоплі різних груп стиглості, столового призначення, високої продуктивності, підвищеного рівня крохмалистос-

ті та добрих смакових якостей, стійких проти золотистої цистоутворюючої нематоди, звичайного та агресивного патотипів раку, грибних і бактеріальних хвороб.

Матеріали і методи. В лабораторіях селекції Інституту картоплярства Національної академії аграрних наук України (ІК НААН) та Поліського відділення ІК НААН з 2005 по 2021 р. проводили цілеспрямовану селекційну роботу зі створення нових сортів картоплі. Роботу виконували відповідно до загальноприйнятої схеми селекційного процесу [7].

За гібридизації батьківські пари підбирали так, щоб один або обидва компоненти були стійкими проти картопляної нематоди та мали комплекс господарсько-цінних ознак. В якості батьківських форм використовували нематодостійкі сорти: Беллароза, Здабитак, Бонус, Білуга, Тетерів, Слов'янка, Добрович, Крініца, Міловіца, Зелений гай, Спокуса, а також сприйнятливі сорти (що відзначаються добрими господарськими ознаками і стійкістю проти хвороб) — Сантарка, Оберіг, Скарбниця, Світанок київський, Гурман, Батя, Багряна, Червона рута, Дубравка, Тирас, Поліська ювілейна, Партнер, Поліська 96, Жеран. До селекційного процесу було залучено стійкі багатовидові гібриди: 89.715с88, 88.16/20, 76.586/16, К.3542, К.3468, 02.49/156, 98.53/29, до родоводу яких входять дикі види — *S. andigenum*, *S. vernei*, *S. acaule*, *S. commersonii*, *S. stoloniferum*, *S. spagazzinii*, *S. demissum*. Вказані гібриди в своєму генотипі мають високо експресивні домінуючі гени та комплекс полігенів, що забезпечує їм стійкість не тільки проти *Globodera rostochiensis* патотипу Ro₁, але й проти інших більш агресивних патотипів.

Оцінку стійкості селекційного матеріалу проти *G. rostochiensis* (патотип Ro₁) проводили спеціалісти лабораторії нематології Інституту захисту рослин НААН.

В Україні оцінку нематодостійкості здійснюють за вимогами «Положення про порядок випробування сортів та гібридів картоплі на стійкість до золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди» [8].

Новостворені сорти з ознакою нематодостійкості, що реєструються на основі кращих селекційних зразків, мають характеризуватися двома найважливішими властивостями: здатністю очищати ґрунт від нематодної інвазії і здатністю на цих ґрунтах зберігати високу врожайність. Причому, обидві властивості значною мірою залежать від рівня інвазії ґрунту, у зв'язку з чим, на нашу думку, нематодостійкі сорти перед реєстрацією в Держреєстрі (або ж після) мають проходити польове випробування на трьох інвазійних фонах: низькому (менше 1000 л+я в 100 см³ ґрунту), середньому (до 5000 л+я) і високому (більше 10000 л+я) [9].

Результати та обговорення.

Отриманий селекційний матеріал вивчали за комплексом ознак в усіх розсадниках, відповідно до схеми селекційного процесу. В результаті вивчення було виділено кращі гібриди, які передано до Державного випробування в якості сортів: Злагода, Мирослава, Княгиня, Взірець, Базалія, Опілля, Бажана, Фанатка, Авангард, Предслава, Олександрит і Роставиця. З 12-ти переданих

сортів 11 успішно пройшли Державне сортовипробування і занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні. Вказані сорти відзначаються комплексом господарсько-цінних ознак та володіють здатністю очищати ґрунт від нематодної інвазії на 80–100%.

Сорт картоплі **Злагода** (*Базгряна/Bellarosa*) — середньоранньої групи стиглості. Столового напрямку. Вегетаційний період — 105 днів. Потенційна врожайність на 60-й день від посадки — 12 т/га, при кінцевому збиранні — 42 т/га. Відзначається високою товарністю бульб (90%). Середня маса бульби — 69–91 г. Кількість бульб в куші — 15–17 шт. Вміст крохмалю — 15,0–17,2%, сухих речовин — 24,2%, сирого протеїну — 2,2%, редукованих цукрів — 0,11%. Смакові якості добрі (6,9–7,1 бала). Бульби рожеві, овальної форми з поверхневими вічками, м'якоть біла (рис. 1). Придатний для вирощування двоврожайною культурою на півдні України. Відносно висока стійкість до посухи (7 балів). Стійкий проти звичайного патотипу раку картоплі та картопляної цистоутворюючої нематоди (патотип Ro₁, знижує рівень зараження на 85,4%). Висока резистентність до іржавості бульб та мокрої бактеріальної гнилі. Середня стійкість проти фітофторозу. Польова стійкість проти вірусних хвороб. Придатний для вирощування двоврожайною культурою на півдні України. Занесений до Держав-

ного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, з 2018 р. Рекомендується для вирощування в зонах Полісся і Лісостепу України.

Сорт **Мирослава** (*Оберіг/Bellarosa*) — середньостиглий сорт. Столового напрямку. Вегетаційний період 120 днів. Потенційна врожайність наприкінці вегетації 45 т/га. Відзначається високою товарністю бульб (92%). Середня маса бульби: 81–100 г. Кількість бульб у куші — 16–18 шт. Вміст у бульбах: крохмалю — 17,0%, сухих речовин — 24,0%, сирого протеїну 2,4%, вміст редукованих цукрів 0,1%. Смакові якості добрі (8,2 бала). Бульба рожева, овальної форми, шкірка гладенька з неглибокими вічками, м'якоть світло-жовтого кольору (рис. 2). Відзначається високою посухостійкістю (8 балів). Стійкий проти звичайного патотипу раку картоплі та картопляної цистоутворюючої нематоди (патотип Ro₁, знижує рівень зараження на 95%). Відносно стійкий проти фітофторозу, ризоктоніозу, іржавої плямистості і механічних пошкоджень. Рекомендується для вирощування в зонах Полісся і Лісостепу України. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, з 2018 р.

Сорт **Княгиня** (*Слов'янка/Bellarosa*) — середньостиглий сорт. Столового напрямку. Вегетаційний період 120 днів. Потенційна урожайність наприкінці вегетації — 48 т/га. Відзначається високою товарністю бульб (90%).



Рис. 1. Сорт Злагода



Рис. 2. Сорт Мирослава

Середня маса бульби 102—108 г. Кількість бульб у кущі 14—17 шт. Вміст у бульбах: крохмалю — 14,6%, сухих речовин — 21,6%, сирого протеїну — 2,2%, редукованих цукрів — 0,12%. Смакові якості добрі (8 балів). Бульба світло-рожева, овально-видовженої форми, шкірка гладенька з неглибокими вічками, м'якоть жовтого кольору (рис. 3). Відзначається високою посухостійкістю (8 балів). Сстійкий проти звичайного патотипу раку картоплі та картопляної цистоутворюючої нематоди (патотип Ro₁, знижує рівень зараження на 98%). Відносно стійкий проти фітофторозу, ризоктоніозу, сухої фузаріозної і мокрої бактеріальної гнилей. Відзначається високою пластичністю, тобто придатний для вирощування на всіх типах ґрунтів. Рекомендується для вирощування в зонах Полісся і Лісостепу України. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, з 2018 р.

Сорт **Взірець** (*Turas/Bellarosa*) — надранньої групи стиглості. Столового напрямку. Вегетаційний період 80—100 днів. Потенційна врожайність на 60-й день від садіння — 18—21 т/га, при кінцевому збиранні — 35—38 т/га. Товарність — 84—90%. Середня маса бульби — 63—86 г. Кількість бульб у кущі — 8—14 шт. Вміст крохмалю — 14,2—16,2%, сухих речовин — 22,2%. Дегус-

таційна оцінка — 8,2—8,6 бала. Бульба жовта, овально-округлої форми з поверхневими вічками, м'якоть світло-жовта (рис. 4). Придатний для вирощування двоврожайною культурою на півдні України. Відносно висока стійкість до посухи. Сстійкий проти звичайного (1) і агресивних патотипів (13, 22, 18) раку картоплі та картопляної цистоутворюючої нематоди (знижує рівень зараження на 71,4%). Висока резистентність до іржавості бульб. Середня стійкість проти фітофторозу. Польова стійкість проти вірусних хвороб. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, з 2017 р. Рекомендується для вирощування в усіх зонах України.

Сорт **Базалія** (*K.3542/Turas*) — ранньої групи стиглості. Столового напрямку. Вегетаційний період 100—110 днів. Потенційна урожайність наприкінці вегетації становить 38,7—50,9 т/га. Товарність бульб — 88—98%. Середня

маса бульби — 80—109 г. Кількість бульб у кущі — 6—12 шт. Вміст у бульбах: крохмалю — 12,6—15,8%, сухих речовин — 18,4%, сирого протеїну — 2%, каротиноїдів — 0,17 мг/100 г, вітаміну С — 14,1 мг/100 г. Дегустаційна оцінка — 7,6—8,0 бала. Бульба слабко-рожева, округло-овальної форми з неглибокими забарвленими вічками, м'якоть кремова (рис. 5). Сстійкий проти звичайного (1) і агресивних патотипів (11, 22, 18) раку картоплі та картопляної цистоутворюючої нематоди (знижує рівень зараження на 98,9%). Висока резистентність до іржавості бульб. Середньостійкий проти фітофторозу і парші звичайної. Слабкостійкий проти стеблової нематоди і кільцевої гнилі. Резистентність до посухи на рівні 7 балів. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, з 2019 р. Рекомендовані зони вирощування в Україні — Лісостеп і Полісся.

Сорт **Опілля** (*K 3468/Дубравка*) — ранньої групи стиглості. Столового напрямку. Вегетаційний період 98—108 днів. Потенційна урожайність на 60-й день від садіння — 20 т/га, при кінцевому збиранні — 37,1—45,0 т/га. Товарність бульб — 80—92%. Середня маса бульби — 90—110 г. Кількість бульб у кущі — 6—10 шт. Вміст у бульбах: крохмалю — 16,0—19,6%,



Рис. 3. Сорт *Княгиня*



Рис. 4. Сорт *Взірець*



Рис. 5. Сорт *Базалія*



Рис. 6. Сорт Опілля



Рис. 7. Сорт Бажана

сухих речовин — 21,0—25,4%. Смакові якості — 7,4—8,2 бала. Бульба жовта, округла, шкірка гладенька з неглибокими вічками, м'якоть світло-жовта (рис. 6). Стійкий проти звичайного (1) і агресивних патотипів (11, 18) раку картоплі та картопляної цистоутворюючої нематоди (знижує рівень зараження ґрунту на 100%). Середньостійкий проти дитиленхозу й іржавості бульб.

Характеризується польовою стійкістю проти вірусних хвороб. Придатний для вирощування двоврожайною культурою на півдні України. Посухостійкий. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні з 2020 р. Рекомендовані зони вирощування в Україні — Лісостеп і Полісся.

Сорт **Бажана** (*Сантарка/Спокуса*) — середньоранньої групи стиглості. Столового призначення. Вегетаційний період 96—103 днів. Урожайність на 60-й день від садіння 6,0—9,5 т/га, наприкінці вегетації — 33,0—37,0 т/га. Товарність — 84—90%. Середня маса бульби — 67—89 г. Вміст крохмалю — 15,4—17,0%. Споживчі якості — 7,9—8,3 бала. Бульби жовті, округлі з неглибокими вічками, гніздо компактне, м'якоть біла (рис. 7). Стійкий проти звичайного (1) та двох агресивних (22, 18) патотипів раку картоплі і картопляної цистоутворюючої нематоди кар-



Рис. 8. Сорт Фанатка

топлі (знижує рівень зараження ґрунту на 64,6%). Відносно висока стійкість проти дитиленхозу. Висока резистентність до посухи. Середньостійкий проти іржавості бульб. Демонструє польову стійкість проти вірусних хвороб. Слабкостійкий проти фітофторозу і парші звичайної. Проходив Державне сорто випробування з 2019 р.

Сорт **Фанатка** (02.49/146/Поліська ювілейна) — середньоранньої групи стиглості. Столового напрямку. Вегетаційний період 99—106 днів. Потенційна врожайність наприкінці вегетації — 36—40 т/га. Товарність бульб — 85—95%. Середня маса бульби — 62—98 г. Кількість бульб у кущі 8—14 шт. Вміст крохмалю — 12,2—15,0%, сухих речовин — 17,9—20,4%, редуруючих цукрів — 0,41%, сирого протеїну — 2,2%, каротиноїдів — 0,09 мг/100 г, вітаміну С — 12,7 мг/100 г. Смакові якості —

8,0—8,5 бала. Бульба рожева, округла, шкірка слабко-шорстка з неглибокими вічками, м'якоть біла (рис. 8). Стійкий проти звичайного (1) та двох агресивних (11, 13) патотипів раку картоплі і картопляної цистоутворюючої нематоди картоплі (знижує рівень зараження ґрунту на 100%). Середньорезистентний до фітофторозу, чорної ніжки і стеблової нематоди. Польова стійкість проти вірусних хвороб. Висока резистентність до посухи. Сорт успішно пройшов Державне сорто випробування в 2023 р.

Сорт **Авангард** (*Зелений гай/Партнер*) — середньої групи стиглості. Потенційна урожайність наприкінці вегетації — 35,0—40,8 т/га. Товарність бульб — 84—96%. Вміст у бульбах: крохмалю — 13,6—15,8%, сухих речовин — 21,9%, сирого протеїну — 2,4%, каротиноїдів — 0,35 мг/100 г, вітаміну С — 14,1 мг/100 г. Смакові якості — 7,0—8,2 бала. Бульба жовта, округла, шкірка сітчаста з поверхневими вічками, м'якоть світло-жовта (рис. 9). Стійкий проти звичайного (1) та двох агресивних (22, 18) патотипів раку картоплі і картопляної цистоутворюючої нематоди картоплі (знижує рівень зараження ґрунту на 86,2%). Висока резистентність до парші звичайної, дитиленхозу, відносна проти іржавості бульб,



Рис. 9. Сорт Авангард



Рис. 10. Сорт Предслава

середня проти фітофторозу бульб і бадилля. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, з 2019 р. Рекомендовані зони вирощування в Україні — Лісостеп і Полісся.

Сорт **Предслава** (*Здабиток/Жеран*) — середньої групи стиглості. Столового напрямку. Вегетаційний період 119—125 днів. Потенційна урожайність наприкінці вегетації 38,0—45,4 т/га. Товарність бульб — 80—88%. Вміст у бульбах: крохмалю — 16,5—18,0%, сухих речовин — 23,7%. Смакові якості — 7,5—8,0 бала. Бульба жовта, округла, шкірка гладенька з неглибокими вічками, м'якоть біла (рис. 10). Стійкий проти звичайного (1) та двох агресивних (11, 18) патотипів раку картоплі і картопляної цистоутворюючої нематоди картоплі (знижує рівень зараження ґрунту на 100%). Висока резистентність до іржавості бульб. Відносно висока стійкість проти фітофторозу. Середньорезистентний до кільцевої гнилі і стеблової нематоди. Стійкий проти посухи. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, з 2017 р. Рекомендована

зона вирощування в Україні — Лісостеп.

Сорт **Олександрит** (*98.53/29/Поліська 96*) — середньої групи стиглості. Столового напрямку. Вегетаційний період 122—125 днів. Потенційна урожайність наприкінці вегетації 25,5—30,5 т/га. Товарність бульб: 78—86%. Вміст у бульбах: крохмалю — 19,4—20,1%, сухих речовин — 26,3%, сирого протеїну — 2,7%, каротиноїдів — 0,14 мг/100 г, вітаміну С — 13,8 мг/100 г. Смакові якості — 8,6—9,0 бала. Бульба

червона, округла, шкірка слабо сітчаста з неглибокими вічками, м'якоть біла (рис. 11). Стійкий проти звичайного (1), двох агресивних патотипів (11, 13) раку картоплі та картопляної цистоутворюючої нематоди (знижує рівень зараження на 89,5%). Висока резистентність до іржавості бульб. Стійкий проти фітофторозу, парші звичайної, стеблової нематоди і кільцевої гнилі. Низька резистентність до посухи. Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні, з 2019 р. Рекомендована зона вирощування в Україні — Полісся.



Рис. 11. Сорт Олександрит

Сорт **Роставиця** (*Гурман/Bellarosa*) — середньої групи стиглості. Столового напрямку. Вегетаційний період 118—120 днів. Урожайність на 80-й день від садіння — 18,6 т/га; при кінцевому збиранні — 35,0—38,0 т/га. Товарність бульб — 91—93%. Середня маса бульби — 71—102 г. Вміст: крохмалю — 13,4—16,5%, сухих речовин — 19,0—22,2%, редукуючих цукрів — 0,43%, сирого протеїну — 2,5%, каротиноїдів — 0,36 мг/100 г, вітаміну С — 13,2 мг/100 г. Смакові якості — 8,5—9,0 бала. Бульба червона, овальна,

поверхнева шкірка гладенька, вічка мілкі, м'якоть світло-жовта (рис. 12). Стійкий проти звичайного (1) патотипу раку картоплі та картопляної цистоутворюючої нематоди (знижує рівень зараження на 79%). Стійкий до посухи. Висока стійкість проти парші звичайної. Середньостійкий проти: фітофторозу, альтернаріозу, фузаріозної гнилі, стеблової нематоди. Польова стійкість проти вірусних хвороб. Сорт успішно пройшов Державне сортовипробування в 2023 р.



Рис. 12. Сорт Роста́вця

Наведені вище сорти доцільно використовувати в якості засобу контролю шкідливості золотистої картопляної нематоди на ділянках, заражених інвазією *Globodera rostochiensis* (Ro₁), оскільки вони мають урожайність на 20–25 т/га більше, ніж сприйнятливі, і здатні очищати ґрунт від інвазії на 80–100%.

ВИСНОВКИ

Методом міжвидової гібридизації, з використанням нематодостійких сортів, створено 12 нових сортів картоплі, 11 з яких (Злагода, Мирослава, Княгиня, Взірець, Базалія, Опілля, Авангард, Предслава, Олександрит, Фанатка, Роста́вця) занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні. Ці сорти доцільно використовувати в якості засобу контролю шкідливості золотистої картопляної нематоди на ділянках, заражених *Globodera rostochiensis* (патотип Ro₁).

Фінансування: Дослідження проводили в рамках: ПНД 17

«Науково-методичне та аналітичне забезпечення інноваційної моделі розвитку галузі картоплярства» («Картоплярство»), ДР № 0114U002329; ПНД 21 «Створення сортів картоплі різного напрямку використання» («Картоплярство»), ДР № 0121U108706.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Колтунов В.А., Данілюк Т.В., Бородай В.В. Проблеми виробництва екологічно чистої картоплі. Картоплярство : міжвід. темат. наук. зб. ІК НААН. 2019. Вип. 44. С. 127–143.
2. Матвійчук Н.Г., Матвійчук Б.В., Ковальов В.Б. Біологізація вирощування картоплі в короткочастотній сівозміні Полісся. Збірник праць учасників міжнародної науково-практичної конференції «Органічне виробництво і продовольча безпека» (27–28 травня 2021 року), м. Житомир, 2021. С. 312–320. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/34452/1/Matvijchuk.pdf>
3. Peng Y., Li S.J., Yan J. et al. Research Progress on Phytopathogenic Fungi and Their Role as Biocontrol Agents. *Frontiers in Microbiology*. 2021. Vol. 12. Art:670135. doi:10.3389/fmicb.2021.670135
4. El-Baky N.A., Amara A.A.A.F. Recent Approaches towards Control of Fungal Diseases in Plants: An Updated Review. *J. Fungi* 2021. Vol. 7, P. 900. <https://doi.org/10.3390/jof7110900>
5. Пилипенко Л.А. Нематодостійкі сорти картоплі в системі протинематодних заходів: перспективи та проблеми. *Захист і карантин рослин*. 2002. Вип. 48. С. 104–113.
6. Lahlali R., Ezrari S., Radouane N. et al. Biological Control of Plant Pathogens: A Global Perspective. *Microorganisms*. 2022, Vol. 10, P. 596. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10030596>
7. Бондарчук А.А., Колтунов В.А., Олійник Т.М. та ін. Картоплярство: Методика дослідної справи ; за ред. А.А. Бондарчука, В.А. Колтунова. Вінниця: ТОВ «Твори», 2019. 652 с.
8. Трибель С.О., Пилипенко Л.А., Бондарчук А.А., та ін. Методологія оцінювання сорторозрізків картоплі на стійкість проти основних шкідників і збудників хвороб ; за ред. С.О. Трибеля, А.А. Бондарчука. Київ: Аграрна наука. 2013. 264 с.
9. Сігарьова Д.Д., Пилипенко Л.А., Осипчук А.А., Тактаєв Б.А. Оцінка селекційного матеріалу на стійкість до картопляної нематоди (*Globodera rostochiensis* Woll.). *Аграрний вісник Причорномор'я*: зб. наук. пр. Біологічні і с.-г. науки. 1999. № 3 (6). Ч. II: Агрономія. С. 236–238.

³Borzykh O.,
ORCID: 0000-0002-9802-5622

¹Taktaev B.,
ORCID: 0000-0002-6268-9451

²Pisarenko N.,
ORCID: 0000-0001-6299-2170

¹Podberezko I.,
ORCID: 0000-0002-4975-2989

³Sigaryova D.,
ORCID: 0000-0002-5796-9811

³Bondar T.,
ORCID: 0000-0002-4330-7227

¹Institute of Potato Growing of NAAS,
22, Chkalova str., village Nemishaeve,
Buchansky district, Kyiv region,
07853, Ukraine

²Polyske Research Department of the
Institute of Potato Growing of the NAAS,
4, Tsentralna str., p. Fedorivka,
Korosteny District, Zhytomyr Region,
11699, Ukraine

³Institute of Plant Protection of NAAS,
33, Vasylykivska str., Kyiv,
03022, Ukraine
e-mail: zachystroslyn@gmail.com;
pisarenkonatalia1978@gmail.com;
ttn.bondar@gmail.com

New nematode-resistant potato varieties

Goal. Creation of new varieties of potatoes of different groups of ripeness, table use, high productivity, increased level of starch and good taste qualities, resistant to the golden cyst-forming nematode, common and aggressive pathotypes of cancer, fungal and bacterial diseases. **Methods.** Selection work was carried out in accordance with the generally accepted scheme of the selection process. The resistance of breeding material against *Globodera rostochiensis* was evaluated in accordance with the «Regulations on the Procedure for Testing Potato Varieties and Hybrids». **Results.** The 12 best hybrids — Zlagoda, Myroslava, Knyaginya, Vzyrets, Bazaliya, Opillya, Bazhana, Fanatka, Avangard, Predslava, Olexsandrite and Rostavitsa — were selected and submitted to the State Trial as varieties. Of the 12 transferred varieties, 11 (Zlagoda, Myroslava, Knyaginya, Vzyrets, Bazaliya, Opillya, Avangard, Predslava, Olexsandrit, Fanatka, Rostavitsa) successfully passed the State variety test in 2023 and were entered into the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine. **Conclusions.** The new 11 varieties included in the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine are advisable to use as a means of controlling the harmfulness of the golden potato nematode in areas infected with *Globodera rostochiensis* (pathotype Ro₁).

potato; interspecies hybrid; selection material; starchiness; reduced sugars; taste qualities; resistance against diseases and pests

Надійшла до редакції: 19.10.2023

Прийнята до друку: 23.10.2023

Надруковано й опубліковано онлайн:
грудень 2023

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЛОГІЧНИХ ІНСЕКТИЦИДІВ ПРОТИ ОСНОВНИХ ШКІДНИКІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В СИСТЕМІ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Мета. Дослідити заселення шкідниками посівів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) та визначити ефективність проти них біологічних препаратів у системі органічного землеробства. **Методи.** Польові дослідження з обліку чисельності основних шкідників пшениці озимої до і після 10-ти діб після обробки біологічними інсектицидами закладали і проводили в шестипільній сівозміні органічного землеробства: горох — пшениця м'яка озима — нут — пшениця тверда озима — льон олійний — просо. Обробляли посіви пшениці озимої двічі у ВВСН 31 і ВВСН 59. Технічну ефективність біологічних інсектицидів порівнювали з хімічними. Достовірність одержаних результатів визначали за допомогою математично-статистичного методу програми «Agrostat». **Результати.** У 2021—2023 рр. на контрольному варіанті (без обробки) пшениці озимої спостерігалось заселення в середньому: клопа-черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) — 1,1 екз./м², злакових попелиць (*Schizaphis graminum* F.) — 17,4 екз./стебло, пшеничного трипса (*Haplothrips tritici* Kurd) — 7,7 екз./колос, хлібного жука (*Anisoplia austriaca* Hrbst.) — 4,5 екз./м². На варіантах із обробкою біологічними інсектицидами показники були відповідно на 27,3—36,4%, 36,8—39,5, 40,6—50,7 і 33,3—46,7% меншими. Технічна ефективність біологічних препаратів проти вказаних шкідників у роки досліджень становила 10,0—68,8%, а хімічних інсектицидів — 55,6—100,0% та залежала від умов року, виду шкідника й препарату. Серед біологічних інсектицидів найвищу технічну ефективність проти клопа черепашки і пшеничного трипса на посівах пшениці озимої забезпечив Бітоксикацілін-БТУ, р. (10 л/га) — 31,6 і 53,2% відповідно. Біоспектр БТ, р. (3 л/га) з Метаризином БТ, р. (3 л/га) мали ефективність проти злакових попелиць — 37,5% і хлібного жука — 47,5%. Біоінсектицид Фітоіmun Синтез, р. (1+1 л/га) проти вказаних шкідників мав дещо меншу

С.О. ЗАЄЦЬ,
доктор сільськогосподарських наук
А.М. КОВАЛЕНКО,
кандидат сільськогосподарських наук
Л.І. ОНУФРАН,
кандидат сільськогосподарських наук
С.М. ЮЗЮК,
кандидат сільськогосподарських наук
К.С. ФУНДИРАТ,
кандидат сільськогосподарських наук
Інститут кліматично орієнтованого
сільського господарства НААН,
вул. Маяцька, 24, смт Хлібодарське,
Одеса, 67667, Україна
e-mail: szaiets58@gmail.com,
amkovalenko28@gmail.com,
Ludmilaonufuran@gmail.com,
kwerty7536857496@gmail.com,
kfundirat@gmail.com

технічну ефективність — відповідно 23,3 і 45,3% та 33,8 і 33,0%. **Висновки.** Використання біологічних інсектицидів Бітоксикацілін-БТУ, р. (10 л/га), Біоспектр БТ, р. (3 л/га) з Метаризином БТ, р. (3 л/га) і Фітоіmun Синтез, р. (1+1 л/га) на посівах пшениці м'якої озимої в сівозміні органічного землеробства дає можливість порівняно з контролем знизити чисельність клопа черепашки і злакових попелиць у 1,4—1,6 раза, а пшеничного трипса та хлібного жука у 1,7—2,0 і 1,5—1,9 раза.

пшениця озима; клоп-черепашка; злакова попелиця; пшеничний трипс; хлібний жук; біопрепарат; технічна ефективність

Пшениця озима є найважливішою культурою в сільському господарстві, оскільки її зерно — це основний продукт харчування людини та сировина для багатьох галузей промисловості світу [1]. Україна є одним з провідних ви-

робників пшениці, тому її захист дуже важливий для забезпечення продовольства населення та економічного розвитку країни [2].

В органічному землеробстві біологічний захист рослин пшениці сприяє збереженню родючості ґрунту та досягненню екологічно безпечного виробництва рослинницької продукції. Біологічний захист передбачає використання біологічних препаратів, мікроорганізмів, екологічно безпечних методів та прийомів для контролю шкідників, хвороб і бур'янів [3].

Одним із радикальних заходів виробництва екологічно безпечної продукції є науково-обґрунтоване застосування систем біологічного захисту рослин із використанням біоінсектицидів і біоінсектицидів проти шкідливих організмів [4].

Важливо забезпечувати належний догляд за рослинами та вчасно виявляти шкідників, щоб одержувати високу якість та врожайність пшениці озимої. Відзначається, що біологічні препарати не мають шкідливого впливу на рослини або тварин, не накопичуються в них і не забруднюють навколишнє середовище [5]. Крім того, вони економічні у використанні, для обробки потрібна досить невелика кількість. Враховуючи ці переваги, біологічні препарати стають все більш популярними серед аграріїв [6].

У Державному реєстрі пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, на 2022 р. з діючою ліцензією для захисту рослин є 126 біопрепаратів від 38-ми вітчизняних виробників та 117 від зарубіжних з 28-ми країн світу. Імпортні біопрепара-

ти найбільш чисельно представлені фірмами США (30 препаратів), Аргентини (12 препаратів), Угорщини (10 препаратів), Великобританії, Італії (6 препаратів), Іспанії [7]. В Україні в галузі промислових технологій виробництва і застосування засобів біологізації рослинництва працюють Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка», Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва, компанія «БТУ-Центр». Продукція цих виробників дозволена до використання в органічному землеробстві, що підтверджується сертифікатами Organic Standard.

Інформація Державного реєстру пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, за 2022 р. свідчить, що значну частку в загальній структурі складають препарати, призначені для покращення живлення і підвищення урожайності сільськогосподарських культур — 61,7%. Частка препаратів для захисту сільськогосподарських культур від збудників хвороб становить 19,6%, від шкідників — 13,4%, від гризунів — 3,1% [8].

Проте, ефективність застосування більшості біологічних препаратів невисока. Багато питань захисту рослин з використанням біологічних препаратів у системі органічного землеробства досліджені недостатньо. Тому визначення ефективності біологічного захисту рослин проти основних фітофагів є актуальним.

Мета досліджень — вивчити технічну ефективність різних біологічних інсектицидів вітчизняного виробництва проти основних фітофагів на посівах пшениці озимої, що вирощуються в системі органічного землеробства.

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідження проводили протягом 2021—2022 рр. у стаціонарному досліді в органічній сівозміні (горох — пшениця озима м'яка — нут — пшениця озима тверда — льон — просо), закладеному за загальноприйнятими методиками та вказівками

[9, 10] в Інституті зрошувального землеробства (нині Інститут кліматично орієнтованого сільськогосподарства) НААН, а 2023 р. також в аналогічній органічній сівозміні на полях Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту кліматично орієнтованого сільськогосподарства НААН.

У дослідах на пшениці м'якій озимій вивчали п'ять варіантів, три з них — біологічні системи захисту:

- **варіант 1** — препарати Інженерно технічного інституту «Біотехніка» — біологічний інсектицид Біоспектр БТ, р., 3 л/га (ВВСН 31) та біологічний інсектицид Метаризин БТ, р., 3 л/га (ВВСН 59);
- **варіант 2** — препарат «БТУ-центр» — біологічний інсектицид Бітоксикацилін-БТУ, р., 10 л/га (ВВСН 59);
- **варіант 3** — препарат ТОВ «Органік-синтез» — біологічний інсектицид Фітоіmun Синтез, р., 1 л/га (ВВСН 31) та 1 л/га (ВВСН 59);
- **варіант 4** — без застосування препаратів захисту — контроль № 1;
- **варіант 5** — традиційна хімічна технологія захисту для зони Південного Степу — контроль № 2, інсектициди Брейк, МЕ (лямбда-цигалотрин, 100 г/л), 0,1 л/га (ВВСН 31) і Борей, КС (імідаклопрід, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л), 0,14 л/га (ВВСН 59);

Характеристика біологічних препаратів у досліді:

Біоспектр БТ, р. — мікробіологічний препарат інсекто-фунгіцидної дії, містить ризосферні бактерії роду *Pseudomonas* з титром не нижче $5,0 \times 10^9$ КУО/см³, біологічно-активні речовини (БАР): кислоти із роду феназин-карбонових, комплекс активних пігментів, які є діючими факторами в препараті;

Метаризин БТ, р. — мікробіологічний препарат інсектицидної дії, містить токсичні метаболіти та конідії гриба

із роду *Metarhizium* з титром не нижче $2,0 \times 10^9$ КУО/см³;

Бітоксикацилін-БТУ, р. — біоінсектицид, розчин бактерії *Bacillus thuringiensis*, ендоспори — титр $1,0 \times 10^9$ КУО/см³ та біологічно активні продукти життєдіяльності бактерії: білкові кристали (ендотоксин) і термо-стабільний екзотоксин;

Фітоіmun Синтез, р. — органічний препарат контактної дії. Використовується для позбавлення від комах-шкідників. Склад: капсаїцин, гомокапсаїцин, соласодин, скополетин, алліцин кумаринова, олеанолова, ферулова і хлорогенова кислоти, стигмастерол, флавоноїди, мірцен, евгенол, естрагон, ментол, ментон, терпінен-4-ол, октан-3-ол, ментофуран, каротиноїди, антоціани і лейкоантоціани, синігрин, диметилсульфід та сірковуглець, глюкобрасиконапін, флавоноїди глікозиди кверцетину та ізорамнетину, глюконастурцин, гірчична олія, алкалоїди.

Повторність у досліді — 3-разова, площа ділянки — 42 м², площа облікової ділянки — 20 м². Висівали насіння пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) сорту Конка (селекції ІЗЗ НААН).

За загальноновизнаними методиками та довідниками [11—13] у досліді проведено спостереження, аналізи та розрахунки кількості заселення шкідниками посівів зернових культур до та на 10-ту добу після обробки пшениці озимої; визначено технічну ефективність біологічних препаратів у контролюванні чисельності шкідників культури. Обприскували посіви за допомогою ручного обприскувача Forte CL-16A.

У досліді застосовували рекомендовані для зони елементи технології вирощування пшениці озимої, дозволени для органічного землеробства (варіанти 1—3) та традиційного (варіант 5).

Результати та обговорення. Впродовж вегетації 2021—2023 рр. на посівах пшениці озимої спостерігали заселення клопом-черепашкою (*Eurygaster integriceps* Put.) (рис. 1), злаковими попелицями (*Schizaphis graminum* F.) (рис. 2), пшеничним

трипсом (*Haplothrips tritici* Kurd.) (рис. 3) та хлібним жуком (*Anisoplia austriaca* Hrbst.) (рис 4).

Найбільшого заселення вказаними шкідниками посіви пшениці озимої зазнали в 2021 р., а найменшого — у 2023 р., що

пояснюється високим температурним режимом та відсутністю продуктивних опадів у травні і червні. Порівняно з минулими роками у 2023 р. на посівах пшениці озимої не виявляли жука-кузьку (*Anisoplia austriaca* Hrbst.),

а кількість клопа шкідливої черепашки не перевищувала 0,1 екземпляра на 1 м² у всіх варіантах досліджу.

У середньому за три роки досліджень на посівах пшениці озимої не спостерігали істотного пошкодження рослин клопом-черепашкою (*Eurygaster integriceps* Put.). Тому кількість цього клопа у контрольному варіанті (без захисту рослин) не перевищувала 1,1 екземпляра на 1 м² (табл. 1).

Застосування біологічних препаратів Біоспектр БТ, р. (3 л/га) у фазу ВВСН 31 і Метаризин БТ, р. (3 л/га) у ВВСН 59 (вар. 1) та Бітоксикацилін-БТУ, р. (10 л/га) у ВВСН 59 (вар. 2) знизило чисельність **клопа-черепашки** (*Eurygaster integriceps* Put.) до 0,7 екз./м². Препарат Фітоіmun Синтез, р. (1 л/т), внесений у фази ВВСН 31 і ВВСН 59 (вар. 3), знизив чисельність шкідника до 0,8 екз./м². На контролі 1 (вар. 4) кількість його становила 1,1 екз./м². Використання хімічних інсектицидів Брейк, МЕ (0,1 л/га) у фазу ВВСН 31 і Борей, КС (0,14 л/га) — ВВСН 59 (вар. 5) майже повністю знешкодило клопа-черепашку, залишок становив 0,1 екз./м²

Обприскування посівів пшениці озимої препаратами Біоспектр БТ, р. (3 л/га) і Метаризин БТ, р. (3 л/га) у варіанті 1 та Бітоксикацилін-БТУ, р. (10 л/га) у варіанті 2 знизило чисельність **злакових попелиць** (*Sitobion avenae* F.) з 19,7 до 11,0 і 11,2 екземпляра. Препарат Фітоіmun Синтез, р. (1+1 л/т) зменшив чисельність з 19,0 до 12,1 екземпляра на одному стеблі. За умов хімічного захисту чисельність злакових попелиць зменшилась до 4, а без застосування препаратів їх нараховувалось 17,4 екземпляра на одному стеблі.

Використання біологічних препаратів Біоспектр БТ, р. (3 л/га), Метаризин БТ, р. (3 л/га); Бітоксикацилін-БТУ, р. (10 л/га); Фітоіmun Синтез, р. (1+1 л/га) сприяло зменшенню чисельності **трипсів** (*Haplothrips tritici* Kurd.) до 4,1; 3,8 і 4,6 екз. на одному колосі, відповідно. У варіанті №4 — без захисту кількість



Рис. 1. Клоп шкідлива черепашка (*Eurygaster integriceps* Put.)



Рис. 2. Злакова попелиця (*Schizaphis graminum* F.)



Рис. 3. Пшеничний трипс (*Haplothrips tritici* Kurd.)



Рис. 4. Хлібний жук (*Anisoplia austriaca* Hrbst.)

1. Чисельність шкідників до і на 10-ту добу після проведення інсектицидного захисту на пшениці озимій у середньому за 2021–2023 рр.

№ варіанта	Назва і норма препарату (фаза внесення)*	Клоп-черепашка, екз./м ²		Злакова попелиця, екз./стебло		Пшеничний трипс, екз./колос		Хлібний жук, екз./м ²	
		до	після	до	після	до	після	до	після
1	Біоспектр БТ, р., 3 л/га (А) Метаризин БТ, р., 3 л/га (В)	0,9	0,7	19,7	11,0	4,1	4,1	3,4	2,4
2	Бітоксикацилін-БТУ, р., 10 л/га (В)	1,0	0,7	19,7	11,2	3,9	3,8	3,3	2,5
3	Фітоіmun Синтез, р., 1+1 л/га (А+В)	0,9	0,8	19,0	12,1	4,2	4,6	3,3	3,0
4	Контроль №1 — без препаратів захисту	1,0	1,1	20,4	17,4	4,4	7,7	3,5	4,5
5	Контроль №2 — хімічна технологія захисту: Брейк, МЕ, 0,1 л/га (А); Борей, КС, 0,14 л/га (В)	0,9	0,1	17,4	4,0	4,2	1,5	3,1	0,2
НІР ₀₅		0,06	0,20	2,4	4,4	0,5	2,7	0,3	1,4

Примітка: * А — фаза внесення ВВСН 31; В — фаза внесення ВВСН 59

вказаного шкідника становила 7,7 екз. на одному колосі, або в 1,9, 2,0 і 1,7 раза більше.

У середньому за роки досліджень при застосуванні препаратів Біоспектр БТ, р. (3 л/га) і Метаризин БТ, р. (3 л/га) (вар. 1) та Бітоксикацилін-БТУ, р. (10 л/га) (вар. 2) чисельність **хлібного жука** (*Anisoplia austriaca* Hrbst.) зменшилась з 3,4 і 3,3 до 2,4 і 2,5 екз./м²; Фітоіmun Синтез, р. (1+1 л/га) (вар. 3) — з 3,3 до 3,0 екз./м², а на контролі №1 їх нараховувалось 4,5 екз./м².

Технічна ефективність дворової обробки хімічними інсектицидами проти фітофагів у роки досліджень становила від 55,6 до 100,0%, а біологічними препаратами — від 10,0 до 68,8% та залежала від умов року і від виду шкідника й препарату (табл. 2).

У 2021 р. технічна ефектив-

ність біологічних препаратів в органічних системах захисту проти фітофагів на посівах пшениці озимієї варіювала від 10 до 42%, а за хімічного захисту рослин — в межах 55,6—96,0%.

У 2021 р. серед біологічних препаратів найбільшу технічну ефективність проти хлібного жука (42%), клопа-черепашки (31,1%) та пшеничного трипса (30%) забезпечив біоінсектицид Бітоксикацилін-БТУ, р. (10 л/га), що відповідно на 2 та 6%, 6,1 і 10,0 та 18,6 і 20,0% більше, ніж Біоспектр БТ, р. (3 л/га) з Метаризином БТ, р. (3 л/га) і препарат Фітоіmun Синтез, р. (1+1 л/га). Різниця між хімічними та вказаними біологічними препаратами становила 50—75%.

Дещо інший вплив біологічних препаратів був проти злакових попелиць, де найкращу технічну

ефективність у 2021 р. (33,3%) забезпечив препарат Фітоіmun Синтез, р. (1+1 л/га), що на 16,6 і 11,1% більше, ніж за використання препаратів Біоспектр БТ, р. (3 л/га) з Метаризином БТ, р. (3 л/га) та Бітоксикацилін-БТУ, р. (10 л/га). Хімічних інсектицидів Брейк, МЕ (0,1 л/га) і Борей, КС (0,14 л/га) технічна ефективність проти вказаного шкідника у 2021 р. становила 55,6%.

У 2022 р. технічна ефективність біологічних препаратів була вищою і становила 11,1—68,8%, а хімічних інсектицидів — 75,0—93,8%. Найкращі показники технічної ефективності біологічних препаратів отримано в контролюванні чисельності пшеничного трипса: 68,8, 67,5 і 63,8% при застосуванні Біоспектр БТ, р. (3 л/га) з Метаризином БТ, р. (3 л/га), Бітоксикацилін-БТУ, р. (10 л/га) і Фітоіmun Синтез, р. (1+1 л/га), що на 6,2, 7,5 і 11,2% менше ніж за хімічного захисту рослин. Біологічні інсектициди різних виробників забезпечили ефективність 11,1—38,9 і 30,0—55,0% проти злакових попелиць і хлібного жука-кузьки, що відповідно менше на 44,4—70,2 і 38,8—63,8% порівняно з хімічними інсектицидами Брейк, МЕ та Борей, КС. Серед біологічних препаратів найвищу технічну ефективність проти вказаних шкідників забезпечили Біоспектр БТ, р. (3 л/га) з Метаризином БТ, р. (3 л/га).

Проти клопа черепашки однакову технічну ефективність 43,8% мали біологічні препарати Біоспектр БТ, р. (3 л/га) з

2. Технічна ефективність інсектицидів проти основних шкідників на пшениці озимій

№ варіанта	Назва і норма препарату (фаза внесення)*	Технічна ефективність, %															
		клоп-черепашка				злакова попелиця				пшеничний трипс				хлібний жук			
		2021 р.	2022 р.	2023 р.	середнє	2021 р.	2022 р.	2023 р.	середнє	2021 р.	2022 р.	2023 р.	середнє	2021 р.	2022 р.	2023 р.	середнє
1	Біоспектр БТ, р., 3 л/га (А) Метаризин БТ, р., 3 л/га (В)	25,0	43,8	20,0	29,6	16,7	38,9	56,8	37,5	20,0	68,8	62,0	50,3	40,0	55,0	–	47,5
2	Бітоксикацилін-БТУ, р., 10 л/га(В)	31,1	43,8	20,0	31,6	22,2	33,3	53,7	36,4	30,0	67,5	62,0	53,2	42,0	50,0	–	46,0
3	Фітоіmun Синтез, р., 1 л/га (А+В)	12,5	37,5	20,0	23,3	33,3	11,1	48,1	30,8	10,0	63,8	62,0	45,3	36,0	30,0	–	33,0
4	Контроль №1 — без препаратів захисту	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5	Контроль №2 — хімічна технологія захисту: Брейк, МЕ, 0,1 л/га (А); Борей, КС, 0,14 л/га (В)	87,5	87,5	100,0	91,7	55,6	83,3	93,2	77,4	80,0	75,0	90,0	81,7	96,0	93,8	–	94,9

Примітка: * А — фаза внесення ВВСН 31; В — фаза внесення ВВСН 59

Метаризином БТ, р. (3 л/га) та Бітоксикацилін-БТУ, р. (10 л/га). У Фітоімум Синтез (1+1 л/га) ефективність на 6,3% менша. Різниця між хімічними та вказаними біологічними препаратами проти клопа становила 43,7–50,0%.

У 2023 р. технічна ефективність біологічних препаратів в органічних системах захисту проти фітофагів на посівах пшениці озимої варіювала від 20 до 62% залежно від виду шкідника та препарату.

Усі досліджувані біологічні препарати забезпечили ефективність на рівні 62% проти пшеничного трипса. Проти злакової попелиці найбільшу технічну ефективність 56,8% мали Біоспектр БТ, р. (3 л/га) з Метаризин БТ, р. (3 л/га), що відповідно на 3,1 та 8,7% більше, ніж біоінсектицид Бітоксикацилін-БТУ, р. (10 л/га) і препарат Фітоімум Синтез, р. (1+1 л/га), але менше на 36,4%, ніж хімічні інсектициди Брейк, МЕ (0,1 л/га) та Борей, КС (0,14 л/га).

Проти клопа черепашки всі біологічні препарати забезпечили однакову технічну ефективність, яка дорівнювала 20%, що на 60–70% менше за хімічний захист.

Отже, у середньому за 2021–2023 рр. при випробовуванні біологічних інсектицидів проти клопа-черепашки і пшеничного трипса на посівах пшениці озимої найвищу технічну ефективність (31,6 і 53,2% відповідно) забезпечив Бітоксикацилін-БТУ, р. (10 л/га), а проти злакових попелиць (37,5%) і хлібного жука (47,5%) — Біоспектр БТ, р. (3 л/га) з Метаризином БТ, р. (3 л/га). У варіанті використанню біоінсектициду Фітоімум Синтез, р. (1+1 л/га) технічна ефективність проти вказаних шкідників була меншою і відповідно становила 23,3 і 45,3% та 30,8 і 33,0%.

За застосування хімічних інсектицидів Брейк, МЕ (0,1 л/га) та Борей, КС (0,14 л/га) технічна ефективність проти клопа черепашки, злакових попелиць, пшеничного трипса і хлібного жука становила 91,7%, 77,4, 81,7 і 94,9% відповідно.

ВИСНОВКИ

У південному Степу України у всі роки досліджень (2021, 2022 і 2023 рр.) на посівах пшениці озимої спостерігали заселення клопом-черепашкою (*Eurygaster integriceps* Put.), злаковими попелицями (*Schizaphis graminum* F.) і пшеничним трипсом (*Haplothrips tritici* Kurd) та два роки (2021 і 2022) хлібним жуком (*Anisoplia austriaca* Hrbst.), чисельність яких на контрольному варіанті нараховувалась відповідно 1,1 екз./м², 17,4 екз./стеблі, 7,7 екз./колосі і 4,5 екз./м². Застосування біологічних інсектицидів зменшило їхню кількість до 0,7–0,8 екз./м², 11,0–12,1 екз./стеблі, 3,8–4,6 екз./колосі і 2,4–3,0 екз./м², або в 1,4–1,6, 1,4–1,6, 1,7–2,0 і 1,5–1,8 разів, а хімічні — до 0,1 екз./м², 4,0 екз./стеблі, 1,5 екз./колосі і 0,2 екз./м², або 11,0, 4,4, 5,1 і 22,5 разів.

Усі біологічні препарати, що досліджувались, можна рекомендувати для захисту від шкідників в системі органічного землеробства. Проте у 2021–2023 рр. найвищу технічну ефективність серед біологічних інсектицидів проти клопа-черепашки (*Eurygaster integriceps* Put.) і пшеничного трипса (*Haplothrips tritici* Kurd) забезпечив Бітоксикацилін БТУ, р. (10 л/га) 31,6 і 53,2% відповідно, а проти злакових попелиць і хлібного жука — Біоспектр БТ, р. (3 л/га) з Метаризином БТ (3 л/га) — 37,5 і 47,5%. Дещо меншою була технічна ефективність біоінсектициду Фітоімум Синтез, р. (1+1 л/га), яка проти вказаних шкідників була відповідно 23,3 і 45,3% та 33,8 і 33,0%.

Вищі показники технічної ефективності мали хімічні інсектициди Брейк, МЕ (лямбда-цигалотрин, 100 г/л), 0,1 л/га і Борей, КС (імідаклоприд, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л), 0,14 л/га, у яких вона становила 91,7% проти клопа черепашки, 77,4% — проти злакових попелиць, 81,7% — пшеничного трипса і 94,9% проти хлібного жука. Але хімічні препарати несуть пестицидне навантаження на довкілля, що вимагає зменшення використання їх в системі захис-

ту рослин, а в подальшому — відмови від них і переходу на біологічні препарати за вирощування органічної продукції.

Фінансування: Дослідження виконували за рахунок бюджетної ПНД24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин», підпрограми 04 «Біологічний метод захисту рослин», завдання 24.04.02.01.Ф «Наукове обґрунтування та розроблення систем біологічного захисту зернових колосових і зернобобових культур проти основних фітопатогенів та фітофагів в органічному землеробстві Півдня України», ДР № 0121U100735.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ali A. Bajwa, Muhammad Farooq, Abdullah M. Al-Sadi, Ahmad Nawaz, Khawar Jabran, Kadambot H.M. Siddique. Impact of climate change on biology and management of wheat pests. Access through your Institution, 2020, V. 137. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105304>
2. Лагодієнко В.В., Богданов О.О., Лагодієнко В.В. Місце та роль України на світовому ринку пшениці. Український журнал прикладної економіки та техніки. Західноукраїнський національний університет, 2019, №3 (46), 297–308. <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2019-3-33>
3. Жуйков О.Г. Біологічний метод захисту рослин у сучасному органічному землеробстві України: історичні аспекти, тренди, перспективи. Аграрні інновації, 2022, 12, С. 23–27. <https://doi.org/10.32848/аграр.innov.2022.12.4>
4. Крутяков В.І., Гулич О.І., Пилипенко Л.А. Біологічний метод захисту сільськогосподарських культур: перспективи для України. Вісник аграрної науки, 2018, 11 (788). С. 159–168. <https://doi.org/10.31073/agroviznyk201811-20>
5. Smith O., Cohen A., Rieser C., Davis A., Taylor J., Adesanya A. ... Crowder D.W. Organic Farming Provides Reliable Environmental Benefits but Increases Variability in Crop Yields: A Global Meta-Analysis. Frontiers In Sustainable Food Systems, 2019, 3. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00082>
6. Ткаченко Г.М. Біологічний метод захисту рослин в Україні: реалії і перспективи. Агробізнес Сьогодні, 2022, URL: <https://agrobusiness.com.ua/аграрни-культури/item/25041-biologichnyi-metod-zakhystu-roslyn-v-ukraini-realii-i-perspektyvy.html>
7. Малицький А.І. Світовий досвід застосування біологічного методу захисту рослин та перспективи в Україні. 2022. URL: <https://svgr.gov.ua/news/1666084314/>
8. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/upravlinnya-vidhodamy/derzhavnyi-reyestr>

pestytsydiv-i-agrohimikativ-dozvolenyh-dovykorystannya-v-ukrayini/

9. Лебідь Є.М., Шевченко М.С., Пащенко Ю.М. та ін. Методика проведення польових дослідів, виробничих випробувань і оцінки ефективності способів обробітку ґрунту. Дніпропетровськ: ІЗГ, 2009. 23 с.

10. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового дослідів (зрошуване землеробство). Навчальний посібник. Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2014. 445 с.

11. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб; за редакцією С.О. Трибеля. Київ: Колібрі, 2010. 392 с.

12. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів: навчальний посібник; за ред. В.В. Кириченка, В.П. Петренко, Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, 2012. 320 с.

13. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон: Айлант, 2013. 403 с.

Zaiets S.,

ORSID: 0000-0001-7853-7922

Kovalenko A.,

ORSID: 0000-0003-1936-5942

Onufriy L.,

ORSID: 0000-0001-6247-4920

Yuzyuk S.,

ORSID: 0000-0001-8761-642X

Fundirat K.,

ORSID: 0000-0001-8343-2535

Institute of climate smart agriculture of NAAS of Ukraine

24, Mayatska str., Khybodarske village, Odesa, 67667, Ukraine

Efficiency of biological insecticides against the main pests of winter wheat in the system of organic farming

Goal. To investigate the pest infestation of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) crops and to determine the technological effectiveness of biological products against them in the system of organic farming. **Methods.** Field studies to record the number of major pests of winter wheat before and after 10 days after treatment with biological insecticides were laid out and conducted in a six-man rotation of organic farming: peas — soft winter wheat — chickpeas — hard winter wheat — oil flax — millet. The winter wheat crops were treated twice in BBCH 31 and BBCH 59. The technical effectiveness of biological insecticides was determined and compared with chemical insecticides, and the reliability of the results obtained was determined using the mathematical and statistical method in the Agrostat program. **Results.** The studies of 2021—2023 on the control variant (without treatment) of winter wheat observed an average of 1.1 copies/m² of the shell bug (*Eurygaster integriceps* Put.), 17.4 copies/stem of cereal aphids (*Schizaphis graminum* F.), 7.7 copies/ear of wheat thrips (*Haplothrips tritici* Kurd) and 4.5 copies/m² of bread beetle (*Anisoplia austriaca* Hrbst.), and on variants treated with biological insecticides — by 27.3—36.4%, respectively, 36.8—39.5, 40.6—50.7 and 33.3—46.7% less. The

technical efficiency of biological preparations against the indicated pests in the years of research ranged from 10.0 to 68.8%, and that of chemical insecticides from 55.6 to 100.0% and depended on both the conditions of the year and the type of pest and the preparation. Among biological insecticides, the highest technical efficiency against the turtle bug and wheat thrips on winter wheat crops was provided by Bitoxybacillin-BTU, r. (10 l/ha) — 31.6 and 53.2%, respectively, and against cereal aphids (37.5%) and bread beetle (47.5%) — Biospectr BT, r. (3 l/ha) with Metarizin BT, r. (3 l/ha). Bioinsecticide Phytoimmun Sintez, r. (1 + 1 l/ha) against the specified pests had somewhat lower technical efficiency — 23.3 and 45.3% and 33.8 and 33.0%, respectively. **Conclusions.** The use of biological insecticides Bitoxybacillin-BTU, p. (10 l/ha), Biospectr BT, p. (3 l/ha) with Metarizin BT, p. (3 l/ha) and Phytoimmun Sintez, p. (1 + 1 l/ha) on soft winter wheat crops in organic farming rotation makes it possible to reduce the number of shell bugs and cereal aphids by 1.4—1.6 times, and wheat thrips and bread beetle by 1.7—2.0 and 1.5—1.9 times compared to the control.

winter wheat; turtle bug; cereal aphid; wheat thrips; bread beetle; biological products; technical efficiency

Надійшла до редакції: 30.10.2023

Прийнята до друку: 07.11.2023

Надруковано й опубліковано онлайн: грудень 2023

Науково-виробничий журнал

КАРАНТИН і ЗАХИСТ РОСЛИН

Ми знаємо, як зберегти врожай без шкоди для себе й довкілля

Передплатний індекс — 74668

ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНСЕКТИЦИДІВ проти пшеничного трипса *Haplothrips tritici* Kurd. у посівах пшениці озимої

Мета. Розробити ефективну систему захисту пшениці озимої від пшеничного трипса *Haplothrips tritici* Kurd. Визначити технічну ефективність дії інсектицидів Карате Зеон 050 CS, СК (лямбда-цигалотрин, 50 г/л); Матч 050 ЕС, КЕ, (люфенурон, 50 г/л); Енжіо 247 SC, КС (тіаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л); Талстар, 10% КЕ (біфентрин, 100 г/л); Моспілан, ВП (ацетаміпрід, 200 г/кг); Іназума, ВГ, (ацетаміпрід, 100 г/кг + лямбда-цигалотрин, 30 г/кг) в умовах Південного Степу України. **Методи.** Дослід закладали на посівах пшениці озимої, в 4-, 5- та 8-ми варіантах у 4-разовій повторності. Розміщення ділянок — методом рендомізованих блоків. Облік шкідника проводили методом відбору проб по 20 колосів, які закладали в паперові пакети, щільно закривали, доставляли в лабораторію та підраховували живих і мертвих імаго методом розбору кожного колосу по всіх зразках з кожного варіанта дослідів. Личинок підраховували методом вигонки з використанням електорів. **Результати.** Для контролю чисельності трипсів вивчали ефективність інсектициду Енжіо 247 SC, КС в чотирьох нормах застосування (0,05; 0,1; 0,15 і 0,2 л/га), і препаратів Карате Зеон 050 CS, СК; Іназума, ВГ; Матч 050 ЕС, КЕ; Моспілан, ВП; Талстар, 10% КЕ. В результаті спостережень за зміною чисельності трипсів впродовж 2017—2019 рр. виявили, що його поява на посівах пшениці озимої відбувається з 08 по 24 травня. Особливості погодних умов впливали на динаміку чисельності трипсів. Досліджували тривалість окремих фаз розвитку пшеничного трипса за роками залежно від ГТК. Проведені дослідження виявили основні закономірності процесів розвитку популяції пшеничного трипса та показали можливості контролю його чисельності за допомогою різних інсектицидів. **Висновки.** Застосування інсектицидів Матч 050 ЕС, КЕ; Карате Зеон 050 CS, СК; Талстар, 10% КЕ; Моспілан, ВП; Іназума, ВГ у нормах витрати 0,3 л/га, 0,2, 0,1, 0,075, і 0,24 л/га відповідно на посівах

Ю.Е. КЛЕЧКОВСЬКИЙ,
доктор сільськогосподарських наук
В.П. КЛЮЧКО,
кандидат сільськогосподарських наук
Г.А. ХОРОХОРИНА,
молодший науковий співробітник
Дослідна станція карантину винограду
і плодівих культур ІЗР НААН,
Фонтанська дорога, 49, м. Одеса,
65049, Україна,
e-mail: oskvpk@te.net.ua

пшениці озимої проти пшеничного трипса у фазі — «початок колосіння» (ВВСН 51) ефективно контролює чисельність трипса і забезпечує технічну ефективність 93,7—96,1%. Застосування інсектициду Енжіо 247 SC, КС в нормах витрати 0,05 л/га, 0,1, 0,15 та 0,2 л/га забезпечує технічну ефективність дії даного препарату проти личинок шкідника на рівні 90,2%, 94,7, 95,9 і 96,4%, відповідно.

пшеничний трипс; пшениця озима; захист; інсектициди

За даними ФАО (FAO) (Food and Agricultural Organization) — Організації із продовольства і сільського господарства при Організації Об'єднаних Націй, людство не добирає в середньому врожаю сільськогосподарських культур. Ці втрати оцінюють у 75 млрд доларів, із них втрати від шкідників — 30 млрд. Втрати потенційно можливого врожаю пшениці озимої — 24%.

У сучасних умовах в структурі експорту сільськогосподарської продукції зерно пшениці озимої посідає одне із провідних місць, а культура займає близько 30% посівних площ та забезпечує продовольчу безпеку України. Упродовж усього часу, особли-

во за останні два століття, технологія вирощування зернових культур постійно розвивалася і покращувалася. Створювалися нові, більш продуктивні сорти, вдосконалювалися системи сівозмін, обробітку ґрунту, удобрення, захисту рослин від шкідливих організмів тощо.

В останнє десятиріччя надзвичайно великої чисельності набув поширений в нашій країні небезпечний шкідник пшениці озимої пшеничний трипс (*Haplothrips tritici* Kurd.), шкідливість якого часто недооцінюють [1]. Найбільшої шкоди шкідники завдають у степовій зоні, однак комаха широко розповсюджена у посівах зернових по території всієї України. Біологічні особливості пшеничного трипса вже досить добре вивчені [2]. Фенологія розвитку шкідника дозволяє йому швидко пристосовуватися до нових умов існування. Розрізняють такі стадії розвитку шкідника [3]:

Імаго. Масова поява дорослих осіб по часу збігається з початком колосіння ярих та озимих культур. Середня тривалість життя дорослої комахи становить 30—40 діб. Шкідники переносяться на поля повітрям на висоті 1,5—2 м. На рослинах дорослі комахи зосереджуються біля передостаннього листка чи проникають безпосередньо під нього для висмоктування соків із найбільш ніжної частини обгортки колоска. Самець у популяції в 2—3 рази більше ніж самців.

Спарювання. Після формування тріщин в обгортці шкідники проникають у колос і починають відкладати яйця. Одна самиця здатна відкласти 23—28 яєць впродовж 4—5-ти тижнів. Найбільш інтенсивна яйцекладка відбувається до фази колосіння.

Потім самиця переселяється на пізні посіви або на рослини, що відстають у розвитку.

Яйця. Формування ембріона відбувається впродовж 8 діб.

Личинки. Новонароджені личинки живляться мало, линяють через 2—4 доби, як правило під час масового цвітіння культури. Активному розповсюдженню сприяють високі літні температури та невелика кількість опадів. Найбільша чисельність спостерігається в період формування зерна. На етапі воскової стиглості зерна личинки другого віку лишають колоски. На момент збору врожаю основна маса шкідників розміщується у прикореневій частині стерні та на поверхні ґрунту. Зимують личинки під рослинними рештками на поверхні ґрунту чи безпосередньо у ґрунті на глибині орного шару. Пробуджуються при нагріванні землі до температури +8°C.

Пронімфа і німфа. Послідовне перетворення відбувається в рослинних рештках та ґрунті. Розвиток німфи триває 7—13 діб, після чого вона перетворюється на імаго.

До такого стрімкого розмноження фітофага призвело порушення сівозмін, спрощення системи основного обробітку ґрунту, зменшення обсягів застосування засобів захисту рослин. Аномально тепла, з помірними опадами погода восени і відсутність значних похолодань у зимовий період створюють умови для доброї перезимівлі цих комах. Крім того, масовому їх розмноженню сприяє спекотна посушлива погода, що спостерігається останніми роками в літній період [4]. До кормових рослин-живителів пшеничного трипса, крім пшениці озимої, відносяться: жито озиме, ячмінь, овес, кукурудза, дикі злаки, гречка, бавовник, тютюн і деякі дикорослі трав'янисті рослини. Щороку на захист посівів пшениці в Україні витрачається 45—62 млн грн [5].

Важливе значення має пошук нових шляхів зниження шкідливості пшеничного трипса і вивчення його місцевої популяції [6]. Одним з таких шляхів є вико-

ристання сортів пшениці озимої з резистентністю до шкідника. Проте генетичні фактори резистентності не забезпечують повного захисту рослин від пшеничного трипса і тому засоби хімічного захисту продовжують залишатися одним з основних у контролі чисельності шкідника [7].

Нині вже стала реальною врожайність пшениці озимої 60—80 ц/га. Щоб отримати таку продуктивність, необхідно максимально збалансувати більшість чинників, важливих для розвитку рослин. Виробництву потрібне наукове обґрунтування і застосування біологічної та хімічної систем захисту насіння, сходів, а також вегетуючих рослин від комплексу комах-фітофагів, що нормується новою науковою позицією ЄС. Зокрема, отримання високих урожаїв зернових колосових неможливе без ефективної системи захисту від бур'янів, хвороб та шкідників, як одного із найважливіших елементів технології. Без надійного контролю шкідливих організмів та захисту втрати урожаю і його якості можуть сягати 30% [8, 9].

Мета досліджень — розробити ефективну систему захисту пшениці озимої від пшеничного трипса *Haplothrips tritici* Kurd., визначити технічну ефективність дії інсектицидів Карате Зеон 050 CS, СК (лямбда-цигалотрин, 50 г/л); Матч 050 ЕС, КЕ, (люфенурон, 50 г/л); Енжіо 247 SC, КС (тіаметоксам, 141 г/л + лямбда-цигалотрин, 106 г/л); Талстар, 10% КЕ (біфентрин, 100 г/л); Моспілан, ВП (ацетаміпрід, 200 г/кг); Іназума, ВГ, (ацетаміпрід, 100 г/кг + лямбда-цигалотрин, 30 г/кг) в умовах Південного Степу України.

Методи досліджень. Дослідження проводили на посівах пшениці озимої сорту Славна в КСП «Перемога» Овідіопольського району Одеської області, впродовж 2017—2019 рр. Ґрунт дослідних ділянок — чорнозем південний, малогумусний на лесах, вміст гумусу — 3,2%, рН ґрунту — 6,9—7,0. Дослід заклали у 4-х (2017 р.), 5-ти (2018 р.) і 8-ми (2019 р.) варіантах в 4-разовій повторності. Розміри діля-

нок — 3 × 6 м, загальна площа ділянки — 18 м², облікова площа — 15 м². Розміщення ділянок — методом рендомізованих блоків [10]. Для контролю чисельності трипсів вивчали ефективність інсектицидів за різними нормами витрати [11]. Схеми дослідів за роками досліджень наведено в табл. 1:

1. Схеми дослідів

№	Варіанти дослідів	Норма витрати
2017 р.		
1	Контроль	Без обробки інсектицидами
2	Енжіо 247 SC, КС	0,1 л/га
3	Енжіо 247 SC, КС	0,15 л/га
4	Енжіо 247 SC, КС	0,2 л/га
2018 р.		
1	Контроль	Без обробки інсектицидами
2	Енжіо 247 SC, КС	0,05 л/га
3	Енжіо 247 SC, КС	0,1 л/га
4	Енжіо 247 SC, КС	0,15 л/га
5	Енжіо 247 SC, КС	0,2 л/га
2019 р.		
1	Контроль	Без обробки інсектицидами
2	Енжіо 247 SC, КС	0,1 л/га
3	Енжіо 247 SC, КС	0,2 л/га
4	Матч 050 ЕС, КЕ	0,3 л/га
5	Карате Зеон 050 CS, СК 050CS, мк.с.	0,2 л/га
6	Талстар, 10% КЕ	0,1 л/га
7	Моспілан, ВП	0,075 кг/га
8	Іназума, ВГ	0,24 л/га

Обліки шкідника здійснювали методом відбору проб по 20 колосів, які закладали в паперові пакети, щільно закривали, доставляли в лабораторію та підраховували живих і мертвих імаго шляхом розбору кожного колосу по всіх зразках з кожного варіанта дослідів (рис. 1).

На ділянках проводили моніторинг наростання чисельності імаго пшеничного трипса до досягнення порогу шкідливості. Рівень 1,0—1,1 імаго/колос зафіксовано при обліках 08.05—24.05 у 2017—2019 рр., тому обробку препаратами згідно схем дослідів було проведено за досягнення шкідником економічного поро-

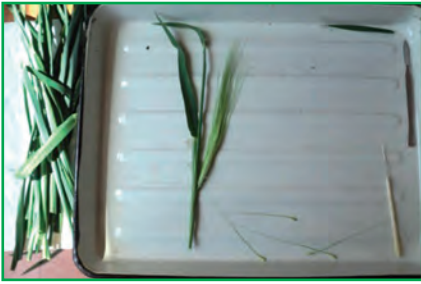


Рис. 1. Підрахунок імаго з колосу (фото автора)



Рис. 2. Використання електорів для вигонки пшеничного трипса (фото автора)



Рис. 3. Личинки трипсів після вигонки з електорів (фото автора)

гу шкідливості (ЕПШ) 1,3 імаго/колос за методикою ЕРРО (РР1/237(1). Thrips On Cereals. 2004). У подальшому обліки чисельності імаго здійснювали через 1 добу та через 3 доби після обробки [12].

Починаючи з терміну переходу імаго у стадію личинок відбирали зразки так само, але у кількості 40 колосів з ділянки. Відбори проб для закладання до електорів проводили через 7, 10, 14, 16 і 21 добу після обробки. Підрахунок личинок здійснювали методом вигонки з використанням електорів (рис. 2). Відібрані зразки поміщали в окремі електори та нагрівали за допомогою електричної лампи потужністю 40 Вт впродовж 7 год. Під дією високої температури личинки трипсів залишають колос та рухаються вниз подальше від надмірного тепла, а коли потрапляють на гарячі внутрішні поверхні електора, падають через воронку у стакан з розчином спирту концентрації 48%. У подальшому вміст стакана із заспиртованими личинками трипсів виливається на фільтрувальний папір розміром 10 × 10 см, де вони залишаються. Тут підраховують їхню кількість (рис. 3).

Результати досліджень і обговорення. Виробництво пшениці озимої є життєво важливим для глобальної продовольчої безпеки. За даними Wajwa A. et al. зміна клімату загрожує сталому виробництву пшениці не лише прямим негативним впливом на ріст культури, але й глибоким впливом на біологію шкідників та боротьбу з ними. Очікується, що зміна клімату сприятиме зростанню вірулентності, розмноженню, стійкості проти пес-

тицидів та розширенню ареалу найбільш небезпечних шкідників пшениці. Швидкі кліматичні зміни відкривають нові географічні вікна для спалахів хвороб, атак комах та забур'янення посівів пшениці в усьому світі. Взаємодія пшениця/шкідники також є сприятливою для шкідників у більшості випадків, коли в гру вступає один або кілька елементів зміни клімату [4].

Погодні умови за період досліджень характеризувалися деякими особливостями. Порівняння конкретних погодних умов 2017–2019 рр. з середніми багаторічними показує, що останніми роками спостерігаються зміни клімату у зв'язку з процесами глобального потепління [13].

Середня річна температура повітря за роки досліджень перевищувала середні багаторічні показники на 1,0–1,5°C. Сума річних опадів у двох з трьох років досліджень (2017, 2019) була меншою за середні багаторічні показники на 7–36 мм. Середня вологість повітря за всі роки досліджень варіювала на рівні середніх багаторічних показників. Підрахунок суми середньодобових температур повітря понад 10°C за рік показав, що у всі роки досліджень спостерігається збільшення цього показника на 279,0–653,5°C. Показник гідротермічного коефіцієнта за роки досліджень відповідно зменшився, у порівнянні з середнім багаторічним рівнем, на 0,04–0,27. Ці особливості погодних умов впливали на динаміку чисельності шкідника (табл. 2).

У дослідженнях 2017–2019 рр.

порівнювали чисельність личинок пшеничного трипса на контрольних (необроблених ділянках) по роках залежно від суми середньодобових температур у період, коли вони були понад 10°C, і суми опадів за цей же період. Співвідношення цих показників (відоме як гідротермічний коефіцієнт (ГТК)) використовували для визначення його впливу на плодючість пшеничного трипса. Досліджували також тривалість окремих фаз розвитку пшеничного трипса по роках залежно від ГТК. Результати показали, що існує зворотна залежність між цими показниками: чим менший показник ГТК, тим триваліші окремі фази розвитку шкідника. У 2018 р., коли спостерігався найменший ГТК — 0,43, кількість личинок пшеничного трипса на контрольних ділянках була найбільшою — 255 екз. Збільшення ГТК у 2019 р. до значення 0,57 призвело до зменшення кількості личинок — 246 екз. Показник ГТК у 2017 р. становив 0,66, що зменшило кількість личинок до 195 екз. (табл. 3).

За даними І. Катеринчука шкідник веде прихований спосіб життя та локалізується у важкодоступних для контактних інсектицидів місцях [3]. Тому для контролю пшеничного трипса слід використовувати інсектициди системної дії або комбінувати препарати, в суміш яких входять активні речовини з контактною і системною діями. Допускається поєднання інсектицидів із фунгіцидами. Причому в посівах культури, призначеної на насіння, об-

2. Погодні умови 2017–2019 рр. (за період досліджень)

Місяці року	2017			2018			2019			Середня багаторічна норма		
	t°С повітря	Опади, мм	Вологість повітря, %	t°С повітря	Опади, мм	Вологість повітря, %	t°С повітря	Опади, мм	Вологість повітря, %	t°С повітря	Опади, мм	Вологість повітря, %
Січень	-3,3	35	85	1,0	86	86	-0,2	55	87	-0,5	34	83
Лютий	0,3	19	83	0,4	71	80	2,7	16	84	-0,2	37	81
Березень	6,7	9	76	1,2	91	75	6,7	10	77	3,5	32	78
Квітень	8,4	58	72	13,1	3	71	9,8	40	78	9,6	27	74
Травень	15,5	43	69	18,6	28	68	16,6	48	70	15,6	35	71
Червень	21,3	47	67	22,3	30	65	24,8	31	72	20,0	49	70
Липень	22,7	58	64	23,7	61	63	23,3	11	68	22,6	46	66
Серпень	24,3	36	64	25,4	0	68	23,6	63	69	22,3	39	65
Вересень	19,5	23	69	18,5	59	70	19,2	8	74	17,2	42	72
Жовтень	12,0	45	75	14,0	5	73	12,8	60	79	11,6	35	77
Листопад	7,1	27	81	4,4	27	84	5,8	40	85	5,7	41	82
Грудень	5,4	44	83	0,9	30	87	1,2	33	87	1,1	35	84
За рік	Сер.=11,7	Σ=444	Сер.=74,0	Сер.=11,9	Σ=491	Сер.=74,1	Сер.=12,2	Σ=415,0	Сер.=76,0	Сер.=10,7	Σ=451	Сер.=75,0
Σ середньодобових t° > 10°С за рік	3789,6			4119,2			3744,7			3465,7		
ГТК	0,66			0,43			0,57			0,70		

3. Тривалість окремих фаз розвитку пшеничного трипса залежно від ГТК

	Стадії розвитку	Роки досліджень			
		2017	2018	2019	
1	Заселення на рослині — – утворення німф	дата	19.04–02.05	15.04–29.04	26.04–08.05
		тривалість діб	13	14	12
2	Утворення німф — – утворення імаго	дата	02.05–14.05	29.04–08.05	08.05–19.05
		тривалість діб	12	9	11
3	Утворення імаго — – відкладання яєць	дата	14.05–24.05	08.05–22.05	19.05–27.05
		тривалість діб	10	14	8
4	Відкладання яєць — – утворення личинок	дата	24.05–01.06	22.05–01.06	27.05–04.06
		тривалість діб	8	10	8
5	Утворення личинок — – відхід на зимівлю	дата	01.06–15.06	01.06–19.06	04.06–17.06
		тривалість діб	14	18	13
6	Кількість личинок на контролі, шт./40 кол.	195	255	246	
7	Σ середньодобових t° > 10°С за рік	3789,6	4119,2	3744,7	
8	Σ опадів за період t° > 10°С, мм	251,9	117,1	212,5	
9	ГТК	0,66	0,43	0,57	

прискування інсектицидами для контролю пшеничного трипса є обов'язковим заходом. Адаже пошкодження личинками пшеничного трипса негативно впливають на насіннєві якості зерна: спричиняють плюсклість та зумовлюють виникнення хвороб. У пошкоджених зерен знижуються схожість і енергія проростання.

У 2017 р. вивчали технічну ефективність препарату системно-контактної дії Енжіо 247 SC, КС за норм витрати — 0,1 л/га, 0,15 і 0,2 л/га, які були достат-

ньо ефективними, тому у 2018 р. додали варіант із половинною нормою витрати — 0,05 л/га для контролю незначної чисельності трипса, а у 2019 р. вивчали технічну ефективність препарату Енжіо 247 SC, КС з нормами витрати 0,1 та 0,2 л/га для контролю середньої та великої чисельності шкідника, відповідно. Проведені дослідження виявили основні закономірності процесів розвитку популяції та показали можливість контролю його чисельності за допомогою різних інсектицидів.

Спостереження за чисельністю імаго шкідника показують, що його поява на посівах пшениці озимої відбувається залежно від погодних умов року досліджень у період з 08.05 по 24.05. Кількість імаго у цей час становить 1,0–1,1 екз./колос. Подальше збільшення чисельності імаго трипса на контрольних варіантах спостерігається до фази «кінець цвітіння — початок молочної стиглості зерна». У цей час чисельність імаго варіює в межах 1,7–2,0 екз./колос. В подальшому імаго після спарювання відкладають яйця і вилуплювання личинок припадає на 24.05–04.06.

Підрахунок чисельності личинок на контрольних варіантах у період з 24.05–04.06 показав, що їхня кількість становить 3,8–4,8 екз./колос. В подальшому чисельність змінюється залежно від погодних умов: у спекотні, посушливі роки збільшується, а в помірні роки повільно зменшується. Підрахунок чисельності личинок на експериментальних ділянках через 7–10 діб після обробки пестицидами показав зменшення чисельності у 4,1–5,3 раза у порівнянні з контролем залежно від погодних умов року досліджень (табл. 4–6).

У фазі «кінець цвітіння — початок молочної стиглості зерна»

4. Технічна ефективність інсектициду Енжіо 247 SC, КС проти пшеничного трипса на посівах пшениці озимої, 2017 р.

№	Варіанти дослідів	Норма витрати, л/га	Чисельність трипсів за днями обліків, шт.										Технічна ефективність, %
			імаго, екз./20 кол.					личинки, екз./40 кол.					
			до обробки 12.05	після обробки									
				18.05	24.05	29.05	02.06	06.06	09.06	12.06	16.06	20.06	
1	Контроль, б/о	б/о	21,3	24,5	35,7	195,5	168,5	152,7	126,7	109,5	50,5	28,8	–
2	Енжіо 247 SC, КС	0,10	21,5	18,4	8,5	19,7	28,7	37,8	22,4	18,7	12,3	1,0	92,4
3	Енжіо 247 SC, КС	0,15	20,1	18,3	8,1	16,5	26,4	34,2	20,1	16,1	9,7	0,8	93,9
4	Енжіо 247 SC, КС	0,20	19,8	18,1	7,7	14,0	24,3	31,0	18,8	15,4	8,4	0,7	94,7
НІР_{0,05}			1,25	0,98	0,44	1,02	1,37	1,74	1,17	0,92	0,57	0,03	–

чисельність личинок на досліджуваних варіантах становила лише 1,5–7,6% від контрольних варіантів. Більша кількість личинок спостерігалася відповідно в більш посушливі роки. В процесі наливу зерна кількість личинок на всіх варіантах дещо збільшується, але до фази кінця воскової стиглості зерна їхня кількість зменшується практично до нуля.

Дію препарату Енжіо 247 SC, КС вивчали у різних нормах витрати впродовж 2017–2019 рр. [14]. Використання інсектициду

нормою 0,1 л/га в ці роки показало технічну ефективність 92,2–97,3%. Зменшення норми витрати до 0,05 л/га у 2018 р. забезпечило технічну ефективність дії препарату 90,2%. Поступове збільшення норми витрати до 0,15 л/га у 2017–2018 рр. закономірно збільшило технічну ефективність до 93,9–97,9%. Подальше підвищення норми витрати до 0,2 л/га у 2017–2019 рр. показало також збільшення показників технічної ефективності дії Енжіо 247 SC, КС — 94,5–98,2% (табл. 5, 6).

Дію препаратів Матч 050 ЕС, КЕ; Карате Зеон 050 CS, СК; Талстар, 10% КЕ; Моспілан, ВП; Іназума, ВГ вивчали впродовж 2019 р. у нормах витрати 0,3 л/га, 0,2 л/га, 0,1 л/га, 0,075 кг/га і 0,24 л/га відповідно. Їхня технічна ефективність дії становить 93,7–96,1% (табл. 6).

ВИСНОВКИ

Чисельність пшеничного трипса значною мірою залежить від температурних показників та опадів у рік досліджень. Чим більша

5. Технічна ефективність інсектициду Енжіо 247 SC, КС проти пшеничного трипса на посівах пшениці озимої, 2018 р.

№	Варіанти дослідів	Норма витрати, л/га	Чисельність трипсів за днями обліків, шт.											Технічна ефективність, %	
			імаго, екз./20 кол.					личинки, екз./40 кол.							
			до обробки 08.05	після обробки											
				12.05	14.05	17.05	24.05	29.05	01.06	05.06	08.06	12.06	15.06		19.06
1	Контроль б/о	б/о	15,3	22,5	28,9	39,8	255,0	250,1	203,2	158,1	84,3	53,4	25,1	13,1	–
2	Енжіо 247 SC, КС	0,05	19,4	16,4	11,9	7,8	7,5	5,5	2,5	3,8	4,3	1,2	1,0	2,8	90,2
3	Енжіо 247 SC, КС	0,10	24,2	20,5	14,8	9,7	3,8	1,8	1,5	3,3	1,6	0,7	1,0	0,7	97,3
4	Енжіо 247 SC, КС	0,15	22,4	18,9	13,7	8,9	3,7	3,5	2,5	3,3	3,8	1,7	0,2	0,6	97,9
5	Енжіо 247 SC, КС	0,20	22,1	18,6	13,5	8,8	1,5	1,3	1,0	2,3	4,3	2,0	0,2	0,5	98,2
НІР_{0,05}			1,37	1,01	0,74	0,53	0,21	0,10	0,08	0,18	0,23	0,09	0,01	0,03	–

6. Технічна ефективність інсектицидів Карате Зеон 050 CS, СК; Матч 050 ЕС, КЕ; Енжіо 247 SC, КС; Талстар, 10% КЕ; Моспілан, ВП; Іназума, ВГ проти пшеничного трипса на посівах пшениці озимої, 2019 р.

№	Варіанти дослідів	Норма витрати, л/га, кг/га	Чисельність трипсів за днями обліків, шт.								Технічна ефективність, %
			імаго, екз./20 кол.				личинки, екз./40 кол.				
			до обробки 24.05	після обробки							
				29.05	31.05	4.06	7.06	11.06	13.06	18.06	
1	Контроль, б/о	б/о	20,3	23,5	34,5	246,8	192,0	55,0	32,5	12,8	–
2	Енжіо 247 SC, КС	0,100	19,5	16,8	7,8	29,5	38,0	19,5	18,5	1,0	92,2
3	Енжіо 247 SC, КС	0,200	18,0	16,5	7,0	25,0	35,0	16,5	12,8	0,7	94,5
4	Матч 050 ЕС, КЕ	0,300	16,6	15,7	7,8	20,8	24,0	17,5	13,8	0,7	94,5
5	Карате Зеон 050 CS, СК	0,200	14,4	13,5	6,7	18,0	32,8	8,5	4,3	0,8	93,7
6	Талстар, 10% КЕ	0,100	11,5	10,8	5,4	14,3	23,7	19,0	8,0	0,5	96,1
7	Моспілан, ВП	0,075	15,6	14,8	7,3	19,5	36,5	24,3	11,8	0,6	95,3
8	Іназума, ВГ	0,240	14,6	13,9	6,9	18,3	26,3	8,8	1,5	0,5	96,1
НІР_{0,05}			1,14	0,92	0,36	1,32	2,16	1,01	0,69	0,04	–



сума середньодобових температур повітря, що перевищує 10°C, і чим менша сума опадів впродовж цього періоду, тим вища чисельність імаго та личинок шкідника в природних умовах.

Застосування інсектицидів Карате Зеон 050 CS, СК; Матч 050 ЕС, КЕ; Талстар, 10% КЕ; Моспілан, ВП; Іназума ВГ в досліджуваних нормах витрати на посівах пшениці озимої проти пшеничного трипса у фазу «початок колосіння» (ВВСН 51) ефективно контролює чисельність імаго даного шкідника за досягнення пирогової чисельності та сприяє в подальшому зниженню чисельності личинок.

Застосування інсектициду Енжіо 247 SC, КС у нормах витрати 0,05 л/га, 0,1, 0,15 та 0,2 л/га на посівах пшениці озимої проти пшеничного трипса забезпечує технічну ефективність даного препарату 90,2%, 94,5, 95,9 і 96,4%, відповідно. Норми витрати препарату доцільно застосовувати пропорційно кількості імаго і личинок трипсів у розрахунок на 1 колос пшениці, орієнтуючись при цьому на встановлений ЕПШ.

Фінансування: 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

- Арешніков Б.А., Гончаренко М.П., Костюковський М.Г. та ін. Захист зернових культур від шкідників, хвороб і бур'янів при інтенсивних технологіях : за ред. Б.А. Арешнікова. Київ: Урожай, 1992. 224 с.
- Клечковський Ю.Е., Глушкова С.О., Палагіна О.В. Трипси — небезпечні шкідники овочевих культур. Карантин і захист

рослин. 2019. № 7-8. С. 5-10. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2019.7-8.5-10>

3. Кривенко А.І., Шушківська Н.І. Видовий склад комах агробіоценозу шпичного поля та контроль їх чисельності. Агробіологія, № 2. 2015. С. 61-65.

4. Ali A. Bajwa, Muhammad Farooq, Abdullah M. Al-Sadi et al. Impact of climate change on biology and management of wheat pests. Crop Protection. 2020. Volume 137, November, 105304. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2020.105304>

5. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С., Лісовий М.М. Екологічна структура шкідливого ентомокомплексу агроценозів зернових злакових культур Центрального Лісостепу України. Агроекологічний журнал. 2020. № 2, 31-39. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2020.207678>

6. Мостов'як І.І., Челомбітко А.Ф., Калашніков В.Б., Бородай В.В., Дем'янюк О.С. Аналіз чисельності популяцій та шкідливості фітофагів агроценозів зернових колосових культур Центрального Лісостепу України. Агроекологічний журнал. 2020. № 3. С. 43-52. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2020.211525>

7. Медвідь В.С. Ентомофауна пшениці озимої у правобережному Лісостепу України. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. Том. 24, № 3. С. 96-104. DOI: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)-12

8. Бакалова А.В., Грицюк Н.В., Дереча О.А. Комплексний захист пшениці озимої від шкідливих організмів агроценозу у зоні Полісся України. Карантин і захист рослин. 2019. № 1-2. С.5-10. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2019.1-2.5-10>

9. Дем'янюк О.С., Шацман Д.О. Детоксикація ґрунтових і страхових гербіцидів у чорноземі типовому в Лівобережному Лісостепу України. Карантин і захист рослин. 2019. № 11-12(258). С. 18-21. DOI: 10.36495/2312-0614.2019.11-12.18-21

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1985. 415 с.

11. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. 2016 р. Київ: Юнівест Медіа, 2016. 1024 с.

12. EPPO. Global database: PP1/237(1). Thrips On Cereals. 2004. URL: <https://pp1.eppo.int/standards/PP1-237-1>

13. Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин у 2021 р. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. 2021. Київ, 292 с.

14. Мостов'як С.М., Мостов'як І.І., Борзих О.І., Федоренко В.П. Екотоксикологічна оцінка застосування хімічних засобів захисту рослин від шкідників. Карантин і захист рослин. 2022. № 3. С. 3-10. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2022.3.3-10>

Klechkovskiy Iu.,

0000-0003-4404-5553

Klychko V.,

0000-0003-3025-1938

Khorohorina G.,

0000-0003-0689-6453

Quarantine station of grape and fruit cultures of plant protection institute NAAS, 49, Fontanskaya str., Odessa, 65049, Ukraine

Efficacy of insecticides against wheat thrips *Haplothrips tritici* Kurd. in winter wheat crops

Goal. To develop an effective system of winter wheat protection against wheat thrips *Haplothrips tritici* Kurd. Determine the technical effectiveness of insecticides Karate Zeon 050 CS, SC (lambda-cyhalothrin, 50 g/l); Match 050 ES, CE (lufenuron, 50 g/l); Enjio 247 SC, CS (thiamethoxam, 141 g/l + lambda-cyhalothrin, 106 g/l); Talstar, 10% CE (bifenthrin, 100 g/l); Mospilan, VP (acetamiprid, 200 g/kg); Inazuma, VG, (acetamiprid, 100 g/kg + lambda-cyhalothrin, 30 g/kg) in the Southern Steppe of Ukraine. **Methods.** The experiment was set up on winter wheat crops in 4-, 5- and 8 replications in 4x replication. The plots were arranged by the method of randomized blocks. The pest was counted by sampling 20 ears of wheat, which were placed in paper bags, tightly closed, delivered to the laboratory and counted live and dead adults by analyzing each ear for all samples from each experiment. Larvae were counted by the method of distillation using selectors. **Results.** To control the number of thrips, the effectiveness of the insecticide Engio 247 SC, CS at four application rates (0.05, 0.1, 0.15 and 0.2 l/ha) and Karate Zeon 050 CS, SC; Inazuma, VG; Match 050 ES, CE; Mospilan, VP; Talstar, 10% CE was studied. As a result of observations of changes in the number of thrips during 2017—2019, it was found that its appearance on winter wheat crops occurs from May 08 to 24. Peculiarities of weather conditions influenced the dynamics of thrips numbers. The duration of individual phases of wheat thrips development by years depending on the GTC was studied. The studies revealed the main patterns of wheat thrips population development and showed the possibility of controlling its number with the help of various insecticides. **Conclusions.** The use of insecticides Match 050 ES, CE; Karate Zeon 050 CS, SC; Talstar, 10% CE; Mospilan, VP; Inazuma, VG at consumption rates of 0.3 l/ha, 0.2, 0.1, 0.075, and 0.24 l/ha, respectively, on winter wheat crops against wheat thrips in the phase — «beginning of earing» (VVSN 51) effectively controls the number of thrips and provides technical efficiency of 93.7—96.1%. The use of the insecticide Engio 247 SC, KS at consumption rates of 0.05 l/ha, 0.1, 0.15 and 0.2 l/ha provides technical efficiency of this drug against pest larvae at the level of 90.2%, 94.7, 95.9 and 96.4%, respectively.

wheat thrips; winter wheat; protection; insecticides

Надійшла до редакції: 01.08.2023

Прийнята до друку: 10.10.2023

Надруковано й опубліковано онлайн: грудень 2023

ІНДИКАЦІЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ

ентомопатогенних нематод Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae (огляд літератури)

Мета. Здійснення теоретико-методологічного аналізу існуючих наукових даних щодо особливостей використання методів, спрямованих на індикацію (виявлення) та ідентифікацію корисних для захисту рослин мікроорганізмів — ентومопатогенних нематод (Rhabditida: Steinernematidae & Heterorhabditidae) (ЕПН). **Результати.** Наведено огляд літератури, де описано актуальні методиками, які застосовуються для дослідження фауни ЕПН, вказано на їх переваги та обмеження. Єдиного стандарту для багатьох методів, що обговорюються в даній роботі, наразі не існує, тому розглянуто різні підходи, ефективність яких була підтверджена експериментально і вважається задовільною. Передусім описано методи відбору проб ґрунту та зразків комах-хазяїв, заселених нематодами, й техніки ізоляції/виділення ЕПН із різних типів проб. Далі обговорюються найбільш важливі систематичні ознаки ЕПН, підходи до їхнього визначення та основні методи, необхідні для рутинної видової ідентифікації, у першу чергу — виготовлення мікропрепаратів та їх дослідження методами світлової мікроскопії. Описано методиками електронної мікроскопії, кросбридингу та молекулярно-генетичних досліджень ЕПН. **Висновки.** Наведені дані мають важливе теоретичне та практичне значення, оскільки дозволяють здійснити обґрунтований вибір найбільш оптимальних способів пошуку, виявлення та ідентифікації ентومопатогенних нематод (Steinernematidae, Heterorhabditidae) — потенційних біоагентів проти комах-шкідників.

пошук та виявлення; ізоляція (виділення); штучне зараження; біозахист; комах-шкідники

Значення та таксономічне положення ентومопатогенних нематод (Rhabditida: Steinernematidae & Heterorhabditidae). Ентومопатогенні нематоди (Rhabditida: Steinernematidae та Heterorhabditidae) — ендопаразити (енто-

А.М. КОВТУН
 Одеський державний аграрний
 університет, вул. Канатна, 99, м. Одеса,
 65012, Україна
 e-mail: andrii_kovtun@ukr.net

мопатогени) комах та інших артропод (Arthropoda), виступають облігатними хазяями для кишкових грам-негативних симбіотичних бактерій з родів *Xenorhabdus* та *Photorhabdus* (γ-Proteobacteria: Enterobacteriaceae), утворюючи з ними мутуалістичний нематодно-бактеріальний комплекс [1, 2].

Значна кількість ізолятів цих ентومопатогенів, виділених із загинувших комах-шкідників під час масових епізоотій в природі, стали основою створення біологічних препаратів (біопестицидів) інсектицидної дії для захисту рослин сільськогосподарського та інших призначень, багаторічних і лісових насаджень, дерев, чагарників, рослинності закритого ґрунту тощо [3–5]. Ентومопатогенні нематоди (ЕПН) з роду Steinernematidae Chitwood et Chitwood, 1937 (= Neoalectanidae Sobolev, 1953) та Heterorhabditidae Poinar, 1976 мають широкий спектр хазяїв, ними уражаються понад 200 видів комах на різних стадіях розвитку з різних родин [6, 7]. Також володіють іншими антибіотичними властивостями (нематотичними, фунгіцидними та бактерицидними зокрема), які досі вивчені недостатньо [8–11]. Разом з тим, завдяки короткій тривалості життя і простоті процесу лабораторного культивування, вони все частіше використовуються як модельні організми у фундаментальних дослідженнях симбіозу і паразитизму.

Тривалий час ці нематоди залишалися маловивченими із-за складності їх виявлення і діагностування, що зумовлено особливостями їхньої біології. ЕПН Steinernematidae та Heterorhabditidae досить подібні між собою, проте сам тип трофічного зв'язку з комахами-хазяями виник у цих двох групах незалежно один від одного. Нематоди родини Heterorhabditidae — це родичі нематоди *Caenorhabditis elegans*, а Steinernematidae — близькі до ґрунтових нематод-панагролаймід [1]. Представники ЕПН ведуть прихований спосіб життя — розвиток личинок і дорослих особин розірваний у просторі та часі, у зв'язку з чим виявляються або тільки інвазійні личинки у ґрунті, або ж їхні дорослі стадії — в личинках і лялечках комах-хазяїв. Відповідно до цього, перші знахідки ентонематод були пов'язані з аналізом причин загибелі різних комах, їх розтинном та подальшим виділенням з трупів жертв. Обстеженням ґрунтів з метою виділення інвазійних личинок дослідники почали займатися вже після однозначного встановлення життєвих циклів їхнього розвитку [12].

Таксономічно ЕПН належать до типу Nematoda Diesing, 1861, класу Chromadorea Inglis, 1983, підкласу Chromadoria Pearse, 1942, ряду Rhabditida Chitwood, 1933 [27]. Нижче наведено перелік таксонів ЕПН. Після назви родів у дужках вказано кількість валідних видів у світовій фауні / кількість видів у фауні України, відомих за літературними даними.

Тип: NEMATODA Diesing, 1861
Клас: CHROMADOREA Inglis, 1983
Підклас: CHROMADORIA Pearse, 1942
Ряд: RHABDITIDA Chitwood, 1933

Підряд: RHABDITINA Chitwood, 1933
Інфраряд: RHABDITOMORPHA De Ley & Blaxter, 2002
Надродина: RHABDITOIDEA Örley, 1880
Родина: STEINERNEMATIDAE Filipjev, 1934 = NEOAPLECTANIDAE Sobolev, 1953
Рід: <i>Steinernema</i> Travassos, 1927 (n = 95/3) = <i>Neoalectana</i> Steiner, 1929
Рід: <i>Neosteinernema</i> Nguyen & Smart, 1994 (n = 1/0)
Надродина: STRONGYLOIDEA Baird, 1853
Родина: HETERORHABDITIDAE Poinar, 1976
Рід: <i>Heterorhabditis</i> Poinar, 1976 (n = 16/1) = <i>Chromonema</i> Khan, Brooks & Hirschmann, 1976

Більшість ідентифікованих видів ентомопатогенних нематод (близько 100) належать до типового роду *Steinernema* Travassos, 1927 родини Steienermatidae, і у 5 разів менше до типового роду *Heterorhabditis* Poinar, 1976 родини Heterorhabditidae. На території України зареєстровано лише чотири види ЕПН: три представники — *Steinernema carpocapsae* (Weiser, 1955) Wouts et al., 1982, *Steinernema feltiae* (Filipjev, 1934) Wouts et al., 1982, *Steinernema arenarium* (Artyukhovsky, 1967) Wouts et al., 1982 роду *Steinernema* родини Steienermatidae та один — *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 роду *Heterorhabditis* родини Heterorhabditidae [28—32].

ЕПН досі залишаються мало вивченою групою нематод-рабдитид України широким загалом спеціалістів-біологів (зоологів, гельмінтологів зокрема) як у відношенні первинних фауністичних даних, так і щодо прикладних аспектів. Це зумовлено, насамперед, складністю освоєння цієї своєрідної екологічної групи червів, їх прихованим способом життя і не частим траплянням у природі. Інша причина, що не менш важливо, — це необізнаність та безініціативність фахівців науки і практики агробіологічного й екологічного профілів щодо перспектив і можливостей застосування ЕПН проти певних видів шкідників. Ці методи не надто «популярні» в захисті рослин і ще досі не знайшли належного місця у вітчизняному мікробіозахисті

сільськогосподарських культур [13, 14].

Нині поступово змінюється загальна концепція захисту рослин. Головна її суть полягає не у знищенні комах, а в управлінні їхньою чисельністю. Наголос робиться на відновленні, збереженні й підтриманні саморегуляції біоценозів (агроценозів), а конкретніше — тих рушійних сил у них, котрі здатні стримувати масове розмноження шкідників. Така мета може бути досягнута тільки комплексом відповідних засобів і прийомів, підібраних на основі глибоких знань про процеси у біоценозах [15—17]. У цю концепцію, що отримала назву «інтегрований захист рослин», доцільно вписуються в якості одного із компонентів ЕПН. Інтегрований захист передбачає використання, наскільки це можливо, більш вибіркового впливу на шкідників. ЕПН є екологічно чистою альтернативою хімічним інсектицидам широкого спектра дії, які дозволяють управляти шкідниками, не впливаючи, чи впливаючи мінімальною мірою на інші нецільові організми біоценозу [5, 14, 18].

Світовий досвід свідчить, що інтегрований захист рослин неможливий без використання надійних методів індикації (виявлення), максимально точної видової ідентифікації, прогнозу щільності не тільки шкідливих, а й корисних організмів в агроекосистемах, ЕПН зокрема [19—24]. Виявлення та ідентифікація аборигенних ізолятів і видів ЕПН, адаптованих до місцевих ендемічних та екзогенних факторів навколишнього середовища та клімату, є важливою умовою їхнього успішного впровадження в якості агентів біометоду для контролю комах-шкідників у інтегрованих системах фітозахисту.

Аналіз доступної вітчизняної наукової літератури засвідчив про загальний недостатній рівень роботи у даному напрямі. Нині дослідники [25, 26] пропонують деякі способи та методи, спрямовані на вивчення ЕПН (дослідження ґрунту, виділення нематод, морфологічна диференціація видів).

Проте цілісного ґрунтового дослідження, яке б повною мірою висвітлювало питання індикації та ідентифікації цільових ЕПН, досі немає. Враховуючи суттєвий брак такої інформації, *метою дослідження* було здійснити аналіз наявних результатів досліджень щодо особливостей використання методів, спрямованих на індикацію та ідентифікацію корисних для захисту рослин мікроорганізмів — ентомопатогенних нематод (Rhabditida: Steinernematidae & Heterorhabditidae).

Даний огляд складається з чотирьох основних розділів:

1. Пошук та виявлення ЕПН;
2. Ізоляція ЕПН із проб ґрунту та виділення із загинувших комах;
3. Штучне інфікування тест-комах ізолятами ЕПН;
4. Ідентифікація ЕПН.

1. Пошук та виявлення ЕПН

У ЕПН (Steienermatidae та Heterorhabditidae) розвиток личинок і дорослих особин розриваний у просторі та часі, у зв'язку з чим виявляються або тільки інвазійні личинки в ґрунті, або ж дорослі стадії — в личинках і лялечках комах-хазяїв. Загальновідомо, що різні види з двох родин ЕПН спромоглися зайняти один і той самий регіон, і навіть той же квадратний метр, але співіснують, тому що знаходяться на різній глибині ґрунту або мають різну гостальну специфічність (спеціалізацію живлення), тобто залежать від різних видів комах-хазяїв, які безпосередньо підтримують їхню популяцію. З огляду на це існують три базових способи виявлення ЕПН, а саме: (1) безпосередній відбір проб ґрунту; (2) закладання ґрунтових «живих» пасток; (3) збір (відловлювання) потенційних комах-хазяїв.

Відбір ґрунтових проб. Спосіб відбору проб залежить від мети, яка ставиться перед дослідником у кожному окремому випадку. Відбирають проби за двома схемами — випадкова (рандомізована) і систематична (суцільна). Випадкову схему доцільно за-

стосовувати на великих площах (наприклад, географічних областях чи регіонах) для вивчення впливу на різноманітність ЕПН певних факторів — діапазону висот, текстури ґрунту чи типу середовища існування (наприклад, оброблені поля, лісові масиви, пасовища, парки, прибережні райони тощо). Ґрунтові проби за рандомізованою схемою доцільно відбирати таким чином [33]. Для формування середнього зразка (об'ємом 500 см^3) відбирають разові проби (5 виїмок) із 4 м^2 за допомогою звичайної ручної лопати. У більшості випадків проби ґрунту слід відбирати з верхнього шару ґрунтового профілю до глибини 15–30 см (основної зони росту коріння рослин). У насадженнях деревних рослин проби ґрунту відбирають до глибини 40 см у радіусі 1 м навколо штабів дерев, що ростуть окремо (рис. 1). Проби ґрунту можуть бути як точковими (відібрані за один прийом з одного місця), так і об'єднаними (суму спільних точкових порцій-проб із однієї типової ділянки змішують разом). Умови відбирання проб мають бути однаковими в усіх варіантах. Визначають та фіксують місця відбору проб ґрунту (координати точок відбору). До кожної проби ґрунту додається супровідний листок, в якому зна-

чаються відомості про тип ґрунту, тип рослинності (сільськогосподарської культури), порядковий номер, дата відбору, глибина відбору тощо. Ґрунтову пробу (об'єднану пробу) разом з етикеткою направляють на аналіз в лабораторію.

Важливим етапом є правильний вибір часу (сезонність) відбору проб. Ентомопатогенним нематодам властива горизонтальна й вертикальна міграція у ґрунті, що залежить, у першу чергу, від температури та вологості навколишнього середовища. Відповідно, на території України відбір проб ґрунту проводять з квітня по жовтень, коли ентомопатогени найбільш масово знаходяться на глибині відбору проби.

На відміну від рандомізованого відбору ґрунтових проб, систематичний, як правило, доцільно застосовувати в якості спеціального дослідження у конкретній (демаркованій) області протягом визначеного періоду часу [33]. Наприклад, для оцінювання сезонного розподілу ЕПН у ґрунті на елементарній ділянці (полі) взяття проб передбачається через певні інтервали у часі та просторі. Репрезентативність проб має забезпечувати вивчення розподілу популяцій ЕПН якомога детальніше. Точність нематологічного обстежен-

ня значною мірою залежить від площі елементарної ділянки та кількості відібраних з неї точкових (індивідуальних) проб, з яких складається репрезентативний змішаний (об'єднаний) зразок ґрунту для нематологічного аналізу. Як засвідчив аналіз літератури [2, 33], єдиного спільного стандарту щодо процедури відбору проб ґрунту немає. Тому вважаємо необхідним створення «локального стандарту» залежно від зони, ґрунтово-кліматичних умов, типу біоценозу тощо.

Закладання ґрунтових «живих» пасток. Для виявлення ЕПН застосовують метод ґрунтових «живих» пасток із використанням сприйнятливих тест-комах, що мешкають поза ґрунтом. Такі комахи найбільш чутливі до інфекції ентомопатогенів у ґрунті, що в свою чергу підвищує результативність даного методу порівняно із безпосереднім відбором проб ґрунту. У якості відповідних хазяїв можна розглядати личинки великої воскової молі *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae), або ж незрілі стадії інших видів комах з різних родин та/або рядів (Lepidoptera, Coleoptera, Diptera тощо).

По дві особини личинок *G. mellonella* останньої вікової стадії (вагою $0,20 \pm 0,03 \text{ г}$) поміщають у сферичні капсули (діаметром 4,5 см) з металеві сітки і закопують у ґрунт на глибину до 10 см у ценозах польових угідь, та на глибину до 20–30 см в радіусі 1 м від штамбу дерева, куща (у садових ценозах, групових насадженнях тощо), позначивши місце їхнього знаходження. У якості подібних капсул рекомендують використовувати металеві ситечка для заварювання чаю (рис. 2) [2]. Через 5–6 діб тест-комах виймають для подальшого аналізу в лабораторних умовах.

Збір (відловлювання) потенційних комах-хазяїв. Перевага даного методу полягає в тому, що інформація про гостальну специфічність та патогенність ЕПН отримується безпосередньо від комах-хазяїв, заражених у природних умовах. Метод дає змогу

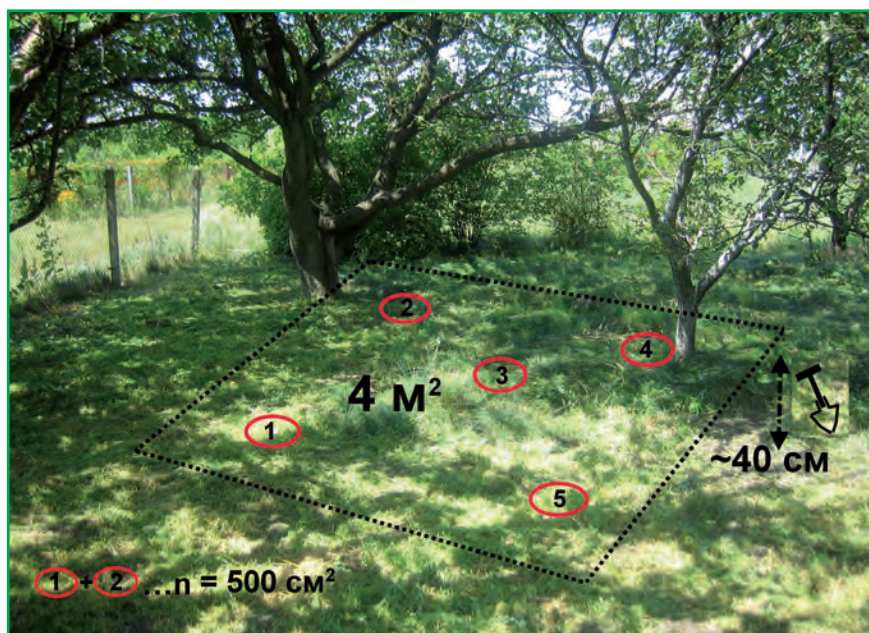


Рис. 1. Особливості відбору проб ґрунту за рандомізованою схемою у насадженнях плодоносного саду (фото автора)



Рис. 2. Загальний вигляд ґрунтових «живих» пасток із вміщеними личинками *G. mellonella* (фото автора)

отримати ізоляти ЕПН, специфіка яких зумовлюється специфікою хазяїна, у якому вони були виявлені, що не може бути виявлено, наприклад, методом «живої» пастки.

Для цього рекомендується використання еколого-ентомологічних обстежень [35] із обліком комах у ґрунті, його поверхні, чи на рослинах із застосуванням способів збору універсальних, у результаті яких водночас вилловлюються найрізноманітніші групи комах (ручний розбір, метод просівання ентомологічним ситом, флотажія), та спеціальних, які враховують особливості біології представників конкретних родин і родів (концентруючі

(притіняючі) приманки, ловчі по-яси). Обстежуючи деревний ярус, відбирають комах, струшуючи їх на полотно. Для цього під деревом чи кущем розкладають біле полотно і трусять гілку рукою чи б'ють по ній палицею. Комах, які падають, збирають пінцетом або безпосередньо руками і поміщають у завчасно приготовлені пробірки тощо.

Відомо, що особливо висока інтенсивність та екстенсивність ураження ЕПН спостерігається серед тих комах-хазяїв, життєвий цикл розвитку яких пов'язаний з ґрунтом, для більшості личинок яких характерний прихований спосіб життя у верхньому шарі ґрунту [36, 37]. Зважаючи на це, слід використовувати прямі та/чи не прямі методи обліку ґрунтових комах.

Прямим способом обліку ґрунтових комах є викопування квадрата 50×50 см (в аридних умовах 100×100 см) і пошарове дослідження ґрунту, який одразу ж поміщають у поліетиленові пакети. Одним із непрямих методів обліку великих ґрунтоживучих комах (дротяників і личинок хрущів зокрема) є так званий «облік за плугом» — у шарі ґрунту борозни, що утворилась. Оглядають усіх наявних комах, знайдених хворих чи загиблих збирають пінцетом або безпосередньо руками, поміщають у заздалегідь підготовлені банки чи пробірки.

Збір хворих і загиблих комах-хазяїв базується на використанні візуальних ознак ураження ЕПН, які за літературними і оригінальними даними [38] мають свої характерні особливості (у порівнянні із іншими патологіями комах) (рис. 3). Симптоми, що спостерігаються в комах при ураженні їх нематодами з родин *Steinernematidae* та *Heterorhabditidae*, залежать від видової належності паразита, фази розвитку, віку і виду комах-хазяїна. Основними явними ознаками нематодної інфекції є: характерна зміна кольору зовнішніх покривів тіла уражених комах на яскравий малиново-червоний (характерно для *Heterorhabditidae*) чи різні града-

ції жовто-сірого (характерно для *Steinernematidae*); зміна розмірів і форми трупів тіла комах (уражені особини дещо збільшуються в об'ємі; тіла розбухають і набувають м'якої, пружної гумоподібної консистенції, оскільки внутрішні органи під дією бактерій-симбіонтів перетворюються на мутну рідину); відсутність будь-якого специфічного запаху у свіжо-загиблих комах.

Варто зазначити, що у природі шанси знайти комах, уражених ЕПН, становлять в середньому менше 3% [33], за винятком виникнення широкої спонтанної епізоотії із значною екстенсивністю інвазії [39] або дослідження великої вибірки комах [40].

Усі відомі знахідки ЕПН в Україні були пов'язані лише з



Рис. 3. Прояв нематодної інфекції на личинках *Galleria mellonella*:

а — збудник з родини *Steinernematidae*;
б — збудник з родини *Heterorhabditidae*;
в — не уражені (інтактні) особини *G. mellonella* (фото автора)

аналізом проб ґрунту, відібраних у різних біоценозах [28—32]. Ентомологічні обстеження мікроценозів комах з подальшим встановленням причин загибелі та відбір загиблих особин за типовими для ЕПН ознаками ураження до цього часу не проводилися, ця інформація й досі лишається «білою плямою» ентономатології в Україні. До того ж, як показав аналіз вітчизняних літературних даних, досі не зафіксовано випадків епізоотій, викликаних ЕПН, окрім однієї, викликаної 80 років тому (!), у 1952 р. на посівах буряків цукрових Веселоподільської селекційної станції (Семенівський р-н, Полтавська обл.) серед личинок бурякових довгоносиків (*Bothynoderes punctiventris* Germ.) [41].

2. Ізоляція ЕПН із проб ґрунту та виділення із загиблих комах

З метою ізоляції ЕПН із відібраних проб ґрунту застосовують два основних методи:

- 1 — метод біопроби (біотестування);
- 2 — лійковий метод за Берманом у лабораторних умовах (рис. 4).

Застосовуючи перший метод — біотестування, ґрунтові проби ретельно перемішують, вилучають різноманітні камінці, залишки рослин та відбирають 500 см³, заповнюючи пластикові стакани, у кожен з яких вносять по 3—5 личинок старшого віку великої воскової моли *Galleria mellonella* (або ж незрілі стадії інших видів комах з різних родин та/або рядів Lepidoptera, Coleoptera, Diptera). Ґрунт, за необхідності, зволожують відстояною водопровідною водою за допомогою ручного обприскувача, з метою підвищення здатності нематод до руху в напрямку жертв. Стакани з ґрунтом обв'язують бяззю і розміщують на піддоні, перевертаючи догори дном. Кожен стакан підписують (дата та місце відбору проб) і залишають для експозиції на 5—6 діб. Кожного дня оглядають стан гусениць, вилучають загиблих та замінюють їх новими (рис. 5). Також, з метою ізоляції ЕПН із

відібраних ґрунтових проб у лабораторних умовах, автори [34] пропонують для цього модифікований метод із застосуванням вище зазначених чайних ситечок, які використовувалися у польових умовах як ґрунтові «живі» пастки (див. 1. Пошук та виявлення ЕПН рис. 2).

Для виявлення вільноживучих інвазійних личинок ЕПН використовують свіжовідібрані вологі ґрунтові проби і застосовують лійковий метод Бермана (рис. 4). Даний метод є широко використовуваним у нематології для виділення інших груп червоподібних видів нематод [42].

Для цього пробу ґрунту (об'ємом близько 50 см³) розміщують на молочний фільтр (або туалетний папір) та поміщають на металеву сітку, яку у свою чергу занурюють у лійку, заповнену водою. На вузький кінець лійки прикріплюють гумову трубку разом з приєднаною до неї хімічною пробіркою. Лійку із ґрунтом залишають на 72 год для виходу нематод у воду та подальшого осідання їх на дно пробірки.

Після цього пробірки знімають та аналізують [42].

Провівши порівняння основних методів ізоляції ЕПН із ґрунту, дійшли висновку, що більш зручним у практичному застосуванні є метод біопроби порівняно з лійковим методом Бермана, при використанні якого дослідник стикається з багатьма труднощами (табл.).

Для виділення нематод із загиблих комах-хазяїв є два загальні способи — застосування «водної пастки» Уайта, або ж проведення «гельмінтологічного розтину» (рис. 6).

Водна пастка Уайта — це чашка Петрі (Ø100 мм), заповнена 20 мл дистильованою водою, у яку вставлена перевернута чашка Петрі меншого розміру (Ø50 чи Ø60 мм) з вологим фільтрувальним папером посередині, на якому розміщуються комахи із симптомами нематодної інфекції (див. рис. 3). Через 10—25 діб (залежно від виду і штаму ЕПН) спостерігають за евазією та подальшою міграцією інвазійних личинок (ІЛ) по вологому філь-

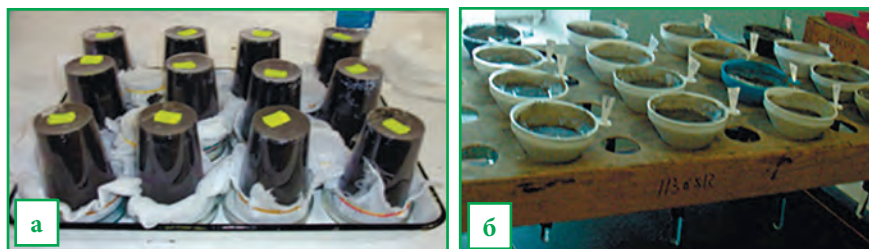


Рис. 4. Ізоляція ентомопатогенних нематод із проб ґрунту:

а — метод біопроби; б — лійковий метод Бермана (фото автора)



Рис. 5. Загибла личинка великої воскової моли *Galleria mellonella* з ознаками ураження *Heterorhabditis* sp. при використанні методу біопроби (фото автора)

Порівняльна оцінка основних методів ізоляції ЕПН з ґрунту

Критерії	Методи	
	лійковий Бермана	біопроба
Виділення нематодної популяції	Різномірна	Одна
Складність роботи	Висока	Низька
Створення лабораторної культури	Можливе	Так
Стадії виділення	Дауер-личинка	Усі
Рівень таксономічних знань	Високий	Помірний
Можливість таксономічних робіт	Ні	Так
Кількісні дані	Так	Так

травальному паперу в шар води (прояв позитивного гідротаксису) на дні більшої (Ø100 мм) чашки Петрі (рис. 6). Не дивлячись на те, що застосування водної пастки Уайта для виділення ентомопатогенних нематод було обґрунтовано майже 100 років тому [43], даний метод використовується і дотепер і вважається найбільш результативним. Деякі вчені [33] пропонують власну модифікацію даного методу.

Усі виявлені ізоляти ЕПН зберігають окремо у вигляді водної суспензії в 250 мл конічних колбах в холодильнику при температурі 4°C у 0,001% розчині формаліну у фізіологічному розчині кухонної солі з концентрацією 1000–3000 екз. нематод/мл. У таких умовах ІЛ досить довго

(від 6 до 12 місяців) зберігають свою життєздатність. Також, як повідомляють автори [2], для зберігання культури нематод придатні й шматочки губки, просочені водною суспензією ІЛ з розрахунку 500–1000 екз. нематод/см² губки в щільно закритому поліетиленовому пакеті, щоб уникнути зневоднення. За температури 5°C–10°C тривалість життя інфекційних стадій становить від 1–3 місяців до кількох років (залежно від виду і штаму ЕПН). Цей вид консервації не вимагає особливих навичок, а нематоди зберігають хорошу якість. Періодично здійснюють перевірку нематод. Зазвичай стейнернематиди зберігаються довше ніж гетерорабдитиди, без необхідності субкультивування. Останні

потребують більше періодичних перевірок при зберіганні. Турецькі вчені запропонували спосіб детектування і розпізнавання загиблих ЕПН на мікроскопічних зображеннях за допомогою комп'ютерного зору, що може стати в нагоді для оцінки життєздатності нематод під час їх лабораторного зберігання [44].

Гельмінтологічний розтин — розтин з подальшим ретельним переглядом тканин та органів під стереоскопічним мікроскопом МБС-9 (рис. 6–7) [45]. Перш ніж приступати до мікроскопування, досліджуваних комах попередньо поверхнево стерилізують для видалення сапрофітної мікрофлори, для чого швидко проводять їх через полум'я спиртівки або занурюють у дезінфікуючі рідини з наступною промивкою у стерильній воді: 70% етиловий спирт (5 хв); 5% розчин формаліну (15 хв). В комах, уражених ЕПН, у водному незабарв-

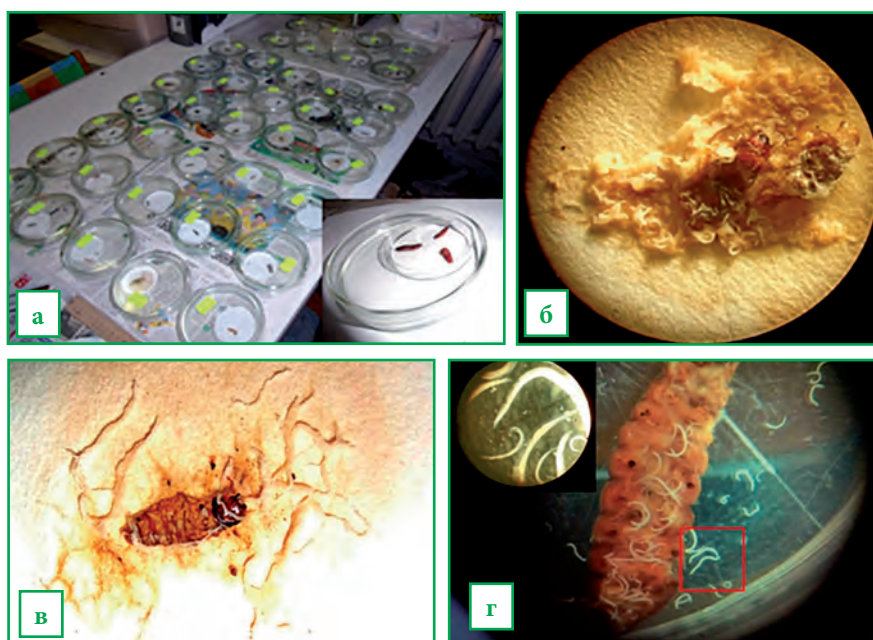


Рис. 6. Виділення ентомопатогенних нематод:

а, б, в — методом пасток Уайта (а — загальний вигляд пастки Уайта, б — вихід (евазія) ЕПН із трупа *G. mellonella*, в — міграція інвазійних личинок від залишків тіла комахи-хазяїна в сторону води (позитивний гідротаксис); г — методом гельмінтологічного розтину (виділений фрагмент більш крупним планом) (фото автора)

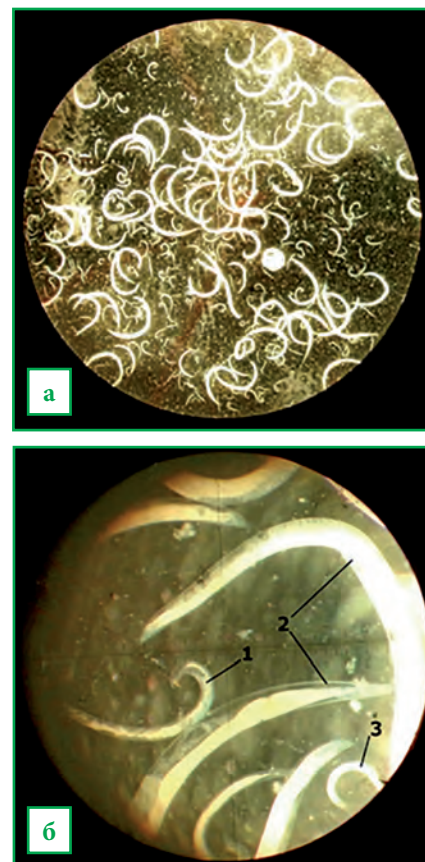


Рис. 7. Стадії розвитку гельмінтів:

а — морфологічна картина різних стадій розвитку ЕПН; б — загальний вигляд самиць (1), самиць (2) і ювенільних личинок (3) ентомопатогенних нематод (фото автора)

леному препараті, при малому та великому збільшенні мікроскопа проглядаються всі стадії розвитку гельмінтів (рис. 7).

3. Штучне інфікування тест-комах ізолатами ЕПН

З метою отримання різних стадій онтогенезу (1-ше та 2-ге покоління) виділених аборигенних ізолятів ЕПН, необхідних для подальшої ідентифікації, слід провести процедуру *штучного зараження тест-комах* в лабораторних умовах. У якості відповідних тест-об'єктів, зазвичай, використовують личинок *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pupalidae).

Для цього спочатку за допомогою просякнутої ефіром (хлороформом чи етилацетатом) шерстяної нитки анестезують дослідних комах *Galleria*, а потім обприскують суспензією нематод (з розрахунку 100 інвазійних личинок/комаху) у попередньо простерилізованих чашках Петрі з вкладеним фільтрувальним папером. Чашки Петрі із зараженими тест-об'єктами витримують у затемненому місці чи при розсіяному світлі (з метою імітації природних умов зараження в ґрунті) при кімнатній температурі (22–24°C) [46]; після чого застосовують метод *гельмінтологічного розтину* (див. 2. *Ізоляція ЕПН із проб ґрунту та виділення із загиблих комах*: рис. 6, г; рис. 7). На 2–3-тю добу після інокуляції спостерігають за утворенням першого покоління у стейнернематид (складається із самців і самиць) та гетерорабдитид (наявні тільки протерандричні гермафродити, що мають фенотип самиць). На 5–10-ту добу у стейнернематид, а дещо пізніше (на 7–10-ту добу) у гетерорабдитид спостерігають за утворенням другого покоління, що складається із самців і самиць. Зазвичай, через 7–10 діб у стейнернематид, а через 9–11 діб у гетерорабдитид утворюється ще одне — третє покоління, представлене також самцями та самицями (примітка: третє покоління не береться до уваги при визначенні видової належності). Останнє покоління

нематод вичерпує запаси їжі у трупі хазяїна і ювенільні нематоди розвиваються у так звану інвазійну личинку, яка евазує у зовнішнє середовище.

4. Ідентифікація ЕПН

Процес ідентифікації ЕПН на родовому рівні можна умовно розділити на *непрямі та прямі методи*. Основою *непрямого методу* є оцінка патологічного стану хазяїна, а саме: характерна зміна кольору зовнішніх покривів тіла (епікутикули) уражених комах під дією симбіотичних бактерій нематод на яскравий малиново-червоний (характерна для *Heterorhabditis* spp.) чи різні градації сірого, злегка жовтуватого кольору (характерна для *Steinernema* spp.) (див. рис. 3). Це дає можливість здійснити первинну родову диференціацію перед остаточною. Перевагою даного методу є простота використання, а його недолік — інколи не надто надійна диференціація. Наприклад, у наших дослідженнях [47] зафіксовано окремі випадки змішаної інфекції (мікст-інфекції) на комах-хазяях, які супроводжувались кількома нематодозами, що ставить під сумнів критерій надійності такого методу. Подібні випадки є дуже рідкісними і спорадичними.

Судження щодо родової (видової) належності ЕПН може вважатись остаточною лише у випадку *прямих методів* ідентифікації, зокрема шляхом використання *мікроскопічних методів*. Основою мікроскопічних методів є дослідженням анатомо-морфологічних характеристик та морфометричних параметрів із застосуванням: *світлової мікроскопії та скануючої електронної мікроскопії (SEM, англ. Scanning Electron. Microscope)*.

Для *світлової мікроскопії* виготовляють напівпостійні тотальні мікропрепарати на водно-гліцериновій основі, та переглядають їх під світловим мікроскопом. Для виготовлення мікропрепаратів, досліджуваних нематод попередньо фіксують у розчині ТАФ (2 мл триетаноламіну, 7 мл 40%

розчину формальдегіду на 91 мл дистильованої води) та витримують у закритому від прямих сонячних променів місці протягом доби. Після цього нематод відмивають у дистильованій воді та вміщують у розчин Зайнхорста №1 (95% етиловий спирт, гліцерин, дистильована вода — у співвідношенні 20:1:79) та витримують 12 год, потім переміщують у розчин Зайнхорста №2 (95% етиловий спирт та гліцерин у співвідношенні 95:5) [26]. Далі проводять вибірку нематод — не менше 10 особин личинок, самців і самиць (див. рис. 7) під біокулярною лупою, вибираючи останніх ентомологічною голкою на предметне скло в краплину розчину гліцерину (16 частин води + 1 частина гліцерину), забарвленого поліхромною синькою, і закривають покривним скельцем, останнє покривають лаком. Препарати витримують 1–2 доби при температурі не більше 40°C в термостаті, з метою рівномірного профарбовування їхньої внутрішньої будови синькою, що в подальшому полегшить процес мікроскопування.

Оглядають діагностичні ознаки та вимірюють під мікроскопом різні стадії нематод — інвазійних личинок, самців, самиць чи гермафродитних особин першої та другої генерації (рис. 8, рис. 9). З морфологічних особливостей відзначають будову латеральних полів інвазійних личинок; особливості будови та забарвлення спікул та губурнакулума, а також наявність бурси (для *Heterorhabditis* spp.), мукронального відростка на каудальній частині самців (для *Steinernema* spp.) (рис. 8); наявність епіптігми вульви, агрегованість спермій у статевих трубках самиць. Видову належність ЕПН обох родів визначають за загальноприйнятими абсолютними вимірами (і їх співвідношеннями) [48]. З урахуванням результатів вимірів основних морфологічних ознак нематод розраховують індекси: L — загальна довжина тіла; MBW — найбільша ширина тіла; EP — відстань від переднього кінця до екскреторної пори; NR — відстань від переднього



Рис. 8. Каудальний (хвостовий) кінець тіла самців (♂):

а — *Steinernema* sp. (сагітальний вигляд);
б — *Heterorhabditis* sp. (фронтальний вигляд;
світлова мікроскопія; зб. $\times 400$) (фото автора)

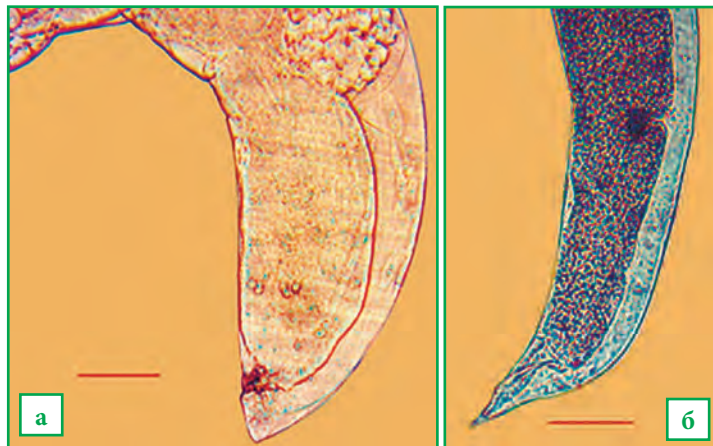


Рис. 9. Каудальний (хвостовий) кінець тіла самиць (♀):

а — ♀-ї генерації *Steinernema* sp.;
б — ♂-ї генерації *Heterorhabditis* sp. (сагітальний вигляд;
світлова мікроскопія; зб. $\times 400$) (фото автора)

кінця до нервового кільця; ES — довжина стравоходу; T — довжина хвоста; ABD — ширина тіла на рівні анального отвору; SL — довжина спікули; GL — довжина губернакулума; MUC — наявність/відсутність мукрона, його довжина; $D\% = (EP/ES) \times 100$; $E\% = (EP/T) \times 100$; $GS\% = (GL/SL) \times 100$; $SW\% = (SL/ABD) \times 100$; у т. ч. індекси Де Мана: $a = L/MBD$; $b = L/ES$; $c = L/T$.

Скануюча електронна мікроскопія (англ. SEM), за даними літературних джерел [49, 50], є дуже ефективним інструментом для візуалізації та інтерпретації певних особливостей ЕПН, які неможливо оцінити за допомогою світлового мікроскопа, і які є вкрай важливими для таксономічної ідентифікації. Автори [51] рекомендують наступний алгоритм для дослідження нематод методом SEM:

1. Готують нематод і кладуть їх у водяну ванну при 60°C на 2 хв, щоб убити;
2. Тричі промивають нематод у розчині Рінгера (pH 7,3) або фосфатним буфером (pH 7,4) (по 5 хв кожного разу);
3. Здійснюють предфіксацію у 8% глутаровому альдегіді (глутаральдегід 25% для електронної мікроскопії, розведений у розчині Рінгера);
4. Залишають нематод у цьому розчині на ніч;

5. Тричі промивають нематод у розчині Рінгера (по 5 хв кожного разу) і один раз у дистильованій воді (5 хв);
6. Здійснюють постфіксацію у 1% чотириокисі осмію (OsO_4) протягом 2 год;
7. Постфіксовані нематоди тричі промивають у воді (по 5 хв кожного разу) і послідовно дегідратують в етанолі зростаючої концентрації (30, 50, 70, 90, 95 і 100%);
8. Проводять висушування нематод у критичній точці за використання рідкого вуглекислого газу (CO_2);
9. Переносять нематод на металеві предметні столики (англ. SEM stub) та напилюють золотом (протягом 1 год) і спостерігають у сканувальному електронному мікроскопі.

Мікроскопічні методи нині не є абсолютно визначеними, оскільки ЕПН часто проявляють значну морфолого-морфометричну мінливість за багатьма характеристиками та індексами, що ускладнює процес їхньої ідентифікації. Станом на кінець 2015 р. було описано 95 валідних видів *Steinernema* та 16 видів *Heterorhabditis* (про що було зазначено вище). Зі збільшенням кількості видів ідентифікація окремих видів стає все складнішою. Морфологічні та морфометричні характеристики можуть бути ви-

користані для ідентифікації видів роду *Steinernema*, але вони менш надійні для диференціації видів *Heterorhabditis*. Тому коректно це можна зробити, використовуючи не лише морфологічні (за загальними розмірами тіла і його пропорціями), а й методи кросбридингу, а також молекулярно-генетичні методи ідентифікації. Молекулярна характеристика необхідна для остаточного підтвердження валідності виду [27].

Більшість видів ЕПН в основному були описані з використанням Ліннеївської топологічної (морфологічної) та біологічної концепцій виду, а морфологічні/морфометричні критерії та тести на схрещування (кросбридинг) були найбільш часто використовуваними інструментами для їхньої ідентифікації. Згодом низка молекулярних методів, включаючи ізоферментні патерни, загальні білкові патерни, RFLP-аналіз, RAPD-аналіз, аналіз «сателітної» ДНК, секвенування геномної ДНК, були використані не тільки як діагностичні інструменти, але й для з'ясування філогенетичної спорідненості серед ЕПН. Нині найбільш придатною концепцією виду для використання в ентономатології є поєднання філогенетичної та еволюційної концепцій виду.

За останні роки швидкість опису нових видів ЕПН (особливо з роду *Steinernema*) над-

звичайно зросла при застосуванні молекулярно-генетичних даних (наприклад, RFLP-аналіз ITS, секвенування ITS-регіону і D2-D3 регіону). Зважаючи на цей факт, деякі вчені задаються питанням щодо потреби «перекалібрування» критеріїв виду на основі відмінностей у молекулярних послідовностях [27]. Слід наголосити, проведений аналіз літератури засвідчив, що у вітчизняних працях методи кросбридингу дослідження фауни ЕПН ніколи не розглядалися, на відміну від молекулярно-генетичних методів [26]. Тому постала гостра необхідність у детальному розгляді цього питання у контексті ідентифікації ЕПН.

Для видової ідентифікації виявлених популяцій (ізолятів) ЕПН (*Steinernematidae* та *Heterorhabditidae*) можуть використовуватися експерименти по схрещуванню (кросбридингу) [51]. Для цього, існує кілька традиційних способів, а саме: (1) пластини з ліпідним агаром, (2) використання трупів тест-комах, (3) «висяча крапля» крові та (4) перехресне запліднення у *Heterorhabditidae*. Два основних способи проведення кросбридингу (ліпідно-агарові пластинки, «висяча крапля» крові) детально описано нижче.

Пластини з ліпідним агаром:

1. Для кожного схрещування поміщають по 10 віргінільних самиць (англ. virgin) і 10 самців відповідного штаму або виду на кожну із п'яти пластинок з ліпідним агаром;
2. Проводять посів пластинок та попередню передінкубацію бактеріями фази I, виділеними зі штаму або виду нематоди, від якого походить самиця-партнер у схрещуванні;
3. Інкубують пластинки при 25°C;
4. Через три доби поміщають на кожну пластину по 10 додаткових самців, щоб переконатися, що життєздатні самці завжди доступні для запліднення самиць;
5. Кожних кілька діб спостерігають за пластинами під мі-

кроскопом на предмет появи нащадків від ауткроссу (за успішного схрещування потомство буде видно через 2—3 доби);

6. Збирають інвазійних личинок від цих схрещувань через 2 тижні;
7. Переносять на свіжі пластини з ліпідним агаром, щоб створити гібридну лінію.

Для кожного схрещування включають наступні контрольні групи:

- Тест на віргінільність (англ. virginity) / самофертильність (англ. self fertility): 10 віргінільних самиць поміщають без самців на кожну з п'яти пластинок з ліпідним агаром.
- Тест на спарювання (англ. mating test) / самосхрещування (англ. self-cross): 10 віргінільних самиць і 10 самців одного штаму або виду поміщають на пластини з ліпідним агаром, і 10 додаткових самців вносять через 3 доби.

(Примітка. Результат схрещування між різними ізолятами вважається достовірним, якщо (1) немає нащадків у тесті на віргінільність і (2) є нащадки в результаті самосхрещування).

Використання трупів тест-комах. Групи комах є кращим джерелом поживних речовин ніж пластинки з ліпідним агаром, а багатше середовище може допомогти у створенні гібридної лінії, коли нащадки мають низьку життєздатність.

«Висяча крапля» крові. Ця методика полягає в наступному:

1. Поверхнево стерилізують інвазійних личинок (ІЛ), зануривши їх у 0,1% розчин Гіаміну 10X або 1622 на 15—20 хв;
2. Здійснюють триразове промивання ІЛ у стерильній дистильованій воді;
3. Поміщають краплю гемолимфи (отриманої з поверхнево стерилізованих личинок *G. mellonella* в 95% етанолі) на покривне скло. Щоб запобігти висиханню краплі, додають до краплі

10 мл безсироваткового середовища для культури тканин комах і перемішують;

4. Поміщають 30—50 ІЛ у краплю;
5. Перевертають покривне скло догори дном і обережно поміщають на предметне скло (глибоке увігнуте предметне скло);
6. Розміщують предметне скло в чашку Петрі (100 × 15 мм) на фільтрувальний папір, змочений водою;
7. Загортають чашку в поліетиленовий пакет й інкубують при 25—27°C;
8. Поміщають окремих статевозрілих самців і самиць дослідних ізолятів у нові «висячі краплі» із статевозрілими особинами протилежної статі інших ізолятів (рекомендується співвідношення 5 самців : 5 самиць).

Примітка. Оцінку спарювання слід проводити протягом 10-добового періоду. Контрольні групи складаються зі схрещувань тих самих ізолятів. Наявність потомства говорить про позитивний результат, тоді як його відсутність вказує на негативний. Схрещування повинні мати достатню кількість повторень для валідності результатів.

Перехресне запліднення у *Heterorhabditidae*. Оскільки інвазійні личинки (ІЛ) *Heterorhabditis* spp. завжди розвиваються всередині гермафродитних самиць (т. зв. «*endotokia matricida*»), для схрещування використовують амфіміктичного типу дорослих особин другого покоління. Перехресне спарювання з гетерорабдитидами має здійснюватися з відповідним контролем, оскільки амфіміктичні самиці вже могли спаруватися, самиці другого покоління можуть давати потомство без спарювання, або може бути отримано стерильне потомство.

ВИСНОВКИ

Обидві родини — *Steinernematidae* та *Heterorhabditidae* — широко вивчаються завдяки своєму великому потенціалу в якості біологічних агентів для контролю численних комах-шкідників. Не дивлячись на те, що нині ЕПН (*Steinernematidae*, *Heterorhabditidae*) успішно «пра-

цюють» у захисті рослин у багатьох країнах світу, в Україні вивчення ЕПН характеризується слабким розвитком у зв'язку з недостатньою пропрацьованістю певних теоретичних й практичних аспектів, зокрема щодо застосування актуальних методик для дослідження фауни ЕПН (методів спрямованих на їхню індикацію та ідентифікацію).

Фауністичні дослідження ЕПН (Steinernematidae та Heterorhabditidae) містять низку особливостей (прихований спосіб життя та рідкість трапляння, існування різних фаз розвитку у життєвому циклі), пов'язаних, перш за все, з дрібними розмірами цих тварин. Дослідження ґрунту є найбільш ефективним способом з метою виявлення та подальшої ізоляції ЕПН серед усіх інших альтернатив. Однак, методика відбору проб ґрунту з ЕПН у польових умовах потребує стандартизації. Метод біотестування (біопроби) із використанням тест-комах — личинок *Galleria mellonella* (або ж незрілих стадій інших видів комах) є найбільш результативним способом з метою ізоляції цільових ентомопатогенів, у порівнянні з широко використовуваним у нематології (для виділення червоподібних видів нематод) лійковим методом Бермана, використання якого вимагає від дослідника, в першу чергу, високого рівня знань морфології та таксономії нематод. Стосовно виділення різних стадій розвитку ЕПН із хазяїв — різноманітних комах, то метод пасок Уайта, який був розроблений для одержання інвазійних личинок майже століття тому, і дотепер є найрезультативнішим (залежно від мети досліджень, у поєднанні з методом гелмінтологічного розтину для отримання дорослих особин або без нього).

З огляду на значну морфологічну подібність ЕПН (особливо серед представників Steinernematidae) через відносно консервативні морфологічні ознаки, для точної ідентифікації видів рекомендується використовувати не тільки традиційні методи світлової/електронної мікроско-

пії, але й методи кросбридингу, а також молекулярно-генетичні методи. Незважаючи на те, що методи кросбридингу поряд з морфолого-морфометричними критеріями були найбільш часто використовуваними інструментами для ідентифікації ЕПН, у вітчизняній практиці, з невідомих причин, це повністю ігноровані методи, що можуть досить точно розмежувати морфологічно подібні види.

Молекулярно-генетичні методи нині вважаються найбільш оптимальними для видової ідентифікації та в цілому систематики ЕПН (Steinernematidae, Heterorhabditidae), однак досі залишаються мало використовуваними у вітчизняній науці в силу того, що вимагають наявності специфічного обладнання, високого рівня компетентності від дослідника тощо.

Фінансування: Дослідження проведено за рахунок бюджетної тематики Інституту захисту рослин НААН (Розробити превентивні та контролюючі протинематодні заходи в системі фітосанітарної безпеки), ДР № 0219U000300.

Конфлікт інтересів: автор декларує про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Спиридонов С.Э. Энтومопаразитические и энтومопатогенные нематоды. В кн.: Патогены насекомых: структурные и функциональные аспекты; под ред. В.В. Глупова. Москва: Круглый год, 2001. С. 428-474.
2. Tarasco Eustachio, Fanelli Elena, Salvemini Carlo et al. Entomopathogenic nematodes and their symbiotic bacteria: from genes to field uses. *Frontiers in Insect Science*. 2023. Vol. 3. P. 1-13. Doi: 10.3389/finsc.2023.1195254
3. Спиридонов С.Э. Применение энтومопатогенных нематод в защите растений. Прикладная нематология; под ред. Н.Н. Буторина, С.В. Зиновьева, О.А. Кулинич и др.; Ин-т паразитологии РАН. Москва: Наука, 2006. С. 291-324.
4. Koppenhöfer Albrecht, Shapiro-Ilan, David Hiltbold, Ivan. Entomopathogenic nematodes in sustainable food production. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2020. Vol. 4(125). P. 1-14. Doi: 10.3389/fsufs.2020.00125
5. Kasi Indra Kumar, Singh Mohinder, Banshtu Tanuja et al. Use of entomopathogenic nematodes for the management of insect pests of horticultural crops. *International Journal of Economic Plants*. 2022. Vol. 9(1) P. 006-013. Doi: 10.23910/2/2022.0421c

6. Sikandar A., Yuan R.H., Lian X.L., Zhen M.A., Zhao P., Li F., ... Wang Y.Y. Entomopathogenic nematodes as bioinsecticides — a review. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2021. Vol. 19(3). P. 2459-2476. Doi: 10.15666/AEER/1903_24592476

7. Parwinder S. Grewal, Elizabeth A. B. de Nardo, Marineide M. Aguilera. Entomopathogenic nematodes: potential for exploration and use in South America. *Neotrop. Entomol.* 2001. Vol. 30(2). P. 191-205. Doi: 10.1590/S1519-566X2001000200001

8. Lamovsek Janja, Gregor Urek, Stanislav Trdan. Biological Control of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.): Microbes against the Pests. *Acta agriculturae Slovenica*. 2013. Vol. 101(2). P. 263-275. Doi: 10.2478/acas-2013-0022

9. Milena Caccia, Paola Lax, Marcelo E. Doucet. Effect of entomopathogenic nematodes on the plant-parasitic nematode *Nacobus aberrans*. *Biology and fertility of soils*. 2013. Vol. 49 (1). P. 105-109. Doi:10.1007/s00374-012-0724-z

10. Mahfouz M.M. Abd-Elgawad, Hassan Abd-El-Khair, Faika F.H. Koura, Ahmed E. Abd El-Wahab, Sayed A. Montasser, Moustafa M.A. Hammam. Comparative effects of entomopathogenic nematodes and other biorational compounds on *Tylenchulus semipenetrans* Cobb populations on citrus. *Egypt. J. Agronomatol.* 2013. Vol. 12(1). P. 74-90.

11. Pantel L., Florin T., Dobosz-Bartoszek M., Racine E., Sarciaux M., Serri M., Houard J. ... Gualtieri M. Odilorhabdins, antibacterial agents that cause miscoding by binding at a new ribosomal site. *Molecular cell*. 2018. Vol. 70(1). P. 83-94. Doi: 10.1016/j.molcel.2018.03.001

12. Poinar G.O. Jr., Grewal P.S. History of entomopathogenic nematology. *Journal of Nematology*. 2012. Vol. 44 (2). P. 153-161.

13. Сигарева Д.Д., Никишичева Е.С. Биологические препараты на основе энтومопатогенных нематод как экологически безопасный способ регулирования численности вредных насекомых. *Вестник зоологии*. 2005. Вып. 19(2). С. 298-301.

14. Ед Люис, Херри Кайа, Стефановська Т.Р., Підліснюк В.В. Сучасний стан та перспективи застосування ентومопатогенних нематод. *Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Михайла Остроградського*. 2009. Вып. 4 (57). С. 141-153.

15. Дядечко М.П., Падай М.М., Шелестова В.С. та ін.; Біологічний захист рослин; за ред. М.П. Дядечко, М.М. Падай. Біла Церква, 2001. 312 с.

16. Sabbahi Rachid, Hock Virginia, Azaoui Khalil, Saoiabi Sanaa, Hammouti Belkheir. A global perspective of entomopathogens as microbial biocontrol agents of insect pests. *Journal of Agriculture and Food Research*. 2022. Vol. 10(3). P. 1-15. Doi: 10.1016/j.jafr.2022.100376

17. Wall D. H., Nielsen U.N., Six J. Soil biodiversity and human health. *Nature*. 2015. Vol. 528. P. 69-76. Doi. org/10.1038/nature15744

18. Abd-Elgawad M.M.M. Optimizing entomopathogenic nematode genetics and applications for the integrated management of horticultural pests. *Horticulturae*. 2023. Vol. 9(8). P. 865-885. Doi: 10.3390/horticulturae9080865

19. Теленга Н.А. Биологический метод борьбы с вредными насекомыми сельскохозяйственных и лесных культур. Киев: Издательство академии наук Украинской ССР, 1955. 86 с.

20. Deka B., Baruah C., Babu A. Entomopathogenic microorganisms: their role in insect pest management. *Egyptian Journal of Biologi-*

cal Pest Control. 2021. Vol. 31 (1). P. 1–8. Doi: [org/10.1186/s41938-021-00466-7](https://doi.org/10.1186/s41938-021-00466-7)

21. Tkaczuk C., Majchrowska-Safaryan A., Harasimiuk M. Występowanie oraz potencjał infekcyjny grzybow entomopatogenicznych w glebach z pol uprawnych, łąk i siedlisk leśnych. *Progress in Plant Protection*. 2016. Vol. 56 (1). P. 5–11. Doi: [10.14199/ppp-2016-001](https://doi.org/10.14199/ppp-2016-001)

22. Thais A Correa, Fernanda S Santos, Mariana G Camargo, Simone Quinelato, Vânia R. E. P. Bittencourt, Patricia S Golo. Comparison of methods for isolating entomopathogenic fungi from soil samples. *Journal of Visualized Experiments*. 2022 Vol. 6 (179). P. 1–10. Doi: [10.3791/63353](https://doi.org/10.3791/63353)

23. Dzięgielewska Magdalena, Adamska Iwona. Survey of entomopathogenic nematodes and fungi in agricultural areas. *Plant Protection Science*. 2020. Vol. 56. P. 214–225. Doi: [10.17221/7/2019-PPS](https://doi.org/10.17221/7/2019-PPS)

24. Puza V., Tarasco E. Interactions between entomopathogenic fungi and entomopathogenic nematodes. *Microorganisms*. 2023. Vol. 11 (163). P. 1–14. Doi: [10.3390/microorganisms11010163](https://doi.org/10.3390/microorganisms11010163)

25. Сігарьова Д.Д., Харченко В.В. Ентомопатогенні нематоди в агроценозах України та методи їх виявлення. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 4-5 (248). С. 17–20.

26. Яковлев Є.Б., Харченко В.О. Методи вивчення ентомопатогенних нематод. *Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченка. Біологія*. 2015. Вип. 3 (68). С. 51–54.

27. Hunt David, Subbotin Sergei. Taxonomy and systematics 13–58. Edited by David J. Hunt and Khuong B. Nguyen (2016). «Preliminary Material». In *Advances in entomopathogenic nematode taxonomy and phylogeny*. Leiden, The Netherlands: Brill. doi: https://doi.org/10.1163/9789004285347_001

28. Стефановська Т.Р. Ефективність розмноження ентомопатогенних нематод *Steinernema carpocapsae* та *Heterorhabditis bacteriophora* на личинках *Galleria melonella* L. та *Tenebrio molitor* L. *Електронний журнал «Наукові доповіді НАУ»*. 2007. Вип. № 2(7).

29. Сігарьова Д.Д. Сільськогосподарська нематологія як розділ науки по захисту рослин. *Карантин і захист рослин*. 2012. № 8. С. 22–28.

30. Yakovlev Ye.B., Kharchenko V.A., Mraček Z. Findings of entomopathogenic nematodes (Rhabditida, Steinernematidae) in nature reserves in Ukraine. *Vestnik zoologii*, 2014. 48(3): 203–210.

31. Sigareva D., Kovtun A., Korniyushin V. Occurrence of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae) from agricultural ecosystems in Forest (Polissya) and Forest-Steppe natural zones of Ukraine. *Vestnik Zoologii*. 2019. 53: 285–296. <https://doi.org/10.2478/vzoo-2019-0028>

32. Ковтун А.М. Нові знахідки локалітетів ентомопатогенних нематод родів *Steinernema* та *Heterorhabditis* (Nematoda: Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae) фауни України. *Карантин і захист рослин*. 2023. №2 (273). С. 39–45. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2023.2.39-45>

33. Orozco R.A., Lee M.M., Stock S.P. Soil sampling and isolation of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae, Heterorhabditidae). *Journal of Visualized Experiments*. 2014. Vol. 89. P. 1–8.

34. Tarasco E., Kary N.E., Fanelli E., et al.

Modified bait insect technique in entomopathogens' survey from the arasbaran biosphere reserve (Iran). *Redia*. 2020. 103, 129–132.

35. Дунаев Е.А. Методы эколого-энтомологических исследований. Москва: МосгорСЮН, 1997. 44 с.

36. Hazir Selcuk, Kaya Harry, Stock S. Patricia, Keskin Nevin. Entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for biological control of soil pests. *Turkish Journal of Biology*. 2003. Vol. 27. P. 181–202.

37. Arthurs Steve, Heinz K.M., Prasifka Jarrad. An analysis of using entomopathogenic nematodes against above-ground pests. *Bulletin of entomological research*. 2004. Vol. 94. P. 297–306. Doi: [10.1079/BER2003309](https://doi.org/10.1079/BER2003309)

38. Ковтун А.М. Особливості діагностики нематодозів комах, викликані ентомопатогенними нематодами з родин Steinernematidae та Heterorhabditidae (Nematoda: Rhabditida). *Вирішення сучасних проблем у ветеринарній медицині: III Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція*. Полтава, 15–16 лютого 2018 р.: тези доповіді. Полтава, 2018. С. 101–104.

39. Akhurst R., Bedding R.A., Bull R.M., Smith D.R. An epizootic of *Heterorhabditis* spp. (Heterorhabditidae: Nematoda) in sugar cane scarabaeids (Coleoptera). *Fundamental & Applied Nematology*. 1992. 15 (1), 71–73.

40. Nielsen O., Philipson H. Danish surveys on insects naturally infected with entomopathogenic nematodes. *Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes*, IOBC/WPRS Bulletin. 2003. 26, 131–13.

41. Кирьянова Е.С., Пучкова Л.В. Новый паразит свекловичного долгоносика *Neoaplectana bothynoderi* Kirjanova et Putschkova, sp. n. (Nematodes). *Тр. зоол. ин-та АН СССР*. 1955. Т. 18. С. 53–62.

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

43. White G. A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. *Science*. 1927. 66: 302–303.

44. Kurtulmuş, Ferhat, Tufan Can Ulu. Detection of dead entomopathogenic nematodes in microscope images using computer vision. *Bio-systems Engineering*. 2014. 118: 29–38.

45. Лазаревская С.Л. К методике изучения нематод насекомых. *Труды ГЕЛАН СССР*. 1962. № XII. С. 43–51.

46. McMullen JG, Stock SP. In vivo and in vitro rearing of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae). *J Vis Exp*. 2014 Sep 22;(91):52096. doi: [10.3791/52096](https://doi.org/10.3791/52096)

47. Kovtun A., Petrenko S. Frequency of occurrence and identification of nematodes among entomopathogenic organisms in agroecosystems of Ukraine. *GEO&BIO*. 2023. 24: 214–224.

48. Nguyen K.B. 2007. Methodology, morphology and identification, In : K. J. Nguyen and D. J. Hunt (Eds.). *Entomopathogenic nematodes: Systematics, Phylogeny and Bacterial Symbionts*. *Nematology Monographs and Perspectives* 5. Brill. Leiden-Boston. 59–119.

49. Nguyen K.B., Smart GC. Scanning electron microscope studies of *Steinernema anomali* Kozodoi, 1984. *J Nematol*. 1993. 25(3). P. 486–492.

50. Skrzypek, Henryk, Kazmierczak, Waldemar, Kreft, Anna. Scanning electron microscopy study of infective juveniles *Heterorhabditis bacteriophora* (Nematoda: Heterorhabditidae). *Annales UMCS, Biologia*. 2004. 59. P. 15–21.

51. Harry K. Kaya, S. Patricia Stock. Chapter VI - Techniques in insect nematology, Editor(s): Lawrence A. Lacey, *Manual of Techniques in Insect Pathology*, Academic Press, 1997, P. 281–324. <https://doi.org/10.1016/B978-012432555-5/50016-6>

Kovtun A.,

ORCID: 0000-0002-6119-860X

Odesa State Agrarian University, st. Panteleimonivska, 13, Odesa, 65012, Ukraine

e-mail: andrii_kovtun@ukr.net

Indication and identification of entomopathogenic nematodes Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae (a review)

Goal. Of the study is to analyze the peculiarities of the use of methods aimed at detecting and identifying beneficial microorganisms for plant protection — entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae). **Results.** A review of methods commonly used in faunistic studies of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae, Heterorhabditidae) is given here, discussing their advantages and limitation. A single standard for many of the methods discussed in this review does not currently exist, so different approaches are described whose effectiveness has been confirmed experimentally and is considered satisfactory. First of all, the methods of soil sampling and insect hosts sampling and techniques for isolation of entomopathogenic nematodes from different types of samples are described. The most important systematic features of entomopathogenic nematodes, approaches to their identification and the main methods required for routine species identification, primarily the production of micro specimens and their examination by light microscopy, are discussed below. Methods of electron microscopy, cross-breeding and molecular genetic studies of entomopathogenic nematodes are also described. **Conclusions.** The obtained data are of significant theoretical and practical importance, as they allow for an informed choice of the most optimal method of detecting and identifying entomopathogenic nematodes — potential bioagents against insect pests.

search and detection; isolation (identification); artificial infestation; biosecurity; insect pests

Надійшла до редакції: 16.10.2023

Прийнята до друку: 06.11.2023

Надруковано й опубліковано онлайн: грудень 2023

ФІТОСАНІТАРНИЙ СТАН АГРОЦЕНОЗІВ

овочевих культур родів *Solanum*, *Raphanus* і *Brassica* відкритого ґрунту в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу України

Мета. Проаналізувати фітосанітарний стан та встановити поширення і розвиток шкідників і збудників захворювань у насадженнях овочевих культур родів *Solanum* (помідор, перець, баклажан), *Raphanus* (редиска, редька олійна, редька посівна, редька чорна, дайкон) і *Brassica* (капуста білоголова, цвітна, броколі) за вирощування в умовах відкритого ґрунту на території центральної частини Правобережного Лісостепу України.

Методи. Дослідження проведено відповідно до загальноприйнятих в ентомології, фітопатології та овочівництві методів. Упродовж 2008—2022 рр. на присадибних ділянках і фермерських господарствах на території Черкаської області визначали: щільність популяції, чисельність, поширення й розвиток шкідників та збудників захворювань овочевих культур. **Результати.** В структурі домінантних видів шкідників агроценозу овочевих культур роду паслін (*Solanum*) були комахи (8 видів — 80%), кліщі (1 вид — 10%) і слимаки (1 вид — 10%). В агроценозі культур родини Капустяні (*Brassicaceae*) значної шкоди нанесли комахи, які в загальній структурі шкідників займали 94% (16 видів) та голі слимаки (1 вид). У середньому за 2008—2022 рр. площа заселення посівів помідора, перцю солодкого, баклажана комахами-фітофагами залежно від виду варіювала від 13 до 98%, а пошкодження рослин — від 14 до 65%, звичайним павутинним кліщем — 26%. Встановлено перевищення рівня економічного порогоу шкідливості (ЕПШ): *Leptinotarsa decemlineata* Say. в 2,6 раза, *Gryllotalpa gryllotalpa* L., *Trialeurodes vaporariorum* Wstw., *Agrotis segetum* Denis & Schiff. і *Lacanobia (Mamestra) oleracea* L. — в 2,2 раза, личинок *Agriotes* spp. — в 1,4 раза, *Tetranychus urticae* Koch. — в 1,9 раза. Найбільша площа заселення посівів культур родини *Brassicaceae* у середньому за 2008—2022 рр.: *Eurydema (Rubrodorsalium) ventralis* Kolenati — 46,7%; *Pieris brassicae* L. — 42,4%; *Agro-*

І.С.В. ЩЕТИНА,
кандидат сільськогосподарських наук

І.І. МОСТОВ'ЯК,
доктор сільськогосподарських наук

В.П. ФЕДОРЕНКО,
доктор біологічних наук
¹Уманський національний університет
садівництва, вул. Інститутська, 1,
м. Умань, Черкаська обл.,
20300, Україна

²Інститут захисту рослин НААН,
вул. Васильківська, 33, м. Київ,
03022, Україна
e-mail: sv_shetina@ukr.net,
mostovjak@gmail.com,
tana57-2009@ukr.net

tis segetum Denis & Schiff. — 41,6%; *Phyllotreta cruciferae* Goeze та *Phyllotreta undulate* Kutsch. — 37,6—37,8%, *Brevicoryne brassicae* L.) — 26,6%. Зафіксовано перевищення ЕПШ — в 1,1—2,5 раза. У структурі фітопатогенного комплексу агроценозів досліджуваних овочевих культур родин Пасльонові і Капустяні домінували збудники мікозів (у середньому 49—58%). Частка збудників вірусних хвороб була найменшою і становила 6—8%, які спричиняли розвиток вірусної мозаїки. Проміжне значення в структурі комплексу займали представники бактерій та оомицетів, проте негативні наслідки ураження ними рослин в окремі роки можуть мати загрозовий характер. **Висновки.** На території Черкаської області (центральної частини Правобережного Лісостепу) близько 75% обстежених площ насаджень помідора, перцю, баклажана, редиски, редьки олійної, редьки посівної, редьки чорної, дайкона, капусти білоголової, цвітної, броколі характеризуються високою чисельністю шкідливих організмів із перевищенням ЕПШ, а фітосанітарний стан агроценозів потребує постійного моніторингу та оперативно-

го контролю. У структурі домінантних видів шкідників в агроценозах культур родів *Solanum*, *Raphanus* і *Brassica* переважали комахи (до 94%). Також значної шкоди завдавали голі слимаки (*Kailie gliemeži*), а в агроценозах пасльонових культур — ще й кліщі (*Tetranychus urticae* Koch.). Перевищення рівня ЕПШ становило в середньому в 1,1—2,5 раза залежно від виду шкідника. У фітопатогенному комплексі овочевих культур домінували збудники грибної етіології, якими було уражено від 14 до 40% (max 88—90%) площ овочевих насаджень, поширення захворювань становило 21—38%, їх розвиток варіював від 21 до 33%. Серед виявлених патогенів рослин, що потребують посиленого контролю, 5 видів належать до найбільш небезпечних у світі: фітопатогенна грамнегативна паличкоподібна бактерія *Pseudomonas syringae*; судинний бактеріоз, зокрема капусти *Xanthomonas campestris*; грибні захворювання *Botrytis cinerea* та *Fusarium oxysporum*; оомицет *Phytophthora infestans*.

моніторинг; шкідливі організми; контроль чисельності; фітосанітарний стан; овочеві культури відкритого ґрунту; патогени

Сучасний стан вітчизняного аграрного сектора характеризується концентрацією і спеціалізацією сільськогосподарського виробництва, а саме — впровадженням сортів інтенсивного типу, в т.ч. і генетично модифікованих, активним використанням мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин, застосуванням високопродуктивної техніки. Спостерігається інтенсифікація технологій вирощування сільськогосподарських культур з певним домінуванням окремих з них. Порушення науково обґрунтованих сівозмін, перехід до монокультури та низка ін-

ших чинників спричинили різке зниження чисельності корисної ентомофауни, комах запилювачів, деструкторів, а відтак – порушення природних механізмів саморегуляції в агробіоценозах, рефугіумах і навіть сусідніх біогеоценозах. Наразі агроєкосистеми характеризуються спалахами масового розмноження шкідників, епіфітотіями захворювань рослин, поширенням бур'янів [1, 2]. Останніми роками на території України фіксують погіршення фітосанітарного стану агроценозів багатьох сільськогосподарських культур, що пов'язано як зі зміною гідротермічних параметрів, так і з порушенням агротехніки вирощування культур [3].

Серед біологічних чинників, що впливають на ріст і розвиток овочевих культур, у т.ч. їх дозрівання і формування плодів, є шкідливі організми, від негативної дії яких втрати врожаїв можуть сягати 40% [4-6].

Вітчизняні дослідники вказують на значне поширення збудників бактеріальних, фітоплазмових та вірусних хвороб овочевих культур. Це, перш за все, бактеріози і фузаріоз капусти, пероноспороз цибулі, фітофтороз та вірусні хвороби томатів, церкоспороз буряка, альтернاریоз та бактеріальний опік моркви. Всі зазначені хвороби грибної етіології можна контролювати біологічними і хімічними препаратами. Проте контроль та шкідливість вірусних, фітоплазмових захворювань залежить від якості посівного/розсадного матеріалу, агротехніки, стійкості сорту, сівозміни [1, 3, 7]. Зокрема, рослини томатів, перцю, баклажана, картоплі найчастіше уражуються фітофторозом та альтернاریозом, огірки і цибуля — несправжньою борошнистою россою, капуста — альтернاریозом, фузаріозним в'яненням, тощо. Ці хвороби спричиняють втрати вегетуючих рослин до 40%, а недобір врожаю сягає 10—15% [8].

Серед основних комах-шкідників овочевих культур особливо небезпечними є сисні шкідники, особливо з родини Thripidae підряду Terebrantia (яйцекладні) —

трипси. Цим найпоширенішим небезпечним поліфагом, життєвий цикл якого (від яйця до імаго) проходить на рослині, заселено практично всі теплиці, оранжереї та значні площі відкритого ґрунту. Незважаючи на слабкі міграційні можливості, трипси здатні заселяти сусідні поля з овочевими культурами опосередковано через сеgetальну рослинність на узбіччях [9]. На овочевих рослинах (цибуля ріпчаста та шалот, огірки) заселення трипсами спричинює десенсибілізацію (затримка росту, викривлення та втрачання тургору листя, його деформація, передчасне відмирання, пошкодження суцвіть) і призводить до загибелі рослин [9, 10].

Білокрилки (Hemiptera: Aleyrodidae) давно відомі як економічно важливі комахи-шкідники в усьому світі. Тютюнова або бавовникова білокрилка (*Bemisia tabaci* Gen) — це широко розповсюджений шкідник, який уражує овочеві культури родин Brassicaceae і Solanaceae у відкритому і закритому ґрунті [11, 12]. Інший вид білокрилки — оранжерейна (*Trialeurodes vaporariorum* Wstw.) — вражає за рівнем шкідливості, адже вона може спричинити шкоду овочевим та садовим культурам з понад 300 видів рослин, а саме — помідорам, квасолі, баклажанам, перцю солодкому, картоплі, кабачкам, огіркам, гарбузам, бавовнику та багатьом іншим [13, 14].

Поряд із вищезгаданими комахами-шкідниками значної шкоди овочевим культурам завдають кліщі-фітофаги та нематоди, які також є переносниками збудників вірусних та грибних хвороб [15, 16].

Колорадський жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) є основним шкідником пасльонових культур. Він завдає значних економічних збитків при вирощуванні картоплі, помідора, баклажана, перцю та інших культур в усьому світі [17, 18]. Впродовж повної ларвальної стадії (3—4 тижні) личинки колорадського жука споживають близько 40 см² листя картоплі, а його дорослі особини можуть за добу знищити до 10 см² листової площі рослини [19, 20].

На посівах сільськогосподарських культур необхідно протягом усього вегетаційного періоду здійснювати фітосанітарний моніторинг для своєчасного виявлення шкідників та хвороб, контролю чисельності, поширення й інтенсивності розвитку шкідливих організмів із подальшим визначенням рівня небезпеки та плануванням проведення захисних заходів.

Мета досліджень — проаналізувати поширення та розвиток шкідників і хвороб у насадженнях овочевих культур родів *Solanum* (помідор, перець, баклажан), *Raphanus* (редиска, редька олійна, редька посівна, редька чорна, дайкон) і *Brassica* (капуста білоголова, цвітна, броколі) за вирощування в умовах відкритого ґрунту на території центральної частини Правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методи. Дослідження виконано в Уманському національному університеті садівництва. Впродовж 2008—2022 рр. на території Черкаської області, як репрезентативної для зони Правобережного Лісостепу, проводили моніторинг фітосанітарного стану агроценозів овочевих культур: родини Пасльонові (Solanaceae) роду паслін (*Solanum*) — помідор, перець, баклажан; родини Капустяні (Brassicaceae) роду редька (*Raphanus*) — редиска, редька олійна, редька посівна, редька чорна, дайкон) і роду капуста (*Brassica*) — капуста білоголова, цвітна, броколі.

Обліки шкідників і хвороб овочевих культур проводили за загальноприйнятими методиками [21, 22]. Під час фітопатологічних обліків визначали поширення хвороби в агроценозі і ступінь її розвитку або середню ураженість окремих органів у відсотках за методиками Інституту захисту рослин НААН [21]. Обліки шкідливої ентомофауни здійснювали під час маршрутних обстежень впродовж вегетації культур в основні фази їхнього розвитку загальноприйнятими методами [23, 24]. Встановлювали таксономічну належність ко-

мах за допомогою визначників і довідників [23].

Результати та обговорення.

Дослідженнями встановлено, що близько 75% обстежених площ насаджень овочевих культур заселені шкідливими організмами із перевищенням економічного порогу шкідливості (табл. 1). Це свідчить про високий рівень біологічного забруднення агроценозів та посилення екологічних ризиків за існуючого фітосанітарний стану в насадженнях овочевих культур.

Домінантні види шкідників (комахи, кліщів-фітофагів, слимаків) в агроценозах культур, які досліджували, наведено в таблицях 2 і 3. В агроценозі овочевих культур роду паслін (*Solanum*) домінують комахи (8 видів або 80%), кліщі (1 вид або 10%) і слимаки (1 вид або 10%).

У середньому за 2008—2022 рр. площа заселення посівів комахами-фітофагами залежно від виду варіювала в межах 13—98%, а пошкодження рослин — від 14 до 65%. Також фіксували майже 26% площ посівів, заселених звичайним павутинним кліщем, який спричиняв 40,7% пошкодження рослин. За чисельністю особин шкідників на рослині та відсотком пошкоджених рослин було встановлено перевищення рівня ЕПШ колорадського жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) — в 2,6 раза; капустянки звичайної (*Grylotalpa grylotalpa* L.), білокрилки оранжерейної (*Trialeurodes vaporariorum* Wstw.), совок підгризаючих (*Agrotis segetum* Denis & Schiff., *Lacanobia oleracea* L.) — в 2,2; личинок коваліків (*Agriotes* spp.) — в 1,4; кліщів (*Tetranychus urticae* Koch.) — в 1,9 раза.

В агроценозі культур родини Капустяні (*Brassicaceae*) (редиска, редька олійна, редька посівна, редька чорна, дайкон, капуста білоголова, цвітна, броколі) на території Черкаської обл. значної шкоди наносили комахи, які в середньому в загальній структурі шкідників займали 94%, та голі слимаки (табл. 3).

Серед виявлених 16-ти домінуючих видів комах-фітофа-

1. Фітосанітарний стан агрофітоценозів овочевих культур родин Пасльонових і Капустяних в умовах центральної частини Правобережного Лісостепу України (Черкаська обл.), 2008—2022 рр.

Групи шкідливих організмів	Частка насаджень із перевищенням ЕПШ, % загальної площі	
	Агроценоз <i>Solanaceae</i> *	Агроценоз <i>Brassicaceae</i>
Комахи-фітофаги	86	61
Хвороби	73	79

Примітка: * — крім картоплі.

2. Основні види шкідників в агроценозах овочевих культур роду *Solanum, середнє за 2008—2022 рр.**

Назва шкідника	Площа заселення посівів, %	Чисельність шкідників, екз./рослину	Пошкодженість рослин, %
Колорадський жук (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say.)	97,7	27,1	65,1
Попелиці персикові зелені оранжерейні (<i>Myzodes persicae</i> Sulz.)	71,8	28,4	51,6
Трипс тютюновий (<i>Thrips tabaci</i> Lindeman)	37,3	15,7	24,8
Совка озима (<i>Agrotis segetum</i> Denis & Schiff.)	37,3	2,2	14,1
Совка городня (<i>Lacanobia oleracea</i> L.)	38,8	3,0	18,2
Білокрилка оранжерейна (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> Wstw.)	14,5	22,3	33,4
Дротяники — личинки коваліків (<i>Agriotes</i> spp.)	31,9	7,1	15,7
Капустянка звичайна (<i>Grylotalpa grylotalpa</i> L.)	13,3	2,2	13,9
Звичайний павутинний кліщ (<i>Tetranychus urticae</i> Koch.)	25,8	7,7	40,7
Голі слимаки (<i>Kaillie gliemeži</i>)	7,2	1,7	13,6

Примітка: * — крім картоплі.

3. Основні види шкідників в агроценозах овочевих культур родів *Raphanus та *Brassica****, середнє за 2008—2022 рр.**

Назва шкідника	Площа заселення посівів, %	Чисельність шкідників, екз./рослину	Пошкодженість рослин, %
Хрестоцвіті блішки (<i>Phyllotreta cruciferae</i> Goeze)	37,6	10,8	19,2
Блішка хвиляста (<i>Phyllotreta undulate</i> Kutsch.)	37,8	7,4	14,6
Капустяна попелиця (<i>Brevicoryne brassicae</i> L.)	26,6	29,0	20,6
Трипс тютюновий (<i>Thrips tabaci</i> Lindeman)	8,2	2,8	3,6
Совка озима (<i>Agrotis segetum</i> Denis & Schiff.)	41,6	1,8	4,2
Совка городня (<i>Lacanobia oleracea</i> L.)	36,8	2,5	12,4
Білан капустяний (<i>Pieris brassicae</i> L.)	42,4	2,5	7,3
Капустяна міль (<i>Plutella maculipennis</i> Curt.)	33,4	8,9	22,6
Клоп капустяний (<i>Eurydema ventralis</i> Kol.)	46,7	3,0	4,0
Муха капустяна весняна (<i>Delia brassicae</i> Bouché.)	10,9	6,8	13,6
Муха капустяна літня (<i>Delia floralis</i> Fallén)	8,8	2,4	2,2
Муха паросткова (<i>Delia platura</i> Meigen)	6,2	7,5	13,3
Стручкова (обпалена) вогнівка (<i>Evergestis extimalis</i> Scop.)	1,8	1,7	1,2
Прихованохоботник стебловий капустяний (<i>Ceuthorrhynchus quadridens</i> Panz.)	6,8	2,2	4,3
Ріпаковий листкоїд (<i>Entomoscelis adonidis</i> Pallas)	5,7	3,7	5,7
Ріпаковий трач (<i>Athalia rosae</i> L.)	18,0	2,1	3,0
Голі слимаки (<i>Kaillie gliemeži</i>)	7,0	1,2	6,7

Примітки: * рід *Raphanus* — редиска, редька олійна, редька посівна, редька чорна, дайкон; ** рід *Brassica* — капуста білоголова, цвітна, броколі.

гів найбільш чисельними (6,8—29,0 екз./росл.) за роки досліджень були: попелиця капустиана (*Brevicoryne brassicae* L.), блішки хрестоцвіта (*Phyllotreta cruciferae* Goeze) і хвиляста (*Phyllotreta undulate* Kutsch.), міль капустиана (*Plutella maculipennis* Curt.), мухи паросткова (*Delia platura* Meigen.) і капустиана весняна (*Delia brassicae* Bouche.). У середньому за 2008—2022 рр. найбільша площа посівів була заселена: клопом капустианим (*Eurydema ventrali* Kolonati) — 46,7%; біланом капустианим (*Pieris brassicae* L.) — 42,4; совкою озимою (*Agrotis segetum* Denis & Schiff.) — 41,6; блішками хрестоцвітою (*Phyllotreta cruciferae* Goeze) і хвилястою (*Phyllotreta undulate* Kutsch.) — 37,6 і 37,8; попелицею капустианою (*Brevicoryne brassicae* L.) — 26,6%. Перевищення рівня ЕПШ було в 1,1—2,5 раза.

Варто зазначити, що серед виявлених шкідників є поліфаги, які завдають шкоди рослинам родин Пасльонові й Капустяні та іншим культурам, а тому несуть більшу загрозу посівам сільськогосподарських культур і потребують постійного контролю їхньої чисельності. Такими видами є трипс тютюновий (*Thrips tabaci* Lindeman) і совки підгризаючі озима (*Agrotis segetum* Denis & Schiff.) та городня (*Lacanobia (Mamestra) oleracea* L.).

Аналіз багаторічних моніторингових досліджень основних хвороб овочевих культур грибної, бактеріальної та вірусної етіології засвідчив значне їх поширення та розвиток у досліджуваних аг-

роценозах на території Черкаської обл. (рис.). Фітосанітарний моніторинг агроценозів овочевих культур родин Пасльонові і Капустяні у приватних (присадибних) і фермерських господарствах виявив комплекс хвороб різного походження, серед яких домінували збудники мікозів (у середньому 49—58%). Ця група міцеліальних мікроорганізмів-фітопатогенів наносить значної шкоди продовольчій безпеці, знищуючи до 30% продукції рослинництва [25].

Частка збудників вірусних хвороб була найменшою і становила 6—8%, які спричиняли розвиток вірусної мозаїки, зокрема у пасльонових — мозаїка томата (збудник *Tomato mosaic virus*), бронзовість (плямисте в'янення) томата (*Tomato spotted wilt virus*), огіркова мозаїка (*Cucumber mosaic virus*), тютюнова мозаїка томата (*Tomato mosaic tobamovirus*); у капустианих — мозаїка ріпи (*Turnip mosaic virus*) та ін.

Проміжне значення в структурі патогенного комплексу займали збудники хвороб представники бактерій і ооміцетів, проте негативні наслідки ураження ними рослин можуть мати загрозливий характер.

Серед виявлених фітопатогенів п'ять видів належать до найбільш небезпечних у світі [26], що завдають шкоди овочевим культурам, це — бактерії *Pseudomonas syringae* і *Xanthomonas campestris*, гриби *Botrytis cinerea* і *Fusarium oxysporum*, ооміцети *Phytophthora infestans*. Важливо контролювати чисельність цих збудників хвороб

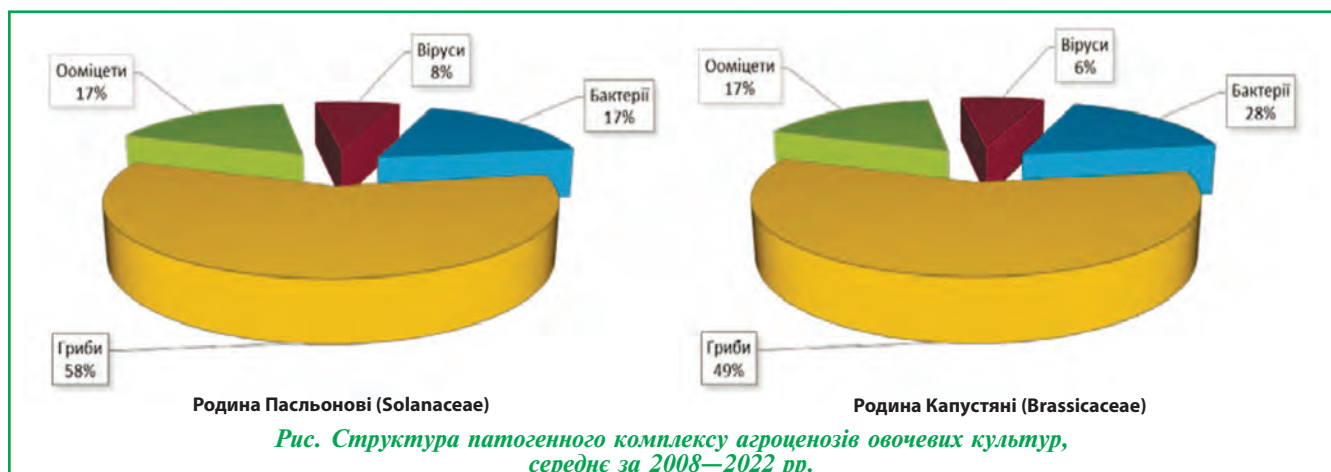
рослин щоб зменшити втрати, пов'язані з їх негативною дією, особливо за впровадження екологічно безпечних методів.

Встановлено, що за вегетаційний період впродовж 2008—2022 рр. на рослинах помідора, перцю солодкого, баклажана домінували збудники, які спричинили хвороби — фітофтороз (*Phytophthora infestans*), чорна ніжка (*Pythium debaryanu*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora* spp., *Fusarium* spp.), гнилі різних органів рослин (фузаріозна *Fusarium* spp., біла *Sclerotinia sclerotiorum*, сіра *Botrytis cinerea*, верхівкова гниль плоду *Pseudomonas persicum* Burd) та септоріоз (*Septoria lycopersici*) (табл. 4). Площі посівів, уражених зазначеними хворобами, в середньому за роки досліджень становили 25—39%, а в деякі роки сягали 82—90%. Поширення цих хвороб в середньому становило відповідно 42,3%, 31,4, 38,3 та 28,4%, а їх розвиток — 35,3%, 27,5, 23,7 та 25,9%.

Поширення хвороб вірусної етіології фіксували в середньому на рівні 29,1%, а розвиток хвороби, спричиненої збудниками *Tomato mosaic tobamovirus*, *Tomato mosaic virus*, *Tomato spotted wilt virus*, — 22,0%.

Високий показник розвитку хвороб (29,7%) зафіксовано для збудників бактеріального раку — *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*, *Corynebacterium michiganensis* Jensen., *Pseudomonas tumefaciens* Stew., а максимальна площа ураження насаджень в окремі роки сягала 80%.

В агроценозах досліджуваних



культур родів *Raphanus* і *Brassica* із родини Капустяні площі уражених посівів хворобами становили 14–40% (табл. 5). Найбільші площі були уражені фузаріозом (*Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*) — 39,9% (max 88%), борошністою росю (*Erysiphe communis* Grew. f. *brassicae* Hamm.) — 32,4 (max 90), чорною ніжкою (*Pythium debaryanu*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora* spp., *Fusarium* spp.) — 30,4 (max 80), фомозом (*Phoma lingam* (Tode) Desm.) — 29,9 (max 86), бактеріозом листя (*Pseudomonas syringae* pv. *maculicola*) — 28,3% (max 84%).

За усередненими даними 2008–2022 рр. виявлено найбільше поширення борошністої роси (35,7%), кили хрестоцвітих (35,5), гнилей (35,4), бактеріозу листя (34,4), альтернаріозу (32,8), фузаріозу (32,8) і фомозу (31,1%). За рештою видів хвороб поширення було менше 30% та майже на одному рівні — в межах 26,6–28,6%.

За період спостереження на досліджуваних культурах родів *Raphanus* і *Brassica* встановлено значний розвиток борошністої роси (33,2%), бактеріального раку і бактеріозу листя (30,0 і 30,1%), фузаріозу (28,8%), судинного бактеріозу (28,3%) і фомозу (28,1%).

Найменшого розвитку (24,2%) набули хвороби вірусної етіології, у яких найменший відсоток площ уражених посівів — у середньому 13,7%.

ВИСНОВКИ

На території Черкаської обл. (центральна частина Правобережного Лісостепу України) 75% обстежених площ насаджень овочевих культур (помідор, перець, баклажан, редиска, редька олійна, редька посівна, редька чорна, дайкон, капуста білоголова, цвітна, броколі) заселені шкідливими організмами з перевищенням ЕПШ і фітосанітарний стан агроценозів потребує покращення.

У структурі домінантних видів шкідників агроценозів овочевих культур родів *Solanum*, *Raphanus* і *Brassica* шкідливі комахи займали 80% і 94%. Значної шкоди

4. Поширення та розвиток основних хвороб культур роду *Solanum** у вегетаційні періоди, середнє за 2008–2022 рр., %

Назва хвороби і збудника	Площа уражених посівів	Поширення хвороб	Розвиток хвороб
Фітофтороз (<i>Phytophthora infestans</i>)	38,5 (90)**	42,3	35,3
Гнилі: біла (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>); сіра (<i>Botrytis cinerea</i>); верхівкова гниль плоду (<i>Pseudomonas persicum</i> Burd)	27,3 (88)	38,3	23,7
Фузаріозне в'янення (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>melongena</i>)	15,9 (80)	21,3	20,7
Чорна ніжка (<i>Pythium debaryanu</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Phytophthora</i> spp., <i>Fusarium</i> spp.)	32,7 (82)	31,4	27,5
Альтернаріоз (<i>Alternaria alternata</i>)	18,9 (85)	23,6	22,1
Антракноз (<i>Colletotrichum coccodes</i> , <i>phomoides</i> , <i>kruegerianum</i>)	14,2 (80)	23,3	21,1
Бактеріальний рак (<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>Michiganensis</i> , <i>Corynebacterium michiganensis</i> Jensen., <i>Pseudomonas tumefaciens</i> Stew.)	18,9 (80)	24,8	29,7
В'янення вертицильозне (<i>Verticillium albo-atrum</i> , <i>Verticillium dahliae</i>)	14,8 (84)	28,8	25,5
Септоріоз (<i>Septoria lycopersici</i>)	25,1 (87)	28,4	25,9
Мозаїка (<i>Tomato mosaic tobamovirus</i> , <i>Tomato mosaic virus</i> , <i>Tomato spotted wilt virus</i>)	15,3 (80)	29,1	22,0

Примітки: * — крім картоплі; ** — у дужках максимальне (max) значення показника.

5. Поширення та розвиток основних хвороб культур роду *Raphanus** і *Brassica*** у вегетаційні періоди, середнє за 2008–2022 рр., %

Назва хвороби і збудника	Площа уражених посівів	Поширення хвороб	Розвиток хвороб
Чорна ніжка (<i>Pythium debaryanu</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Phytophthora</i> spp., <i>Fusarium</i> spp.)	30,4 (80)***	28,3	25,4
Альтернаріоз (<i>Alternaria alternata</i>)	17,3 (83)	32,8	25,9
Біла гниль (<i>Whetzelinia sclerotiorum</i> (dBy.) Korf. et Dumont, <i>Botrytis cinerea</i> Fr.)	17,3 (90)	35,4	27,4
Мокра гниль (<i>Erwinia carotovora</i> Holl.)			
Чорна гниль (альтернаріоз) (<i>Alternaria</i> Nees. <i>A. raphani</i> Groves et Skolko, <i>A. brassicae</i> (Berk.) Sacc., <i>A. oleraceae</i> Milb., <i>A. tenuis</i> Nees., <i>Aphanomyces raphani</i>)			
Ризоктоніоз (червона гниль) (<i>Rhizoctonia violacea</i> Tul.)			
Пітіозна гниль (<i>Pythium</i> spp.)			
Бактеріальний рак (<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>Michiganensis</i>)	19,0 (83)	28,7	30,0
Переноспороз (несправжня борошніста роса) <i>Hyaloperonospora brassicae</i> (ex <i>Peronospora Hyaloperonospora parasitica</i>)	23,4 (85)	28,4	26,0
Борошніста роса (<i>Erysiphe communis</i> Grew. f. <i>brassicae</i> Hamm.)	32,4 (90)	35,7	33,2
Біла іржа (<i>Albugo candida</i> , <i>Cystopus candidus</i>)	24,4 (85)	27,1	26,7
Фузаріоз (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>raphani</i>)	39,9 (88)	32,8	28,8
Бактеріальна плямистість (<i>Bacillus mycoides</i> Flugge, <i>Bac. mesentericus</i> v. <i>ulgatus</i> Flugge, <i>Bac. butiricus</i> v. <i>betae</i> Koczura)	25,4 (82)	28,6	25,5
Судинний бактеріоз (<i>Xanthomonas campestris</i> Dows.)	24,4 (87)	26,6	28,3
Фомоз (<i>Phoma lingam</i> (Tode) Desm.)	29,9 (86)	31,1	28,1
Бактеріоз листя (<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>maculicola</i>)	28,3 (84)	34,4	30,1
Кила хрестоцвітих (або кила) (<i>Plasmodiophora brassicae</i> Wor.)	24,4 (80)	35,5	27,1
Мозаїка (<i>Turnip mosaic virus</i> , <i>Tomato mosaic tobamovirus</i>)	13,7 (81)	27,8	24,2

Примітка: * рід *Raphanus* — редиска, редька олійна, редька посівна, редька чорна, дайкон;
** рід *Brassica* — капуста білоголова, цвітна, броколі;
*** — у дужках — максимальне (max) значення показника.

овочевим завдавали голі слимаки (*Kailie gliemeži*), а в агроценозах пасльонових культур ще й кліщі (*Tetranychus urticae* Koch.).

За чисельністю шкідників на рослині та відсотком пошкодження встановлено перевищення рівня ЕПШ у середньому в 1,1—2,5 раза.

У фітопатогенному комплексі овочевих культур домінували збудники грибної етіології, якими уражено 14—40% (max 88—90%) площ насаджень, поширення хвороб становило 21—38% за розвитку 21—33%.

Серед виявлених фітопатогенів 5 видів належать до найбільш небезпечних у світі: бактерії *Pseudomonas syringae* і *Xanthomonas campestris*, гриби *Botrytis cinerea* і *Fusarium oxysporum*, ооміцети *Phytophthora infestans*. Ці патогени потребують постійного контролю та обмеження їхньої чисельності і шкідливості.

Фінансування. Дослідження виконано в межах наукової програми Уманського національного університету садівництва «Оптимальне використання природного і ресурсного потенціалу агроекосистем Правобережного Лісостепу України», ДР № 0116U003207.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стратегія і тактика захисту рослин. т. 1 Стратегія ; під ред. В.П. Федоренка. Київ: Альфа-стевія, 2012. 500 с.
2. Борзих О.І. Наукове обґрунтування попередження фітосанітарних ризиків у трансформованих біоценозах. Карантин і захист рослин. 2020. № 4-6. С. 3-7. URL: <https://kr.ipp.gov.ua/index.php/journal/issue/view/7/4-6-2020-pdf>
3. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С. Чинники дестабілізації фітосанітарного стану агроценозів зернових культур Центрального Лісостепу України. Збалансоване природокористування. 2020. № 2. С. 73-84. doi: 10.33730/2310-4678.2.2020.208812
4. FAO. (2019). New standards to curb the global spread of plant pests and diseases. URL: <https://www.fao.org/news/story/en/item/1187738/icode/>
5. Savary S., Willocquet L., Pethybridge S.J. et al. The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nat Ecol Evol.* 2019. 3(3). P. 430-439. doi: 10.1038/s41559-018-0793-y
6. Stukenbrock E., Gurr S. Address the growing urgency of fungal disease in crops. *Nature.* 2023. 617(7959). P. 31-34. doi: 10.1038/d41586-023-01465-4
7. Парфенюк А.І. Сорт рослин як чинник біологічної безпеки в агроценозах України. *Агроекологічний журнал.* 2017. № 2. С. 155-163.
8. Титова Л.В., Сергієнко В.Г. Ефективність комплексного застосування мікробних препаратів з фунгіцидами для контролю захворювань та підвищення продуктивності овочевих культур. *Мікробіологія і біотехнологія.* 2018. № 4. С. 30-41. [http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2018.4\(44\).149359](http://dx.doi.org/10.18524/2307-4663.2018.4(44).149359)
9. Клечковський Ю.Е., Глушкова С.О., Палагіна О.В. Трипси — небезпечні шкідники овочевих культур. Карантин і захист рослин. 2019. № 7-8(256). С. 5-10. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2019.7-8.5-10>
10. Кудла В.В., Ткаленко Г.М., Ігнат В.В. Ентомокомплекс цибулі ріпчастої в Правобережному Лісостепу України. Карантин і захист рослин. 2022. № 1(268). С. 13-16. doi: 10.36495/2312-0614.2022.1.13-16
11. Li Y., Mbata G.N., Punnuri S., Simons A.M., Shapiro-Ilan D.I. Bemisia tabaci on Vegetables in the Southern United States: Incidence, Impact, and Management. *Insects.* 2021. 12(3). 198. doi: 10.3390/insects12030198
12. Nauen R., Ghanim M., Ishaaya I. Whitefly special issue organized in two parts. *Pest Manag. Sci.* 2014. 70. P. 1438-1439. doi: 10.1002/ps.3870
13. Khamis F.M., Ombura F.L.O., Ajene I.J. et al. Mitogenomic analysis of diversity of key whitefly pests in Kenya and its implication to their sustainable management. *Sci Rep.* 2021. 11. 6348. doi: 10.1038/s41598-021-85902-2
14. Prijović M., Skaljac M., Drobnjaković T. et al. Genetic variation of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae), among populations from Serbia and neighbouring countries, as inferred from COI sequence variability. *Bull. Entomol. Res.* 2014. 104. P. 357-366. doi: 10.1017/S0007485314000169
15. Jakubowska M., Dobosz R., Zawada D., Kowalska J. A Review of Crop Protection Methods against the Twospotted Spider Mite — *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) — With Special Reference to Alternative Methods. *Agriculture.* 2022. 12(7). 898. doi: 10.3390/agriculture12070898
16. Pulavarty A., Egan A., Karpinska A., Horgan K., Kakouli-Duarte T. Plant Parasitic Nematodes: A Review on Their Behaviour, Host Interaction, Management Approaches and Their Occurrence in Two Sites in the Republic of Ireland. *Plants (Basel).* 2021. 10(11). 2352. doi: 10.3390/plants10112352.
17. Almady S., Khelifi M., Beaudoin M.P. Control of the Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), Using Predator Insects Released by a Mechanical Prototype. *J. Environ. Eng. Sci.* 2012. 1. P. 1279-1287.
18. Kroschel J., Mujica N., Okonya J., Alyokhin A. Insect Pests Affecting Potatoes in Tropical, Subtropical, and Temperate Regions. In: Campos H., Ortiz O. (eds). *The Potato Crop.* Springer, Cham. 2020. doi: 10.1007/978-3-030-28683-5_8
19. Sablon L., Dickens J.C., Haubruge É., Verheggen F.J. Chemical Ecology of the Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae), and Potential for Alternative Control Methods. *Insects.* 2013. 4(1). P. 31-54. doi: 10.3390/insects4010031
20. Ferro D.N., Logan J.A., Voss R.H., El-kinton J.S. Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) temperature-dependent growth and feeding rates. *Environ. Entomol.* 1985. 14. P. 343-348.
21. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П. та ін. Методика випробування і застосування пестицидів ; за ред. проф. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.
22. Омельюта В.П., Григорович І.В., Чабан В.С. та ін. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур ; за ред. В.П. Омельюти. Київ: Урожай, 1986. 292 с.
23. Літвінов Б.М., Євтушенко М.Д., Білецький Є.М. та ін. Сільськогосподарська ентомологія ; за ред. Б.М. Літвінова, М.Д. Євтушенка. Київ: Вища освіта, 2005. 508 с.
24. Практикум із сільськогосподарської ентомології: Навчальний посібник ; за ред. Б.М. Літвінова. Київ: Аграрна освіта, 2009. 301 с.
25. Avery S.V., Singleton I., Magan N., Goldman G.H. The fungal threat to global food security. *Fungal Biol.* 2019. 123(8). P. 555-557. doi: 10.1016/j.funbio.2019.03.006
26. Venbrux M., Crauwels S., Rediers H. Current and emerging trends in techniques for plant pathogen detection. *Front. Plant Sci.* 2023. 14. 1120968. doi: 10.3389/fpls.2023.1120968

¹Shchetina S.,

ORCID: 0000-0001-8504-2944

¹Mostoviak I.,

ORCID: 0000-0003-4585-3480

²Fedorenko V.,

ORCID: 0000-0002-7783-1617

¹Uman National University of Horticulture, 1, Instytutaska str., Uman, 20305, Ukraine

²Institute of Plant Protection of NAAS, 33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

e-mail: sv_shetina@ukr.net, mostovjak@gmail.com, tana57-2009@ukr.net

Phytosanitary state of open-field vegetable crop agroecosystems of the genus *Solanum*, *Raphanus*, *Brassica* in the central part of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine

Goal. Phytosanitary assessment and determination of pest and disease prevalence and development in open-field vegetable crop plantings of the genus *Solanum* (tomato, pepper, eggplant), genus *Raphanus* (radish, oilseed radish, common radish, black radish, daikon), and genus *Brassica* (cabbage, cauliflower, broccoli) in the Central Part of the Right-Bank Forest-Steppe Region of Ukraine. **Methods.** The research was conducted using established entomological, phytopathological, and horticultural methods. From 2008 to 2022, the population, distribution, and development of pests and phytopathogens were assessed in households and small farms within the Cherkasy region of Ukraine. **Results.** Among the dominant pest species in the agroecosystems of vegetable crops from the genus *Solanum*, insects accounted for 80% (8 species), followed by mites at 10% (1 species), and slugs at 10% (1 species). In agroecosystems of Brassicaceae crops, insects caused significant damage, constituting 94% (16 species) of the total pest structure, along with naked

snails (1 species). The area of infestation in tomato, sweet pepper, and eggplant crops by phytophagous insects ranged from 13% to 98%, with plant damage ranging from 14% to 65%. Common spider mites accounted for 26%. Exceedances of the Economic Pest Threshold (EPT) were observed, such as *Leptinotarsa decemlineata* Say at 2.6 times, *Gryllotalpa gryllotalpa* L., *Trialeurodes vaporariorum* Wstw., *Agrotis segetum* Denis & Schiff., and *Lacanobia oleracea* at 2.2 times, *Agriotes* spp. larvae at 1.4 times, and *Tetranychus urticae* Koch. at 1.9 times the threshold levels. The highest area of infestation in Brassicaceae crops was found for *Eurydema ventralis* (46.7%), *Pieris brassicae* (42.4%), *Agrotis segetum* Denis & Schiff. (41.6%), *Phyllotreta cruciferae* and *Phyllotreta undulate* (37.6—37.8%), and *Brevicoryne brassicae* (26.6%). Exceedances of the EPT were recorded at 1.1—2.5 times for these pests. In the structure of the phytopathogenic complex of vegetable crop agroecosystems, fungi were dominant,

accounting for an average of 49—58%. Viral pathogens had the smallest share, approximately 6—8%, causing mosaic diseases. Bacterial and oomycete agents occupied an intermediate position in the pathogenic complex structure. Nevertheless, their negative impact on plant health could be significant. **Conclusions.** In the Cherkasy region, which encompasses the central part of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, approximately 75% of surveyed vegetable crop plantings, including tomatoes, peppers, eggplants, radishes, oilseed radishes, common radishes, black radishes, daikons, cabbages, cauliflowers, and broccolis, exhibit high pest infestations exceeding the EPT thresholds, indicating an ecologically hazardous phytosanitary state. In these agroecosystems, insects dominated, representing 80% and 94% of the pest structure in *Solanum* and Brassicaceae crops, respectively. Additionally, significant damage was attributed to naked snails (*Kailie gliemeži*) and, in the case of *Solanum* crops, mites (*Tetrany-*

chus urticae Koch.). EPT exceedances ranged from 1.1 to 2.5 times, depending on the pest species. Fungi, causing mycoses, dominated the phytopathogenic complex structure, ranging from 14% to 40% (max 88—90%). The prevalence of diseases varied from 21% to 38%, with disease development rates ranging from 21% to 33%. Among the identified phytopathogens, five species are among the world's most dangerous: *Pseudomonas syringae* and *Xanthomonas campestris* (bacteria), *Botrytis cinerea* and *Fusarium oxysporum* (fungi), and *Phytophthora infestans* (oomycete), which require strict control of their populations.

monitoring; harmful organisms; population control; phytosanitary state; open-field vegetable crops

Надійшла до редакції: 10.10.2023

Прийнята до друку: 07.11.2023

Надруковано й опубліковано онлайн: грудень 2023

УДК 632.51:632.9
© Г.В. Ничкалюк, 2023

DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2023.4.38-41>

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСІВ ЗАБУР'ЯНЕННЯ МОЛОДИХ НАСАДЖЕНЬ ПАВЛОВНІЇ ПОВСТИСТОЇ (*Paulownia tomentosa* L.)

Мета. Дослідити процеси забур'янення молодих насаджень павловнії повстистої (*Paulownia tomentosa* L.) для подальшої розробки ефективної системи захисту від бур'янів в умовах Лісостепу України. **Методи.** Для вивчення взаємодії об'єктів досліджень із погодними умовами, способами й технологією вирощування застосовували польові методи (зокрема, дрібноділянковий), а також візуальний, вимірювальний, ваговий, кількісний та фізіологічний. Для визначення якісних характеристик ґрунту дослідних ділянок застосовували лабораторний метод. Обробку експериментальних даних виконували за допомогою комп'ютерної програми Microsoft Office Excel. **Результати.** Встановлено, що молоді насадження павловнії повстистої на перших етапах вегетації фактично є вільною екологічною нішею, яку швидко заповнюють бур'яни. Найбільша кількість видів бур'янів була з

Г.В. НИЧКАЛЮК

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна
e-mail: galinastrukal@gmail.com

родин Злакові (Gramineae), Капустяні (Brassicaceae) та Айстрові (Asteraceae). З родин Гречкові (Polygonaceae), Лободові (Chenopodiaceae), Пасльонові (Solanaceae) та Березкові (Convolvulaceae) було по одному виду. У другий рік вегетації найчастіше в насадженнях павловнії повстистої траплялися сходи проса півнячого (*Echinochloa crusgalli* (L. Pal. Beauv)), лободи білої, пирію (*Elymus repens* (L.) Gould), мишію сизого (*Setaria glauca* (L.) Pal. Beauv), гірчиці польової (*Sinapis arvensis* L.), гірчаку березкоподібного (*Polygonum convolvulus* L.), талабану польового (*Thlaspi arvense* L.). У се-

редньому в період обліку зафіксовано сходів бур'янів більше, ніж в перший рік вегетації культури. **Висновки.** Експериментально доведено, що перед закладанням плантацій необхідно оцінити засміченість ділянок на предмет присутності проблемних видів бур'янів, що можуть потенційно розмножитись у насадженнях павловнії та перешкоджати ефективному догляду за рослинами. Присутність бур'янів у молодих насадженнях павловнії повстистої протягом вегетаційного періоду призводить до істотно пригнічення рослин культури. Встановлення особливостей формування забур'янення насаджень павловнії другого року вегетації неможливе без всебічного визначення ростових параметрів рослин. Інформація про специфіку забур'янення дає можливість правильно розробити ефективну систему захисту від бур'янів.

бур'яни; біоенергетична культура; проективне покриття

Створення плантації біоенергетичних культур для виробництва біомаси стає актуальним в регіонах, де є низкопродуктивні землі, що не можуть бути використані для вирощування польових сільськогосподарських культур. Тому для сучасної аграрної науки є надто важливим пошук і дослідження нових високопродуктивних культур, сировина яких може бути використана для виробництва біопалива. Також має значення поєднання потенціалу ґрунтово-кліматичних умов вирощування біоенергетичних культур з їх біологічними особливостями й здатністю до трансформації енергії сонця в доступні для господарської діяльності форми.

Привертає до себе увагу, як біоенергетична культура, павловнія повстиста (*Paulownia tomentosa* L.) — дерево, що надзвичайно швидко росте та легко розповсюджується. У світі є понад 20 видів павловнії. Види *Paulownia tomentosa*, *Paulownia viscosa*, *Paulownia elongata*, *Paulownia fortunei* поширені в Азії, Північній Америці та Європі як цінна садово-паркова культура для регіонів з теплим і вологим кліматом. Адаптованими до ґрунтово-кліматичних умов України є морозостійкі гібриди *Paulownia Clone in vitro 112* та *Pong Tong-9501*. Вони витримують низькі температури $-25...-27^{\circ}\text{C}$.

Молоді насадження павловнії повстистої на перших етапах вегетації є практично вільною екологічною нішею, яку швидко заповнюють рослини бур'янів. Наявність значної кількості певних видів бур'янів у насадженнях може суттєво впливати на ріст, розвиток і сформований рівень продуктивності культурних рослин [1–5]. Тому перед закладанням плантацій слід оцінити заміщеність ділянок проблемними бур'янами, що можуть потенційно розмножитись у насадженнях павловнії та перешкоджати ефективному розвитку культури [5–8].

Рослини павловнії повстистої впродовж першого року вегетації активно формують потужну кореневу систему, нарощують вегетативну масу та накопичують

запаси поживних речовин. Наступного року вегетації ріст і розвиток культури відбуваються інтенсивніше ніж у рік закладання дослідів. Проте слід врахувати, що відсутність міжрядних обробітків культури зумовлює появу великої кількості бур'янів, які пригнічуватимуть сходи павловнії. Життєздатність насіння багатьох видів бур'янів, що є на дослідних ділянках, становить мінімум 5–7 років, а загалом сягає 30 років. Деякі види бур'янів, зокрема лобода біла, формують насіння, близько 30% якого сходить восени. Переважна більшість насіння бур'янів нездатна проростати з глибини понад 5–7 см [9–11]. Зазначені фактори суттєво впливають на конкурентну боротьбу за живлення між культурними рослинами та бур'янами, наявними в агрофітоценозі [12–13].

Мета досліджень — вивчення забур'янення молодих насаджень павловнії повстистої в умовах Лісостепу.

Матеріали та методи досліджень. Експериментальні дослідження проводили впродовж 2019–2022 рр. на Ялтушківській дослідній селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Досліди були розміщені в полі селекційної сівозміни (табл. 1).

Процеси забур'янення молодих насаджень павловнії повстистої оцінювали під час проведеного дрібноділянкових польових дослідів. Загальна площа ділянок — 36 м², площа обліко-

вих ділянок — 25 м². Повторність досліджень 4-разова. Розміщення ділянок регулярне у два яруси. Для вирощування на ділянках використовували насіння павловнії повстистої (*Paulownia tomentosa*) гібридів *Paulownia Clone in vitro 112* та *Pong Tong-9501*. Насіння пророщували в теплиці, після появи сходів пікірували, після формування 4 справжніх листків розсаду поступово адаптували до польових умов і через 10 діб висаджували у відкритий ґрунт на ділянки. Насадження були широкорядними — ширина міжрядь 1,5 м. Відстань між рослинами в рядку — 50 см. Закладали насадження у третю декаду травня, коли імовірність заморозків була мінімальною. Проективне покриття бур'янів відповідно до розподілу за їх видами визначали візуально у відсотковому відношенні на чотирьох майданчиках площею 1 м² на всіх ділянках дослідів з відповідним перерахунком на метр квадратний.

Результати досліджень. В умовах Ялтушківської ДСС на ділянках, де було висаджено павловнію повстисту, виявлено 14 видів бур'янів, що належать до 8-ми ботанічних родин. Найбільша кількість видів бур'янів представлена родинами Злакові (Gramineae), Капустяні (Brassicaceae) та Айстрові (Asteraceae). З родин Гречкові (Polygonaceae), Лободові (Chenopodiaceae), Пасльонові (Solanaceae) та Березкові (Convolvulaceae) виявили по одному виду бур'яну.

1. Агрохімічні та агрофізичні показники поля селекційної сівозміни

Показники	Поле № 3
Агровиробнича група ґрунтів	Сірі опідзолени
Склад ґрунтів	Грубопилувато-середньосуглинкові
Вміст гумусу, %	1,87
Забезпеченість ґрунту, мг/1 кг ґрунту:	
азотом	81,00
фосфором	139,00
калієм	118,00
Гідролітична кислотність, мг-екв./100 г ґрунту	1,50
pH ґрунту	5,80
Сума вб'ірних основ, %	22,40
Ступінь насиченості основами, %	84,00
Щільність ґрунту, г/см ³	1,25
Вміст продуктивної вологи в шарі ґрунту 1 м вглибину, мл	110,00

Дані динаміки чисельності бур'янів у насадженнях павлової повстистої другого року вегетації наведено в таблиці 2.

За результатами досліджень у другий рік вегетації станом на 20.06 в насадженнях павлової повстистої наймасовішими були сходи проса півнячого — 22,6 шт./м². Порівняно з першим роком вегетації цього виду бур'яну стало значно більше. Також численними були сходи лободи білої — 12,5 шт./м², пирію повзучого — 9,2, мишію сизого — 15,8, гірчиці польової — 8,6, гірчаку березкоподібного — 9,2, талабану польового — 8,8 шт./м². Усього в період обліків у травні сходи бур'янів фіксували в середньому у кількості 128,1 шт./м², що на 18,5 шт./м² більше, ніж у перший рік вегетації. Таке зростання чисельності сходів бур'янів пов'язане з поповненням запасів їхнього насіння в шарі ґрунту 0—5 см за рахунок вегетування бур'янів у насадженнях павлової повстистої першого року, де найбільша кількість сходів була зафіксована у проса півнячого — 12,4 шт./м², мишію сизого —

10,3, лободи білої — 8,7, гірчака березкоподібного — 7,3, талабану польового — 7,1 шт./м² та інших видів бур'янів.

На час обліків, що проводилися 20.07, кількість сходів бур'янів зросла до 137,9 шт./м². Найбільш численними були просо півняче (25,8 шт./м²), мишію сизий (16,4), лобода біла (13,5), пирій повзучий (10,1 шт./м²).

Дані обліку від 20.08 засвідчили, що кількість сходів бур'янів зменшилась до 136,6 шт./м², а найбільшого поширення набули просо півняче (21,3 шт./м²), мишію сизий (17,5), лобода біла (14,1) та пирій повзучий (10,4 шт./м²).

За останніх обліків — 20.09 загальна кількість рослин бур'янів у насадженнях павлової становила 136 шт./м². У цей період найбільше було рослин проса півнячого — 21,3 шт./м², мишію сизого — 19,2, пирію повзучого — 10,4, лободи білої — 12,8, гірчиці польової — 7,8, талабану польового — 8,3 та пасльону чорного — 7,2 шт./м², що на нашу думку пов'язано не тільки з гострою конкуренцією за фактори життя між рослинами бур'янів.

На особливості формування площі листової поверхні бур'янів впливають: площа листків культурних рослин, просторове їх розміщення, кількість сходів та видова специфічність інших видів бур'янів, особливості габітусу та рівень розвитку рослин, інші фактори. Фенологічні спостереження за ростом та розвитком рослин павлової повстистої проводили візуально, фіксуючи дату початку появи фази (у 10% рослин на ділянці і масове її настання у 75% рослин). Формування проективного покриття за видами бур'янів оцінювали у відсотках на 4-х майданчиках площею 1 м² на кожному повторенні варіантів досліду з наступним перерахунком на метр квадратний [14—15].

Дані щодо динаміки формування проективного покриття молодих насаджень

павлової повстистої та сходів бур'янів наведено в таблиці 3.

На час проведення перших обліків (табл. 3) (20.06) проективне покриття бур'янів становило 80,3% від загальної площі ґрунту, частка павлової в фітоценозі складала всього 10,8%. У наступний період обліків (20.07) показники проективного покриття бур'янів становили 84,7%, а рослини культури займали площу поверхні ґрунту лише на 15,3%. Станом на 20.08 динаміка формування проективного покриття павлової становила 52,6% площі поверхні ґрунту, в наступні дати обліків (20.09) рослини павлової починали переважати ростові показники, а завдяки швидкому наростанню площі листової поверхні, їх проективне покриття площі поверхні ґрунту у фітоценозі становило 70,3%. Рослини культури ставали домінантами у агроценозах.

За рахунок цього пригнічувався ріст і розвиток бур'янів, їх проективне покриття ґрунту на початку проведення обліків 20.06 становило 80,3% загальної площі, а станом на 20.09 — 29,7%, що свідчить про суттєве зменшення

2. Динаміка чисельності забур'янення (шт./м²) молодих насаджень павлової повстистої другого року вегетації

Види бур'янів	Дати проведення обліків			
	20.06	20.07	20.08	20.09
Просо півняче	22,6	25,8	21,3	21,3
Мишію сизий	15,8	16,4	17,5	19,2
Лобода біла	12,5	13,5	14,1	12,8
Гірчиця польова	8,6	8,8	8,9	7,8
Талабан польовий	8,8	8,4	8,3	8,3
Гірчак шорсткий	6,2	6,4	6,5	6,3
Гірчак березкоподібний	9,2	9,6	9,6	9,6
Незбутниця дрібноквіткова	6,3	7,8	8,1	8,2
Паслін чорний	5,7	6,1	7,2	7,2
Фіалка польова	5,1	5,2	5,3	5,3
Пушняк канадський	8,2	9,0	9,0	8,3
Березка польова	3,3	3,2	3,2	3,2
Пижмо звичайне	3,9	4,1	4,5	4,5
Пирій повзучий	9,2	10,1	10,4	10,4
Інші види	2,7	3,5	3,6	3,6
Бур'яни всього	128,1	137,9	136,6	136,0

3. Динаміка формування проективного покриття молодих насаджень павлової повстистої другого року вегетації та сходів бур'янів, %

Рослина	Календарні дати проведення обліків			
	20.06	20.07	20.08	20.09
Павловія	10,8	15,3	52,6	70,3
Бур'яни:				
Пирій повзучий	14,2	15,9	11,5	9,2
Пижмо звичайне	9,6	10,9	7,6	4,5
Деревій лікарський	7,1	8,8	5,4	3,1
Куколиця нічна	4,7	5,9	2,6	1,4
Осот рожевий	7,2	8,1	3,5	1,3
Лобода біла	5,2	5,6	4,0	1,2
Лобода гібридна	2,7	2,9	1,7	0,8
Гірчак березкоподібний	2,6	2,1	1,1	0,7
Паслін чорний	2,0	2,2	2,6	2,8
Гірчиця польова	7,4	6,6	1,2	1,8
Просо півняче	8,2	6,2	3,2	1,3
Мишію сизий	6,9	6,4	1,4	0,8
Інші види	2,5	3,1	1,6	0,8
Всього бур'яни	80,3	84,7	47,4	29,7
Фітоценоз всього	91,1	100	100	100

бур'янів у молодих насадженнях павловнії повстистої.

ВИСНОВКИ

У другий рік вегетації павловнії повстистої найбільші запаси насіння в шарі ґрунту 0–5 см мали бур'яни: просо півняче — 22,6 шт./м², мишій сизий — 15,8, лобода біла — 12,8, гірчиця польова — 8,6 шт./м². Загалом у цей період досліджень сходів бур'янів зафіксували в середньому 128,1 шт./м², що на 18,5 шт./м² більше, ніж у перший рік вегетації.

Бур'яни у молодих насадженнях павловнії повстистої протягом першого року вегетації зумовлювали істотне пригнічення рослин культури. Вільні екологічні ніші швидко заповнювали дикі рослини. Проте ріст і розвиток рослин павловнії повстистої, що вийшли на поверхню ґрунту і здійснювали активні процеси фотосинтезу, постійно змінювали показники проективного покриття поверхні ґрунту зеленими надземними частинами, у першу чергу листками. Станом на 20.09 проективне покриття поверхні поля становило 100%. З них частка рослин павловнії повстистої сягала в середньому 70,3%, частка бур'янів — 29,7%. Рослини культури ставали домінантами в агроценозах.

Тому молоді насадження павловнії вимагають розробки ефективних систем захисту від бур'янів. Для раціонального застосування гербіцидів слід враховувати особливості бур'янового комплексу, також необхідно застосовувати механічні та екологічні фактори впливу на сходи бур'янів.

Фінансування. Дослідження за темою дисертаційної роботи є складовою частиною досліджень відділу гербології Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН згідно з ПНД «Біоенергетичні ресурси» 16 «Селекція, насінництво і розсадництво та технологія вирощування біоенергетичних культур як сировини для виробництва рідких, твердих і газоподібних видів палива» («Біоенергетичні ресурси»). Завдання 16.00.03.22.П «Специфіка забур'янення на-

саджень павловнії і розробка системи їх захисту від бур'янів» ДР № 0119U100180.

Конфлікт інтересів. Автор декларує відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Іващенко О.О., Іващенко О.О. Енергетичні аспекти агрофітоценозів. Карантин і захист рослин. 2005. № 3. С. 21–23.
2. Фучило Я.Д., Сінченко В.М., Гументик М.Я. Особливості вирощування енергетичної верби. Біоенергетика. 2016. № 1(7). С. 8–10.
3. Макух Я.П., Ременюк С.О. Контролювання бур'янів в посівах міскантусу. Карантин і захист рослин. 2016. № 1. С. 7–8.
4. Іващенко О.О., Іващенко О.О. Загальна гербологія: монографія. Київ: Фенікс, 2019. 752 с. DOI: <https://doi.org/10.36495/ISBN978-966-136-649-6/2019.752s>
5. Курдюкова О.М., Конопля М.І., Остапенко М.А. Потенційна засміченість агрофітоценозів польових та овочевих культур Степу України: Зрошуване землеробство: зб. наук. праць. Херсон: Олді-плюс, 2010. Вип. 54. С. 309–314.
6. Методика проведення випробування і застосування пестицидів; за ред. проф. Трибеля С.О. Київ: Світ, 2001. 448 с.
7. Fan J.Y., Zhao N.X., Li M., Gao W.F., Wang M.L., Zhu G.P. What are the best predictors for invasive potential of weeds? Transferability evaluations of model predictions based on diverse environmental data sets for *Flaveria bidentis*. *Weed Research*, 2018, 58(2), 141–149. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/wre.12292>
8. Bastiaans L., Storkey J. Descriptive and mechanistic models of crop-weed competition. In P.E. Hatcher, R.J. Froud-Williams (Eds.), *Weed Research: Expanding horizons*, 2017, 33–60. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119380702.ch2>
9. Рахметов Д.Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні: монографія. Київ: Аграр Медіа Груп, 2011. 398 с.
10. Гелетуха Г., Железна Т., Тишаєв С. Концепція розвитку біоенергетики в Україні. Київ, 2001. 14 с.
11. Макух Я.П., Ременюк С.О., Різнюк В.М., Мошківська С.В. Вплив бур'янів на ріст і розвиток павловнії. Біоенергетика/Bioenergy. 2022. №1-2. С.45–47 DOI: <https://doi.org/10.47414/be.1-2.2022.271358>
12. Fuqe Yu, Morodoluwa Akin-Fajiye, Khum Thapa Magar, Jie Ren, Jessica Gurevitch. A global systematic review of ecological field studies on two major invasive plant species, *Ageratina Adenophora* and *Chromolaena odorata*. *Diversity and distributions*, 22(11), 2016, 1174–1185. <https://doi.org/10.1111/ddi.12481>
13. Роїк М.В., Шафаренко Ю.А., Сінченко В.М., Гументик М.Я., та ін. Рекомендації з технології вирощування та використання павловнії в умовах Лісостепу України; за ред. М.Я. Гументика, О.О. Ягольника. Київ: ТОВ «ЦП «КОМПРИНТ», 2020. 68 с.
14. Бурда Р.І., Власова Н.Л., Мироська Н.В., Ткач Є.Д. Наукові назви польових бур'янів: довідник. Київ: Інститут агроєкології та біотехнології УААН, 2004. 95 с.
15. Трипольська Г. Агробіоенергетичний ринок України: монографія. Київ, 2011. 264 с.

Nychkaliuk H.,

ORCID: 0000-0003-3693-8378

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine; 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine; e-mail: galinastrukal@gmail.com

Peculiarities of the weed infestation of young paulownia (*Paulownia tomentosa* L.) stands

Goal. To study the weeding processes of young *Paulownia tomentosa* (*Paulownia tomentosa* L.) plantations for the further development of an effective weed protection system in the conditions of the Forest Steppe of Ukraine. **Methods.** To study the interaction of research objects with weather conditions, cultivation methods and technology, field methods (in particular, small-plot), as well as visual, measuring, weight, quantitative and physiological methods were used. The laboratory method was used to determine the quality characteristics of the soil of the experimental plots. Processing of experimental data was performed using the Microsoft Office Excel computer program. **Results.** It was established that young stands of paulownia in the first stages of vegetation are actually a free ecological niche, which is quickly filled by weeds. The largest number of weed species was from the Gramineae, Brassicaceae, and Asteraceae families. There was one species each from the Polygonaceae, Chenopodiaceae, Solanaceae, and Convolvulaceae families. In the second year of vegetation, the seedlings of *Echinochloa crusgalli* (L. Pal. Beauv), *Chenopodium album* L., *Elymus repens* (L.) Gould, *Setaria glauca* (L.) Pal. Beauv, *Sinapis arvensis* L., *Polygonum convolvulus* L., *Thlaspi arvense* L. On average, more weed seedlings were recorded during the accounting period than in the first year of crop vegetation. **Conclusions.** It has been experimentally proven that before establishing the plantations, the site should be evaluated for the presence of problematic weed species that can potentially multiply in paulownia plantations and interfere with effective plant care. The presence of weeds in young paulownia stands during the growing season leads to a significant suppression of culture plants. Establishing the features of the formation of weeding of paulownia plantations in the second year of vegetation is impossible without a comprehensive determination of plant growth parameters. Information about the specifics of weeding make it possible to correctly develop an effective system of protection against weeds.

weed; bioenergy crop; projective cover

Надійшла до редакції: 26.10.2023

Прийнята до друку: 07.11.2023

Надруковано й опубліковано онлайн: грудень 2023

РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ X З'ЇЗДУ ГО «УКРАЇНСЬКЕ ЕНТОМОЛОГІЧНЕ ТОВАРИСТВО»



Десятий з'їзд Громадської організації «Українське ентомологічне товариство» (ГО «УЕТ») відбувся 2—6 жовтня 2023 р. у Києві на базі Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України. Його співорганізаторами були Київське відділення УЕТ та Інститут зоології імені І.І. Шмальгаузена НАН України.

У конференції взяли участь понад 150 ентомологів з 59-ти наукових і науково-освітніх установ України та 10-ти організацій з Молдови, Польщі, Словаччини, Німеччини, Португалії, Іспанії, Естонії, Фінляндії, Сполучених Штатів Америки, а також з Української антарктичної станції «Академік Вернадський». Переважна більшість учасників з України — фахівці та ентомологи-аматори, члени УЕТ з 12-ти відділень Товариства: Київського, Харківського, Закарпатського, Волинського, Львівського, Дніпровського, Одеського, Уманського, Ніжинського, Білоцерківського, Чернівецького та Івано-Франківського. Опубліковано 78 тез доповідей 141 автора за загальною редакцією В.О. Корнеєва.

X з'їзд урочисто відкрив президент ГО «УЕТ», академік НААН України, доктор біологічних наук, професор В.П. Федоренко. Учасників конференції привітали президент Національної академії аграрних наук України, доктор сільськогосподарських наук, академік НААН Я.М. Гадзало; радник президента НААН, кандидат економічних наук, заслужений працівник сільського господарства України В.А. Слауга; директор Інституту захисту рослин НААН, доктор сільськогосподарських наук, академік НААН О.І. Борзих.

В.П. Федоренко звітував про

діяльність Товариства за останні п'ять років, оглянувши як історію розвитку, так і найновітніші наукові досягнення організації (тези доповіді В.П. Федоренка наведено у збірнику матеріалів X з'їзду та в часописі «Карантин і захист рослин» №3, 2023 р.). Учасники з'їзду заслухали також звіт про фінансову діяльність ГО «УЕТ» (В.В. Кавурка) та висновок ревізійної комісії (Д.П. Середняк).

Роботу з'їзду продовжили науковими пленарними доповідями. Велику зацікавленість викликала доповідь В.О. Корнеєва «Дослідження видів, занесених до Червоної книги України: тренди та проблеми (на прикладі мухи Дідушицького, *Urophora dzieduszyckii* (Diptera: Tephritidae))», в якій Валерій Олексійович, на прикладі найзагадковішого європейського виду мух-осетниць, висвітлив низку важливих питань вивчення рідкісних і зникаючих видів фауни України та світу. Значну увагу присутні приділили доповіді доктора сільськогосподарських наук, старшого наукового співробітника О.О. Стригуна «Захист рослин як складова продовольчої безпеки в Україні», яка є надзвичайно актуальною в умовах пов-

номасштабного вторгнення РФ на територію України.

Після пленарних доповідей відбулися представлення програм кандидатів на посаду президента ГО «УЕТ» та виборча сесія, на якій обрано керівництво ГО «УЕТ» на наступні 5 років.

З'їзд обрав нового президента Українського ентомологічного товариства. Ним став член-кореспондент Національної академії наук України, професор, доктор біологічних наук, завідувач відділу ентомології та наукових фондів колекцій Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України Валерій Корнеєв. Ученим секретарем Товариства обрано кандидата біологічних наук, доцента Андрія Бабицького, скарбником — кандидата біологічних наук, Віталія Кавурку. Віцепрезиденти Товариства — академік НАН України Володимир Радченко, доктор сільськогосподарських наук Олександр Стригун та доктор біологічних наук Леонід Колодочка. Обрано новий склад Ради та Ревізійної комісії Товариства. З'їзд подякував за плідну працю президенту УЕТ академіку НААН, професору, доктору біологічних наук





Віталію Петровичу Федоренку та вручив йому сертифікат Почесно-го президента Товариства.

Почесними членами Товариства обрано: Анатолія Григоровича Котенка; Олександра Георгійовича Шатровського; Василя Трохимовича Саблука; Валентину Павлівну Конверську; Віктора Павловича Омелюту; Павла Михайловича Шешурака.

До порядку денного секційних засідань 4—5 жовтня 2023 р. було включено доповіді, що стосуються нагальних і цікавих питань з різних напрямів ентомології, завдань і шляхів їх вирішення в найближчому майбутньому. Загалом працювало чотири секції: секція 1 — загальної ентомології (2 засідання), 2 — акарології та арахнології (2 засідання), 3 — сільськогосподарської ентомології та біологічного захисту рослин (1 засідання), 4 — лісової ентомології (1 засідання), на яких заслухано 32 доповіді. В процесі роботи з'їзду розглянуто багато питань щодо фауністики, екології та біоморфії комах, кліщів і павуків; заслухано низку доповідей, присвячених важливим дослідженням у галузях сільськогосподарської та лісової ентомології.

На секції загальної ентомології заслухано 12 доповідей. Перше засідання секції (голова В.О. Корнеєв, співголова Ю.О. Гугля), присвячене переважно двокрилим комахам, відкрила доповідь новообраного президента ГО «УЕТ» В.О. Корнеєва «Серія «Фауна України»: компроміс між монографією і довідником? Пропозиції оновлення формату серії на основі аналізу сучасних ен-

томологічних видань». Валерій Корнеєв окреслив історію становлення серії «Фауна України» та можливі шляхи й форми її подальшого розвитку. Ця доповідь викликала жваве обговорення, знайшла відгук та сприяла появі додаткових пропозицій від слухачів. Засідання продовжили колеги-диптерологи, які представили результати актуальних досліджень мух-осетниць на території, що постраждала внаслідок підриву греблі Каховської ГЕС (А. Трошин, В. Корнеєв), молекулярні дослідження мінувальних мух-агромізид (Ю.О. Гугля), реєстрацію надзвичайно цікавого та рідкісного явища масової міграції личинок сціарид (А.І. Бабицький, О.О. Безсмертна). Завершила перше засідання доповідь гостя конференції, доцента Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна Олександра Івановича Зіненка — «Застосування методів ДНК-баркодингу для опису біорізноманіття артропод» (О.І. Зіненко, С.Ю. Утевський). Доповідач наголосив, що на фоні глобальної кризи втрати біорізноманіття існує потреба активного опису і моніторингу видового різноманіття. Особливо бракує методів швидкого і точного визначення багатих на види, недостатньо повно описаних та складних у визначенні традиційними таксономічними методами таксономічних груп артропод, так званих «темних таксонів» («dark taxa»), або ж «темного біорізноманіття». Розвиток методів і здешевлення аналізу послідовностей ДНК, зростання наповненості баз баркодів видів та розвиток глобальних ініціатив

з баркодингу життя на Землі, з іншого боку, дають можливість подолати «таксономічний розрив» між наявними потребами і недостатньою кількістю кваліфікованих спеціалістів. Автори планують, зокрема в рамках участі в проєкті Горизонт «Biodiversity Genomics Europe», популяризувати неструктурні методи екстракції ДНК, економічно ошадливого паралельного баркодування великих кількостей зразків за допомогою секвенаторів третього покоління. Це дозволить розкрити потенціал спільноти традиційних таксономістів в Україні, сприяти наповненню баз даних записами ДНК-баркодів видів, визначенні традиційними методами, поширенню молекулярних методів у моніторингових та екологічних дослідженнях артропод.

Під час другого засідання секції (голова О.Г. Шатровський, співголова М.О. Калюжна), колеги продовжили ділитися результатами досліджень двокрилих комах. Зокрема мова йшла про північноамериканського адвентивного шкідника соняшнику *Strauzia longipennis* (Diptera: Tephritidae), якого зареєстровано в Європі (О. Каменева, С. Корнеєв), про видовий склад кровосисних комарів Національного природного парку «Слобожанський» (Харківська обл., Україна) (Д.В. Ахраменко, Н.О. Брусенцова) та про підсумки вивчення трофічних зв'язків цибулинних мух-повисюх із підсніжниками і білоцвітами (Г.В. Попов, Р.І. Мішустін, В.Ю. Шпарик). Увагу учасників секції привернула доповідь «Екоморфологія яйцекалада комах» (Н.О. Матушкіна, Г.А. Стецун), у якій автори розглянули основні конструктивні особливості яйцекалада в різних рядах комах в еволюційному, функціональному та екологічному аспектах та зосередили увагу на методологічних підходах, які застосовують дослідники для вивчення функцій та властивостей яйцекалада, а також продемонстрували, що сучасні знання про екоморфологію яйцекалада комах залишаються фрагментарними. Засідання сек-

ції продовжили доповіді колего-колеоптерологів, які поділилися результатами вивчення водолюбивих твердокрилих Португалії (О.Г. Шатровський), турунів триби *Platynini* на Чернігівщині (Н.В. Назаров, П.М. Шешурак), комплексу твердокрилих мешканців плодівих тіл справжнього трутовика *Fomes fomentarius* в Україні (О.М. Дрогваленко).

На секції «Акарологія та арахнологія» представлено 9 доповідей. Під час першого засідання (голова Л.О. Колодочка, співголова С.О. Заблудовська) учасники мали можливість ознайомитись із результатами досліджень рослиноїдних та хижих кліщів як індикаторів рівноваги біоценозу в умовах кліматичних змін і антропогенного тиску (Л.О. Колодочка, О.В. Жовнерчук, П.А. Абражевич, В.Ю. Бондарев), з розподілом кліщів фітосеїд у біоценозах Східної України (Л.О. Колодочка, В.Ю. Бондарев), особливостями ценотичного розподілу павуків Рівненського природного заповідника (К.В. Євтушенко), видовою різноманітністю вільноживучих кліщів родини *Ereynetidae* в Україні (С.О. Заблудовська).

На другому засіданні секції (голова Н.Ю. Полчанінова, співголова Ю.М. Дідик) розглянуто дуже актуальну тему перенесення іксодовими кліщами рикетсіозів, представлену міжнародним колективом авторів (Y.M. Didyk, V. Mangová, E. Špitalská, M. Derdákóvá). Надзвичайно цікавою стала доповідь про стан вивченості гамазових кліщів фауни України, пов'язаних із жуками-турунами (В.А. Трач). Колеги-арахнологи представили увазі слухачів відомості про знахідку павука *Oecobius rhodiensis* в Одеській області (О.Ф. Делі), дослідження фауни павуків правобережних степових балок Нижнього Подніпров'я (А.М. Іосипчук), історію вивчення та перспективи досліджень павуків степового біому України (Н.Ю. Полчанінова).

На секції «Сільськогосподарська ентомологія»

(голова В.П. Федоренко, співголова О.О. Стригун) заслухано п'ять доповідей, присвячених як історії науки, так і актуальним питанням сучасного захисту рослин. Секцію відкрила доповідь М.В. Крутя про наукові надбання та школу професора Б.А. Арешнікова. Значну увагу було присвячено питанням біології та контролю як автохтонних, так і алохтонних фітофагів, зокрема шипоносці соняшниковій в Одеській області (Ю.Е. Клечковський, К.А. Шматковська), ефективності інсектицидів проти імаго західного кукурудзяного жука (В.О. Салієнко), квітковому західному трипсу, який з'явився в Херсонській області (І.М. Мринський), можливостям природного контролю капустяної попелиці їздцями-афідіїнами на гірчиці чорній (М.О. Калюжна, В.М. Кулініч, Т.В. Жебіна). В обговоренні доповідей секції значну увагу приділили важливості методик, які використовують для забезпечення максимальної якості та вірогідності результатів досліджень, а також важливості розуміння біологічних особливостей як фітофагів, так і їхніх природних ворогів для розробки успішних методів контролю економічно важливих видів шкідників сільського господарства.

На засіданні секції лісової ентомології (голова В.Л. Мешкова, співголова Ю.Є. Скрильник) заслухано шість доповідей. Роботу секції відкрила доповідь академіка Лісівничої академії наук України доктора сільськогосподарських наук, професора В.Л. Мешкової, яка зробила огляд викликів і досягнень лісової ентомології у 2019—2023 рр. Розглянуто результати досліджень твердокрилих

ксилобіонтів на ділянках НПП «Гомільшанські ліси» з різним антропогенним навантаженням (Ю.Є. Скрильник, М.П. Белявцев, В.Л. Мешкова), шкідливість комах ксилофагів у насадженнях тополь і осики в Лівобережному Лісостепу (К.Ю. Жупінська, Ю.Є. Скрильник, Г.В. Байдик, В.Л. Мешкова), динаміку осередків кородів у насадженнях Північного Сходу України (Д.О. Батуркін, А.Д. Воробей, Є.В. Воробей, К.В. Давиденко, В.Л. Мешкова), результати досліджень стовбурових комах ясеневих насаджень залежно від типу лісорослинних умов Луганщини (Т.В. Кучерявенко, О.В. Зінченко). Обговорили знахідку інвазійного виду молі *Blastobasis glandulella* у плодах гіркокаштану (І.М. Соколова, О.М. Кукіна).

Завершуючи роботу з'їзду, В.П. Федоренко, В.О. Корнеєв, О.О. Стригун, Л.О. Колодочка, В.Л. Мешкова та О.Г. Шатровський відзначили його високий науковий рівень, а учасники висловили побажання і надалі зустрічатись, обмінюватись досвідом як на традиційних зустрічах (з'їзди, конференції, семінари), так і в неформальному спілкуванні, виїзних засіданнях у спільних експедиціях.

Користуючись нагодою, Товариство висловлює щиру подяку директору Інституту захисту рослин НААН академіку Олександрі Івановичу Борзих та Оргкомітету за підготовку і проведення X з'їзду ГО «УЕТ» в тяжкий воєнний час, а також і всім учасникам конференції.

Особлива подяка керівництву фірм FMC (Н.Б. Савченко), BASF (І.В. Броун), ТОВ «Укр-агрохімтрейд» (Д.П. Середняк) за значну спонсорську допомогу для проведення з'їзду.

**М.О. Калюжна,
В.П. Федоренко,
В.В. Кавурка,
В.О. Корнеєв,
Л.О. Колодочка,
Н.Ю. Полчанінова,
О.Г. Шатровський,
В.Л. Мешкова**





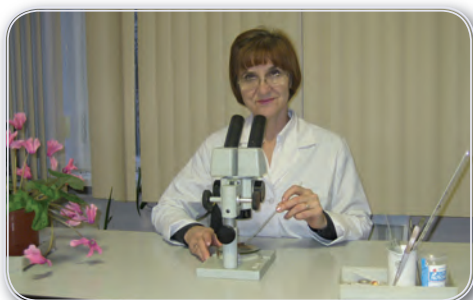
ЛАБОРАТОРІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАСТОСУВАННЯ ПЕСТИЦИДІВ

Науково-дослідна робота лабораторії спрямована на:

- фітосанітарний моніторинг шкідливих організмів в агроценозах сільськогосподарських культур;
- оцінку ефективності застосування засобів захисту рослин оновленого асортименту у різних ґрунтово-кліматичних зонах України;
- розробку регламентів застосування засобів захисту рослин з метою зменшення пестицидного навантаження на агроєкосистему.

Лабораторія надає послуги:

- моніторинг видового складу основних видів шкідливих організмів у посівах сільськогосподарських культур;
- оцінка технічної та господарської ефективності пестицидів на сільськогосподарських культурах;
- рекомендації з використання пестицидів оновленого асортименту в посівах сільськогосподарських культур.



Керівник — **Шита Оксана Василівна**
завідувачка лабораторії, кандидат сільськогосподарських наук
Тел.: (044) 257-11-24; e-mail: oksanashitaya@ukr.net

Вітаємо!

*Відзначила своє 70-річчя
Сергієнко Валентина Григорівна — вчена в галузі
фітопатології, гербології та захисту рослин,
кандидатка сільськогосподарських наук*



Трудова та наукова діяльність Валентини Григорівни протягом майже 30-ти років пов'язана з Інститутом захисту рослин НААН, де весь час вона обіймала наукові посади, зокрема завідувачки лабораторії (відділу).

Свій розум, науковий потенціал та творчу енергію Валентина Григорівна завжди спрямовувала й нині спрямовує на вирішення важливих

питань екологічно безпечного захисту рослин і разом із тим — зміцнення продовольчої безпеки країни й підвищення добробуту населення. Важливими її досягненнями є вдосконалені технології хімічного захисту рослин та розроблені екологічно безпечні системи захисту овочевих культур від хвороб. Нинішня дослідницька робота Валентини Григорівни зосереджена на розробленні технологічних регламентів застосування пестицидів у посадках картоплі й посівах ріпаку проти шкідливих організмів та науковому обґрунтуванні концепції інтегрованої системи контролювання бур'янів у посівах сільськогосподарських культур.

Авторка понад 200 статей, опублікованих у наукових збірниках, журналах, газетах, співавторка брошури «Фітофтороз томатів», 2-х книг та ДСТУ «Капуста білоголова для тривалого зберігання». Має 4 патенти. Підготувала двох кандидатів наук.

Відданість науці, широта наукових інтересів у поєднанні з невичерпною енергією, невтомна праця, людськість у ставленні до колег та висока відповідальність за дору-



чену справу забезпечили Валентині Григорівні Сергієнко заслужений авторитет і глибоку повагу як у колективі Інституту захисту рослин НААН, так і в широких колах вчених інших наукових установ.

*Працівники Інституту
захисту рослин НААН,
колеги-вчені щиро бажають
Валентині Григорівні міцного здоров'я,
бадьорості, жіночої краси, родинного
щастя, достатку й благополуччя,
творчого натхнення, великих успіхів
для блага аграрної науки,
миру й спокою*