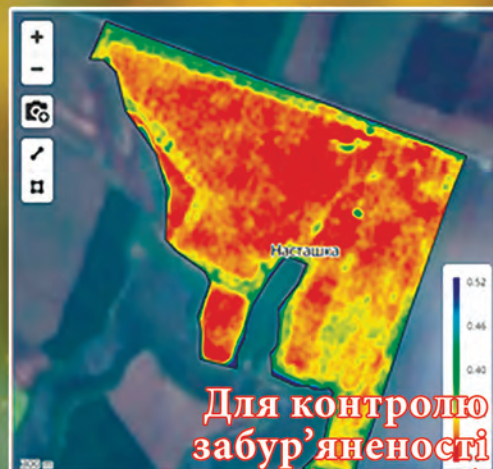


КАРАНТИН і ЗАХИСТ РОСЛИН

№3
Вересень
2024 р.



Строки сівби і ЗКЖ
(стор. 10)



Для контролю
забур'яненості
(стор. 14)



Стійкість до глободери
(стор. 32)



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](#)

Вересень 2024 №3 (278)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

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

Заступник головного редактора

Н.О. Козуб, *д-р біол. наук*

Редакційна колегія

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

А.Г. Зея, *канд. біол. наук*

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

Л.Л. Гаврилюк, *канд. с.-г. наук*

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

О.О. Іващенко, *д-р с.-г. наук*

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

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

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

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,
Professor*

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 (The 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

Наукові дослідження

- 3** Дослідження водного обміну рослин бур'янів та томатів за їхньої спільної вегетації
Борзих О.І., Сергієнко В.Г., Тищук О.П., Іващенко О.О.
- 10** Вплив строків сівби на пошкодженість кукурудзи личинками західного кукурудзяного жука в умовах Західного Лісостепу
Мостов'як І.І., Крикунов І.В., Танасов С.С., Сенік І.І., Сидорук Г.П., Чернишенко О.Я.
- 14** Цифрові методи у контролюванні бур'янів
Швартау В.В., Михальська Л.М., Зозуля О.Л.

Засоби і методи

- 24** Ефективність дії пероксиду сечовини проти раку та глободерозу картоплі
Зеля А.Г., Макар Т.Й., Зеля Г.В.
- 28** Використання сонечка двокрапкового для контролю чисельності каштанової молі
Бащенко М.М.

Біометоди

- 32** Оцінка стійкості до *Globodera rostochiensis* (Ro-1) новоствореного селекційного матеріалу картоплі
Сігарьова Д.Д., Бондар Т.І., Нікішичева К.С.



Погії

- 39** Дослідній станції карантину винограду і плодкових культур Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України — 75 років!
Клечковський Ю.Е.

CONTENTS

SCIENTIFIC RESEARCH

- Study of water exchange of weed and tomato plants in the process of joint vegetation
Borzykh O., Sergienko V., Tyshchuk O., Ivashchenko O. 3
- Effect of sowing dates on damage to corn by western corn beetle larvae in the Western Forest-Steppe
Mostoviak I., Krykunov I., Tanasov S., Senyk I., Sydoruk H., Chernyshenko O. 10
- Digital methods in weed control
Schwartau V., Mykhalska L., Zozulya O. 14

TOOLS AND METHODS

- Hydrogen peroxide ativeness efficacy against wart and globoderosis of potato
Zelya A., Zelya G., Makar T. 24
- The use of using ladybugs to control the abundance of the chestnut moth
Bashchenko M. 28

BIOMETHODS

- Assessment of resistance to *Globodera rostochiensis* (Ro-1) of newly created potato breeding material
Sigareva D., Bondar T., Nikishicheva K. 32

EVENTS

- The Research Station for the Quarantine of Grapes and Fruit Crops of the Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine is 75 years old!
Klechkovsky Yu. 39

Рекомендовано до друку
Вченою радою Інституту захисту рослин НААН України,
Протокол № 12 від 04.09.2024 р.

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

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

Журнал виходить чотири рази на рік
Заснований 1996 р.



Засновник і видавець:
Інститут захисту рослин
НААН України

Ідентифікатор медіа R30-03215
Рішення № 698 від 07.03.2024
Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення
Передплатний індекс видання — 74668

Підп. до друку 12.09.2024 р.
Формат 60 × 84/8. Папір крейд.
Друк офсет. Умовн. друк. арк. 4. Тираж 200.

Друкарня ТОВ «Лазурит-Поліграф»

Адреса редакції:

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

☎ Тел.: (044) 257-11-24

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

© «Карантин і захист рослин», 2024

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДНОГО ОБМІНУ

рослин бур'янів та томатів за їхньої спільної вегетації

Мета. Визначити показники водного обміну рослин бур'янів і томатів у процесі онтогенезу. **Методи.** Загальноприйняті методи польових і лабораторних досліджень (закладання дослідів, спостереження за розвитком рослин, обліки чисельності бур'янів, відбір зразків, визначення показників водного обміну) та математико-статистичний (обробка результатів досліджень). Показники водного обміну (водний дефіцит, водозабезпечення, водоутримуюча здатність, транспіраційний коефіцієнт) розраховували за спеціальними формулами згідно з методичними вказівками з фізіології рослин. **Результати.** Домінуючими бур'янами у посівах томатів протягом періоду вегетації були мишії сизії (*Setaria glauca* L.), плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* L.), амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), портулак городній (*Portulaca oleracea* L.), чисельність яких у фазі цвітіння — початок плодоношення томатів становила відповідно 85, 41, 27, 29 шт./м². За вирощування томатів і бур'янів у теплиці показники водного обміну не мали суттєвих відмінностей. Вологість листків досліджуваних рослин (томатів, амброзії полиноистої, лободи білої та мишію сизого) становила 71,5—78,1%. Найвищою водозабезпеченістю характеризувались томати — 65,3%, а найменшою амброзія полинолиста — 21,1%. Інтенсивність транспірації в листках томатів становила в середньому 143,2 г/м² за год. Транспіраційний коефіцієнт (ТК) рослин знаходився на рівні 400 (амброзія полинолиста) — 497 (лобода біла). У польових умовах транспіраційні процеси фіксували у 8-ми видів бур'янів протягом вегетації томатів від цвітіння до закінчення плодоношення. За цей період втрата вологості рослинами бур'янів становила від 2,5% до 23,1%, томатів — 23%. ТК рослин бур'янів у період цвітіння томатів знаходився в межах 168—301, наприкінці вегетації — 146—287, рослин томатів — відповідно 200 та 158. Найвищим рівнем ТК характеризувались амброзія полинолиста, лобода біла, суріпиця

О.І. БОРЗИХ,
доктор сільськогосподарських наук,
В.Г. СЕРГІЄНКО,
кандидат сільськогосподарських наук,
О.П. ТИЩУК
О.О. ІВАЩЕНКО,
доктор сільськогосподарських наук
Інститут захисту рослин НААН,
вул. Васильківська, 33, м. Київ,
03022, Україна

звичайна, портулак городній. Високий ТК бур'янів свідчить про високу конкурентоспроможність та значний тиск їх на рослини томатів протягом вегетації. **Висновки.** Водний обмін рослин бур'янів і томатів залежав від умов вирощування. В умовах теплиці транспіраційні процеси у рослинах бур'янів і томатів протікали майже ідентично. Вміст води у листках та ТК у рослин бур'янів і томатів знаходились практично на одному рівні. В польових умовах показники водного обміну рослин бур'янів і томатів протягом вегетаційного періоду зазнавали суттєвих змін. Вміст води у листках рослин та ТК протягом вегетаційного періоду зменшувалися. ТК більшості рослин бур'янів переважав ТК томатів, що свідчить про вищу конкурентну здатність сегетальної рослинності за водні ресурси протягом спільної вегетації з культурою.

томати; бур'яни; вологість; водний дефіцит; водозабезпечення; транспіраційний коефіцієнт

Томати (*Lycopersicon esculentum* Mill.) — одна з найпопулярніших культур для споживання овочів як у свіжому, так і переробленому вигляді, має високі смакові якості та корисні лікувальні властивості. Цінність томатів зумовлена вмістом цукрів, органічних кислот, вітамінів, мікроелементів, мінеральних солей та ароматичних речовин [1].

В Україні томати вирощують на площі майже 75 тис. га, що становить 16,7% площі під овочевими культурами. Виробництво томатів становить близько 2268 тис. т, або 25% усіх овочів. Для покриття потреб споживання майже 30% томатів Україна імпортує [2].

Велику загрозу посівам томатів становить забур'яненість площ вирощування. Догляд за посівами передбачає захист від бур'янів, які суттєво впливають на ріст, розвиток і продуктивність культурних рослин. Впродовж останніх років забур'яненість посівів в Україні значно зростає, змінюється структура сегетальної рослинності. Бур'яни протягом тисячоліть добре пристосувалися до екстремальних умов та конкурують з культурними рослинами за життєвий простір [3]. Чим довше вегетують бур'яни, тим більших збитків вони завдають посівам культурних рослин. Засміченість полів бур'янами суттєво знижує урожайність культур. Бур'яни являють собою одне з найважливіших біотичних обмежень для глобального рослинництва, з найбільшим потенціалом негативного впливу на сільськогосподарське виробництво. Порівняно зі шкідниками (18%) і патогенами (16%), бур'яни можуть завдати удвічі більшої (34%) втрати врожайності [4].

Основна конкуренція між бур'янами і культурними рослинами розгортається за вологу і поживні елементи. За даними Sing та ін., більшість досліджень, присвячених конкуренції сільськогосподарських культур і бур'янів, обмежуються оцінкою втрат урожайності внаслідок тиску бур'янів та інших взаємодій сільськогосподарських культур і бур'янів [4].

В останні роки, які характе-

ризуються різкими кліматичними змінами в сторону потепління, переважанням ґрунтової і повітряної посух в період вегетації культур, актуальним є дослідження водного обміну рослин бур'янів і культури (томатів), як одного з найбільш важливих факторів їхніх взаємовпливів у процесі спільної вегетації.

Дослідники Valerio та ін. зазначають, що бур'яни у посівах томатів посилюють посуху та суттєво впливають на зниження біомаси культури. Зі збільшенням доступності води відносні втрати врожаю зменшуються [5]. За даними Мопасо та ін. висока щільність бур'янів у посадках томатів суттєво вплинула на зменшення маси томатів та зумовила погіршення якості плодів [6]. Як зазначає Qasem J.R., критичний період впливу бур'янів на урожайність томатів становить 28—35 діб після пересаджування [7].

Адаптація рослин до впливу сукупності екологічних чинників навколишнього середовища значною мірою визначається здатністю рослинного організму протистояти витратам води [8]. Як відомо, нестача або надлишок вологи в зоні розвитку коренів впливає на поглинаючу активність кореневої системи, змінює наповнення тканин водою, що призводить до порушення характеру обміну речовин у рослині. Випадки порушення нормального водного балансу в культурних рослинах стали майже нормою. Особливо часто складаються ситуації, коли надходження води в організм рослини протягом тривалого часу виявляється нижче витрат на транспірацію [9].

Водний дефіцит порушує ріст рослин, позначається на характері його анатомічних і морфологічних структур. Зменшення вологості ґрунту призводить до непропорційно великого зниження врожаю. Це пов'язано з тим, що зі зниженням вологості переміщення води у ґрунті ускладнюється і ефективність використання води рослиною знижується. За посухи першими припиняють ріст надземні органи, що призводить до порушення оптимально-

го відношення між надземною та кореневою системами і позначається на формуванні врожаю. Надходження обмеженої кількості води в рослини призводить до поступового зневоднення рослинного організму, посилення водного дефіциту, супроводжується зниженням родючості рослин та якості плодів [7].

Водний обмін є одним із найбільш динамічних процесів у рослин і знаходиться у тісній кореляції з іншими процесами їхньої життєдіяльності. Дефіцит вологи в ґрунті й повітрі порушує водний обмін у рослин. Ґрунтові посухи істотно підвищують осмотичний потенціал ґрунтового розчину і тим сильно утруднюють поглинання води рослинами [7—9].

Вивчаючи дефіцит води у рослин, виявили, що він має складний і неоднозначний зв'язок із в'яненням рослин, що нерідко спостерігається у рослин з порушеним водним балансом [8]. Спостереження за ростом і розвитком рослин в умовах різного водопостачання дає можливість встановити, що вони реагують на посуху в різні періоди онтогенезу неоднаково. Це пов'язано з тим, що на певних етапах онтогенезу рослини мають підвищену потребу у воді.

Вміст води в рослинних тканинах сильно відрізняється у різних видів і різних частинах рослин, змінюється в тих самих тканинах протягом доби й протягом сезону. Це зумовлено віком тканини, доступністю ґрунтової вологи й співвідношенням поглинання води й транспірації. Ступінь зволоження — важливий показник водного режиму рослин.

Із вмістом води пов'язана концентрація клітинного соку, водний потенціал окремих органів рослин, реакція на ґрунтову і атмосферну посуху. Зниження зволоження тканин змінює стан біологічних клітин, що призводить до ушкодження структури протопласта і до порушення обміну речовин. Зменшення вмісту води в рослині зумовлює різке зниження продуктивності фотосинтезу та зростання інтенсивності дихання. Це веде до зниження стійкості

рослин до хвороб і шкідників. Вплив водного дефіциту на метаболичні процеси залежить і від його тривалості. За тривалого в'янення збільшується швидкість розпаду білків, нуклеїнових кислот. Вчені дослідили, що аналіз фізико-хімічних властивостей клітинної стінки рослин є важливим кроком у розумінні складних процесів поглинання води та поживних речовин [10].

У фізіології рослин розрізняють зовнішні і внутрішні чинники транспірації: зовнішні — це кліматичні умови, вид ґрунту та агротехніка; внутрішні — це анатомічні та фізіологічні особливості самих рослин, здатність продихів закриватися при нестачі води і в темний період доби. На інтенсивність транспірації впливають метеопараметри: температура, вологість повітря, вітер і кількість сонячної радіації [11]. Інтенсивність транспірації змінюється залежно від пори року, а також від поєднання ґрунтово-екологічних та метеорологічних факторів [12].

Показниками напруженості водного режиму рослин є водний дефіцит і дефіцит відносної тургесцентності тканини. В обох випадках порівнюють вміст води в рослинній тканині з кількістю її в тій же тканині, що перебуває в стані повного тургору [13]. У природних умовах повного насичення листків водою практично не відбувається. У більшості випадків водний дефіцит у рослин варіює від 10 до 35%. Цей показник добре корелює з водо-забезпеченістю рослин і може бути використаним для характеристики водного режиму [13].

Конкуренція між рослинами зменшила ріст соняшнику та бур'янів *Waltheria indica* L. та *Amaranthus spinosus* L. Ці бур'яни посилюють негативний вплив дефіциту води на ріст соняшнику [14]. Стрес від посухи у рослин *Chromolaena odorata* був викликаний затримкою води [15]. Khodzaeva та ін. стверджують, що водний потенціал та дефіцит води листя значною мірою визначаються біологічними особливостями рослин. Тому виявлення особливостей фізіологіч-

них процесів водного режиму та пов'язаних з ним обмінних процесів, що визначають стійкість до посухи у різних сортів і гібридів пшениці, є важливим і представляє великий інтерес [16]. Листя є ключовими факторами глобального циклу водообміну. Як основний контрольний інтерфейс, який бере участь у регулюванні втрати води, розуміння відносного впливу морфологічних і фізіологічних факторів транспірації листя має вирішальне значення для точного прогнозування евапотранспірації [17].

Отже, бур'яни в процесі спільної вегетації з культурними рослинами активно конкурують з ними за первинні ресурси, і насамперед, за воду, що призводить до негативних наслідків. Важливо знати, які з бур'янів найбільш інтенсивно використовують воду в процесі онтогенезу та є найбільшими конкурентами за вологу для томатів.

Мета роботи полягала у дослідженні водного обміну рослин бур'янів і томатів протягом онтогенезу за спільної вегетації.

Матеріал і методи досліджень.

Роботу виконували протягом 2022—2024 рр. Польові досліді проводили на дослідних ділянках Інституту мікробіології та вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ (ІМВ), м. Київ, у 2022—2023 рр. Площа дослідних ділянок становила 15 м², повторність — 3-разова, міжряддя — 70 см. Сорт томатів — Лагідний, відноситься до ранньої групи дозрівання. Висаджували розсаду в полі у травні, збір урожаю — у липні — серпні. Лабораторні і вегетаційні досліді проводили у відділі карантину рослин та гербології, у теплиці ІЗР НААН, у 2024 р.

Протягом вегетаційного періоду вели фенологічні спостереження за ростом і розвитком культури та бур'янів. Визначали чисельність бур'янів, їхній видовий склад, фази розвитку рослин та показники транспірації в динаміці.

Для характеристики водного обміну рослин визначали в лабораторних умовах вологість листків, вміст сухих речовин, де-

фіцит вологи, водозабезпечення, водоутримуючу здатність, інтенсивність транспірації, транспіраційний коефіцієнт (ТК) за спеціальними методиками і розраховували за визначеними формулами [13, 18]. В умовах теплиці показники водного обміну рослин томатів визначали паралельно з рослинами бур'янів амброзії полинолистої, лободи білої та мишію сизого. В цей період рослини томатів і бур'янів знаходились у фазі активного росту.

Вологість (В) листків у відсотках визначали за формулою:

$$B = (M1 - M2) : M \times 100,$$

де M1 — маса листка після насичення водою, г; M2 — маса абсолютно сухого листка, г; M — початкова маса, г.

Водний дефіцит представляє собою нестачу кількості води до повного насичення, виражену у відсотках до загального вмісту за повного насичення тканини водою. Дефіцит вологи (ДВ) вираховували за формулою:

$$DV = (M1 - M2) : M1 \times 100.$$

Водозабезпечення — це відношення вмісту води у вихідній тканині до вмісту води в насиченому водою листку. Водозабезпечення (ВЗ), по суті, є відносною тургесцентністю і визначається за формулою:

$$BZ = (M - M2) : (M1 - M2) \times 100.$$

Втрата води (г) — це різниця між сирою і сухою масою. Накопичення сухої речовини — це різниця між сирою і сухою масою, поділена на суху масу.

Водоутримуюча здатність (ВУ) показує, яку кількість води втрачає рослина за певний проміжок часу (через 30 хв, 1 год, 2 год):

$$BU = (M - M2) : M.$$

Інтенсивність транспірації — це кількість води (г), що випарувалась рослиною за одиницю часу (год.) одиницею поверхні листків (см², м²). Інтенсивність транспірації (ІТ) визначали за формулою:

$$IT = \frac{n \times 10000}{S \times t}, \text{ г/м}^2 \text{ за год,}$$

де n — кількість води, яка випарувалась рослиною за час досліду, г; S — площа листків, см²; t — тривалість досліду, год.

Транспіраційний коефіцієнт показує, яку кількість води втрачає рослина для формування 1 г сухих речовин і визначається він як частка від ділення початкової маси рослини на масу сухої тканини:

$$TK = (M/M2) \times 100.$$

Протягом вегетації рослин спостерігали за метеорологічними показниками та визначали вологість ґрунту. Математико-статистичну обробку результатів досліджень проводили, використовуючи програму «Statistica». У таблицях наведено середні арифметичні значення та їхні стандартні похибки ($\bar{X} \pm S_x$). Відмінності між варіантами вважалися достовірними при $P \leq 0,05$.

Результати та обговорення.

Сегетальну рослинність у посівах томатів на дослідних ділянках представляли види бур'янів: амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), березка польова (*Convolvulus arvensis* L.), галінсога дрібноквіткова (*Calinsoga parviflora* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), мишія сизий (*Setaria glauca* L.), плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* L.), портулак городній (*Portulaca oleracea* L.), суріпиця звичайна (*Barbaréa vulgáris* R.Br.), хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexu* L.). Домінуючими бур'янами у посівах томатів протягом періоду вегетації були мишія сизий, плоскуха звичайна, амброзія полинолиста, портулак городній, чисельність яких у фазу цвітіння — початок плодоношення томатів становила відповідно 85, 41, 27, 29 шт./м² (табл. 1).

У процесі онтогенезу бур'яни спричиняють тиск на культурні рослини, обмежуючи їхній нормальний розвиток. Біомаса бур'янів у посівах томатів посилює посуху та суттєво впливає на зниження маси культури [5]. Якщо транспіраційні витрати перевищують надходження води до корневих систем, то це нега-



Замочування, 2 год (фото авторів)



В'янення, 2 год (фото авторів)

тивно впливає на життєдіяльність рослин — спричиняє водний дефіцит та в'янення листя, призупинення ростових процесів, зниження інтенсивності фотосинтезу та порушення обмінних процесів, що може призвести не лише до зниження продуктивності, а й до загибелі рослин [12].

За вирощування у тепличних умовах (вологість ґрунту становила 35%) вологість листків

усіх рослин знаходилась на рівні 71,5—78,1% (табл. 2). Як відомо, у листках більшості рослин, залежно від погодних умов й етапів онтогенезу, води міститься 65—82% сирієї маси.

Водний дефіцит варіював від 18,4% у томатів до 68,5% у амброзії полинолистої. У лободи білої та мишію сизого він становив 38,8% та 44,1% відповідно. Найбільшою водозабезпеченістю, яку

ще називають відносною тургесцентністю, характеризувались томати — 65,3%, а найменшою амброзія полинолиста — 21,1%. Відносна тургесцентність лободи білої та мишію сизого становила відповідно 60,9% та 34,2%. Ці дані свідчать, що рослини томтів під час вегетації більшою мірою були насичені вологою порівняно з іншими рослинами, тобто містили в собі значно більшу кіль-

кість води до повного насичення. Вологоємність (волоутримуюча здатність), тобто здатність поглинати і утримувати певну кількість води, у всіх рослин знаходилась на рівні 84,5—90,5%.

В умовах нестачі вологи відбувається інтенсивне в'янення листків. За результатами досліджень втрата вологи зрізаними листками томатів через 30 хв становила 11,9%, через 1 год — 19,8 а через 2 год — 25,5%. Ці показники характеризують волоутримуючу здатність листків томатів за температури повітря 24°C.

Для характеристики водного обміну рослин важливо знати інтенсивність транспірації, тобто кількість води (г), що випарувалась одиницею поверхні листка (см²) за одиницю часу (год). За нашими даними інтенсивність транспірації в листках томатів становила 0,015 г/см² за 1 год або 143,2 г/м² за площі листків 22,7 см² і тривалості досліду 3 год.

За даними М.І. Ромащенко та ін., інтенсивність транспірації зростає з підвищенням температури повітря і площі листової поверхні рослини. За температури повітря +20—24°C та площі листків 48,4 см² інтенсивність транспірації становила 0,1—0,2 г/см², а за температури +28—29°C та площі 56,5 см² інтенсивність транспірації підвищувалась до 0,4—0,5 г/см² [11].

Транспіраційний коефіцієнт томатів в умовах теплиці за регулярного поливу становив 455, амброзії полинолистої — 400, лободи білої — 497, мишію сизого — 425. Це свідчить, що на накопичення 1 г сухої речовини рослини витрачали фактично однакову кількість води.

В польових умовах вологість листків і транспіраційний коефіцієнт у рослин томатів і бур'янів змінювались протягом вегетаційного періоду. Процеси транспірації у рослинах значною мірою залежать від метеорологічних умов, що складаються у період їхньої вегетації.

Варто зазначити, що вегетаційний період 2023 р. характеризувався вищою за норму середньодобовою температурою

та нерівномірним випаданням опадів. Основний період плодоношення томатів припадав на серпень місяць, в якому випало лише 19,6 мм опадів: дефіцит вологи при цьому становив 72%, а ГТК — 0,27 (табл. 3).

У фазі цвітіння томатів вміст води у листках досліджуваних бур'янів становив 41,9% (березка польова) — 66,7% (суріпиця звичайна). Вологість листків томатів знаходилась на рівні 49,8% (табл. 4). У фазі плодоношення томатів вміст води в більшості рослин дещо зменшився, що очевидно пов'язано з недостатнім зволоженням. Наприкінці вегетації (вересень), також помітно

зменшення вологості листків у більшості бур'янів і томатів. Цей місяць також характеризувався значною посухою: опадів випало лише 18% від норми. При цьому ГТК становив 0,18.

Втрата вологості рослинами бур'янів за період спостережень становила від 2,5% до 23,1%, томатів — 23% (табл. 4). В умовах нестачі вологи рослини томатів почали інтенсивно засихати.

Транспіраційний коефіцієнт також змінювався в процесі онтогенезу. У більшості бур'янів ТК був найвищим у фазі цвітіння томатів і дещо знижувався протягом вегетації. Як правило, з наростанням сухої маси рослин тран-

1. Чисельність бур'янів у посадках томатів, шт./м²

Бур'яни	Контроль, без обробки	
	Фаза активного росту (X ± S _x)	Цвітіння — початок плодоношення (X ± S _x)
Амброзія полинолиста	20 ± 3,1	27 ± 2,8
Березка польова	2 ± 0,4	2 ± 1,0
Галінсога дрібноквіткова	1 ± 0,1	3 ± 1,0
Лобода біла	2 ± 0,3	15 ± 2,5
Мишій сизий	58 ± 5,6	85 ± 6,1
Плоскуха звичайна	30 ± 3,2	41 ± 5,8
Портулак городній	15 ± 4,3	29 ± 3,9
Суріпиця звичайна	8 ± 3,0	8 ± 2,1
Хвощ польовий	1 ± 0,2	3 ± 1,1
Щириця звичайна	2 ± 1,0	1 ± 0,3

2. Характеристика водного обміну томатів і бур'янів (лабораторно-вегетаційний дослід)

Рослини	Вологість листків, % (X ± S _x)	Водний дефіцит, % (X ± S _x)	Водозабезпечення, % (X ± S _x)	Волоутримуюча здатність, % (X ± S _x)
Томати	78,1 ± 2,2	18,4 ± 1,6	65,3 ± 2,2	84,5 ± 3,2
Амброзія полинолиста	71,5 ± 3,1	68,5 ± 2,4	21,1 ± 3,5	90,5 ± 4,5
Лобода біла	77,7 ± 3,2	38,8 ± 2,1	60,9 ± 5,1	86,7 ± 4,8
Мишій сизий	76,5 ± 2,8	44,1 ± 3,1	34,2 ± 3,6	90,5 ± 4,2

3. Характеристика метеорологічних показників вегетаційного періоду 2023 р. (м. Київ)

Місяць	Середньодобова температура повітря, °C	Сума опадів, мм	Гідротермічний коефіцієнт (ГТК)
Травень	15,7	1,0	0,02
Червень	19,6	135,0	2,30
Липень	21,5	143,0	2,15
Серпень	23,7	19,6	0,27
Вересень	18,7	10,6	0,18
В середньому за вегетаційний період	19,4	309,2	0,98
Середньобагаторічний показник за період травень — вересень	17,1	339,0	—

4. Показники транспірації в рослинах бур'янів і томатів в процесі онтогенезу

Рослини	Фази розвитку томатів						Втрата вологості, % (від початку цвітіння до закінчення вегетації)
	цвітіння		плодоношення		кінець вегетації		
	вміст води у листках рослин, % ($\bar{X} \pm S_x$)	ТК	вміст води у листках рослин, % ($\bar{X} \pm S_x$)	ТК	вміст води у листках рослин, % ($\bar{X} \pm S_x$)	ТК	
Амброзія полинолиста	62,5 ± 3,2	301	50,9 ± 2,8	200	39,4 ± 2,5	254	-23,1
Березка польова	41,9 ± 2,4	239	39,2 ± 3,2	210	37,4 ± 2,1	160	-4,5
Галінсога дрібноквіткова	45,5 ± 3,8	228	53,0 ± 3,4	212	40,5 ± 2,8	178	-5,0
Лобода біла	64,0 ± 3,5	271	48,7 ± 4,1	195	49,0 ± 2,1	205	-15,0
Мишій сизий	62,6 ± 4,1	168	51,8 ± 4,2	219	31,0 ± 3,0	146	-32,6
Суріпиця звичайна	66,7 ± 3,8	335	45,4 ± 3,1	160	46,3 ± 2,3	216	-20,4
Портулак городній	62,7 ± 2,9	222	61,5 ± 2,8	208	64,7 ± 3,6	287	+2,0
Хвощ польовий	49,5 ± 3,2	202	49,1 ± 2,2	204	41,0 ± 2,1	170	-8,5
Томати	49,8 ± 3,6	200	49,0 ± 2,4	204	26,8 ± 2,6	158	-23,0

спіраційні процеси посилюються. У період плодоношення томатів зниження показника ТК, крім суріпиці звичайної та амброзії полинолістої, було незначним — на 6,3—28,1%. Найбільше зниження відбулося у суріпиці звичайної — на 52,3%. Підвищення ТК в цей період відзначено у мишію сизого на 30,4%, а також незначне підвищення у хвоща польового та томатів.

Наприкінці вегетації томатів у половини досліджуваних бур'янів ТК продовжував знижуватися, а в іншій половині дещо підвищився порівняно з попереднім періодом. Але порівняно з періодом цвітіння ТК суттєво знизився і становив 146 (мишій сизий), 287 (портулак городній), 158 (томати). За даними інших авторів, ТК томатів знаходився в межах 295—385, середній ТК томата становив 305 [11].

У більшості бур'янів зниження показника ТК становило від 15,7% (амброзія полинолиста) до 35,6% (суріпиця звичайна). Підвищення ТК наприкінці вегетації томатів, порівняно з фазою цвітіння, відбулося лише у портулака городнього — на 29,3%.

Високий ТК бур'янів свідчить про високу конкурентну здатність та значний тиск на рослини томатів.

Варто зазначити, що інтенсивному випаровуванню води з листків рослин сприяла висока температура і низька вологість повітря і ґрунту. Аналіз вологості ґрунту наприкінці ве-

гетації томатів показав її рівень 6,6—6,9%, вологість повітря — 62%, що становить 81% норми. На забур'яненій площі вологість ґрунту в період плодоношення томатів була на 10,2% меншою порівняно з чистими від бур'янів ділянками, що вплинуло на забезпечення культури водою.

Як відомо, для утворення 1 г сухих речовин у культурних рослинах витрачається в середньому 300—500 г води. Високий транспіраційний коефіцієнт багатьох видів бур'янів (близько 800—1000) зумовлює дефіцит вологи для культурних рослин. Корені бур'янів глибше проникають у ґрунт і забирають звідти вологу [19, 20]. Якщо процес випаровування води рослиною переважає надходження її з ґрунту, рослина втрачає тургор і в'яне. У такій рослині знижується інтенсивність фотосинтезу, посилюються процеси гідролізу і розкладання органічних речовин, порушується дія ферментів.

За результатами досліджень, практично протягом всього періоду вегетації у більшості досліджуваних бур'янів ТК знаходився на вищому рівні порівняно з томатами. Конкуренція за вологу та поживні речовини спричинила негативний тиск на розвиток рослин томатів. На забур'янених ділянках біометричні показники росту і продуктивності томатів були суттєво нижчими від таких показників на чистих від бур'янів ділянках [21].

ВИСНОВКИ

Домінуюче положення на посадах томатів займали мишій сизий, плоскуха звичайна, амброзія полинолиста та портулак городній.

Проведені дослідження засвідчили, що рослини бур'янів і томатів у період вегетації активно використовують воду, як один з найголовніших факторів життєдіяльності.

У вегетаційному досліді за однакових умов вирощування в теплиці рослини бур'янів не мали суттєвого впливу на водний обмін томатів. Водний дефіцит томатів був меншим, а водозабезпечення — вищим порівняно з бур'янами. Вміст води в листках та ТК рослин бур'янів і томатів в цих умовах суттєво не відрізнялися.

В польових умовах показники водного обміну рослин бур'янів і томатів зазнавали суттєвих змін. Вміст води у листках рослин та ТК протягом вегетаційного періоду зменшувалися. Це свідчить про посилення транспіраційних процесів та активне витрачання води рослинами протягом онтогенезу на утворення сухої речовини. ТК більшості рослин бур'янів протягом вегетаційного періоду переважав ТК томатів. Найбільший ТК серед бур'янів мали суріпиця звичайна, лобода біла, портулак городній. Бур'яни знижували вологість ґрунту і чинили значний тиск на рослини томатів, що негативно впливало на їхній розвиток і продуктивність.

Фінансування: дослідження виконано в рамках НДР ПНД 24 «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин» («Захист рослин») Підпрограма 03. «Сегетальна рослинність в агроценозах» («Герботологія»), завдання 24.03.01.01.Ф. Обґрунтування концепції формування ефективних і біологічно безпечних систем контролювання бур'янів у посівах широкорядних і овочевих культур. ДР №0121U000117.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Assunta R., Rigano M.M., Calafiore R. et al. Enhancing the Health-Promoting Effects of Tomato Fruit for Biofortified Food. Review Article. 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/139873>

2. Галат Л.М. Особливості ринку свіжих овочів в Україні. *Агросвіт*, 2019. №11. С. 39-44. DOI: 10.32702/23066792.2019.11.35

3. Іващенко О.О., Ременюк С.О., Іващенко О.О. Проблеми потенційної засміченості ґрунту в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2018. №8. С. 58–69. <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk201808-09>

4. Singh V., Singh K.M., Irmak S., Jhala A.J. Water Use Characteristics of Weeds: A Global Review, Best Practices, and Future Directions. *Front. Plant Sci.*, 07 January 2022. Sec. Crop and Product Physiology. Systematic review article. Vol. 12. 2021 | <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.794090>

5. Valerio M., Lovelli S., Perniola M. et al. The role of water availability on weed-crop interactions in processing tomato for southern Italy. Published online: 20 Aug 2012. Pages 62-68. <https://doi.org/10.1080/09064710.2012.715184>

6. Monaco T.J., Grayson A.S., Sanders D.C. Influence of Four Weed Species on the Growth, Yield, and Quality of Direct-Seeded Tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). *Weed Science*. 2017. Vol. 29 Issue 4. pp. 394–397. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043174500039874>

7. Qasem J.R. Pigweed (*Amaranthus* spp.) interference in transplanted tomato (*Lycopersicon esculentum*). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 1992. Pages 421-427. Published online: 27 Nov. 2015. <https://doi.org/10.1080/00221589.1992.11516267>

8. Лихолат Ю.В., Давидов В.Р., Дідур О.О., Лихолат Т.Ю. Характеристика водного обміну представників роду *Chaenomeles* L. в умовах степового Придніпров'я. Тези доп. II Міжнародної науково-практичної інтернетконференції. Інтеграція освіти, науки та бізнесу в сучасному середовищі: зимові диспути: 4-5 лютого 2021 р. Дніпро, Україна, 2021. Т. 2. 479 с.

9. Чорний Р. Стійкість рослин до впливу низьких температур. Екологічні проблеми сучасності. 2020. 188.190.43.194. т. С. 48-49.

10. Meychik N., Nikolaeva Y., Kushunina M. The significance of ion-exchange properties of plant root cell walls for nutrient and water uptake by plants. *Plant Physiology and Biochemistry*. Vol. 166. 2021. Pages 140-147. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.05.048>

11. Ромашенко М.І., Журавльов О.В., Шатковський А.П. Закономірності водного обміну та сумарного водоспоживання рослин в умовах зрошення. *Матеріали Міжн. науково-практ. конф. «Управління водними ресурсами в умовах змін клімату», присвяченої Всесвітньому дню води*. 21 березня 2017 р. С. 14-15.

12. Перерва В.В. Визначення продуктивності транспірації та транспіраційного коефіцієнта у представників *Cucurbita* в штучних умовах. *Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Сталий розвиток промисловості та сусільства»*. Кривий Ріг. 2014. Том 2. С.217-218.

13. Бритік О.А., Чинова Л.Ю. Відбір жаро- та посухостійких зразків дині за показниками водного дефіциту. *Зрошуваче землеробство. Збірник наукових праць*. 2014. Вип. 61. С. 132-134.

14. Saatinga R. Effects of competition and water deficiency on sunflower and weed growth *Agronomia*. 32 (2). Apr-Jun. 2019. <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n204rc>

15. Naidoo G., Naidoo K.K. Drought stress effects on gas exchange and water relations of the invasive weed *Chromolaena odorata*. *Flora*. Vol. 248, November 2018, Pages 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2018.08.008>

16. Khodzhaeva N.D, Urazbayev I.U., Ishankulova K.K. Study on some features of water exchange of local varieties of hard wheat. *Earth and Environmental Science*, Vol. 939. 2nd International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering. 2021 (ICECAE 2021). DOI 10.1088/1755-1315/939/1/012061

17. William L. Bauerle Joseph D. Bowden. Predicting Transpiration Response to Climate Change: Insights on Physiological and Morphological Interactions that Modulate Water Exchange from Leaves to Canopies. 2011. Vol. 46: Issue 2. Page(s): 163–166. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.46.2.163>

18. Перепелиця Л.О., Пацюк М.К., Корево Н.І. Навчальна практика з фізіології рослин та генетики. *Методичні вказівки до лабораторних робіт*. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2022. 36 с. Транспірація та її роль в житті рослин. С. 8-10.

19. Крамарьов С.М., Писаренко П.В., Шевченко М.С. та ін. Ефективність гербіцидів в агроценозах кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2008. № 3. С. 5-12.

20. Універсальна зброя проти бур'янів в посівах кукурудзи. 2021. URL: crops.bayer.ua/Media/Publications/Universal-protection-against-weeds

21. Сергієнко В., Тишук О., Титова Л. Фоменко С. Вплив забур'яненості посівів на розвиток рослин томатів. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Інноваційний розвиток землеробства на засадах еколого-економічної збалансованості»*. 20 червня 2023 р., м. Рівне. С. 73-75.

Borzykh O.,

ORCID: 0000-0002-9802-5622

Sergienko V.,

ORCID: 0000-0003-4386-9307

Tyshchuk O.,

ORCID: 0000 0001-2345-6789

Ivashchenko O.

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

Study of water exchange of weed and tomato plants in the process of joint vegetation

Goal. Study of indicators of water metabolism of weed and tomato plants in the process of ontogenesis. **Methods.** We used generally accepted methods of field and laboratory research (setting up experiments, monitoring plant development, recording the number of weeds, sampling, determining water exchange indicators) and mathematical and statistical (processing of research results). Indicators of water exchange (water deficit, water supply, water-holding capacity, transpiration coefficient) were calculated according to special formulas according to methodological instructions on plant physiology. **Results.**

Dominant weeds in tomato crops during the growing season were (*Setaria glauca* L.), *Echinochloa crus-galli* L., *Ambrosia artemisiifolia*, *Portulaca oleracea* L., the number of which in the flowering-beginning of tomato fruiting phase was 85, 41, 27, 29 pieces/m², respectively. In their competitive activity, weeds actively use water. During the cultivation of tomatoes and weeds in the greenhouse, the indicators of water exchange did not have significant differences. The moisture content of the leaves of the studied plants (*Lycopersicon esculentum*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Chenopodium album* and *Setaria glauca*) was at the level of 71.5–78.1%. Tomatoes were characterized by the highest water availability — 65.3%, and ragweed — 21.1% — the lowest. The intensity of transpiration in tomato leaves averaged 143.2 g/m² per hour. The transpiration coefficient (TC) of plants was at the level of 400 (*Ambrosia artemisiifolia*) — 497 (*Chenopodium album*). In field conditions, transpiration processes were recorded in 8 types of weeds during the growing season of tomatoes from flowering to the end of fruiting. During this period, weed plants lost moisture from 2.5% to 23.1%, tomatoes — 23%. TC during the flowering period of tomatoes was 168–301, at the end of the growing season — 146–287, tomatoes were 200 and 158, respectively. *Ambrosia artemisiifolia*, *Chenopodium album*, *Barbarea vulgaris*, *Portulaca oleracea* were characterized by the highest level of TC. A high TC of weeds indicates high competitiveness and significant pressure on tomato plants during the growing season. **Conclusions.** The water exchange of weed and tomato plants depended on the growing conditions. In greenhouse conditions, transpiration processes in weed and tomato plants had no significant differences. The water content in the leaves and the transpiration coefficient of the weed and tomato plants were almost at the same level. In field conditions, the indicators of water exchange of weed and tomato plants during the growing season underwent significant changes. The water content in plant leaves and TC decreased during the growing season. The transpiration coefficient of most weed plants prevailed over the TC of tomatoes, which indicates a higher competitive ability of segetal vegetation for water resources during the joint vegetation with the agricultural culture.

tomatoes; weeds; moisture; water deficit; water supply; transpiration coefficient

Надійшла до редакції: 20.05.2024

Прийнята до друку: 09.07.2024

Надруковано й опубліковано онлайн: жовтень 2024

ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ

на пошкодженість кукурудзи личинками західного кукурудзяного жука в умовах Західного Лісостепу

Мета. Дослідити вплив строків сівби кукурудзи (*Zea mays* L.) на пошкодження рослин личинками західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte). **Методи.** Польовий, математично-статистичний для оцінки достовірності отриманих даних. **Результати.** При висіванні насіння в ранні строки за рівня температурного режиму ґрунту +8°C та +10°C західним кукурудзяним жуком (ЗКЖ) було пошкоджено, відповідно, 18,4% та 19,2% рослин, а середній бал пошкодження становив 1,5 та 1,8. Зміщення строків сівби кукурудзи до більш пізніх спричинило зростання інтенсивності пошкодження кореневої системи сільськогосподарської культури. За висівання насіння при прогріванні ґрунту на глибині 10 см до +14 та +16°C середній бал пошкодження був відповідно 2,9 та 3,6. Спостерігається тенденція до зниження кількості пошкоджених рослин на зазначених варіантах дослідів до рівня 17,2 та 14,2%. Зміщення сівби кукурудзи до більш пізніх строків негативно позначається на її зерновій продуктивності в умовах пошкодження кореневої системи личинками ЗКЖ. При сівбі насіння в оптимально ранні строки за рівня температурного режиму ґрунту +8 та +10°C зниження виходу зерна з качана становило 16,1 та 15,9%, а за більш пізньої сівби — 22,2—36,8%. **Висновки.** Строки сівби насіння кукурудзи в умовах Західного Лісостепу, де спостерігається поширення ЗКЖ, впливають на його шкідливість. Оптимальними строками сівби кукурудзи, за яких зниження індивідуальної продуктивності пошкоджених рослин є найменшим, порівняно із неушкодженими, є рівень температурного режиму ґрунту на глибині 10 см — 8—10°C.

кукурудза; шкідники; *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte; шкідливість

Серед сільськогосподарських культур сучасного аграрного ви-

¹І.І. МОСТОВ'ЯК,
доктор сільськогосподарських наук

¹І.В. КРИКУНОВ,
кандидат сільськогосподарських наук

²С.С. ТАНАСОВ

²І.І. СЕНИК,

доктор сільськогосподарських наук

³Г.П. СИДУРУК,

кандидат сільськогосподарських наук

²О.Я. ЧЕРНИШЕНКО,

кандидат сільськогосподарських наук

¹Уманський національний університет садівництва, вул. Інститутська, 1, м. Умань, 20301, Україна

²Західноукраїнський національний університет, вул. Львівська, 11, м. Тернопіль, 46009, Україна

³Тернопільська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, вул. Тролейбусна, 12, м. Тернопіль, 46002, Україна

робництва в Україні [1, 3] і світі [4] провідне місце належить кукурудзі (*Zea mays* L.). Це одна з небагатьох сільськогосподарських культур, які можна вирощувати в монокультурі та повторних посівах [5]. Проте, такий підхід у сівозміні зумовлює розвиток в агроценозах кукурудзи шкідливих фітофагів, одним із яких є західний кукурудзяний жук (ЗКЖ).

Серед виявлених фітофагів кукурудзи найбільш шкідливим є ЗКЖ [6—8]. Статистичні дані 2024 р. свідчать, що шкідник поширений у 69-ти країнах світу [9]. За результатами досліджень науковців-ентомологів основною рослиною-господарем для даного фітофага є кукурудза. Крім цього, господарями даного шкідника є *Cenchrus americanus*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli*,

Elymus repens, *Setaria verticillata*, *Setaria viridis* [10]. Результати досліджень вказують на високий економічний ефект, який можна отримати, контролюючи подальше поширення ЗКЖ — від 143 до 1739 млн євро. Найбільш імовірний сценарій призводить до середньорічної економічної вигоди в 472 млн євро [11].

Характерною особливістю ЗКЖ є те, що у личинковій фазі він є обмеженим олігофагом, який здатний розвиватися на рослинах родини *Poaceae* [12]. Дорослий жук є поліфагом, який живиться пилком, маточними стовпчиками, листям кукурудзи [13]. Більшість втрат урожаю кукурудзи пов'язані виключно із пошкодженням її коренів личинками шкідника [14—16].

Нині ефективний захист агроценозів кукурудзи від ЗКЖ можливий лише за комплексного застосування агротехнічних, хімічних та біологічних методів захисту. Встановлено, що обробка насіння кукурудзи імідаклопридом забезпечує достовірне зниження відсотка пошкоджених рослин (5,0—20%) порівняно з контролем (90—97,5%) [17]. Проте зазначений метод захисту може мати певні обмеження щодо застосування в контексті стратегії Європейської комісії «Від ферми до виделки» [18].

Особлива увага приділяється агротехнічним заходам захисту посівів від зазначеного фітофага, які є екологічно-безпечними та не становлять небезпеки для навколишнього середовища. Першочергове значення у зменшенні шкідливості ЗКЖ відіграє сівозміна, адже її недотримання та перенасичення кукурудзою, вирощування культури в беззмінних

та повторних посівах є першоосною для поширення даного фітофага [19]. Слід зазначити, що в Україні ЗКЖ поширений у 15-ти областях, а вирощувані гібриди кукурудзи відзначаються різною стійкістю до нього, тому, підбираючи їх, можна суттєво зменшити пошкодження рослин даним шкідником [20].

Враховуючи, що розвиток личинок залежить від температурного режиму ґрунту, важливе значення у контролі пошкодження посівів досліджуваним фітофагом належить строкам сівби кукурудзи, оскільки з їх допомогою певною мірою можна зменшити шкідливість *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte [20]. Це пов'язано з тим, що при сівбі кукурудзи в оптимально ранні строки, рослини встигають краще розвинути до появи личинок ЗКЖ і цим самим зменшується їхня чутливість до пошкодження зазначеним шкідливим організмом [21].

Результати досліджень, проведених в різних агрокліматичних зонах України, не є однозначними щодо впливу строків сівби на пошкодження кукурудзи ЗКЖ. За повідомленням О.О. Сікури та В.П. Федоренка [22] висівання кукурудзи в пізні строки зменшує чисельність та шкідливість досліджуваного фітофага до порогових рівнів в умовах Закарпатської області. В той же час, дослідники О.Г. Зубенко та К.О. Біляєва відзначають, що в Черкаській області зміщення строків сівби до більш пізніх, навпаки, збільшує шкідливість ЗКЖ [20].

У зв'язку з цим актуальним є питання оптимізації строків сівби кукурудзи, як одного із методів контролю та обмеження чисельності ЗКЖ, та одночасного підвищення зернової продуктивності її агроценозів.

Мета досліджень полягала у вивченні впливу строків сівби кукурудзи на пошкодження посівів західним кукурудзяним жуком в умовах Західного Лісостепу.

Умови і методика досліджень. Дослідження проводили в 2021—2023 рр. на Байер агроарені Захід, яка розміщена в центральній час-

тині Тернопільської області. Технологія вирощування кукурудзи була однаковою на всіх варіантах, за винятком досліджуваного фактора. Попередник — кукурудза. В досліді висівали гібрид ДКС 3789. Норма висіву насіння — 80 тис. шт. схожих насінин на один гектар.

Схема досліду передбачала вивчення п'яти варіантів строків сівби:

1. Рівень температурного режиму ґрунту +8°C (календарний термін з 9 до 15 квітня, залежно від року досліджень);
2. Рівень температурного режиму ґрунту +10°C (календарний термін з 17 до 26 квітня);
3. Рівень температурного режиму ґрунту +12°C (календарний термін з 26 квітня до 2 травня);
4. Рівень температурного режиму ґрунту +14°C (календарний термін з 6 до 12 травня);
5. Рівень температурного режиму ґрунту +16°C (календарний термін з 17 до 21 травня). Площа облікової ділянки 56 м².

Повторність — чотириразова. Дослідження здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик [23].

Температуру ґрунту вимірювали за допомогою ртутного метеорологічного колінчастого термометра ТМ-5. Обліки знімали 1 раз на добу — о 10-й год в 4-разовому повторенні. Кожен варіант досліду висівали за умови, що температура ґрунту на глибині 10 см три доби поспіль не опускалася нижче відповідного значення.

Пошкодження кореневої системи кукурудзи личинками ЗКЖ обліковували двічі за вегетацію — перший раз в період викидання волоті (фаза VT), другий раз — в період молочної стиглості (R3). Для цього викопували 25 рослин разом із корінням у кожному із 4-х повторень, оглядали їх та визначали пошкодження кореневої системи. Відсоток пошкоджених рослин обраховували за форму-

лою: $P = n \cdot 100 / N$, де, P — пошкоджено рослин, %; n — кількість пошкоджених рослин, шт.; N — загальна кількість рослин у пробі, шт.; 100% — перевідний коефіцієнт.

Інтенсивність пошкодження кореневої системи кукурудзи личинками визначали за 6-бальною шкалою (Університету штату IOWA США) [24]:

- 1 — відсутність видимих пошкоджень або лише кілька незначних пошкоджень від живлення;
- 2 — видимі ознаки пошкодження присутні, але немає коренів, обгризених на відстані ближче 4 см від рослини, або один чи два корені вкорочені, якщо решта кореневої системи відносно ціла;
- 3 — кілька обгризених коренів на відстані ближче 4 см від рослини, але не спостерігається повністю знищеного вузла коренів;
- 4 — один вузол коренів знищено;
- 5 — два вузли коренів повністю знищені;
- 6 — три або більше вузлів повністю знищено.

Результати досліджень та обговорення. Дослідженнями встановлено, що строки сівби кукурудзи впливали на пошкодження рослин ЗКЖ (рис.).

На варіанті із висіванням насіння в ранні строки за рівня температурного режиму ґрунту +8°C пошкодження рослин кукурудзи становило 18,4%, а середній бал пошкодження знаходився на рівні 1,5. Зміщення строків сівби кукурудзи до більш пізніх спричинило зростання шкідливості ЗКЖ. Зокрема, при сівбі за рівня температурного режиму ґрунту +10°C (контроль) і +12°C відсоток пошкоджених рослин зріс відповідно до 19,2 і 19,7%, а середній бал пошкодження — до 1,8 та 2,4.

На варіантах пізніх строків сівби (за рівнів температурного режиму ґрунту +14 та +16°C) кількість пошкоджених рослин зменшилася до 17,2 та 14,2%, проте інтенсивність пошкожден-

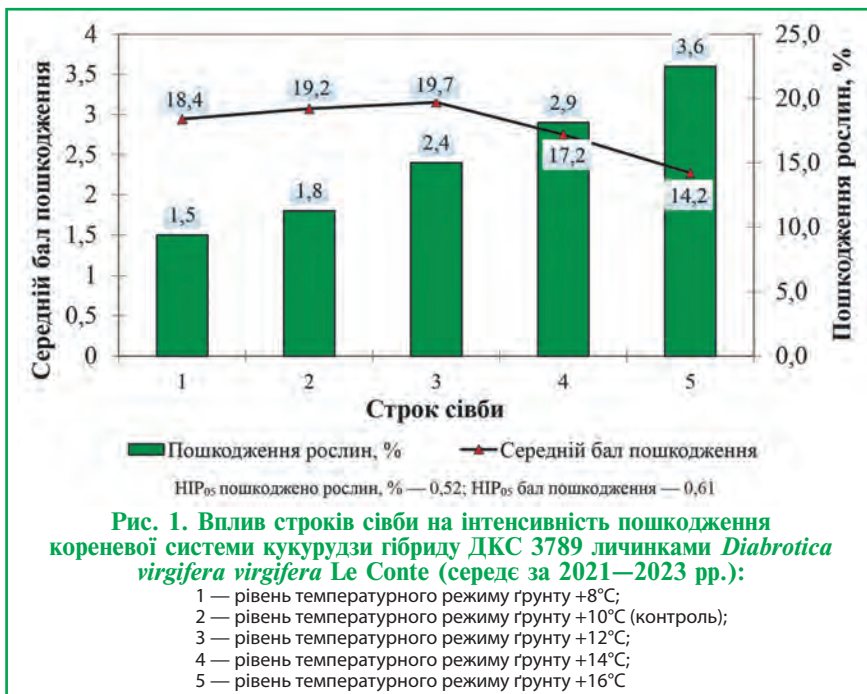


Рис. 1. Вплив строків сівби на інтенсивність пошкодження кореневої системи кукурудзи гібриду ДКС 3789 личинками *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte (середнє за 2021—2023 рр.):

- 1 — рівень температурного режиму ґрунту +8°C;
- 2 — рівень температурного режиму ґрунту +10°C (контроль);
- 3 — рівень температурного режиму ґрунту +12°C;
- 4 — рівень температурного режиму ґрунту +14°C;
- 5 — рівень температурного режиму ґрунту +16°C

ня зроста відповідно до 2,9 та 3,6 бала. Це зумовлено тим, що рослини, висіяні в ранні строки, розвивають міцнішу кореневу систему до моменту відродження личинок і, як наслідок, інтенсивність пошкодження значно менша. За більш пізніх строків сівби (+14 та +16°C) перші личинки ЗКЖ, які з'являються за температури ґрунту +11°C, не знаходять кормових рослин та гинуть. Тому відсоток пошкоджених рослин менший, ніж за сівби в ранні строки. Проте личинки, які відроджуються в більш глибоких шарах ґрунту і з'являються у посівах наприкінці травня на початку червня, більш інтенсивно пошкоджують молоді рослини пізніх строків сівби.

Крім показників пошкодження рослин кукурудзи надзвичайно важливе значення має індивідуальна продуктивність рослин, яка визначає врожайність всього агроценозу. Дослідженнями встановлено вплив пошкодження кореневої системи кукурудзи личинками ЗКЖ на індивідуальну продуктивність рослин (таб.).

За висівання насіння кукурудзи в ранні строки (рівень температурного режиму ґрунту +8°C) середня маса зерна з качана неушкоджених рослин становила 0,168 кг, з ушкоджених рослин — 0,141 кг. Зниження індивідуаль-

ної зернової продуктивності — 16,1%. На контрольному варіанті (сівба кукурудзи за рівня температурного режиму ґрунту +10°C) індивідуальна продуктивність пошкоджених рослин була меншою на 15,9%. Різниця між цими двома варіантами є несуттєвою і знаходиться в межах статистичної похибки.

Подальше зміщення строків сівби кукурудзи до більш пізніх (+12; +14 та +16°C) зумовило зниження зернової продуктивності пошкоджених рослин відповідно на 22,2; 30,8 та 36,8%, порівняно із непошкодженими.

ВИСНОВКИ

Строки сівби насіння кукурудзи в умовах Західного Лісостепу, де спостерігається поширення ЗКЖ, впливають на його шкідливість. Оптимальними строками сівби кукурудзи, за яких

зниження виходу зерна з качана ушкоджених рослин є найменшим, порівняно із неушкодженими, є рівень температурного режиму ґрунту на глибині 10 см — 8—10°C. Це дозволить сільськогосподарським товаровиробникам західного регіону оптимізувати строки сівби кукурудзи таким чином, щоб максимально зменшити негативний вплив ЗКЖ на ріст, розвиток та формування зернової продуктивності кукурудзи.

Фінансування: дослідження виконували в рамках науково-дослідної тематики КА-01-21 «Оптимізація фотосинтетичного потенціалу окремих зернових і олійних культур в зоні Лісостепу західного» (ДР № 0121U113072).

Конфлікти інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зовнішньоекономічна діяльність. Державна служба статистики України. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/zed.htm (дата звернення: 18.12.2023).
2. Палимарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця: ТОВ «Друк», 2020. 536 с.
3. Талавіря М.П. Розвиток біоорієнтованої економіки на науковій основі. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Економіка. 2015. Вип. 1 (45). Т. 2. С. 225-230.
4. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця: ТОВ «Друк», 2020. 536 с.
5. Корнійчук О.В. Кукурудза в сучасних агроценозах Правобережного Лісостепу України в умовах дефіциту вологи. Корми і кормовиробництво. 2015. Вип. 81. С. 8-20.
6. Bažok R., Lemič D., Chiarini F., Furlan L. Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) in Europe: Current Status and Sustainable Pest Management. Insects. 2021. 12. 195. <https://doi.org/10.3390/insects12030195>

Індивідуальна продуктивність рослин кукурудзи залежно від інтенсивності пошкодження кореневої системи личинками *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte (середнє за 2021—2023 рр.)

Строк сівби (рівень температурного режиму ґрунту на глибині 10 см)	Середня маса зерна з качана, кг		Зниження індивідуальної продуктивності рослин, %
	неушкоджених рослин	ушкоджених рослин	
+8°C	0,168±0,01	0,141±0,01	16,1±1,7
+10°C (контроль)	0,170±0,02	0,143±0,01	15,9±1,5
+12°C	0,162±0,02	0,126±0,03	22,2±2,3
+14°C	0,156±0,03	0,108±0,03	30,8±3,1
+16°C	0,144±0,03	0,091±0,01	36,8±3,2



²Chernyshenko O.,

ORCID: 0000-0003-1643-7242

¹Uman National University of Horticulture,
1, Instytutska Str., Uman,
20301, Ukraine

²Western Ukrainian National University,
11, Lvivska Str., Ternopil,
46009, Ukraine

³Ternopil State Agricultural Research Station
of Institute of Agriculture of Carpathian
Region of the NAAS of Ukraine,
12, Trolleybusna Str., Ternopil,
46002, Ukraint

**Effect of sowing dates on damage
to corn by western corn beetle
larvae in the Western
Forest-Steppe**

Goal. To identify the influence of corn sowing dates (*Zea mays* L.) on plant damage by diabrotica (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) larvae. **Methods.** field, mathematical and statistical to assess the reliability of the obtained data. **Results.** 18.4% and 19.2% of plants were damaged by the western corn beetle (WCB), respectively, and the average damage score was at the level of 1.5 and 1.8 when the seeds were sown in the early period at the level of the soil temperature regime of +8°C and +10°C. Shifting the dates of corn sowing to later times caused an increase in the intensity of damage to the root system of the agricultural crop. Sowing seeds when the soil was heated at a depth of 10 cm to +14 and +16°C, the average damage score was 2.9 and 3.6, respectively. There is a tendency to decrease the number of damaged plants in the specified variants of the experiment to the level of 17.2 and 14.2%. Shifting the sowing of corn to a later time has a negative effect on its grain productivity in conditions of damage to the root system by the larvae of WCB. The decrease in grain yield from the cob was 16.1 and 15.9% when sowing seeds in optimally early periods at the level of the soil temperature regime of +8 and +10°C, and with later sowing — 22.2—36.8%. **Conclusions.** Where there is a spread of the WCB the dates of sowing corn seeds in the conditions of the Western Forest Steppe affects its harmfulness. Optimum periods of corn sowing, during which the decrease in individual productivity of damaged plants is the smallest, compared to undamaged ones, is the level of the temperature regime of the soil at a depth of 10 cm — 8—10°C.

corn; pests; *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte; harmfulness

Надійшла до редакції: 16.05.2024

Прийнята до друку: 23.07.2024

Надруковано й опубліковано онлайн:
жовтень 2024

7. Ciosi M., Miller N.J., Kim K.S., Giordano R., Estoup A., Guillemaud T. Invasion of Europe by the western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera*: Multiple transatlantic introductions with various reductions of genetic diversity. *Mol. Ecol.* 2008. 17. 3614-3627.

8. Miller N., Estoup A., Toepfer S., Bourguet D., Lapchin L., Derridj S. Multiple transatlantic introductions of the western corn rootworm. *Science.* 310(5750):992. DOI: 10.1126/science.1115871

9. EPPO Global Database. *Diabrotica virgifera virgifera* LeConte. Available online: <https://gd.eppo.int/taxon/DIABVI/distribution> (accessed on 25.04.2024).

10. Fora C.G., Lauer K.F. Host plants for the Western corn rootworm *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Romanian Agricultural Research.* 2013. 30. 291-295.

11. Wesseler Justus & Fall El Hadji. Potential damage costs of *Diabrotica virgifera virgifera* infestation in Europe - the «no control» Scenario. MPRA Paper. 2010. 33231. University Library of Munich, Germany. <https://ideas.repec.org/p/prapa/33231.html>

12. Сікура О.А., Андреев娜 Н.І., Бокшан О.Я., Садляк А.М. Система моніторингу, прогнозування появи та розвитку ЗКЖ *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte: методичні рекомендації. Ужгород: КП «Ужгородська міська друкарня», 2011. 44 с.

13. Прокоп'як М.З., Безменська Л.А., Пальцан Н.М., Голіней Г.М., Майорова О.Ю. Динаміка поширення ЗКЖ на Тернопільщині впродовж 2016-2020 рр. 2021. (2). 3-7. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2021.2.3-7>

14. Dun Z., Mitchell P.D., Agosti M. Estimating *Diabrotica virgifera virgifera* damage functions with field trial data: Applying an unbalanced nested error component model. *J. Appl. Entomol.* 2010.134:409-419. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2009.01487.x>

15. Meinke L.J., Sappington T.W., Onstad D.W. et al. Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) population dynamics. *Agric. For. Entomol.* 2009;11:29-46. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2008.00419.x>

16. Tinsley N.A., Estes R.E., Gray M.E. Validation of a nested error component model to estimate damage caused by corn rootworm larvae.

J. Appl. Entomol. 2013;137:161-169. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2012.01736.x>

17. Indić D, Vuković S, Kljajić P. et al. Control of *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte in maize seed treatment. *Commun Agric Appl Biol Sci.* 2014. 79(2):245-51. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26084104/>

18. Farm to Fork strategy. https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en

19. Прокоп'як М.З., Голіней Г.М., Крижановська М.А. Аналіз заселення ЗКЖ Хмельницької області. *Природничий альманах. Серія біологічні науки.* 2022. №32. С. 37-46.

20. Зубенко О.Г., Біляева К.О. Аналіз поширення ЗКЖ (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) в агроценозах Черкаської області та визначення стійкості окремих гібридів кукурудзи до пошкоджень. *Вісник Черкаського університету.* 2021. №2. С. 27-36.

21. Ransom J., Daigh A., Friskop A. et al. Basics of Corn Production in North Dakota. North Dakota corn council. 2022. 124 p. <https://www.ndsu.edu/agriculture/sites/default/files/2022-10/a834.pdf>

22. Сікура О.А., Федоренко В.П. Західний кукурудзний жук - вплив агротехніки вирощування кукурудзи на його чисельність та шкідливість. *Карантин і захист рослин.* 2013. (2). 3-7.

23. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогрис П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Дія, 2005. 288 с.

24. Hills T.M., Peters D.C. A method of evaluating postplanting insecticide treatments for control of western corn rootworm larvae. *J Econ Entomol.* 1971. 64. 764-765.

¹Mostoviak I.

ORCID: 0000-0003-4585-3480

¹Krykunov I.,

ORCID: 0000-0002-8795-2535

²Tanasov S.,

ORCID: 0009-0005-2099-6292

²Senyk I.,

ORCID: 0000-0003-4756-7824

³Sydoruk H.,

ORCID: 0000-0002-7584-8095

ЦИФРОВІ МЕТОДИ У КОНТРОЛЮВАННІ БУР'ЯНІВ

Мета. Дослідити складові цифрових технологій для підвищення ефективності контролювання бур'янів й продуктивності посівів сільськогосподарських культур, скорочення витрат на технології вирощування та для екологічно безпечної застосування гербіцидів. **Методи.** Визначали зміни нормалізованого диференційного вегетаційного індексу (NDVI) посівів з використанням сервісу супутникового моніторингу Cropwise Operation. Обробку даних проводили за допомогою програмного забезпечення від компанії SkyGlyph. У польових умовах величини NDVI визначали приладом GreenSeeker (Trimble Agriculture). Вміст хлорофілу в листках рослин вимірювали польовим хлорофіломіром SPAD-502 (Konica Minolta, Японія). Показник стресу Y(II), або реальний квантовий вихід електронного транспорту, що оцінює ефективний квантовий вихід фотохімічного перетворення енергії у ФСІІ, визначали за допомогою польового флуориметра Y(II) meter & Plant Stress Kit (OptiScience, США). Результати обробляли статистично. **Результати.** Наведено приклади з використання цифрових технологій у рослинництві для вдосконалення систем контролювання бур'янів. У рослинництві активно впроваджуються обчислювачі з інтелектуальними системами ідентифікації бур'янів та цільового внесення гербіцидів. Показано, що композиція гербіцидів флуметсулам + флорасулам у посівах зернових колосових культур ефективно контролює дводольні бур'яни — сухоребрик Льозелів, мак дикий, осот рожевий тощо. За визначення вмісту хлорофілу (величини SPAD-індексу) через тиждень після обробки відмінностей між обробленим варіантом та контролем не виявлено. Також, не виявлено суттєвих відмінностей у величинах NDVI. Показник стресу Y(II), або реальний квантовий вихід електронного транспорту ФСІІ, є достатньо чутливим та інформативним для визначення відмінностей у фотосинтетичній активності рослин бур'янів та, відповідно, загальній експрес оцінці ефективнос-

¹В.В. ШВАРТАУ,

доктор біологічних наук

¹Л.М. МИХАЛЬСЬКА,

кандидат біологічних наук

²О.Л. ЗОЗУЛЯ,

кандидат біологічних наук

¹Інститут фізіології рослин і генетики
НАН України, вул. Васильківська,
31/17, м. Київ, 03022, Україна

²ТОВ Сингента-Україна, вул. Козацька,
120/4, м. Київ, 03022, Україна

ті/селективності дії гербіциду на посіві. Наведено приклад використання супутникових даних для оцінювання забур'яненості поля. На початкових фазах розвитку кукурудзи спостерігали високий рівень індексу NDVI (0,4—0,5), коли саме рослини бур'янів активно розвивалися, відповідно визначали високі рівні вегетаційного індексу посіву. Величина NDVI посіву у полі суттєво змінилася після внесення гербіциду: показник індексу швидко знизився до 0,25—0,30. Таким чином, мультиспектральні (супутникові) знімки можуть бути використані для створення карт поширення бур'янів на полях раннього розвитку широколистяних культур, що дозволяє фермерам визначати зони з високими рівнями засмічення бур'янами та вчасно застосовувати цільові заходи. **Висновки.** Застосування цифрових методів для вдосконалення систем контролювання бур'янів є невід'ємною складовою розвитку технологій вирощування сільськогосподарських культур у сучасному рослинництві, вони дозволяють зменшити рівні використання гербіцидів, знизити витрати на вирощування, підвищити врожайність. Розвиток мультиспектральних підходів у визначенні видів рослин перспективний не тільки щодо вдосконалення контролювання бур'янів гербіцидами, але й для оперативного визначення присутності/виникнення резистентних біотипів бур'янів на полях. Впровадження цифрових технологій (диджиноміка (diginomics)) або

цифровізація є ключовою складовою розвитку сучасного рослинництва на шляху підвищення рентабельності, продуктивності та якості врожаю за зниження впливу агропромисловості на екосистеми, а також за суттєвого зниження витрат на технології вирощування.

диджиноміка; рослинництво; продуктивність; контроль бур'янів; цифровізація

Продуктивність сільськогосподарських культур наближається до біологічних меж, тому досягнути приросту врожайності дедалі складніше, це завдання вимагає глибшого розуміння детермінованих шляхів формування врожайності [1]. Складність узгодження численних взаємозв'язків обґрунтовує необхідність розвивати системи управління біоценозами з використанням цифрових технологій і штучного інтелекту (ШІ). Цей підхід надзвичайно актуальний нині. «Horizon Europe — Digital» охоплює розвиток ключових цифрових технологій, підтримку зеленої та цифрової трансформації, орієнтований на реалізацію Європейського зеленого курсу/European Green Deal. За напрямом Цифрова трансформація в сільському господарстві та сільських територіях за програмами Horizon 2020 та Horizon Europe виконується 22 проекти, серед них:

- Demeter project: <https://h2020-demeter.eu/>
- Sieusoul project: <https://www.sieusoul.eu/>
- AFarCloud project: <http://www.afarcloud.eu/> AFarCloud
- SmartAgriHubs project <https://www.smartagrihubs.eu/>
- StarGate project <https://www.stargate-h2020.eu/project/>
- DataBio <https://www.databio.eu/en/>

- Innovar project <https://www.h2020innovar.eu/about-innovar/>

Традиційна агрономія під впливом викликів сучасності, насамперед необхідності суттєво підвищувати продуктивність рослинництва за дефіциту ресурсів, стрімко трансформується у напрямках формування оптимальних з екологічної точки зору агроценозів. В Україні аграрна складова економіки домінує в наповненні бюджету країни, тому її розвиток безумовно важливий, особливо під час війни та в період повоєнного відновлення.

Сучасне рослинництво характеризується швидким зростанням обсягів інформації, необхідністю приймати рішення щодо нарощування продуктивності культурних рослин за дефіциту часу, ресурсів, а також за змін клімату. Складність узгодження численних взаємозв'язків обґрунтовує необхідність розвивати системи управління біоценозами з використанням цифрових технологій, штучних нейронних мереж та штучного інтелекту. Початком розвитку цифрових технологій є використання вегетаційних індексів як базового елементу цифрової агрономії. Вже нині традиційні підходи класичного агроаналізу у рослинництві, садівництві та ландшафтному дизайні замінюються цифровими методами, наприклад для оцінки ґрунтово-кліматичних умов, прогнозування і т. ін. Ці дані, наразі, можна отримувати з багатьох супутників, які постійно працюють на орбіті Землі, дронів, БПЛА тощо. В арсеналі агронома нині цифрові прилади для якісного експрес-аналізу ґрунту, контролю водного обміну ґрунту й рослин, стресу рослин, визначення дефіциту елементів живлення, викидів парникових газів, моніторингу фітосанітарного стану та багато іншого [2, 3].

Впровадження нових технологій, таких як точне землеробство, геномні підходи та роботизація контролю бур'янів, пов'язане також з низкою проблем, серед яких технологічна складність, високі початкові витрати, необ-

хідність оперувати великими масивами даних *on-line*. Тим не менше, вже сьогодні цифрові рішення у системах вирощування культурних рослин дозволяють вирішувати багато складних питань та суттєво підвищувати рентабельність рослинництва.

Використання супутників чи дронів для аналізу стану посівів, управління господарською діяльністю, контролю якості проведення агротехнічних заходів є поширеною практикою. Багато господарств користуються послугами ІТ-компаній у виробничому процесі. Цифрові технології допомагають здійснювати комплексний моніторинг великих площ та вчасно приймати коректні технологічні рішення, що сприяють підвищенню рентабельності й продуктивності виробництва. Наприклад, щоб провести маршрутне обстеження одного поля площею до 100 га агроному потрібно щонайменше 3—4 години. Використовуючи супутниковий моніторинг агроном може за суттєво менший час оцінити стан посівів усього господарства. Прилад SoilScan працює на основі спектрального аналізу зразка ґрунту з подальшим використанням штучної нейронної мережі (ШНМ). Використовуючи SoilScan агроном може протягом півгодини оцінити наявність у ґрунті вуглецю, рН, основних елементів живлення, вмісту органічної речовини. Система Integra Scan проводить аналіз ізотопів ґрунту з подальшою обробкою за допомогою ШНМ. Згадані системи дозволяють побудувати карти поля щодо розподілу елементів живлення, вуглецю, а також карту відсоткового вмісту органічної речовини. Саме остання відкриває можливості диференційного внесення ґрунтових гербіцидів, норми внесення більшості яких залежать від вмісту органічної речовини. Широко використовуються N-тестер (SPAD-502 або аналогічні), ручний NDVI тестер, пенітрометри з GPS прив'язкою до місця вимірювання та можливістю отримання показників на різних глибинах ґрунту тощо. На основі одержаних даних за допо-

могою спеціальних програм будуються інтерактивні карти щільності ґрунту на полі.

Використання цифрових методів для контролю поширення бур'янів можна умовно розділити на три етапи.

Перший етап — моніторинг, визначення рівнів забур'яненості, видового складу, планування робіт по контролюванню. Використовуючи дані про погодні умови, типи ґрунтів, історію полів тощо, можна створювати моделі, які передбачають ймовірність появи, розповсюдження та рівні шкідливості бур'янів. Дослідники з Purdue University (США) розробили модель прогнозування росту бур'янів на основі даних про температуру, опади та інші кліматичні фактори. Ця модель була успішно застосована для прогнозування появи бур'янів на полях кукурудзи та сої, дозволяє фермерам вчасно вживати відповідних заходів [2].

Нині можливо проводити моніторинг рівнів забур'яненості за допомогою вегетаційних індексів на початкових етапах розвитку широкорядних культур. В цей період, за рахунок фону ґрунту, нормалізований диференційний вегетаційний індекс (NDVI) повинен мати низькі показники (0,2—0,3). На ділянках з високим рівнем індексу (більше 0,5), з великою часткою вірогідності, будуть знаходитися осередки забур'яненості [2].

Є можливість використовувати знімки RGB-камери з високим рівнем розподільчої здатності, які розміщують на дронах. Обліт поля дроном дозволяє оперативно зробити вибіркові знімки по всьому масиву поля. Потім ці знімки агроном може проаналізувати на комп'ютері, визначити видовий склад та рівень забур'яненості [2, 5].

Розвиток технологій комп'ютерного зору та машинного навчання відкрив нові можливості для виявлення та ідентифікації бур'янів за допомогою аналізу зображень. Спеціальні камери та сенсори, встановлені на сільськогосподарській техніці або безпілотних літальних апаратах

(БПЛА), можуть збирати зображення полів у високій розподільчій здатності. Ці зображення потім аналізуються за допомогою алгоритмів машинного навчання для виявлення та класифікації бур'янів за їхніми візуальними характеристиками. Одною з таких доробок є дослідження вчених з Wageningen University & Research (WUR) (Нідерланди), які розробили систему комп'ютерного зору для виявлення бур'янів на полях буряків цукрових (*Beta vulgaris* var. *Saccharifera* L.) з точністю визначення цільових об'єктів до 95%. Подібні системи були успішно застосовані для виявлення бур'янів на полях пшениці, кукурудзи та інших культур [6–8]. Одержана інформація може бути використана для створення карт розподілу бур'янів та цільового внесення гербіцидів лише в необхідних місцях, що зменшить їхнє загальне використання, витрати та сприятиме підвищенню рентабельності й продуктивності виробництва. Використовуючи супутниковий моніторинг, агроном може за менший час оцінити стан посівів усього господарства, а на окремих полях провести детальну оцінку завдяки фотокамерам з дрона (рис. 1). Переваги очевидні, але відсутність спеціальної інформації та методики використання цифрових даних в агрономічній практиці гальмує процес впровадження технологій.

Важливим аспектом моніторингу бур'янів є визначення стресового стану рослин. Залежність ефективності контролю виду рослини/ефективності гербіциду(дів) від фізіологічного стану/рівнів стресу у рослин бур'янів висока. Нагадаємо, що



Рис. 1. Обстеження квадрокоптером посіву культури для визначення рівнів забур'яненості

у всіх рекомендаціях по застосуванню гербіцидів є застереження щодо їхнього використання в період стресового стану посіву. Застосування цифрових рішень у визначенні рівнів стресового стану рослин культури/бур'янів є важливим у розробці ефективних систем контролювання бур'янів. Можливе використання методів вимірювання стресу рослин за допомогою PlantStress Meter, або визначення температури рослинного покриву тепловізійними камерами [2].

Другий етап — застосування машин з вбудованим обладнанням, яке здатне визначати рослини бур'янів у полі і знищувати їх. Поєднання технологій комп'ютерного зору та робототехніки дозволило розробити роботизовані системи прополювання. Ці системи використовують камери та алгоритми машинного навчання для виявлення рослин бур'янів серед рослин культури, а потім застосовують точні механічні або хімічні методи для їх видалення. Такі роботизовані системи можуть працювати автономно або під наглядом оператора, забезпечуючи ефективне та точне прополювання без використання гербіцидів або механічного обробітку.

Компанія Nano Technologies (Франція) розробила автономного робота-прополювача Oz, який здатний виявляти та видаляти бур'яни за допомогою механічних інструментів. Подібні роботизовані системи розробляються також в США, Японії [Blue River Technology (сьогодні Deere & Company); Yamaha Motor Co., Ltd.] та інших країнах.

Третім етапом у розвитку технології контролю бур'янів є поєднання різних цифрових методів в інтегровані рішення. Наприклад, системи точного землеробства, забезпечені даними щодо розподілу бур'янів, потім використовуються для керування роботизованими системами прополювання. Моделі прогнозування можуть допомагати визначати найкращі засоби, а аналіз зображень може забезпечувати постійний моніторинг та оцінку

ефективності проведених заходів та передбачати доцільність методів, що плануються.

Застосування диференційного внесення гербіцидів блокуватиме застосування мінімальних норм витрати і, тим самим, сприятиме запобіганню виникнення резистентності у біотипів бур'янів. Зазначимо, що домінування численних зареєстрованих гербіцидів з одним сайтом дії — переважно це інгібітори ацетолактатсинтази (АЛС) — зумовлює високий рівень небезпеки швидкого утворення резистентних до дії гербіцидів біотипів бур'янів й, відповідне, падіння рентабельності виробництва. В Україні в усіх ґрунтово-кліматичних зонах ідентифіковано шкідливі біотиipi АЛС-резистентних бур'янів. Встановлено, що імідазолінон-резистентний біотип злакового виду плоскухи звичайної крос-резистентний до широко уживаних гербіцидів класів сульфонілсечовин, триазолпіримідинів. При цьому суттєво обмежуються можливості хімічного контролю виду у посівах рису, пшениці, кукурудзи, соняшнику, сої тощо. Виявлено АЛС-резистентність у розповсюджених дводольних видів шириці загнутої та лободи білої до гербіцидів класу імідазолінонів — імазапіру та імазамоксу. Спостерігали крос-резистентність у біотипів бур'янів до гербіцидів — інгібіторів АЛС класу сульфонілсечовин, а також до похідного триазолінонів, до похідних триазолпіримідинів. Також виявлено АЛС-резистентність у біотипів сухоребрика Льозелів, канатника Теофраста, видів полевички тощо. Вперше в рослинництві України ідентифіковано мультирезистентний до гербіцидів інгібіторів ацетолактатсинтази і протопорфіриногеноксидази біотип бур'яну амброзії полинолістої на посівах соняшнику у Центральній частині та на Півдні України у 2022–2024 рр. [9–11].

Традиційно для контролю резистентних біотипів бур'янів використовують гербіциди чи їхні композиції з іншими механізмами дії. Економічно ефективними заходами запобігання виникненню

й розповсюдженню резистентних біотипів бур'янів є використання високоякісного насіння без домішок бур'янів, збільшення частки агротехнічних методів контролю бур'янів, відновлення сівозмін з обов'язковою ротацією гербіцидів, які відрізняються за механізмами дії, введення до сівозмін з домінуванням злаків дводольних/бобових культур [2, 11].

За даними міжнародної бази даних резистентності бур'янів перші випадки резистентності у бур'янів почали спостерігати на початку 70-х років попереднього століття [12]. З відтермінуванням у 10–15 років у виробництві почали ідентифікувати мультирезистентні (до 2-х та більше гербіцидів з різними механізмами дії) біотики бур'янів. Швидкість утворення нових моно(крос)резистентних та мультирезистентних біотипів бур'янів висока. Очевидним є висновок, що застосування композицій гербіцидів з різними механізмами дії лише відтермінує у часі необхідність вирішення проблеми резистентності [2, 11, 13]. Впродовж епохи створення та застосування гербіцидів залишилися невирішеними питання екологічної безпеки використання численних ксенобіотиків, серед яких, практично, не існує сполук, які в агрофітоценозах повністю метаболізують до простих молекул, що включаються у метаболізм мікроорганізмів.

Нині у рослинництві ще не можна відмовитися від традиційних методів обстеження. Хоча цифрові технології відкривають нові можливості для більш точного та ефективного контролю бур'янів, їх не слід розглядати як заміну традиційних методів, а радше — як доповнення до них. Поєднання цифрових та традиційних підходів може формувати нову комплексну та збалансовану стратегію контролю бур'янів, максимізувати переваги обох методів та мінімізувати їхні недоліки.

Важливо поєднувати цифрові методи з традиційними візуальними спостереженнями та експертними оцінками. Фахівці по захисту від бур'янів забезпечують додатковий контекст та

досвід, які корисні для інтерпретації даних, отриманих за допомогою цифрових технологій. Впровадження цифрових підходів у вирішенні численних проблем рослинництва також є перспективним для дослідження особливостей прояву фітотоксичності/селективності у виробничих умовах гербіцидів, або композицій гербіцидів.

Метою роботи було дослідити складові цифрових технологій для підвищення ефективності контролювання бур'янів й продуктивності посівів сільськогосподарських культур, скорочення витрат на технології вирощування та для забезпечення екологічної безпеки застосування гербіцидів.

Матеріали і методи. Дослідження склалися з трьох блоків:

1. Аналіз систем контролю присутності бур'янів у полях для створення інтелектуальних систем вибіркового внесення гербіцидів.
2. Визначення відмінностей фітотоксичності та селективності гербіцидів у виробничих умовах.
3. Аналіз даних з супутника для оцінювання рівнів забур'яненості посівів.

NDVI посівів визначали з використанням сервісу супутникового моніторингу Cropwise Operation. Дані, одержані із дрона, обробляли за допомогою програмного забезпечення від компанії SkyGlyph. У польових умовах величини індексу NDVI визначали приладом GreenSeeker (Trimble Agriculture). Вміст хлорофілу в листках рослин вимірювали за допомогою польового хлорофіломіру SPAD-502 (Konica Minolta, Японія) [2]. Показник стресу $Y(II)$, або реальний квантовий вихід електронного транспорту, який оцінює ефективний квантовий вихід фотохімічного перетворення енергії у ФСII, визначали за допомогою польового флуориметра $Y(II)$ meter & Plant Stress Kit (Opti-Science, США) та розраховували за формулою (Genty B., Harbinson J., 1996) [14]:

$$Y(II) = (F_m - F_s)/F_m,$$

де $Y(II)$ — показник стресу, або

реальний квантовий вихід електронного транспорту; F_m — значення імпульсу насичення, яке не адаптоване до темряви; F_s — рівень флуоресценції, створюваний актинічним світлом.

Результати оброблено статистично з використанням програми Microsoft Excel 2019 з StatPlus від AnalystSoft Inc. Version v.7.

Результати та обговорення.

1. Системи контролю присутності бур'янів у полях для створення інтелектуальних систем вибіркового внесення гербіцидів

Апарати від супутників до дронів мають низку переваг порівняно з традиційними методами фітосанітарного контролю полів щодо забур'янення, це — оперативне обстеження всього поля з виявленням місць забур'яненості, зменшення термінів обстеження, збільшення кількості облікових ділянок. За допомогою RGB-камер дронів можна проводити обстеження під різним кутом огляду, здійснювати облік у високорослих культурах. Збільшення облікових ділянок у цифровому форматі на моніторі дає змогу визначити тип забур'яненості та здійснити первинну оцінку видового складу. Також, за побудови детальної карти забур'яненості регіону/поля/ділянки, можна обґрунтовано зменшувати площі внесення гербіцидів.

Створено програми, які дають можливість виділити площу поля під основною культурою та точно визначити площу покриття бур'янами. На основі цих даних формується мапа рівнів забур'яненості та розподілу видів рослин по полю і планується диференційне внесення гербіцидів. Обприскувач, на основі даних цифрової мапи, буде призупиняти внесення препарату на ділянках, де бур'ян відсутній. Звертаємо увагу, що недоцільно зменшувати норми використання препаратів залежно від щільності стеблостою. Критичною для належного прояву фітотоксичності й селективності гербіцидів є концентрація діючої речовини,

або (зарєєстрована) доза внесення токсиканту, зниження якої зумовлює втрату ефективності й сприяє утворенню резистентних біотипів бур'янів.

Після зімкнення рядків культурної рослини ідентифікація бур'янів RGB-камерою стає неможливою. В той же час, можна побудувати мапу забур'яненості, поєднуючи непрямий метод (індексну карту стану рослин) та пряме маршрутне обстеження на ділянках в різним рівнем вегетаційного індексу. Спостерігається пряма залежність між щільністю забур'янення видами та рівнем вегетаційного індексу.

Зазначимо, що створення/пошук модельних ділянок, заповнення коректної бази даних — це багаторічна і високоартісна робота. Слід враховувати й гетерогенність модельних ділянок в різних регіонах. Часто на знімках з надвисокою деталізацією можуть виникати сторонні оптичні ефекти. Наприклад, завдяки змінам у позиціонуванні, ділян-

ки листків соняшнику можуть мати темніший колір, що не дозволяє коректно ідентифікувати види культурної рослин(и) та бур'янів. Витрати на дослідження й отримані результати при цьому не відповідають головній меті — зменшити витрати часу на проведення обстеження [15, 16]. Тому виробничники використовують переважно RGB-камери, щоб отримати ортофотознімки для подальшого візуального аналізу. Подібні технології активно впроваджуються на теренах нашої країни. На рисунку 2 наведено один з таких цифрових обприскувачів, які вже працюють на полях України. Вбудовані камери та штучний інтелект для обробки інформації з камер дозволяють визначати зони забур'яненості *on-line* і вносити препарат безпосередньо на цільові рослини бур'янів. Таким чином, розчин гербіциду менше потрапляє на рослини культури, що є складовою підвищення селективності та екологічної безпеки використан-

ня ксенобітиків, а економія витрати гербіцидів може сягати 80% залежно від рівнів забур'яненості ділянок поля.

Для виявлення бур'янів проводили зйомку з квадрокоптера. За один виліт протягом 20—25 хв коптер здатний провести зйомку 30—40-ка облікових точок, що набагато оперативніше у порівнянні з 2—3-ма годинами маршрутного обстеження. Зазначимо, для того щоб визначити видовий склад і фази розвитку бур'янів часто потрібно знизити висоту зйомки до кількох сантиметрів від верхівок рослин [2].

На рисунку 3 а наведено індексну карту, на якій стрілками з номерами позначено точки обліку. На фотографії ліворуч видно стан забур'яненості у кожній точці з різними індексами. У подальшому в цих точках було проведено зйомку з дрона RGB-камерою та підраховано чисельність бур'янів на 1 м² з накладанням віртуальної вимірювальної рамки (рис. 3 б). У даних точках провели також облік бур'янів традиційним способом візуально, з використанням на полі вимірювальної рамки (рис. 3 в). Порівняльні дані наведено в таблиці 1. За визначення бур'янів RGB-камерою дрона (I) та візуально (II) різниця між методами обліку не є суттєвою, загальна кількість бур'янів відрізняється не більше, ніж на 4%.

Слід зауважити, що точність визначення виду рослини зале-



Рис. 2. Обприскувач з інтелектуальною системою вибіркового внесення гербіциду, Київська обл., 2024 р.

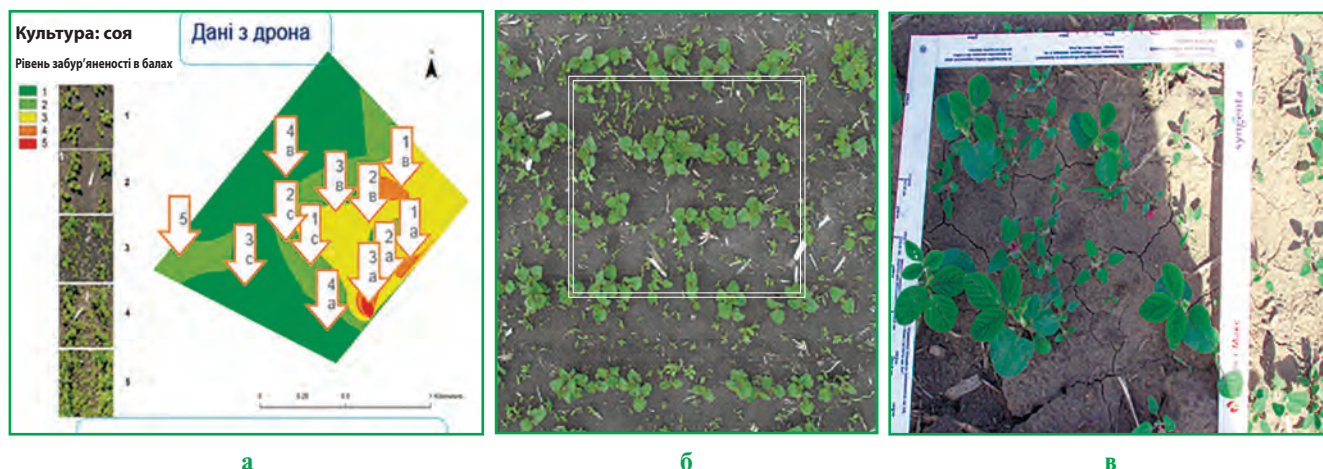


Рис. 3. Облік бур'янів у полі за допомогою дрона, Полтавська обл., 2021 р.: а — індексна карта поля; б — знімок, зроблений RGB-камерою з віртуальною рамкою; в — візуальний облік бур'янів у полі

1. Обстеження рівнів забур'яненості у посівах сої, Полтавська обл., 2021 р.

Координати точки відбору	Кількість бур'янів, шт./м ² , визначена за допомогою RGB-камери дрона (I) та візуально (II)													
	<i>Chenopodium album</i> L.		<i>Polygonum aviculare</i> L.		<i>Raphanus raphanistrum</i> L.		<i>Setaria</i> spp.		<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.		<i>Cirsium arvense</i> L.		Загалом	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
3с	12	11	0	0	4	4	2	2	0	0	0	0	18	17
5	63	61	6	6	0	0	4	4	0	0	0	0	73	71
4а	34	34	7	7	0	0	4	4	0	0	0	0	45	45
3а	74	72	210	201	0	0	0	0	0	0	0	0	284	273
2а	96	92	165	159	0	0	4	4	0	0	0	0	265	255
1а	10	10	72	69	0	0	3	3	0	0	16	16	101	98
2в	21	21	44	41	0	0	5	5	15	15	0	0	85	82
3в	75	71	10	10	0	0	4	4	0	0	0	0	89	85
1в	96	92	0	0	0	0	12	12	7	7	0	0	115	111
1с	13	13	0	0	6	6	0	0	12	10	0	0	57	55
2с	25	25	0	0	0	0	13	13	6	6	0	0	51	51
4в	5	5	0	0	0	0	35	32	4	4	0	0	44	41
Разом	524	507	514	493	10	10	86	83	44	42	16	16	1227	1184

жатице від якості RGB-камери, висоти зйомки, можливості програмного забезпечення та інших складових. Наразі обстеження забур'яненості проходило за таким алгоритмом:

- аналізували індексні карти (одержані зі супутника або після сканування поля дрона);
- визначали координати місць із різним рівнем розвитку рослин. У цих точках проводили RGB-зйомку на низькій висоті, щоб мати чітке зображення;
- після «зшивання» фотографій підраховували нетипові рослини та видовий склад на моніторі комп'ютера.

Важливо порівняти ступінь забур'яненості на ділянках з різними значеннями NDVI, щоб визначити, що саме бур'яни є головним чинником змін величин вегетаційного індексу. Якщо є кореляція між ділянками з різними величинами вегетаційного індексу та рівнем забур'яненості, тоді саме бур'яни є лімітуючим фактором розвитку культурної рослини в полі.

Нині здійснюються успішні спроби машинної обробки показників забур'яненості поля: бур'яни програмно виділяються в одну групу, решта рослин — в другу (рис. 4). Навчити машинний зір визначати один вид рослин (саме

культури) це вже посильна задача для сучасних програм, на відміну від завдання відрізнити сотні видів інших рослин. При цьому можемо визначити приблизну площу під бур'янами.

Спроби визначати види за допомогою знімків (спектральних або візуальних) до останнього часу не мали успіху через суттєві величини похибок, тому цей напрям поки що активно досліджується. Штучні нейронні мережі знімок рослини, зроблений під різними кутами, з відмінностями в освітленні чи в різні години дня, сприймають як різні види рослин. Суттєво ускладнює вирішення питання ідентифікації швидкий ріст та розвиток рослин, відповідно, й постійні

морфологічні зміни. Зазначимо, що визначення видового складу бур'янів є важливою умовою точного вибору гербіциду або композиції гербіцидів, адже в кожного гербіциду свої відмінності у рівнях фітотоксичності та селективності щодо окремих біотипів рослин, тому без визначення їхніх видів і стадії розвитку важко коректно обрати ефективну тактику контролювання небажаної рослинності.

На основі досліджень поля можна створити карту забур'яненості, на якій видно ділянки, покриті небажаною рослинністю, та чисті від злісних бур'янів. Після визначення рівня засмічення поля чи окремих ділянок поля небажаною рослинністю стає



Рис. 4. Відокремлення бур'янів від культури в «машинному зорі». Полтавська область, 2021 р.

зрозумілою доцільністю обробки та можливий обґрунтований вибір гербіциду чи композиції гербіцидів для подальшого диференційного внесення препаратів.

2. Визначення відмінностей фітотоксичності та селективності гербіцидів у виробничих умовах

Класичним й мабуть першим питанням хімічного контролю бур'янів є вибір найбільш ефективного гербіциду. Важливо не тільки оцінити ефективність препарату проти бур'янів, але й визначити вплив препарату на культурну рослину, швидкість усунення шкідливого впливу бур'янів на культуру. Такою загальною оцінкою може бути динаміка розвитку рослин, яку визначають за показниками різних вегетаційних індексів. Перевагою даного підходу також є можливість побачити ці відмінності на всьому масиві поля, а не на окремих вибірках. Порівнюємо ефективність гербіцидів: обидва

є композиціями АЛС-інгібіторів флуметсулам, 100 г/л + флорасулам, 75 г/л та флуметсулам, 120 г/л + флорасулам, 80 г/л (назвімо їх умовно композиції Г1 і Г2, відповідно), у препаративній формі концентрат суспензії, нормі внесення 0,05 л/га, на посівах пшениці озимої. Щоб визначити відмінності ефективності двох даних композицій провели комплексне обстеження ділянок щодо особливостей розвитку рослин за допомогою NDVI-сканера. Обстеження показали, що на ділянці з композицією Г1 на третій день після внесення вегетаційний індекс був вищим на 6%, порівняно з Г2. Це свідчить, що рослина легше перенесла гербіцидне навантаження від композиції Г1. Кращий розвиток рослин культури згодом вплинув і на ефективність (рис. 5). За аналізу стану рослин на всьому масиві відзначаємо, що за використання композиції Г1 площа з низьким індексом (менше 0,5) була на 10% меншою ніж після композиції Г2.

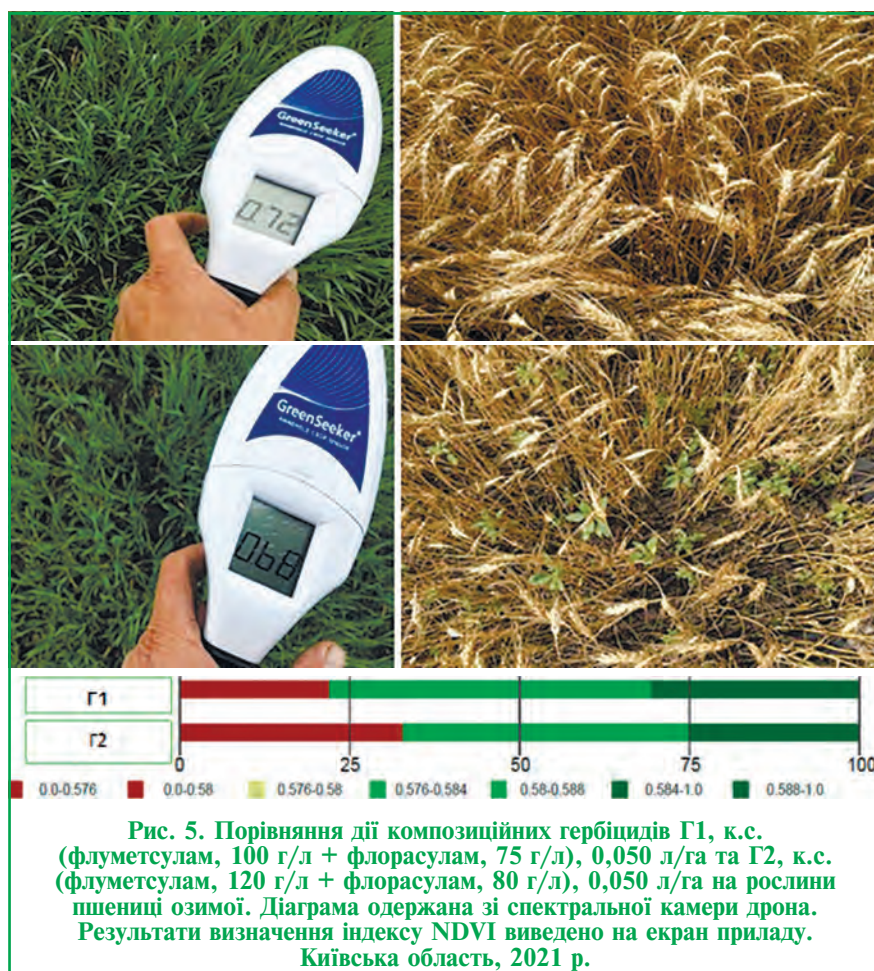
І навпаки площа з високим рівнем розвитку (вегетаційний індекс $\geq 0,6$) була на 10% вищою.

На початковому етапі, після внесення препаратів, різниці (за візуальною оцінкою) в ефективності не було, а згодом виявилось, що композиція Г1 менш фітотоксична до пшениці озимої й у неї подовжена дія порівняно з композицією Г2. Врожайність під час збирання врожаю на ділянці з Г1 була на 3 ц/га вищою, ніж на ділянці з Г2.

Цифрові рішення дозволяють визначати прояви активності практично одразу після застосування пестицидів. Вимірювання стресу рослин важливе для оцінювання умов використання гербіцидів, також даний підхід стає в нагоді, коли потрібно оцінити дію деяких препаратів у виробництві. Багато сучасних гербіцидів мають повільну реалізацію фітотоксичності, що унеможливує візуальне оцінювання ефективності дії одразу після застосування. Візуально неможливо визначити ефективність флуметсуламу з флорасуламом за кілька днів після внесення, на відміну від застосування, наприклад діалену чи гліфосату. Також, практично неможливо візуально визначити відмінності у селективності багатьох діючих речовин гербіцидів щодо широкого переліку видів бур'янів, особливо проти тих видів/резистентних біотипів, які виживають після застосування гербіциду або композиції гербіцидів.

У традиційному підході до визначення ефективності використання гербіцидів часовий інтервал, необхідний для визначення дії гербіциду, становить, наприклад для АЛС-інгібіторів, від 1—2 тижнів і більше. Проте існують підходи до використання детектування змін фотосинтетичних показників, як інтегрального показника визначення проявів дії гербіцидів, навіть, якщо вони й не є селективними інгібіторами фотосистем (ФС) I чи II у рослин.

У виробничих умовах проводили визначення дії гербіцидів шляхом детектування вмісту



хлорофілу, величин NDVI та показника стресу Y(II).

Композиція гербіцидів флуметсулам + флорасулам ефективно контролює види дводольних бур'янів: сухоребрик Льозеліїв, мак дикий, осот рожевий тощо у посівах зернових колосових культур (рис. 6—8).

За визначення вмісту хлорофілу, через тиждень після обробки, відмінностей між обробленим варіантом та контролем не виявлено (величина SPAD-індексу). Також, за тиждень не виявлено суттєвих відмінностей у величинах NDVI. В той же час, показник стресу Y(II), або реальний квантовий вихід електронного транспорту ФС II є достатньо чутливим та інформативним для визначення відмінностей у фотосинтетичній активності рослин бур'янів та, відповідно, загальній оцінці експрес-визначення ефективності/селективності дії гербіциду на посіві (табл. 2).

3. Аналіз даних із супутника для оцінювання рівнів забур'яненості посівів

У сучасному рослинництві широко використовуються дані супутників для оцінки стану посівів протягом вегетаційного сезону. Наприклад, USDA Foreign Agricultural Service регулярно наводить цю інформацію (NDVI, Terra-MODIS) для теренів України у відкритому доступі [17]. Наведемо приклад використання супутникового знімка для оцінки забур'яненості поля. На початкових фазах розвитку кукурудзи спостерігаємо високий рівень індексу NDVI (0,4—0,5). Такий ви-



Рис. 6. Ефективність композиції флуметсулам + флорасулам у контролюванні сухоребрика Льозеліїв (*Sisymbrium Loeselii* L.): справа — контроль. Київська область, 2021 р.



Рис. 7. Ефективність композиції флуметсулам + флорасулам у контролюванні маку дикого (*Papaver rhoeas* L.): справа — контроль. Київська область, 2021 р.



Рис. 8. Ефективність композиції флуметсулам + флорасулам у контролюванні осоту рожевого (*Cirsium arvense* (L.) Scop.): справа — контроль. Київська область, 2021 р.

сокий показник NDVI сформував рівень забур'яненості (рис. 9). На початку вегетації культури рослини бур'янів активно розвивалися і визначали високі рівні вегетаційного індексу посіву. У цей

період розвитку посіву рослини культури лише сходять, тому на чистому від бур'янів полі рівні вегетаційного індексу NDVI повинні бути не вище 0,2.

Величина NDVI посіву у полі суттєво змінилася після внесення гербіциду: швидко знизився до 0,25—0,30, сама культура знаходиться ще на початкових фазах розвитку, а основний фон — грунт (рис. 9, нижні фото). Таким чином, мультиспектральні знімки можуть бути використані для створення карт поширення бур'янів на полях за раннього розвитку широкорядних культур, що дозволяє фермерам визначити зони з високими рівнями забур'янення та вчасно проводити відповідні заходи.

2. Особливості впливу композиції флуметсулам, 100 г/л + флорасулам, 75 г/л, концентрат суспензії, 0,050 л/га на рослини бур'янів. Київська область, 2021 р.

Види бур'янів	SPAD-індекс	NDVI	Показник стресу Y(II)
<i>Sisymbrium Loeselii</i> L.	48,1 ^a /47,5 ^a	0,51 ^a /0,50 ^a	0,071 ^a /0,350 ^b
<i>Papaver rhoeas</i> L.	44,1 ^a /44,4 ^a	0,44 ^a /0,41 ^a	0,707 ^a /0,301 ^b
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	39,4 ^a /38,8 ^a	0,77 ^a /0,75 ^a	0,718 ^a /0,374 ^b
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	41,0 ^a /39,7 ^a	0,68 ^a /0,67 ^a	0,773 ^a /0,445 ^b

Примітка: контроль/варіант; середні значення показника позначені однаковими літерами свідчать про недостовірну різницю за $P < 0,05$; за 7 діб після обробки. SPAD-індекс — вміст хлорофілу, відносних одиниць SPAD (Konica-Minolta SPAD-502); NDVI — нормалізований диференційний вегетаційний індекс (Normalized Difference Vegetation Index), кількісний показник величини фотосинтетичної активної біомаси; показник стресу Y(II) — реальний квантовий вихід електронного транспорту ФС II у листках (Opti-Sciences), розраховували за формулою $(F_m - F_c)/F_m$ [14]

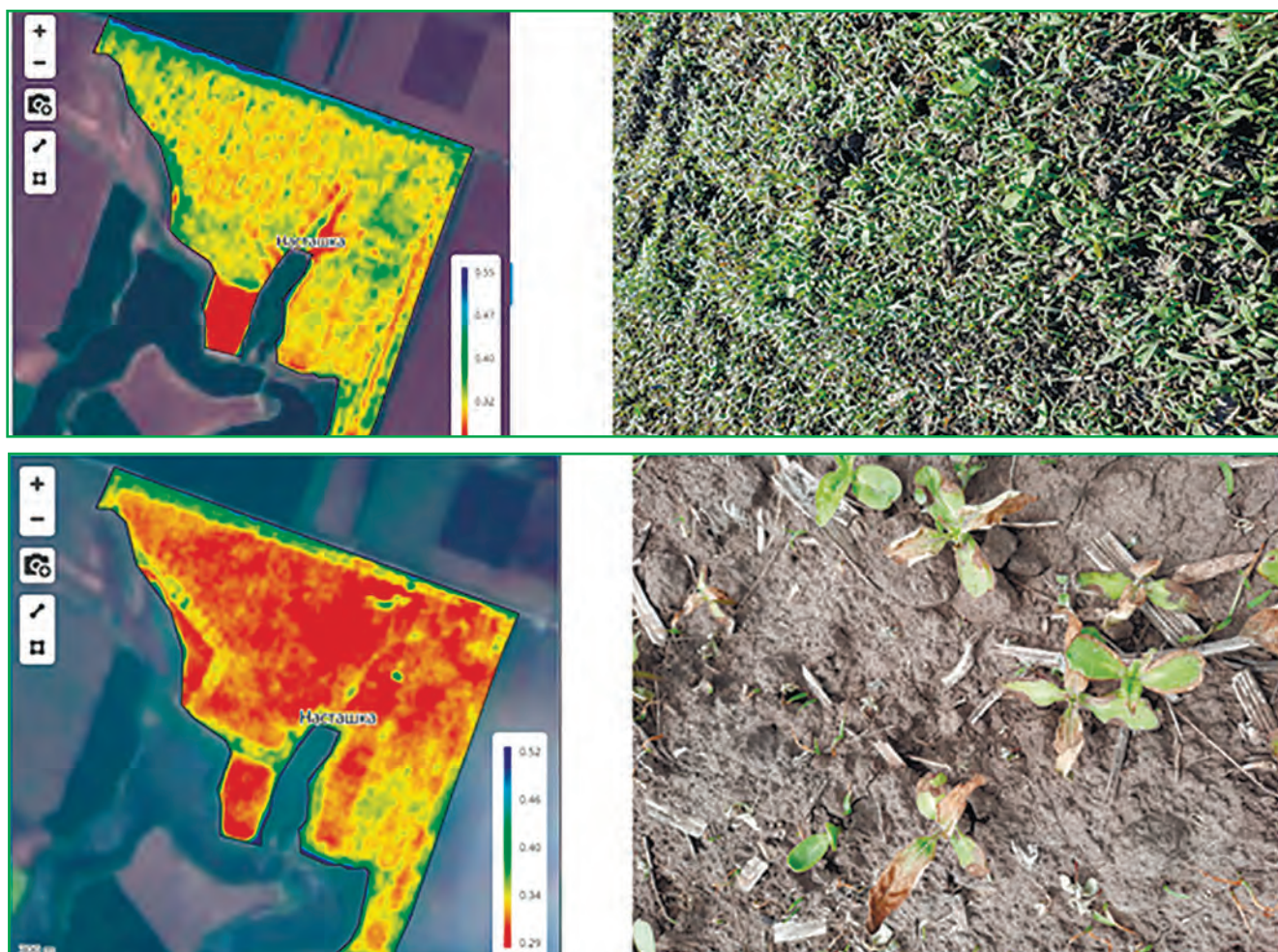


Рис. 9. Знімки із супутника. Показники вегетаційного індексу NDVI на забур'яненому полі (фото зверху) та після внесення гербіциду (фото внизу). Київська обл., 2021 р.

ВИСНОВКИ

Застосування цифрових методів для вдосконалення систем контролювання забур'янення полів є невід'ємною складовою розвитку технологій вирощування сільськогосподарських культур у сучасному рослинництві. Цифрові методи дають можливість зменшити рівні використання гербіцидів, знизити витрати на технології вирощування, підвищити врожайність та розвивати сільське господарство у напрямках сталого та екологічно безпечного виробництва. Нові погляди на вдосконалення контролю бур'янів за впровадження цифрових технологій, штучного інтелекту та нейронних мереж — основа для підвищення урожаїв, ефективності використання ресурсів у сільському господарстві, скорочення викидів парникових газів. Створення і впроваджен-

ня цифрових технологій у рослинництві дозволяє отримувати суттєво більше інформації про поточний стан посівів й оптимізувати витрати для одержання максимально можливих врожаїв в умовах регіону. Незважаючи на значний прогрес у цій галузі, впровадження цифрових методів у контролюванні бур'янів все ще стикається з певними викликами. Необхідно забезпечити надійність та точність технологій, а також доступність.

Розвиток мультиспектральних підходів у визначенні видів рослин дозволить не тільки вдосконалювати системи контролювання бур'янів гербіцидами, але й, можливо, оперативно визначати присутність/виникнення резистентних біотипів бур'янів на полях. Впровадження цифрових технологій є ключовою складовою розвитку сучасного рос-

линництва на шляху підвищення рентабельності, продуктивності та якості врожаю за зниження впливу агровиробництва на екосистеми, а також за суттєвого зниження витрат на технології вирощування.

Нові погляди на функціонування біоценозів за впровадження цифрових технологій, штучного інтелекту та нейронних мереж — основа для підвищення урожаїв, ефективності використання ресурсів у сільському господарстві, скорочення викидів парникових газів.

Фінансування: дослідження проведені відповідно до виконання наукової роботи «Основи раціонального живлення та захисту для підвищення продуктивності пшениці озимої та інших сільськогосподарських культур», державний реєстраційний номер

роботи 0119U002235; а також згідно з планами дослідів ТОВ Сингента-Україна.

Конфлікти інтересів: автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Моргун В.В., Швартау В.В., Коновалов Д.В., Михальська Л.М., Скрипльов В.О. Клуб 100 центнерів. Сучасні сорти та системи живлення і захисту пшениці озимої. Видання XI. Наук. видання. Київ: Вістка, 2022. 106 с.
2. Зозуля О.Л., Швартау В.В., Михальська Л.М., Ковель О.Л., Гнатієнко Г.М., Снитюк В.С., Домрачев В.М., Тменова Н.П. Сучасні методи цифрового моніторингу в рослинництві. Монографія. Київ: «Від А до Я», 2023. 254 с.
3. Balasundram S.K., Shamshiri R.R., Sridhara S., Rizan N. The Role of Digital Agriculture in Mitigating Climate Change and Ensuring Food Security: An Overview. *Sustainability*. 2023. 15. 5325. <https://doi.org/10.3390/su15065325>
4. Lindquist J.L., Mortensen D.A., Clay S.A., Schmenk R., Kells J.J., Howatt K., Westra P. Stability of corn (*Zea mays*)-velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) interference relationships. *Weed Science*. 1966. 44(2). 309-313. <https://doi.org/10.1017/s0043174500093930>
5. Esposito M., Crimaldi M., Cirillo V., Sarghini F., Maggio A. Drone and sensor technology for sustainable weed management: a review. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 2021. 8. 18. <https://doi.org/10.1186/s40538-021-00217-8>
6. Nieuwenhuizen A.T., Hofstee J.W., van Henten E.J. Adaptive detection of volunteer potato plants in sugar beet fields. *Precision Agriculture*. 2010. 11(5). 433-447. <https://doi.org/10.1007/s11119-009-9138-9>
7. Gerhards R., Christensen S. Real-time weed detection, decision making and patch spraying in maize, sugarbeet, winter wheat and winter barley. *Weed Research*. 2003. 43(6). 385-392. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2003.00349.x>
8. Dille J., Milner M., Groetke J., Mortensen D., Williams M. How good is your weed map? A comparison of spatial interpolators. *Weed Science*. 2009. 51. 44-55. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2002\)051\[0044:HGIYWM\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2002)051[0044:HGIYWM]2.0.CO;2)
9. Mykhalska L.M., Schwartau V.V. Identification of acetolactate synthase resistant *Amaranthus retroflexus* in Ukraine. *Regulatory Mechanisms in Biosystem*. 2022. 13(3). 231-240. <https://doi.org/10.15421/022230>
10. Schwartau V.V., Mykhalska L.M., Makoveychuk T.I., Tretiakov V.O. Identification of a herbicide-resistant biotype of *Echinochloa crus-galli* in Ukraine. *Biosystems Diversity*. 2023. 31(3). 297-304. <https://doi.org/10.15421/012334>
11. Швартау В.В., Михальська Л.М. Крос- та мультирезистентність у бур'янів до дії гербіцидів в Україні. Карантин і захист рослин. 2023. 3(274). 3-9. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2023.3.3-9>
12. Heap I. The International Herbicide-Resistant Weed Database. 2024. URL: www.weedscience.org
13. Gao W.-T.; Su W.-H. Weed Management Methods for Herbaceous Field Crops: A Review. *Agronomy* 2024. 14. 486. <https://doi.org/10.3390/agronomy14030486>
14. Genty B., Harbinson J. 1996. Regulation of light utilization for photosynthetic electron transport. In: *Photosynthesis and the Environment*. Ed. N.R. Baker. Dordrecht: Kluwer Acad. Publishers, pp. 67-99. https://doi.org/10.1007/0-306-48135-9_3
15. Mesías-Ruiz G., Borra-Serrano I., Peña-Barragán J.M., De Castro A., Fernandez-Quintanilla C., Dorado J. Weed species classification with UAV imagery and standard CNN models: Assessing the frontiers of training and inference phases. *Crop Protection*. 2024. 182. 106721. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2024.106721>
16. Mesías-Ruiz G., Pérez-Ortiz M., Dorado J., De Castro A., Peña-Barragán J.M. Boosting precision crop protection towards agriculture 5.0 via machine learning and emerging technologies: A contextual review. *Frontiers in Plant Science*. 2023. 14. 1143326. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1143326>
17. USDA Crop Explorer. URL: <https://ipad.fas.usda.gov/cropeplorer/imageview.aspx?regionid=umb>

¹**Schwartau V.**

ORCID: 0000-0001-7402-5559

¹**Mykhalska L.**

ORCID: 0000-0002-0677-5574

²**Zozulya O.**

ORCID: 0000-0003-3500-3423

¹*Institute of Plant Physiology and Genetics of NAS of Ukraine, 31/17*

Vasilkivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

²*Syngenta Ukraine, 120/4 Kozatska str., Kyiv, 03022, Ukraine*

Digital methods in weed control

Goal. Explore the components of digital technologies to increase the efficiency of weed control and crop productivity, reduce the cost of cultivation technologies, and ensure the environmental safety of herbicide use. **Methods.** The Normalised Differential Vegetation Index (NDVI) of the crops was determined using the Cropwise Operation satellite monitoring service. In field conditions, NDVI values were determined with the GreenSeeker device (Trimble Agriculture). Chlorophyll content in plant leaves was measured using a SPAD-502 field chlorophyll meter (Konica Minolta, Japan). The stress index Y(II) or real quantum yield of electron transport, which estimates the effective quantum yield of photochemical energy conversion to FSII, was determined using a field fluorometer Y(II) meter & Plant Stress Kit (Opti-Science, USA). The results were statistically processed. **Results.** Examples of the use of digital technologies in crop production to improve weed control systems are presented. Sprayers with intelligent systems for identification of weeds and targeted application of herbicides are being actively implemented in crop production. It has been shown that

the combination of flumetsulam + florasulam herbicides effectively controls dicotyledonous weeds such as Lözeli's dry rib, wild poppy, pink thistle, etc. For the determination of chlorophyll content (the value of the SPAD index) one week after treatment, the differences between the treated variant and the control were not removed. No significant differences were also found in the NDVI values. At the same time, the stress indicator Y(II), or the real quantum yield of electron transport of FSII, is quite sensitive and informative for determining differences in photosynthetic activity of weed plants and, accordingly, for a general rapid assessment of the efficacy/selectivity of the herbicide on the crop. An example of the use of satellite data to assess the weediness of a field is presented. In the early stages of maize development, a high level of NDVI index (0.4—0.5) was observed when weeds were actively developing, and correspondingly high levels of crop vegetation index were recorded. The NDVI value of the crop in the field changed significantly after the herbicide application: the index value decreased rapidly to 0.25—0.30. Multispectral (satellite) imagery can therefore be used to produce maps of weeds in fields during the early development of wide-row crops, allowing farmers to identify areas with high levels of weed infestation and apply targeted measures in good time. **Conclusions.** The use of digital methods to improve weed control systems is an integral part of the development of cultivation technologies in modern crop production. Digital methods make it possible to reduce the use of herbicides, lower the cost of cultivation technologies, increase yields and develop agriculture towards sustainable and environmentally friendly production. The development of multispectral approaches in the identification of plant species is promising not only for the improvement of weed control with herbicides, but also for the operational determination of the presence/emergence of resistant weed biotypes in the fields. The implementation of digital technologies (diginomics) or digitalization is a key component of the development of modern crop production on the way to increasing the profitability, productivity and quality of the crop for reducing the impact of agricultural production on ecosystems, as well as for significantly reducing the costs of growing technologies.

diginomics; crop production; productivity; weed control

Надійшла до редакції: 10.06.2024

Прийнята до друку: 30.07.2024

Надруковано й опубліковано онлайн:
жовтень 2024

ЕФЕКТИВНІСТЬ ДІЇ ПЕРОКСИДУ сечовини проти раку та глободерозу картоплі

Мета. Визначення ефективності дії препарату Пероксиду сечовини, кр. п., (комплексне хімічне з'єднання карбаміду, 65% та перекису водню, 35%) на життєздатність зооспорангіїв збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. та цист золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди *Globodera rostochiensis* (Wollenweber). **Методи.** Лабораторний (закладання лабораторних дослідів з вивчення ефективності Пероксиду сечовини (ПС) проти збудників раку та глободерозу картоплі), польові (вивчення ефективності препарату проти збудників даних хвороб у польових умовах), фітопатологічні (виявлення та ідентифікація збудників хвороб), математико-статистичний (обробка результатів досліджень). Технічну ефективність визначали згідно з «Методики випробування та застосування пестицидів» (Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П. та ін., 2001). Досліди проводили на сприйнятливому до раку та глободерозу сорті картоплі Поліська рожева. **Результати.** Ефективність дії ПС, кр. п. проти збудника раку картоплі *S. endobioticum* за норм витрати 50—150 кг/га варіювала у межах 53,2—78,3%. Ефективність дії ПС, кр. п. проти глободерозу картоплі, який викликається *G. rostochiensis*, становила 71,4—81,9% залежно від норми витрати препарату. **Висновки.** Застосування ПС, кр. п. за норм витрати 50—150 кг/га сприяло зменшенню кількості життєздатних зооспорангіїв збудника раку картоплі з 58 до 24 шт. в 1 г ґрунту. Ефективність дії склала 53,2—78,3%. За використання даного препарату проти золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди ефективність становила 71,4—81,9%, кількість цист *G. rostochiensis* зменшилась від 120 до 14 шт. у 100 см³ ґрунту. ПС, кр. п. дозволяє знизити щільність популяції збудників раку та глободерозу (*G. rostochiensis*) у ґрунті і рекомендується для контролю даних хвороб в осередках поширення.

картопля; рак; глободероз; золотиста картопляна цистоутворююча нематода; пероксид сечовини; зниження чисельності; ефективність дії

А.Г. ЗЕЛЯ,
кандидат біологічних наук

Т.Й. МАКАЛ

Г.В. ЗЕЛЯ

Українська науково-дослідна станція
 карантину рослин ІЗР НААН
 вул. Наукова, 1, с. Бояни Чернівецького
 району Чернівецької області, 60321

Картопля, згідно з даними FAO Statistical Yearbook 2023 — World Food and Agriculture, за обсягами виробництва посідає четверте місце серед основних продовольчих сільськогосподарських культур світу після рису, пшениці та кукурудзи [1]. Україна у трійці лідерів за валом виробництва картоплі (21,4 млн т) після Китаю (94,4 млн т) та Індії (54,2 млн т) [2].

Згідно з даними Держкомстату на 2021 р. площі під картоплею в Україні становили 1319 тис. га, а середня врожайність склала 171 ц/га, що є нижчим за середню у світі. Причиною є використання неякісних пестицидів і добрив, недотримання технологій вирощування (порушення сівозмін, картопля вирощується у монокультурі). Внаслідок цього спостерігалось значне збільшення присутності хвороб та шкідників [3].

Згідно з директивами ЄС, скорочення наявності збудників хвороб та шкідників у вогнищах залишається основним завданням для картоплярів [4].

До небезпечних карантинних хвороб картоплі в Україні та у світі відносяться рак, збудником якого є *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival [5] та глободероз, який викликається золотистою картопляною цистоутворюючою нематодою *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923)

та блідою картопляною цистоутворюючою нематодою *Globodera palida* (Stone, 1973) [6].

Станом на 01.01.2024 р. рак картоплі розповсюджений у 5-ти областях України: Волинська, Львівська, Закарпатська, Івано-Франківська та Чернівецька, 15-ти районах, 205-ти населених пунктах, 7794-х присадибних ділянках на площі 2314,41 га.

Бліда картопляна цистоутворююча нематода *Globodera palida* (Stone) в Україні відсутня, а золотиста виявлена у 15-ти областях: Вінницька, Волинська, Житомирська, Закарпатська, Івано-Франківська, Київська, Львівська, Одеська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Хмельницька, Черкаська, Чернівецька та Чернігівська, 35-ти районах, 594-х населених пунктах, 8694-х присадибних ділянках на площі 2892,26 га [7].

З початком війни в Україні, коли багато полів було заміновано і виведено з використання внаслідок бойових дій з російськими окупантами та руйнації, не було можливості їх обробляти, тому загальне виробництво картоплі з 2022 р. значно зменшилось.

Для контролю поширення раку та глободерозу картоплі використовують різні засоби: агротехнічні, хімічні та біологічні, направлені на знищення їх у ґрунті. Кожен з них має визначені особливості використання, позитивні та негативні характеристики і використовується залежно від інфекційного навантаження у ґрунті, типу господарства, агрометеорологічних факторів, агротехніки, різновидності ґрунту.

Ефективним заходом контролю збудників хвороб картоплі є впровадження в аграрне виробництво стійких сортів культури та використання хімічних і біологічних препаратів [8—10].

Для захисту картоплі від збудника раку науковці Sakir E. та Demirci F. запропонували використати фамоксадон + цимоксаніл (22,5% + 30,0%), які мають фунгіцидну дію і здатні захищати картоплю від хвороби на 100% [11].

Високу ефективність проти збудника раку показали онієві похідні 4-аріл-5-метоксикарбоніл-3,4-дигідропіримідин-2-ону, біологічні препарати Фітодоктор, р. (живі клітини та спори бактерії *Bacillus subtilis* вдосконаленого штаму BS 323 з титром живих клітин не менше 5×10^9 КУО/мл та продукти їхнього метаболізму: фітогормони, амінокислоти, антибіотики) та Планриз, р. (бактерії *Pseudomonas fluorescens* AP-33 з титром не нижче 4×10^9 КУО/см³ і біологічно-активними речовинами: феназин-карбонів кислоти, сидерофори, цитокиніни), які дають змогу за 3—5 років зменшити кількість життєздатних зооспорангіїв патогену у ґрунті [12].

Антимікробну та протигрибкову активність синтезованих піримідинових сполук виявили О.В. Кушнір, А.В. Гуменна, М.В. Вовк на тест-культури стандартних штамів мікроорганізмів *Staphylococcus aureus* ATCC 25922 та *Candida albicans* ATCC 885-653 і запропонували синтез нових піримідинових сполук [13].

Для ліквідації осередків глободерозу А.Г. Бабич, О.А. Бабич, А.О. Статкевич та В.А. Бондар [14] пропонують застосовувати систему екологічно безпечних заходів захисту: вирощування стійких проти глободерозу сортів картоплі, насиченість сівозмінні бобовими та капустяними олійними культурами, внесення гною у поєднанні з соломою та сидератами, збільшення норм внесення фосфорних та калійних добрив на 25%, обробка бульб препаратами Круїзер FS, т.к.с. (тіаметоксам, 350 г/л), 0,3 л/т, Аверком Нова (комплекс природних мажорних авермектинів А1, А2, В1 и В2 (0,01%), виділених з ґрунтового стрептоміцета *Streptomyces avermitilis*), 0,04 л/т або Аверстим (комплекс природних авермектинів), 1 л/т.

Для захисту насаджень картоплі від альтернатозу М.П. Соломійчук, А.Т. Гаврилук, М.Й. Піковський, М.М. Кирик рекомендують застосовувати комбінації препаратів:

- Мікохелп, п., (суміш клітин бактерій *Bacillus subtilis*, *Azotobacter chroococcum*, *Enterobacter* sp., *Enterococcus* sp. і гриби *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma viride*) 2 л/т, + Humat ultra, р., (екстракт морських водоростей, 2 л/т);
- Триходермін, п., (спори і міцелії гриба роду *Trichoderma viride*), 2 л/т + Humat ultra;
- Планриз, в.к., (бактерії *Pseudomonas fluorescens* AP 33) 2 л/т + Humat Ultra;
- Paurin, в.к. (*Pseudomonas fluorescens*, синт. у Інституті генетики, фізіології та захисту рослин, Молдова), 2 л/т + Humat Ultra. Ефективність сягала 66—68% [15, 16].

Дослідники Андрійчук Т.О., Скорейко А.М. встановили високу ефективність дії біологічних препаратів: Хетомік, р., (біологічний препарат на основі гриба-антагоніста з роду хетомій), 0,4 кг/га; Гаупсин, в.с., (два штамми ґрунтових бактерій *Pseudomonas aureofaciens*, 5 л/т); Планриз, в.к., (бактерії *Pseudomonas fluorescens* AP 33, 2 л/т); Триходермін, п., (спори і міцелії гриба роду *Trichoderma viride*), 2 л/т.; Фітодоктор, р., (жива спорова бактерія *Bacillus subtilis*), 0,3 л/т. Обробки сприяли зменшенню ураження бульб картоплі фомозом у 2,1—3,2 раза порівняно з контролем [17].

Пошук нешкідливих шляхів зниження чисельності фітопатогенів лишається актуальним.

Мета досліджень. Визначити ефективність дії Пероксиду сечовини на життєздатність зооспорангіїв збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival та на цист золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) (ЗКЦН).

Матеріали та методи досліджень. Матеріалом для досліджень слугував Пероксид сечовини (ПС) — комплексне хімічне з'єднання сечовини (карбаміду

65%), перекису водню (35%), азоту (29%) і кисню (15,2—18%). Хімічна формула: $\text{CO}(\text{NH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2$ [18]. Сечовина використовується у сільському господарстві в якості концентрованого азотного добрива. Перекису водню властиві бактерицидні, фунгіцидні, віруцидні та спороцидні властивості, він використовується для отримання дезінфікуючих засобів.

Пероксид сечовини — азотно-кислотне добриво, що має стимулюючу та фунгіцидну дію. Рекомендовано для використання в сільському господарстві в якості азотнокислого добрива для основного внесення у ґрунт, кореневого та позакореневого підживлення сільськогосподарських культур [19]. Його використовують як основний компонент відбілювачів, дезінфікуючих та знезаражуючих засобів, а також медичних та косметичних препаратів.

Вивчення ефективності дії препарату на збудника раку та ЗКЦН проводили в лабораторних умовах в чашках Петрі. Враховуючи, що площа ($S = \pi r^2$) однієї чашки = 74,3 см², то вносили (1 — 0,005 мг препарату/1 чашку; 2 — 0,01; 3 — 0,015 мг/1 чашку) в трьох повтореннях, відповідно до норми витрати препаратів у польових умовах (стаціонар УкрНДСКР ІЗР НААН України, с. Майдан, Хустського району, Закарпатської області).

Пероксид сечовини вносили в заражений ґрунт нормою 50 кг/га, 100 та 150 кг/га. Досліди закладали в чотириразовій повторності.

За період вегетації картоплі було проведено три обробки дадим препаратом:

- обробка бульб картоплі перед посадкою;
- обробка рослин (висота 20—25 см);
- обробка рослин у фазу бутонізації.

Визначали технічну ефективність препарату проти раку та нематоди згідно з вимогами «Методики випробування та застосування пестицидів» [20] за формулою:

$$E_d = 100 \times (P_k - P_d / P_k),$$

де E_d — ефективність дії препарату; P_k — показник розвитку хвороби у контролі до обробки; P_d — показник розвитку хвороби після обробки.

Ефективність дії препарату проти хвороб картоплі вивчали у лабораторних та польових умовах за вирощування сорту картоплі Поліська рожева.

Для визначення кількості цист ЗКЦН до обробки препаратом (у травні) та наприкінці вегетаційного періоду (у вересні) відібрані зразки ґрунту промивали через апарат «РуТа» з набором сит з діаметрами отворів 0,5 см, 0,25 та 0,03 см. Із середнього сита апарату «РуТа» (0,25 см) відібрали виділені цисти та підраховували їхню кількість під бінокулярною лупою марки PZO (Польща) зі збільшенням $6,3 \times 4$ [21].

Кількість зооспорангіїв збудника раку визначали методом флотації [22]. З останнього нижнього сита (0,03 см) відібрали промитий зразок і центрифугували у розчині натрію йодистого з питомою вагою 1,4. Зооспорангії збудника раку виділились на поверхню. Їх відібрали і визначили кількість під мікроскопом марки NINGBO SHENGHENG, OPTICS & ELECTRONICS CO, LTD. CE ISO 9001-2000 зі збільшенням 8×15 .

Опрацювання та узагальнення результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу з використанням пакету програм «Statistica» [23].

Результати та обговорення. Ефективність дії ПС, кр. п. з нормою витрати 50 кг/га проти збудника хвороби становила 53,2%. Збудником раку було уражено 50% рослин. Виявлено 32 життєздатні зооспорангії збудника хвороби на 1 г ґрунту (рис. 1, табл. 1).

Після застосування препарату з нормою витрати 100 кг/га ефективність дії збільшувалась до 62%. Кількість життєздатних зооспорангіїв зменшувалась від 58 до 26 шт./1 г ґрунту. Застосування ПС у нормі 150 кг/га сприяло зниженню зараження рослин картоплі до 10%, а кількість зооспорангіїв зменшилась до 24 шт./1 г ґрунту. Ефективність

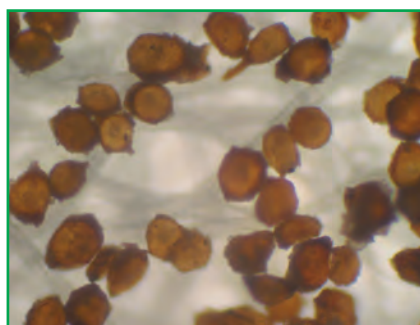


Рис. 1. Зооспорангії збудника раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilbtrsky) Percival

становила 78,3%. У результаті дії формаліну (еталон), з нормою витрати 4 л/га, ураження бульб картоплі збудником раку не фіксували і зооспорангіїв не виявили. Ефективність дії становила 100%.

В результаті випробування дії ПС на ЗКЦН за норми витрати 50 кг/га кількість цист зменшилась від 105 до 30 шт./100 см³ ґрунту. Ефективність дії склала 71,4%. За використанням 100 кг/га кількість виділених цист глободери зменшилась до 26 шт./100 см³ ґрунту. Ефективність дії при цьому сягала 75,2%. За обробки ПС з нормою

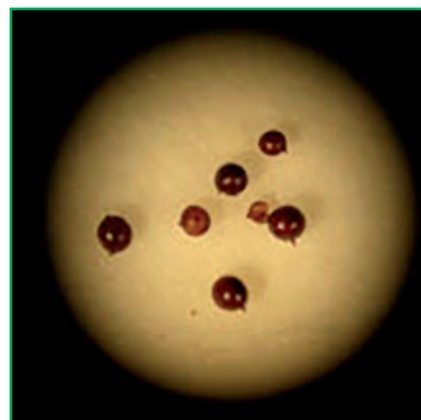


Рис. 2. Цисти золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди *Globodera rostochiensis* (Wollenweber)

витрати 150 кг/га ефективність дії на ЗКЦН зросла до 81,9%. У 100 см³ ґрунту було виявлено лише 19 цист картопляних нематод (рис. 2, табл. 2).

Ефективність знезараження від глободери зростала відповідно з нормою витрати препарату (табл. 2).

Також ПС, кр. п. позитивно впливав на ріст та розвиток рослин картоплі сорту Поліська рожева, що має істотне значення для підвищення врожаю за

1. Ефективність дії Пероксиду сечовини на збудника раку картоплі *Synchytrium endobioticum* (Schilbtrsky) Percival (2019–2021 pp.)

Варіанти дослідів	Норма витрати препарату	Сорт Поліська рожева			Кількість зооспорангіїв у 1 г ґрунту, шт. (M ± m)		Ефективність, %
		кількість рослин, шт.	уражено, шт.	ефективність, %	до обробки	після обробки	
Контроль	—	10	10	0	58 ± 0,66	62 ± 0,33	0
ПС	50 кг/га	10	5	50	58 ± 0,66	32 ± 0,33	53,2
ПС	100 кг/га	10	3	30	58 ± 0,33	26 ± 0,66	62,0
ПС	150 кг/га	10	1	10	58 ± 0,33	24 ± 0,66	78,3
Еталон (формалін)	0,4 л/га	10	0	100	58 ± 0,66	0	100
НІР ₀₅	—	—	—	—	0,33	2 ± 0,66	—

2. Ефективність дії Пероксиду сечовини на *Globodera rostochiensis* Wollenweber (2019–2021 pp.)

Варіанти дослідів	Норма витрати препарату	Сорт Поліська рожева			Кількість цист у 100 см ³ ґрунту, шт. (M ± m)		Ефективність, %
		кількість рослин, шт.	уражено, шт.	ефективність, %	до обробки	після обробки	
Контроль	—	10	10	0	105 ± 0,53	108 ± 1,33	0
ПС	50 кг/га	10	5	50	105 ± 0,33	30 ± 0,33	71,4
ПС	100 кг/га	10	3	30	105 ± 0,33	26 ± 0,66	75,2
ПС	150 кг/га	10	1	10	105 ± 0,56	19 ± 0,66	81,9
Еталон (формалін)	0,4 л/га	10	0	100	105 ± 0,66	0	100
НІР ₀₅	—	—	—	—	—	4 ± 0,66	—

проведення протинематодних та протиракових заходів.

ВИСНОВКИ

Застосування хімічного препарату Пероксиду сечовини, кр. п. проти збудника раку картоплі за норм витрати 50—150 кг/га у лабораторних та польових умовах забезпечило ефективність 53,2—78,3%.

Використання даного препарату проти ЗКЦН з такими ж нормами витрат дало ефективність 71,4—81,9% на сприйнятливому сорті картоплі Поліська рожева.

ПС, кр. п. проявив високу дію проти збудників досліджуваних карантинних хвороб, позитивно вплинув на ріст та розвиток рослин картоплі, тому може бути використаний для контролю патогенів в інтегрованій системі захисту картоплі.

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

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Campos H., Ortiz O. The Potato Crop. Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind; Springer: Cham, Switzerland. 2020. 518 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5>
2. FAO 2023. World and agriculture – Statistical Yearbook 2023. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc8166en>
3. Internet Archive. Рослинництво у 2010-2013 pp. URL: https://web.archive.org/web/20170703173323/http://ukrctat.gov.ua/operativ2006/sg/sg_rik/sg_u/rosl_u.html
4. EU 2022. Commission Implementing Regulation (EU) 2022/1195 of 11 July ablishing measures to eradicate and prevent the spread of *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival. Official Journal of the European Union, L 185/65, 12.7.2022. URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_impl/2022/1195/oj
5. Van de Vossen B.T.L.H., Prodhomme C., Vossen J.H., Van der Lee T.A. *Synchytrium endobioticum*, the potato wart disease pathogen. *Molecular Plant Pathology*. 2022. 23 (4). P. 461-474. <https://doi.org/10.1111/mpp.13183>
6. Сігарьова Д.Д., Пилипенко Л.А., Борзих О.І., Ковтун А.М. Сільськогосподарська нематологія: монографія. Київ: Аграрна наука, 2017. 340 с.
7. Огляд поширення карантинних організмів в Україні станом на 01.01.2024р. URL: [http://www.consumer.gov.ua/Content-](http://www.consumer.gov.ua/Content-Pages/Oglyad_Poshirennya_Karantinnikh_Organizmiv_V_Ukraini/2224)

[Pages/Oglyad_Poshirennya_Karantinnikh_Organizmiv_V_Ukraini/2224](http://www.consumer.gov.ua/Content-Pages/Oglyad_Poshirennya_Karantinnikh_Organizmiv_V_Ukraini/2224)

8. Zelya A., Zelya G., Oliynyk T. et al. Screening of potato varieties for multiple resistance to *Synchytrium endobioticum* in the western region of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. 2018. 5(3), 3-11. <https://doi.org/10.15407/agrisp5.03.003>

9. Zelya G.V., Oliynyk T.M., Kyryk M.M. The choice of wart varieties with complex resistance to wart and nematodes in western region of Ukraine and distinguishing sources of resistance. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. №3 (67). <https://doi.org/10.31548/dopovid.2017.03.001>

10. Зеля А.Г., Зеля Г.В., Олійник Т.М. та ін. Пошук джерел стійкості картоплі проти збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Фітосанітарна безпека. 2023. Вип. 69. С. 228-253. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2023.69.228-253>

11. Cakir E., Demirci F. Control of potato wart disease (*Synchytrium endobioticum*) by fungicide soil treatments. *Phytosanitary safety*. 2023. Issue 69. P. 301-313. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2023.69.301-313>

12. Зеля А.Г., Кушнір О.В., Зеля Г.В. та ін. Вплив препаратів різної природи на життєздатність зооспорангіїв збудника раку *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. Фітосанітарна безпека. 2022. Вип. 68. С. 84-97. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2022.68.84-97>

13. Кушнір О.В., Гуменна А.В., Вовк М.В. Синтез 4-арил-1,6-діалкіл-3,4-дигідро-1Н-піроло[3,4-д]піримідин-2,5,7-трионів та їх бактерицидна активність. *Науковий вісник ЧНУ*. 2016. Вип. 771. С. 69-72. URL: https://ru.scribd.com/document/327372225/NV-771-2016#fullscreen&from_embed

14. Бабич А.Г., Бабич О.А., Статкевич А.О., Бондар В.А. Золота картопляна цисто утворююча нематода та заходи контролю її чисельності. Захист і карантин рослин. 2018. Вип. 64. С.17-23. DOI: <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.17-23>

15. Solomichuk M., Gavriiliuk A., Pikowsky M. Redusing Potato Alternaria Blight : Biological Approache. *Phytosanitary safety*. 2024. Chishinau, Lambert Academy Publishing. 101 p.

16. Gavryliuk A.T., Kyryk M.M. Tank mix additives biological preparations efficiency usage with other means against potato Alternaria blight. *Грааль науки*. 2021. (5), P. 83-84. DOI: [10.36074/grail-of-science.04.06.2021.016](https://doi.org/10.36074/grail-of-science.04.06.2021.016)

17. Андрійчук Т., Скорейко А., Лісничий В. Обмеження поширення лагенрної форми фомозу картоплі із застосуванням біофунгіцидів. Захист і карантин рослин. 2020. Вип. 66. С. 17-30. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2020.66.17-30>

18. Пероксид сечовини. URL: <https://www.google.com/search?client=opera&q=Пероксид+сечовини&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8#ip=1>

19. Сечовина. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Сечовина>

20. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П. та ін. Методики випробування і застосування пестицидів. Київ: Світ, 2001. 448 с.

21. Спосіб виявлення карантинних організмів у ґрунті : пат. Україна. № 148509. № у 2020 01727 ; заявл. 12.03.2020 ; опубл. 2021. Бюл. № 33.

22. EPPO 2003. Phytosanitary procedures PM 3/59 (3) *Synchytrium endobioticum*: descheduling of previously infested plots. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*. 2017. 47(3), 366368. DOI: [10.1111/epp.12409](https://doi.org/10.1111/epp.12409)

23. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І.,

Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних у пакеті STATISTICA 6/0. Київ: Поліграф-Консалтинг, 2007. 55 с.

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

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

Makar T., ORCID: 0000-0001-5432-2759

Ukrainian Scientific Research Plant Quarantine Station Institute of Plant Protection of NAAS, 1, Naukova str., Boyany, Chernivtsi district, Chernivtsi region, 60321, Ukraine

Hydrogen peroxide ativeness efficiency against wart and globoderosis of potato

Goal. The preparation's efficiency Peroxide urea, crystal powder, (complex urea chemical combination, 65%: hydrogen peroxide, 35%) determined on potato wart zoosporangium causative agents *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. and cysts potato yellow cyst nematodes *Globodera rostochiensis* (Wollenweber). **Methods.** Laboratory (to conduct laboratory trials for determining Peroxide urea (UHP) against wart causative agents and potato globoderosis), field trials (determining preparation's efficiency against present diseases causative agents in field trials), plant pathological (diseases' causative agents determining and identification), mathematical statistical (researches' results treating). Technical efficiency determined as per «Testing technique and pesticide usage», (S. Trybel, D. Sygaryova, M. Sekun, etc). Researches conducted on sensitive to wart and globoderosis potato variety Poliska rozheva. **Results.** Peroxide urea efficiency action against potato wart causative agent *S. Endobioticum* at norm rate 50—150 kg/ha varied in scope 53.2—78.3%. UHP preparation efficiency against globoderosis consisted of 71.4—81.9%. This disease caused by *G. rostochiensis*, it depends upon preparation norm rate. **Conclusions.** UHP usage at norm rate 50—150 kg/ha favored decrease the viable zoosporangium potato wart causative agents number from 58 to 24 in 1 g of soil. Active efficiency consisted of 53.2—78.3%. It's efficiency was on level 71.4—81.9% against yellow potato cyst nematode. The cyst quantity of *G. rostochiensis* decreased from 120 to 14 in 100 cm³ of soil. UHP allows to decrease the density of wart causative agents and globoderosis (*G. rostochiensis*) in soil. So this preparation recommends for these diseases' control in spread source.

potato; wart; globoderosis; yellow potato cyst nematode; hydrogen peroxide urea; number decrease; action efficiency

Надійшла до редакції: 20.05.2024

Прийнята до друку: 09.07.2024

Надруковано й опубліковано онлайн:

жовтень 2024

ВИКОРИСТАННЯ СОНЕЧКА ДВОКРАПКОВОГО ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЧИСЕЛЬНОСТІ КАШТАНОВОЇ МОЛІ

Мета. Оцінити можливості використання яєць каштанової молі *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic для живлення кокцинелід *Adalia bipunctata* Linnaeus в лабораторних умовах. **Методи.** Дослідження проводили в лабораторії технології застосування пестицидів. Досліджували за такою схемою: в кожний садок розміщували по 5 пар імаго *A. bipunctata* L. на попередньо укладений гофрований фільтрувальний папір. Після цього садок щільно закривали тканиною, яку змочували водою з додаванням цукру. В подальшому в садок з кокцинелідами поміщали одноденні яйця каштанової молі *C. ohridella* Deschka & Dimic і утримували комах, що досліджувалися, при температурі 25°C та відносній вологості 50–60%. За контроль було взято кокцинелід, які живилися злаковою попелицею *Schizaphis graminum* Rond (попередньо розмноженою на сходах пшениці). Повторність досліду 5-разова. Обліки проводили щоденно. Отримані результати обробляли статистично, за стандартними методиками обробки результатів біологічних експериментів. **Результати.** Кокцинеліди, які живилися одноденними яйцями каштанової молі, відклали не більше 75 яєць, тоді як плодючість контрольних особин досягала 363 екземпляри. Отримані яйця кокцинелід були відсажені в окремі садки для продовження досліджень. Розвиток яєць ентомофагів становив 5–8 діб. Личинок, що відродилися, в дослідних варіантах продовжували годувати яйцями каштанової молі, а у варіантах контролю — злаковою попелицею. Тривалість розвитку першого віку личинок становила 2–3 доби, проте на дослідних варіантах до третього віку вони не доживали. Лише контрольні особини завершили повний цикл свого розвитку. При цьому стадія личинки тривала 9–14 діб, лялечки — 4–6 діб. Весь цикл розвитку — 15–24 доби. Через 8–10 діб після виходу імаго кокцинелід у них відбувалося парування. **Висновки.** Доведено, що яйця каштанової молі не є повноцінним об'єктом живлення для кокцине-

М.М. БАЩЕНКО

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

лід виду *A. Bipunctata* L., викликаючи суттєве пригнічення плодючості цього хижака та загибель його личинок до третього віку.

Cameraria ohridella Deschka & Dimic; каштанова мінуюча міль, кокцинеліди, *Adalia bipunctata* Linnaeus, яйця, личинки, злакова попелиця, *Schizaphis graminum* Rond, *Coccinellidae*, ентомофаг

Погіршення екологічного стану навколишнього середовища у зв'язку з діяльністю людини та глобальні зміни клімату стають основними причинами незворотних функціональних перетворень довкілля. Незбалансованість екосистем призводить до порушення трофічних зв'язків і, як наслідок, виникають масштабні популяційні зміни біоти. Яскравим прикладом може слугувати стрімке поширення на території України нового інвазійного виду мінуючої молі *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic 1986, яка пошкоджує листя кінського каштану (гіркокаштан) *Aesculus hippocastanum* L. [1–7].

У міських насадженнях України гіркокаштан — один з найпоширеніших видів дерев, що виконує важливу екологічну функцію, будучи універсальним природним фільтром очищення ґрунтів, повітря та води від техногенних забруднень, має естетичне значення в ландшафтному дизайні, в агротехніці (нерідко є основною складовою захисних лісосмуг), та лікувальні властивості [1–10]. Вперше цю росли-

ну було продемонстровано 1841 року в Ботанічному саду (нині Ботанічний сад імені академіка О.В. Фоміна), а його масові насадження з 1849 року слугували для укріплення схилів Дніпра. В Києві, за даними 2020 р., гіркокаштан поширений на 22,2% території міста [11]. В Україні пошкодження листків гіркокаштану мінуючої мілью було зафіксовано у 1998 р. у с. Велика Бакта Берегівського р-ну Закарпатської обл., куди він потрапив, очевидно, з Угорщини [5, 10]. За літературними даними каштанова мінуюча міль в період з 1998 р. по 2015 р. розповсюдилася по всій Україні [12–15].

Значну частину популяції *C. ohridella* Deschka & Dimic знищують ентомофаги — паразити і хижаки. В країнах Західної Європи (Балкани, Австрія, Швейцарія) виявлено 24 види паразитів, в Україні — 12 видів. Серед них найбільше значення мають: *Baryscapus nigrovilacens* Nees., *Chrysocharis nephereus* Walk., *C. viticola* Rond., *C. trifsciatus* Westw., *Minotetrastichus frontallis* Nees., *Pediobius saulius* Walk., *Pnigalio agrales* Walk., *P. Pectinicornis* L. Як у країнах Західної Європи, так і в Україні домінуючим видом є *Minotetrastichus frontalis* Nees. Щодо ролі хижаків, то яйця, гусениці і лялечки молі можуть бути також знищені: кокцинелідами (*Calvia quatuordecimguatta* L., *Adalia bipunctata* L., *Coccinella septempunctata* L. та ін.), золотоочкою (*Chysopa* sp.) та личинками шипаків (*Forficula auricularia* L.) [16–17].

На території Інституту захисту рослин НААН на деревах гіркокаштану впродовж 2013–2023 рр. також спостерігалась наявність ентомофагів. Тут було зафіксовано види як хижаків, так і паразитів (рис. 1).



Рис. 1. Ентомофаги: а — імаго сонечок (*Coccinellidae*); б — яйце золотоочки (*Chrysopidae*); в — імаго трихограми (*Trichogrammatidae*) (фото автора)

Серед практичних аспектів біометоду у захисті рослин на полях та в садах традиційно використовують хижаків (*Coccinellidae* та *Chrysopidae*) для регуляції чисельності широкого спектра фітофагів (яєць та гусениць лускокрилих, попелиць, трипсів, листоблішок, червеців, щитівок, кліщів, та ін.) та яйцепаразита (*Trichogrammatidae*) для регуляції чисельності лускокрилих на початку появи їхніх яйцекладок.

Кокцинеліди, (*Coccinellidae*) — одна з великих родин твердокрилих (*Coleoptera*), що налічує понад 5000 видів [5–7]. З них найбільш поширеними є сонечко семикрапкове (*Coccinella septempunctata* L.) та двокрапкове (*Adalia bipunctata* L.) [18–20]. Для *Adalia bipunctata* L. характерна чітко виражена прив'язаність до дерев'янистої рослинності та вибірковість у живленні. Цей вид є основним хижаком, що знищує попелиць на багатьох плодівих культурах (яблунях, грушах, сливах, абрикосах), а також на черемсі, березі, осині, в'язі, карагачі та інших (рис. 2). У середині літа та восени відзначається більш рівномірне розселення жуків сонечок на деревах і травах, до того ж у цей час вони набувають високої чисельності й на польових культурах, зокрема на тютюні та буряках [18–20].

Відомо, що кокцинеліди мають багато переваг над іншими ентомофагами, адже винищують шкідників не лише у стадіях яєць і личинок, а й в дорослому стані. Вони відрізняються високою

ненажерливістю (особливо їхні личинки III–IV віків), багатодністю, плодючістю, стійкістю до несприятливих умов і швидко відновлюють свою чисельність у популяціях. Ці хижаки активні й легко розшуковують свою жертву. Їхні імаго (переважної більшості видів) здатні до перельотів на значні відстані, а личинки легко і швидко пересуваються по рослинах і ґрунті [17–18].

В доступній літературі ми не знайшли відомостей щодо факту використання кокцинелід для регуляції чисельності каштанової молі в паркових насадженнях міст країни. Зазвичай про них згадувалось лише як про можливість використання. Практична необхідність пошуку ефективних біологічних агентів проти каштанової молі визначає актуальність мети наших досліджень.

Мета роботи — оцінити можливість використання яєць каштанової молі *Cameraria ohridella* D. в якості корму для *Adalia bipunctata* L. в лабораторних умовах.

Методи. Для вивчення можливості використання яєць каштанової молі в якості корму для личинок кокцинелід в лабораторних умовах використовували комах виду *Adalia bipunctata* L., що були зібрані в природному середовищі. Кокцинелід утримували за оптимальної для них температури 22–24°C, та відносної вологості 60–70%. На варіантах з контролем використовували злакову попелицю (*Schizaphis graminum* Rond.), яку попередньо розводили на сходах пшениці [19–20]. На інших варіантах досліді застосовували одноденні яйця каштанової мінуючої молі, виведені в лабораторних умовах.

Для отримання яєць каштанової мінуючої молі в лабораторних умовах її лялечок попередньо вилучали з листя у природному середовищі. Статеву приналежність особин визначали за їхньою морфологією (у самців VII сегмент черевця лялечки дистально розширений) [16]. Лялечок різної статі підсаджували у скляні садки, в які попередньо розміщували гоф-



Рис. 2. Яйцекладки *Adalia bipunctata* L. та личинки на черешні (Київська обл., Обухівський р-н) (фото автора)

рований зелений папір, що слугував субстратом для відкладання яєць. Садок накривали щільною тканиною, яку змочували водою. Оптимальна температура для яйцекладки самицями — 25°C, за якої ембріональний розвиток яєць триває $6,1 \pm 0,12$ доби) [21].

В лабораторних умовах у кожний садок попередньо уклали гофрований фільтрувальний папір та розміщували по 5 пар імаго кокцинелід. Садок щільно закривали тканиною, яку змочували водою з додаванням цукру. В подальшому в садок з кокцинелідами поміщали одноденні яйця каштанової молі (по 25 екземплярів у кожний), дотримуючись температури 25°C та відносної вологості 50–60%. Дослід було закладено в 5-разовій повторності. Контролем були кокцинеліди, яких годували злаковою попелицею. Експеримент тривав до повної загибелі кокцинелід. Одержані результати обробляли статистично, за стандартними методиками обробки результатів біологічних експериментів.

Результати та обговорення. Теоретично розглянуто випуск трихограми (*Trichogrammatidae*), золотоочок (*Neuroptera, Chrysopidae*) та кокцинелід на дерева каштанів, як один з ефективних методів захисту від *Cameraria ohridella* D. Приводом для вивчення можливості використання яєць каштанової молі (*Cameraria ohridella* D.) в якості корму для *Adalia bipunctata* L. став власний досвід. Попередньо вже були проведені схожі досліді, щодо можливості поїдання сонечками яєць іншого виду молі (*S. cerealella* Oliv.), що дали позитивний результат (рис. 3). Разом з тим систематичні спостереження в польових умовах постійно підтверджували наявність кокцинелід на гіркокаштані.



Рис. 3. Личинки сонечка живляться яйцями ситотроги

Наведені у таблиці результати досліджень демонструють, що яйця каштанової молі не є повноцінним об'єктом живлення для кокцинелід виду *A. Bipunctata* L. і викликають пригнічення плодючості. Самиці кокцинелід, що живилися на дослідному варіанті, відкладали не більше 75-ти яєць, тоді як їх плодючість на варіанті контролю сягала — 363 яйця.

Спостереження показали, що розвиток яєць, відкладених самицями кокцинелід, які живилися яйцями каштанової молі, становив 5–8 діб, у подальшому тривалість переходу її личинок з першого віку в другий — 2–3 доби, при цьому личинки ентомофага до третього віку не доживали. На варіанті контролю, в свою чергу, кокцинеліди повністю завершили цикл розвитку (розвиток личинок — 9–14 діб, фаза лялечки — від 4–6 діб, весь цикл при цьому — 15–24 доби).

ВИСНОВКИ

Лабораторними дослідженнями встановлено, що яйця каш-

танової молі не є повноцінним кормом для кокцинелід виду *A. Bipunctata* L., викликаючи пригнічення плодючості цих ентомофагів та передчасну загибель їхніх личинок (до третього віку не доживали).

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

Конфлікт інтересів: автор декларує про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бессонова В.П., Іванченко О.Є. Оцінка видового різноманіття та життєвого стану придорожніх насаджень пр. С. Нігояна м. Дніпро. Питання біоіндикації та екології. 2019. Вип. 24. №1. С. 36-56. URL: <https://>

Порівняльні показники життєздатності дослідних та контрольних особин *Adalia bipunctata* L.

Варіант	Життєздатність імаго, сер., діб	Плодючість, екз.	Ембріональний розвиток, сер., діб	Повний розвиток личинок, сер., діб	Фаза лялечки, сер., діб	Повний розвиток генерації, сер., діб
<i>Cameraria ohridella</i>	$12,6 \pm 0,93$	75	$6,2 \pm 0,33$	–	–	–
<i>Schizaphis graminum</i>	$12,6 \pm 0,81$	363	$6,5 \pm 0,36$	9–14	$5 \pm 0,26$	$19,5 \pm 1,09$
Hip ₀₅	0,3		0,1			

ОЦІНКА СТІЙКОСТІ

до *Globodera rostochiensis* (Ro-1) новоствореного селекційного матеріалу картоплі

Мета. Відбір серед селекційних зразків картоплі, створених чотирма селекційними установами, стійких до золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди *Globodera rostochiensis* (Ro-1). **Методи.** Оцінку нематодостійкості проводили згідно з вимогами «Положення про порядок випробування сортів та гібридів картоплі на стійкість проти золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди» (1993). **Результати.** Оцінено селекційний матеріал картоплі на стійкість до *G. rostochiensis* (Ro-1). Із 640 зразків, що були надіслані із чотирьох селекційних установ (ПрАТ НВО «Чернігівліткартопля», Поліське відділення Інституту картоплярства НААН, Інститут картоплярства НААН (ІК НААН), Інститут сільськогосподарства Карпатського регіону), більшість виявилися стійкими до патогена — 369 (57,7%) селекційних номерів, слабкостійкими були 104 (16,2%), нестійкими — 167 (26,1%). Усі зразки, які за результатами дворічних лабораторно-вегетаційних випробувань виявилися стійкими, проявили ознаку стійкості також при польовому випробуванні. Лише 1 сортозразок, який за результатами лабораторно-вегетаційних досліджень було ідентифіковано як стійкий, в польових умовах виявився слабкостійким. Ще два сортозразки, які за результатом лабораторно-вегетаційних досліджень вважалися слабкостійкими, в польових умовах виявилися нестійкими. Один із них є толерантним. За результатами обліку врожайності усі досліджувані 45 сортозразків розподілилися на дві групи: стійкі (врожайність перевищує контроль на 14—21%) стійкі та толерантні (врожайність перевищує контроль на 58—102%). До групи стійких віднесено 25 сортозразків, іншим 17 сортозразкам надано статус стійких та толерантних. Також ознаку толерантності проявили ще три сортозразки, які виявились слабкостійкими або нестійкими до *G. rostochiensis* (Ro-1). **Висновки.** За оцінювання стійкості до *G. rostochiensis* (Ro-1) 640-ка зраз-

Д.Д. СІГАРЬОВА,
доктор біологічних наук
Т.І. БОНДАР,
кандидат біологічних наук
К.С. НІКІШИЧЕВА,
кандидат біологічних наук
Інститут захисту рослин НААН,
вул. Васильківська, 33, м. Київ,
03022, Україна

ків, що були надіслані із чотирьох селекційних установ, встановлено, що більшість із них (57,7%) виявилися стійкими до патогену, слабкостійкими — 16,2%, нестійкими — 26,1% зразків. За результатами досліджень доповнено базу даних скринінгу стійкості вітчизняного селекційного матеріалу до *G. rostochiensis*. Спільно із селекціонерами ІК НААН створено стійкий та толерантний до цього патогену сорт картоплі Мирослава.

золотиста картопляна цистоутворююча нематода; нематодостійкі сорти; оцінка стійкості; картопля

Сорт картоплі можна вважати стійким, якщо при його вирощуванні чисельність популяції картопляної цистоутворюючої нематоди значно знижується. На цьому принципі ґрунтуються усі існуючі на сьогодні методи оцінки ступеня стійкості сортів та селекційного матеріалу картоплі. Проте ці методики мають відмінності у величині інвазійного навантаження, способах внесення нематод у ґрунт та розрахунку відсотка зниження зараженості ґрунту й градаціях ступеня стійкості [1—11].

В Україні використовують методику, викладену у «Положення про порядок випробування сортів та гібридів картоплі на стійкість проти ... золотистої картопля-

ної цистоутворюючої нематоди» (1993). Вона ґрунтується на визначенні абсолютної стійкості сорту (сортозразка) [10—12]. Методика передбачає трирічне оцінювання селекційних зразків. Протягом двох років — перевірка в умовах лабораторно-вегетаційного досліду. Зразки, які успішно пройшли це випробування, на третій рік оцінюють в польових умовах [13—19].

Лабораторія раніше проводила дослідження щодо порівняння вітчизняної та європейської методик оцінювання селекційного матеріалу картоплі на стійкість до глободерозу [10, 20]. Результати досліджень не виявили принципової різниці чи принципової переваги якоїсь із методик, тому використовуємо вітчизняну, оскільки вона дозволяє проводити роботу із меншими витратами часу й ресурсів без істотного зниження якості. Дана методика передбачає значно більше інвазійне навантаження, відповідно — більш жорсткий відбір селекційного матеріалу за ознакою стійкості до глободери. Оскільки потенційна плодючість патогена дуже висока (спостерігали окремі екземпляри, які містили понад 400 яєць та личинок в 1 цисті), відбір селекційних зразків має бути жорстким.

Мета досліджень — проведення оцінки селекційних зразків картоплі, створених чотирма селекційними установами, з метою відбору сортозразків, стійких до золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди *Globodera rostochiensis* (Ro-1).

Матеріал та методи. Матеріалом досліджень слугували сортозразки картоплі, створені чотирма селекційними установами: Інститутом картоплярства

НААН (ІК НААН), Поліським відділенням ІК НААН, ПрАТ НВО «Чернігівеліткартопля», Інститутом сільського господарства Карпатського регіону НААН.

Оцінку нематодостійкості проводили згідно з «Положення про порядок випробування сортів та гібридів картоплі на стійкість проти ... золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди» (1993) [10]. За вимогами положення перші два роки випробування проводяться в лабораторно-вегетаційних умовах. Рослини вирощують у пластмасових горщиках об'ємом 250–500 см³, заповнених зараженим ґрунтом з рівнем інвазії не менше 5000 личинок та яєць на 100 см³ ґрунту. При випробуванні зразків першого року повторність досліду триразова, другого — п'ятиразова. Обов'язковим є висаджування у тій самій повторності контрольного зразка — сприйнятливо до нематоди сорту картоплі.

Оцінку нематодостійкості проводили на 60-й день після садіння, за кількістю новоутворених білих або золотистих цист на коренях рослин. Залежно від кількості цист на коренях однієї рослини оцінювані зразки розподіляли на групи стійкості: 1 група (стійкі) — 0 цист; 2 (слабкостійкі) — 1–5; 3 група (нестійкі) — більше 5 цист.

Після першого року лабораторно-вегетаційних випробувань нестійкі сортозразки вибракували, а стійкі та слабкостійкі зразки готували до наступних етапів оцінювання.

Сортозразки, які успішно пройшли дворічне лабораторно-вегетаційне оцінювання, вважаються стійкими лише після підтвердження результатами Державних польових випробувань на природному інвазійному фоні [10].

Для польових випробувань вирощують по 10 бульб кожного гібриду за методикою лабораторно-вегетаційних досліджень та по 120 бульб на природному інвазійному фоні із зараженням ґрунту не менше 5000 личинок (яєць) у 100 см³ ґрунту. Рослини висаджують чотирма рядковими ділянками по 10 бульб у триразо-



Оцінювання стійкості до *G. rostochiensis* в умовах лабораторно-вегетаційного досліду

вій повторності. Визначають інвазійне навантаження до садіння (вихідну чисельність паразита — P_i) та після збирання врожаю (P_f), коефіцієнт розмноження патогену (P_f/P_i) та урожайність. Ефективність очищення ґрунту вираховують як процентне співвідношення різниці вихідної та післязбиральної щільності популяції нематод у ґрунті [1, 8, 18]. Високий ефект очищення ґрунту (понад 40%) є показником нематодостійкості випробовуваного сортозразка чи сорту.

Облік ураження рослин в польових умовах проводиться у динаміці, відповідно до вимог [10]. Фенологічні спостереження та облік врожаю здійснювали за методиками [21, 22]. Толерантність

сорту визначали за загальноприйнятими показниками: сорт вважається толерантним, якщо продуктивність рослин, заражених патогеном, та неінфікованих цим патогеном, відрізняється неістотно [1, 8].

Результати та обговорення.

Оцінку рівня стійкості до нематод *G. rostochiensis* (Ro-1) селекційних зразків картоплі виконували в умовах лабораторно-вегетаційного досліду, та в польових умовах (дрібноділянковий дослід). Усього було досліджено 640 селекційних зразків, серед яких перший рік випробування проходили 424 зразки, другий рік — 216 зразків (табл. 1). Слід зазначити, що методика відбору стійких форм постійно вдосконалюється, й наразі

1. Результати лабораторно-вегетаційного випробування рівня стійкості до *G. rostochiensis* (Ro-1) селекційного матеріалу картоплі різних селекційних установ (2016–2018 рр.)

Установа-оригіна́тор	Кількість зразків, шт.					
	загальна шт. (% загальної кількості)	результати випробування за етапами				
		1-й рік	2-й рік	стійкі	слабкостійкі	нестійкі
Інституту картоплярства НААН	169 (26,4)	123	46	115 (68,0%)	29 (17,2%)	25 (14,8%)
Поліське відділення ІК НААН	305 (47,7)	207	98	172 (56,4%)	38 (12,5%)	95 (31,1)
ПрАТ НВО «Чернігівеліткартопля»	157 (24,5)	94	63	76 (48,4%)	36 (22,9%)	45 (28,7%)
Інститут сільського господарства Карпатського регіону	9 (1,4)	–	9	6 (66,7%)	1 (11,1)	2 (22,2%)
Загалом	640 (100)	424	216	369 (57,7%)	104 (16,2%)	167 (26,1%)

у селекційному матеріалі, який надходить на випробування, усе більший відсоток припадає на стійкі зразки. У матеріалі 2016–2018 рр. він становив 48,4–68% загальної кількості.

Селекційні зразки картоплі, які за результатами дворічних попередніх лабораторно-вегетаційних випробувань проявили ознаку стійкості до *G. rostochiensis* (Ro-1), випробовували на стійкість в польових умовах (табл. 2). Дослідження проводили у селі Козинці, Київської області, на ділянках із високим (9882–15069 личинок та яєць у 100 см³ ґрунту) і низьким (121–316 личинок та яєць у 100 см³ ґрунту) рівнями зараження ґрунту *G. rostochiensis* (Ro-1).

Усі зразки, які за результатами дворічних лабораторно-вегетаційних випробувань виявилися стійкими, ознаку стійкості проявили також і в польовому випробуванні. Лише сортозразок П.12.16/21, селекції Поліського дослідного відділення, який за результатами дворічних лабораторно-вегетаційних досліджень ідентифікований був як стійкий, в польових умовах виявився слабкостійким. Два сортозразки: Н.10.17-3 (ІК НААН) та П.11.20-1 (Поліське відділення), які протягом двох років дослідження вважалися слабкостійкими, в польових умовах виявилися нестійкими. Один із них (П.11.20-1) вважається толерантним. На високоінвазійному природному фоні трирічне вирощування стійких сортозразків знижувало рівень зараження ґрунту *G. rostochiensis* на 73–100%.

Обліки врожайності, які проводили в період викопування картоплі, та порівняння із врожаєм нестійкого сорту Невська (використовувався у якості контролю), дали змогу розділити усі досліджувані сортозразки на дві групи: стійкі (врожай із куща перевищував контрольний варіант на 14–21%); стійкі та толерантні (рівень урожайності перевищував контроль на 58–102%). За таким розподілом двадцять п'ять сортозразків селекції Інституту картоплярства НААН, Інституту

2. Результати польового випробування селекційних зразків картоплі на стійкість проти *G. rostochiensis* (Ro1) (2016–2018 рр.)

Селекційна установа	Кількість зразків, шт. (% загальної кількості)			
	загальна кількість	результати випробування		
		стійкі	слабкостійкі	нестійкі
Інститут картоплярства НААН	13 (28,9)	11 (84,6)	1 (7,7)	1 (7,7)
Поліське відділення ІК НААН	28 (62,2)	25 (89,3)	2 (7,1)	1 (3,6)
Інститут сільського господарства Карпатського регіону	4 (8,9)	4 (100)	–	–
Загалом	45 (100)	40 (88,9)	3 (6,7)	2 (4,4)

сільського господарства Карпатського регіону та Поліського дослідного відділення ІК НААН віднесені до групи стійких (табл. 3). Усім іншим сортозразкам (17

зразків) ІК НААН та Поліського дослідного відділення надано статус стійких та толерантних. Також — ознаку толерантності проявили ще три сортозразки



Досліджувані рослини через 2 місяці вегетації (прояв толерантності — помітна різниця у рості й розвитку різних селекційних номерів)

3. Результати Державного польового випробування перспективних сортозразків картоплі на стійкість проти *G. rostochiensis* (Ro1) (2016–2018 рр.)

№ п/п	Рік випробування	Селекційний номер	Лабораторно-вегетаційне випробування		Польове випробування		Група стійкості	
			1-й рік	2-й рік	Зниження зараження ґрунту (-), %	Урожайність з куща, г		
Інститут картоплярства НААН								
1	2016	H.08.6.23	Стійкий	Стійкий	-100	455	Стійкий	
2		H.09.90-17	Стійкий	Стійкий	-100	482	Стійкий	
3		H.08.40-16	Стійкий	Стійкий	-100	695	Стійкий, толерантний	
4		H.08.40-14	Стійкий	Стійкий	-100	744	Стійкий, толерантний	
5		H.08.52-3	Стійкий	Стійкий	-100	478	Стійкий	
6		H.07.55-17	Стійкий	Стійкий	-100	803	Стійкий, толерантний	
7		H.09.8-14	Стійкий	Стійкий	-100	631	Стійкий, толерантний	
Поліське дослідне відділення ІК НААН								
8			П.10.9-3	Стійкий	Стійкий	-100	676	Стійкий, толерантний
9			П.10.14-2	Стійкий	Стійкий	-100	680	Стійкий, толерантний
10			П.10.14-9	Стійкий	Стійкий	-100	796	Стійкий, толерантний
11		П.10.34-3	Стійкий	Стійкий	-100	629	Стійкий, толерантний	
		Невська (контроль)	Нестійкий	Нестійкий	+5	398	Нестійкий	
Інститут картоплярства НААН								
12	2017	H.10.24-1	Стійкий	Стійкий	-84,7	373	Стійкий	
13		H.10.21-4	Стійкий	Стійкий	-97,2	355	Стійкий	
14		H.10.17-3	Слабостійкий	Слабостійкий	+48,9	402	Нестійкий	
15		ВМ.10.274-1	Стійкий	Стійкий	-66,5	482	Стійкий, толерантний	
Поліське дослідне відділення ІК НААН								
16			П.09.20/1	Стійкий	Стійкий	-86,2	397	Стійкий
17			П.11.20-1	Слабостійкий	Слабостійкий	+145,8	504	Нестійкий, толерантний
18			П.12.18-11	Стійкий	Стійкий	-72,8	543	Стійкий, толерантний
19			П.12.25/16	Стійкий	Стійкий	-79,0	562	Стійкий, толерантний
20			П.12.16/12	Стійкий	Стійкий	-79,0	522	Стійкий, толерантний
21			П.12.16/21	Стійкий	Стійкий	-53,5	405	Слабостійкий, толерантний
22		П.11.17-1	Стійкий	Стійкий	-100,0	411	Стійкий	
23		П.11.18/9	Стійкий	Стійкий	-100,0	404	Стійкий	
24		П.12.27/14	Стійкий	Стійкий	-100,0	278	Стійкий	
25		П.12.27/16	Стійкий	Стійкий	-93,1	287	Стійкий	
26		П.12.27/17	Стійкий	Стійкий	-93,5	366	Стійкий	
27		П.12.31/3	Стійкий	Стійкий	-100	320	Стійкий	
28		П.11.45-9	Стійкий	Стійкий	-100	353	Стійкий	
Інститут сільського господарства Карпатського регіону								
29		4038	Стійкий	Стійкий	-100	289	Стійкий	
30		4037	Стійкий	Стійкий	-100	305	Стійкий	
31		4008	Стійкий	Стійкий	-100	258	Стійкий	
32		4027	Стійкий	Стійкий	-100	270	Стійкий	
		Невська (контроль)	Нестійкий	Нестійкий	+3,5	304	Нестійкий	
Інститут картоплярства НААН								
33	2018	Е-18	Стійкий	Стійкий	-100	318	Стійкий	
34		Е-24	Стійкий	Стійкий	-92	269	Стійкий	
Поліське дослідне відділення ІК НААН								
35			П.12.15/1	Стійкий	Стійкий	-84,9	290	Стійкий
36			П.12.13-11	Стійкий	Стійкий	-100,0	427	Стійкий, толерантний
37		П.12.15-13	Стійкий	Стійкий	-95,2	508	Стійкий, толерантний	

№ п/п	Рік випробування	Селекційний номер	Лабораторно-вегетаційне випробування		Польове випробування		Група стійкості
			1-й рік	2-й рік	Зниження зараження ґрунту (-), %	Урожайність з куща, г	
38	2018	П.12.15-9	Стійкий	Стійкий	-95,6	486	Стійкий, толерантний
39		П.12.14-8	Стійкий	Стійкий	-93,4	453	Стійкий, толерантний
40		П.12.15-2	Стійкий	Стійкий	-93,9	354	Стійкий
41		П.13.18/1	Стійкий	Стійкий	-83,9	311	Стійкий
42		П.12.16-16	Стійкий	Стійкий	-49,6	326	Стійкий
43		П.13.26/13	Стійкий	Стійкий	-100,0	473	Стійкий, толерантний
44		П.12.9/1	Стійкий	Стійкий	-100,0	448	Стійкий, толерантний
45		П.13.48/16	Стійкий	Стійкий	-94,9	372	Стійкий
		Невська (контроль)	Нестійкий	Нестійкий	+28	365	Нестійкий



Цисти *G. rostochiensis* на корнях досліджуваного нестійкого селекційного зразка картоплі

Поліського дослідного відділення ІК НААН, які є слабкостійкими або нестійкими до золотистої картопляної нематоди, оскільки їхня врожайність на високоінвазійному фоні у 1,5–2,0 раза перевищувала врожайність контрольного сорту Невська.

За результатами спільної з Інститутом Картоплярства НААН

роботи створено новий нематодостійкий сорт Мирослава, який було включено до «Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні» у 2018 р. Окрім стійкості до глободерозу картоплі, що дозволяє знизити чисельність цього патогену на 24–56% за один рік вирощування сорту та понад 90% —

після трьох років вирощування, в середньому збереження врожаю на заражених золотистою картопляною нематодою ґрунтах досягає 30%.

ВИСНОВКИ

Оцінено селекційний матеріал картоплі на стійкість до *G. rostochiensis* (Ro-1). Із 640 зраз-

ків, що були надіслані із чотирьох селекційних установ (ПрАТ НВО «Чернігівліткартопля», Поліське відділення ІК НААН, Інститут картоплярства НААН, Інститут сільського господарства Карпатського регіону), більшість виявилися стійкими до патогену — 369 (57,7%) селекційних номерів, слабкостійкими — 104 (16,2%), нестійкими — 167 (26,1%). За результатами польового випробування 45-ти найбільш перспективних сортів встановлено, що переважна більшість їх є стійкими та толерантними, тобто придатними для створення на їхній основі промислових сортів. За результатами досліджень доповнено базу даних скринінгу стійкості вітчизняного селекційного матеріалу до цього патогену та спільно із селекціонерами ІК НААН створено стійкий, толерантний до *Globodera rostochiensis* (Ro-1) сорт картоплі Мирослава.

Фінансування: дослідження проведено у рамках ПНД 12 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів («Захист рослин»)»; завдання 12.01.00.21.П «Розробити превентивні та контролюючі протинематодні заходи в системі фітосанітарної безпеки»; ДР № 0116U003530.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сігарьова Д.Д., Пилипенко Л.А., Борзих О.І., Ковтун А.М. Сільськогосподарська нематодологія. Київ: Аграрна наука, 2017. 340 с.
2. Борзих О.І., Сігарьова Д.Д., Пилипенко Л.А., Ковтун А.М. Найбільш небезпечні нематодози рослин та системи захисних заходів. Київ: ТОВ «НВП» Інтерсервіс», 2017. 140 с.
3. Sedivy J. Population changes of the potato cyst nematode (*Globodera rostochiensis*) during irregular crop rotation. *Plant Prot. Sci.* 1999. 35, N4. P. 125-130.
4. Bačić J. The effect of potato varieties on population of golden cyst nematode (*Globodera rostochiensis*). *Pesticides & Phytomedicine.* 2010. 25(3). P. 269-275; doi: 10.2298/PIF1003269B
5. Singh, S.K., Hodda M., Ash G. J. Plant-Parasitic Nematodes of Potential Phytosanitary Importance. Their Main Hosts and Reported Yield Losses. 2013. EPPO Bull. 43. P. 334-374.
6. Ebrahimi N., Viaene N., Demeulemeester K., Moens M. Observations on the Life

Cycle of Potato Cyst Nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*, on Early Potato Cultivars. *Nematology.* 2014. 16. P. 937-952.

7. Pylypenko L.A., Uehara T., Phillips M.S., Sigareva D.D., Blok V.C Identification of *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* in the Ukraine by PCR. *Eur J Plant Pathol.* 2005. 111. P. 39-46; doi: 10.1007/s10658-004-2732-9

8. Федоренко О.Л. Нематодостійкий матеріал картоплі як основа біологічного захисту проти *Globodera rostochiensis* (Ro1). Вирішення сучасних проблем у ветеринарній медицині: III Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція. м. Полтава, 15-16 лютого 2018 р.: тези доповіді. Полтава, 2018. С. 167-169.

9. Camacho M.J., de Andrade E., Mota M., Nobrega F., Vicente C., Rusinque L., Lurdes Inacio M. Potato Cyst Nematodes: Geographical distribution, phylogenetic relationships and integrated pest management outcomes in Portugal. *Frontiers in Plant Science.* 2020. 11: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.606178>

10. Мельник П.О. та ін. Положення про випробування сортів та гібридів картоплі на стійкість проти раку картоплі та золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди. Чернівці: УкрНДСКР, 1993. 7 с.

11. Сігарьова Д.Д., Федюк О.М. Оцінка стійкості секційного матеріалу картоплі проти золотистої картопляної нематоди *Globodera rostochiensis* Woll. Карантин і захист рослин. 2014. № 5. С. 5-10.

12. Пилипенко Л.А. Нематодостійкі сорти картоплі в системі протинематодних заходів: перспективи та проблеми. Захист і карантин рослин. 2002. Вип. 48. С. 104-111.

13. Положенець В.М., Гурманчук О.В., Галаган Т.О. Біологічні та морфологічні особливості розвитку золотистої цистоутворюючої картопляної нематоди у зоні Полісся України. Наукові доповіді НУБіП. 2011. 6(28); http://www.nbu.gov.ua/e-journals/nd/2011_6/11pvm.pdf

14. Galagan T., Sigareva D. Distribution of *Globodera rostochiensis* and its control in Ukraine. *Proceedings of the International Symposium on Current Trends in Plant Protection, Serbia Institute for Plant Protection and Environment*, 25-28 September, 2012. Belgrade, Serbia. P. 583-586.

15. Castelli L.M., Ramsay G., Bryan G., Neilson S.J. New sources of resistance to the potato cyst nematodes *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* in the Commonwealth Potato Collection. *Euphytica.* 2003. 129(3). P. 377-386; DOI:10.1023/A:1022264111096

16. Mwangi J.M., Niere B., Finckh M.R. et al. Reproduction and life history traits of a resistance breaking *Globodera pallida* population. *Journal of Nematology.* 2019. 5. P. 1-13; <https://doi.org/10.21307/jofnem-2019-079>

17. Сігарьова Д., Болтовська О., Ковтун А. Глободероз картоплі. Плантатор. 2016. № 3. С. 52-56.

18. Сігарьова Д., Федоренко О., Тактаєв Б. Випробування селекційного матеріалу картоплі на стійкість проти *Globodera rostochiensis* (Ro1). Фітосанітарна безпека. 2018. Вип. 64. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.173-183>.

19. Тактаєв Б.А., Фурдига М.М., Осипчук А.А., Федоренко О.Л. Нові нематодостійкі сорти картоплі. Картоплярство України. 2017. Вип. 3-4. С. 11-15.

20. EPPO Standard PM3/68 (2): Testing of potato varieties to assess resistance to *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. *EPPO Bulletin.* 2021. 51. P. 404-405.



21. Бублик Л.І., Васечко Г.І., Васильєв П.В. та ін. Довідник із захисту рослин. Київ: Урожай, 1999. 744 с.

22. Трибелъ С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П. та ін. Методики випробування та застосування пестицидів. Київ: Світ, 2001. 447 с.

Sigareva D.,

ORCID: 0000-0002-5796-9811

Bondar T.,

ORCID: 0000-0002-4330-7227

Nikishicheva K.,

ORCID: 0009-0003-6194-3694

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

Assessment of resistance to *Globodera rostochiensis* (Ro-1) of newly created potato breeding material

Goal. Selection among breeding samples of potatoes, created by four breeding institutions, resistant to the golden potato cyst-forming nematode *Globodera rostochiensis* (Ro-1). **Methods.** The assessment of nematode resistance was carried out according to «Regulations on the procedure for testing potato varieties and hybrids for resistance to ... golden potato cyst nematode» (1993). **Results.** Potato breeding material was evaluated for resistance to *Globodera rostochiensis* (Ro-1). Of the 640 samples that were sent from four breeding institutions (JSC SIA «Chernigivlitkartoplia», the Polisia branch of the Institute of Potatoes of the NAAS, Institute of Potatoes of the NAAS (IP of the NAAS), Institute of Agriculture of the Carpathian Region), the majority were resistant to pathogen 369 (57.7%) selection numbers, 104 (16.2%) were weakly resistant, 167 (26.1%) were unstable. All samples, which according

to the results of the two-year laboratory and greenhouse tests were resistant, also showed a sign of resistance during the field test. Only 1 variety sample, which according to the results of laboratory and greenhouse studies was identified as resistant, turned out to be weakly resistant in field conditions. Two more varieties, which were considered weakly resistant according to the results of laboratory and greenhouse studies, turned out to be unstable in field conditions. One of them is tolerant. According to the results of yield accounting, all the studied 45 variety samples were divided into two groups: resistant (yield exceeds the control by 14—

21%) and resistant and tolerant (yield exceeds the control by 58—102%). 25 cultivars are assigned to the resistant group, and 17 other cultivars are given the status of resistant and tolerant. Also, three more variety samples showed signs of tolerance, which turned out to be weakly resistant or unstable to *G. rostochiensis* (Ro-1). **Conclusions.** According to the results of the assessment of resistance to *Globodera rostochiensis* (Ro-1) of 640 samples sent from four breeding institutions, it was established that most of them (57.7%) were resistant to the pathogen, 16.2% were weakly resistant, and 26.1% were unstable. According to the results,

the database of resistance screening of domestic breeding material to *Globodera rostochiensis* was supplemented. Together with the breeders of IP NAAS, a resistant and tolerant to this pathogen cv. Myroslava was created.

golden potato cyst nematode; nematode-resistant varieties; resistance assessment; potatoes

Надійшла до редакції: 03.04.2024

Прийнята до друку: 27.08.2024

Надруковано й опубліковано онлайн:
жовтень 2024

Вітаємо!

Відзначив своє 70-річчя **Микола Миколайович Доля** — вчений у галузі захисту рослин, біотехнології та екології, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент Національної академії аграрних наук України. Народився 12 липня 1954 р. в с. Безводня на Кіровоградщині. В 1973 р. закінчив Бобринецький сільськогосподарський технікум і працював на посаді керуючого комплексною бригадою колгоспу. 1973—1975 рр. — служба в лавах Радянської Армії. В 1980 р. закінчив факультет захисту рослин Української сільськогосподарської академії, після чого працював старшим агрономом Миронівської районної станції захисту рослин.

З 1981 р. й донині наукова та педагогічна діяльність М.М. Доля пов'язана з Національним університетом біоресурсів і природокористування України. До 2004 р. — аспірант, асистент, доцент, докторант, завідувач кафедри загальної ентомології та зоології (хімічного захисту рослин). Підготував і захистив кандидатську «Шкідники озимої пшениці і боротьба з ними при безплужному обробітку ґрунту по стерньових попередниках у Центральному Лісостепу України» (1984) та докторську «Агроекологічне обґрунтування захисту озимої пшениці від шкідників при інтенсивному землеробстві в Лісостепу України» (1992) дисертації. Впродовж 2005—2011, 2015—2021 рр. був деканом факультету захисту рослин, біотехнології та екології. З 2021 р. й донині — завідувач кафедри ентомології, інтегрованого захисту та карантину рослин.

Нині напрямом наукових досліджень М.М. Доля є розроблення й широке впровадження у виробництво інноваційних систем фітосанітарного моніторингу сучасних сівозмін на основі прогнозу розмноження шкідливих і корисних організмів у посівах сільськогосподарських культур та опрацювання новітніх технологій захисту рослин від шкідливих організмів при ресурсозберігаючому землеробстві та системах no-till в Україні. Ним уперше розроблено інноваційні зберігаючі системи захисту сільськогосподарських культур від шкідників при ґрунтозахисному землеробстві з мінімальним та нульовим обробітком ґрунту.

Микола Миколайович активно впроваджує прогресивні здобутки в усіх сферах наукової та навчальної роботи факультету. Організував і створив лабораторію моніторингу пестицидів у технологіях захисту рослин. Розробив і є керівником постійно діючої наукової школи моніторингу і комплексного захисту сільськогосподарських культур при ресурсозберігаючих системах землеробства.

М.М. Доля є автором понад 300 наукових праць, зокрема 18 монографій і підручників, 28 патентів. Підготував двох докторів і десять кандидатів сільськогосподарських наук.

За наукові, організаційні та педагогічні досягнення Нагороджений Почесною грамотою Верховної Ради України (2004) і медаллю Міністерства освіти і науки «За наукові досягнення» (2005).

Колективи Інституту захисту рослин НААН, Національного університету біоресурсів і природокористування України, колеги, учні, спеціалісти аграрної галузі щиро бажають Миколі Миколайовичу міцного здоров'я, бадьорості, благополуччя, щастя без кінця і краю, життєвого оптимізму, творчої наснаги й великих успіхів для блага нашої країни!



ДОСЛІДНІЙ СТАНЦІЇ КАРАНТИНУ ВИНОГРАДУ І ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР ІНСТИТУТУ ЗАХИСТУ РОСЛИН НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ — 75 РОКІВ!

Дослідна станція карантину винограду і плодкових культур Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України була заснована на базі Одеської обласної інспекції по карантину сільськогосподарських рослин у 1949 р. на підставі наказу Міністерства сільського господарства (МСГ) СРСР № 3156 від 19.08.1948 р. До 1992 р. вона була відома як Всесоюзна науково-дослідна протифілоксерна станція (ВНДФС).

Мета створення — проведення наукових досліджень в області карантину і захисту рослин, надання методичної і практичної допомоги сільськогосподарським організаціям і виробництвам з питань впровадження досягнень науки у виробництво. У радян-

Ю.Е. КЛЕЧКОВСЬКИЙ,
доктор сільськогосподарських наук,
директор ДСКВПК ІЗР НААН

ський період на ВНДФС було покладено завдання розроблення Державної системи захисту виноградних насаджень від філоксери і способів боротьби з цим шкідником за зонами СРСР, а також здійснення методичного керівництва виконання протифілоксерних заходів на півдні Європейської частини СРСР.

Понад чверть століття (з 1949 по 1973 рр.) станцію очолював видатний вчений, дійсний член секції виноградарства і садівництва Всесоюзнаї акаде-

мії сільськогосподарських наук імені Леніна (ВАСГНІЛ), один з організаторів державної служби з карантину рослин МСГ СРСР, кандидат сільськогосподарських наук Ілля Азарович Казас. Під його керівництвом розроблялися і впроваджувалися у виробництво комплексні системи карантинних заходів щодо захисту виноградних насаджень від філоксери. Він був автором восьми цінних винаходів і раціоналізаторських пропозицій, опублікував 104 роботи з питань екології, динаміки поширення та ліквідації вогнищ філоксери, посадки саджанців винограду під гідробури. За довголітню і багатоплідну науково-дослідну роботу нагороджений п'ятьма урядовими нагородами, медалями «За трудову діяльність»,



«За добротний труд», трьома значками «Відмінник сільського господарства», золотою, срібною і бронзовою медалями Всесоюзної сільськогосподарської виставки (ВСГВ).

Після смерті І.А. Казаса обов'язки директора виконував кандидат біологічних наук Анатолій Свиридович Горкавенко (з 1973 по 1978 рр.). За період своєї наукової і практичної діяльності брав безпосередню участь в розробці і впровадженні в практику методичного керівництва та інструкцій, які лягли в основу сучасної загальнодержавної системи карантинних заходів щодо захисту виноградників від філоксери. Опублікував понад 70 робіт, у тому числі чотири монографії з питань біології, екології, діагностики і ліквідації вогнищ філоксери. За велику наукову, виробничу і громадську діяльність нагороджений Почесною грамотою Президії Верховної Ради Узбецької РСР, значком «Відмінник сільського господарства», великою срібною медаллю ВСГВ і шістьма медалями.

З 1978 по 1994 рр. станцією керував кандидат сільськогосподарських наук Петро Іванович Литвинов. Велику увагу він приділяв впровадженню у радгоспи і колгоспи Одеської області наукових розробок станції. Був членом секції виноградарства відділення рослинництва і селекції ВАСГНІЛ, членом Всесоюзних координаційних Рад з виноградарства і розробки комплексних систем заходів проти занесення і поширення карантинних шкідників. Ним опубліковано більше 200 наукових робіт. Багато разів був учасником ВДНГ СРСР, нагороджений Почесними грамотами і Великими срібними медалями. Має урядові нагороди: орден «Знак Пошани» і дев'ять медалей.

На підставі наказу МСГ №340 від 30.12.1985 р. ВНДФС була підпорядкована Всеросійському науково-дослідному інституту карантину рослин ВАСГНІЛ

Багато років у ВНДФС працювали доктори наук В.В. Зотов і Г.Т. Соловей, кандидати

наук Г.А. Кирюхін, П.І. Єгоров, В.К. Фінаков, В.В. Степанова, Є.Б. Горкавенко, Е.А. Асрієв, В.К. Панін, В.Б. Пупко, Л.П. Сирельщикова, Р.С. Горенштейн, І.М. Козар, С.О. Глушкова, Л.Б. Черней, В.М. Большакова, старший науковий співробітник Л.О. Кульмінська, науковий співробітник Г.Ф. Чебановська та інші талановиті імунологи, селекціонери, ентомологи, токсикологи і гербологі.

На підставі наказу Української академії аграрних наук України №3, п.3 від 14.01.1992 р. «Про організацію наукових досліджень з карантину рослин в Україні», ВНДФС була підпорядкована Інституту захисту рослин Української академії аграрних наук та перейменована в Науково-дослідну станцію карантину винограду і плодівих культур (НДСКВПК), а на підставі наказу від 14.04.1992 р. № 100 «Про впорядкування та перейменування мережі наукових установ Української академії аграрних наук» Станція була перейменована в Дослідну станцію карантину винограду і плодівих культур Інституту захисту рослин Української академії аграрних наук.

З 1994 р. станцію очолює доктор сільськогосподарських наук, професор Юрій Едуардович Ключковський.

Ю.Е. Ключковський створив школу підготовки спеціалістів з карантину і захисту рослин: підготував трьох кандидатів сільськогосподарських наук за напрямом ентомологія. Має 377 наукових праць, у тому числі 97 за кордоном, має 7 авторських свідоцтва, 6 монографій і 3 книги, 12 методичних рекомендацій. Юрій Едуардович є членом трьох редакційних колегій фахових наукових видань: «Карантин і захист рослин», Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Фітосанітарна безпека», «Український ентомологічний журнал». Є членом Спеціалізованої вченої ради Інституту захисту рослин НААН зі спеціальності «Ентомологія», Координаційної ради з проблеми «Захист рослин».

За багаторічну плідну нау-

ково-організаційну роботу з розробки та впровадження у виробництво високоефективних методів і засобів захисту сільськогосподарських культур та за вагомі наукові розробки в галузі захисту рослин, забезпечення проведення багатопланових робіт з питань локалізації й ліквідації вогнищ карантинних шкідників плодівих культур і винограду Ю.Е. Ключковського нагороджено трьома грамотами Інституту захисту рослин НААН, за великі досягнення в науковій і громадській діяльності — трьома Почесними грамотами Національної академії аграрних наук України, а у 2016 р. — Почесною відзнакою НААН.

Згідно з Указом Президента України від 06.01.2010 р. № 8/2010 «Про надання Українській академії аграрних наук статусу національної» Станція була перейменована в Дослідну станцію карантину винограду і плодівих культур Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України (ДСКВПК ІЗР НААН).

Після перепідпорядкування станції Інституту захисту рослин НААН коло питань, що вивчаються, значно розширилося в напрямі розроблення та впровадження комплексної системи заходів щодо запобігання занесенню й поширенню карантинних та інших небезпечних, відсутніх в Україні шкідників, хвороб і бур'янів плодівих культур і винограду, зернових, зернобобових і олійних культур, кукурудзи, овочевих закритого і відкритого ґрунту та інших.

Станція була ініціатором та під її керівництвом було побудовано адміністративно-лабораторний корпус на 1000 м², завдяки чому з'явилася можливість створити нову наукову лабораторію та використати сучасні методи аналізу біологічного матеріалу на високоякісному обладнанні.

Впродовж 1994—2009 рр. Дослідна станція з карантину винограду та плодівих культур виконувала завдання 14.06. «Удосконалити методи виявлення карантинних шкідників, хвороб

рослин і бур'янів, систему спостережень за ними, способи локалізації та знищення». Роботи велися в трьох напрямках:

1. Розробити та вдосконалити методи виявлення карантинних об'єктів у вантажах та агроценозах.
2. Уточнити особливості розвитку та шкідливості обмежено поширених в Україні карантинних об'єктів.
3. Провести пошук і дати обґрунтування та рекомендації щодо використання сучасних способів знищення карантинних об'єктів у підкарантинних вантажах та осередках розмноження.

За 1994—2010 рр. з метою удосконалення методів виявлення карантинних хвороб в агроценозах фахівцями станції щорічно проводилися фітосанітарні обстеження виноградників, промислових садів і плодкових розсадників. У результаті таких обстежень у низці господарств Одеської та Миколаївської областей були виявлені осередки поширення небезпечного карантинного захворювання, відсутнього в Україні, шарки сливи, які було ліквідовано радикальним методом.

Топономічні дослідження наявності вірусу *Plum pox virus* та бактерії *Xanthomonas ampelina* дали змогу вдосконалити методику відбору зразків для діагностики карантинних хвороб — шарки сливи та бактеріального в'янення винограду, а також модифікувати імуноферментний метод ідентифікації збудників хвороб у лабораторних умовах при проведенні масових аналізів.

Під час обстеження виноградників півдня України було встановлено, що всихання виноградної лози, спричинене потенційно небезпечною хворобою *Phomopsis viticola*, поширене в усіх районах вирощування винограду. Показано, що серед європейських сортів винограду існують відносно стійкі та сильно сприйнятливі сорти до фомопсису. Отримана з уражених рослин культуральна рідина має різну фітотоксичну активність і може бути використана як критерій оцінки на сприйнят-



ливість до фомопсису винограду при селекції нових сортів.

З метою запобігання ввезенню та своєчасного виявлення хвороб винограду співробітниками станції розроблено «Методичні вказівки щодо виявлення та діагностики потенційно небезпечної хвороби винограду — бактеріального в'янення *Xanthomonas ampelina* Panagopoulos», які пройшли апробацію в Закарпатському територіальному відділі карантину рослин. Розроблено науково обґрунтовані регламенти застосування акарицидів у захисті від павутинних кліщів на виноградній лозі, а також параметри розмноження та випуску на промислових виноградниках хижого кліща метасейулюса східного.

У 1996—1997 рр. співробітниками ДСКВПК було розроблено «Методичні рекомендації з проведення карантинного огляду цитрусових і відбору проб для лабораторної експертизи». У 1998 році «Методика огляду цитрусових на морських суднах» була впроваджена у виробництво в порту «Одеса».

Одним із напрямів роботи станції було районування території України для обмежено поширених карантинних шкідників із виділенням зон широкого, часткового поширення та вільної. Створено комп'ютерний банк даних, які увійшли у «Перелік шкідників, хвороб рослин

і бур'янів, що мають карантинне значення в Україні». Підготовлено паспорти на 10 шкідників і 3 хвороби, які ушкоджують плодів культури та бавовник, а також на 3 бур'яни, відсутні в Україні. У паспортах наведено відомості про таксономію карантинного об'єкта, анатомічні та морфологічні особливості, його біологію, ареал, вимоги до кліматичних факторів, харчову спеціалізацію, шкідливість, можливі шляхи проникнення в інші регіони.

Аналіз отриманих відомостей засвідчив, що в разі проникнення азіатської бавовняної совки, білокаймистого жука, єгипетської бавовняної совки та бавовняної молі на територію України, їхній ареал може охопити всі потенційні площі вирощування бавовнику. Східна плодова муха, грушева вогнівка, персикова плодожерка можуть становити небезпеку в південних регіонах України, а європейська популяція середземноморської плодової мухи — для всіх районів плодівництва. Можлива акліматизація тутової щитівки по лінії Ужгород-Львів-Житомир-Чернігів-Суми. Пасльони — каролінський, лохолістий і триквітковий можуть поширитися по всій території країни.

Велику роботу виконано співробітниками ДСКВПК з детального вивчення особливостей розвитку та шкідливості обмежено поширених в Україні карантин-



них шкідників, хвороб і бур'янів, метою якої є ліквідація вогнищ карантинних об'єктів і стримування їхнього розповсюдження.

На підставі результатів досліджень біологічних особливостей розвитку та впливу кормової бази на сортовому рівні на чисельність шкідників, а також їхньої шкідливості на різних культурах і сортах, розроблено систему заходів і науково обґрунтовані нормативи застосування пестицидів у захисті від небезпечних карантинних шкідників плодівих — каліфорнійської щитівки та східної плодожерки, які передбачають використання хімічних та гормональних препаратів, зниження кількості обробок і чергування препаратів із різних хімічних сполук.

Особливе місце посідають дослідження щодо зниження пестицидного навантаження на корисну ентомофауну під час проведення хімічних обробок у садах і на виноградниках проти бур'янів. Доведено, що використання поверхнево-активних речовин у суміші з гербіцидами дає змогу зменшити норми витрати пестициду вдвічі без зниження ефективності обробок і зберегти корисну ентомофауну.

За результатами досліджень, проведених у 1994—2010 рр., фахівці станції захистили докторську та три кандидатських дисертації. Станція неодноразово була учасником сільськогосподарських виставок, брала участь у міжнародних наукових конференціях, з'їздах, симпозиумах. У 1999, 2008 і 2013 роках Станція була організатором міжнародних наукових конференцій

у рамках Східної палеоарктичної секції Міжнародної організації з біологічної боротьби зі шкідливими тваринами і рослинами.

Впродовж 2011—2020 рр. ДСКВПК ІЗР НААН виконувала фундаментальні і прикладні завдання за ПНД 10 «Наукові основи біотехнологічних систем виробництва і застосування засобів біологізації землеробства» («Біотехніка»), ПНД 12 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» («Захист рослин») і ПНД 15 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» («Захист рослин та фітосанітарна безпека»).

Основним завданням роботи станції за роки, коли стратегія розвитку сільського господарства потребувала істотного реформування у напрямі охорони навколишнього середовища та раціонального використання природних ресурсів, було удосконалення існуючих та розробки нових методів досліджень і впровадження перспективних геоінформаційних систем, які призначені для збирання, накопичення, відображення і розповсюдження різноманітних даних, що мають просторову складову.

Сучасний стан захисту рослин передбачає управління популяціями шкідливих організмів в межах конкретних агробіоценозів за допомогою застосування оптимальної для конкретних умов системи заходів, тому традиційні засоби моніторингу, збору, передачі та обробки фітосанітарної інформації мають проводитися на підставі нових методів, засно-

ваних на комп'ютерних та геоінформаційних технологіях.

За вегетаційні періоди 2011—2020 р. співробітниками станції проведено фітосанітарний моніторинг агроценозів Одеської, Миколаївської і Херсонської областей, виявлено вогнища поширення карантинних та потенційно небезпечних організмів: середземноморська плодова муха, картопляна міль, південноамериканська томатна міль, золотиста картопляна нематода, почорніння деревини винограду, потивірус шарки (віспи) сливи, сорго алепське, гірчак повзучий. За допомогою сучасних комп'ютерних технологій визначено координати їхнього місцезнаходження, створено електронні векторні карти з виділеними карантинними, буферними і вільними зонами. Розроблено прогностичні карти можливого поширення карантинних організмів на території України. Створено картографоінформаційну систему «Інтерактивний атлас. Карантинний стан рослин Одеської області» і «Карантинний стан рослинних ресурсів півдня України».

Проведення наукових досліджень за ПНД 15 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» («Захист рослин та фітосанітарна безпека») дало можливість розробити наукові основи та практичні рекомендації з питань виявлення карантинних шкідливих організмів, їхньої ідентифікації, запобігання подальшому розповсюдженню та запропонувати засоби ліквідації. Були розроблені нові методи прогнозу та оцінювання ймовірності аклі-

матизації адвентивних видів Сигнального Списку Європейської і Середземноморської організації по карантину і захисту рослин (ЄОКЗР) в Україні, що дозволило значно полегшити збір інформації, процедуру проведення аналізу фітосанітарного ризику, одержати достовірну оцінку про можливість акліматизації та визначити їхній карантинний статус для Національної організації по карантину і захисту рослин (НОКЗР) України. У 2014—2020 рр. була проведена робота з вивчення майже 70-ти регульованих шкідливих організмів та 11-ти споріднених видів, що несуть загрозу для рослинних ресурсів України, серед яких хвороби, шкідники та бур'яни плодового саду, виноградників, кукурудзи, картоплі, цукрового буряка, сої, зернових і капустяних культур.

Починаючи з 2021 р. Дослідною станцією карантину винограду і плодкових культур за звітний період проводилася науково-дослідна робота за ПНД 12 «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фітосанітарним станом агроценозів» («Захист рослин»). Підпрограма 01. «Закономірності формування фітопатогенного комплексу та теоретичні аспекти створення стійких сортів проти хвороб» («Фітопатологія») і Підпрограма 06. «Наукові основи моніторингу регульованих шкідливих організмів рослин відповідно до міжнародних вимог» («Карантин рослин»).

Розроблено і удосконалено методи досліджень, зокрема, феромонного моніторингу карантинних шкідників, оцінки ефективності засобів захисту рослин і карантинних заходів, моделювання та прогнозування динаміки чисельності адвентивних фітофагів та багаторічний прогноз їх динаміки розвитку.

Вивчено багаторічну та сезонну динаміку карантинних фітофагів, встановлено абіотичні та біотичні фактори, що обмежують їхнє розмноження та розповсюдження, підібрано найбільш ефективні сучасні пестициди для контролю чисельності досліджуваних об'єктів відповідно до зон



за рівнем їхньої шкідливості та темпами поширення.

Створено зональні системи контролю чисельності обмежено поширених карантинних фітофагів плодкових насаджень на півдні України, що гармонізовані із системами контролю чисельності аборигенних шкідників та ґрунтуються на прогнозі ступеня загрози від шкідників, моніторингу динаміки їхнього розвитку і розмноження за допомогою феромонних пасток та традиційних методів обліку і полягають в диференціюванні методів захисту рослинних ресурсів, залежно від зони розповсюдження шкідників.

Розроблено системний підхід до аналізу багаторічних даних у карантині сільськогосподарських рослин і алгоритми та систему математичних моделей прогнозування карантинних і некарантинних шкідників.

Запропоновано заходи попередження проникнення чужорідних організмів на територію України. Започатковано і успішно розвивається у галузі карантину рослин новий напрям — комп'ютерне моделювання потенційних зон акліматизації адвентивних фітофагів, що забезпечує своєчасне прийняття превентивних мір.

За 1994—2009 рр. на основних сільськогосподарських культурах південного регіону фахівцями станції за замовленням Інституту захисту рослин проведено випробування більш ніж 260-ти пестицидів (інсектицидів, акарицидів, фунгіцидів, гербіцидів, протруйників насіння, дефоліантів і десикантів, регуляторів росту рослин і феромонів). Найперспективніші з них рекомендовано для включення до «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні» і широ-



кого виробничого застосування. Розроблено методичні вказівки щодо державних випробувань інсектицидів, фунгіцидів і гербіцидів проти карантинних об'єктів.

Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 440 від 19 серпня 2009 р. Дослідна станція карантину винограду і плодкових культур була знову включена до списку установ, які мають право на проведення державних випробувань пестицидів та агрохімікатів проти шкідників, хвороб рослин і бур'янів та має право укладати договори з іноземними фірмами та українськими резидентами, що дозволило своєчасно виходити з пропозицією удосконалення технології захисту рослин від шкідливих організмів основних сільськогосподарських культур в південному регіоні.

Починаючи з 2010 року по 2021 рік станцією було заключено угоди з ТОВ Байєр Україна, ТОВ Басф, ТОВ Сингента, ТОВ Самміт-Агро Юкрейн, Доу АгроСайенсіс Фертібісгезельшафт М.Б.Х., ТОВ Дюпон, Солвей Солюшенз ЮК Лімітед, ТОВ Фінінвест, ТОВ Агріка Україна, ТОВ Презенс для проведення державних випробувань понад 240 пестицидів (інсектицидів, фунгіцидів, гербіцидів, протруйників насіння, дефоліантів і десикантів, регуляторів росту рослин, феромонів і фумігантів) на різних сільськогосподарських культурах у господарствах Одеської області. З числа науковців станції створено робочі групи спеціалістів з ентомології, фітопатології, гербології, відповідальні за проведення випробувань засобів захисту рослин. Співробітники станції спроможні самостійно проводити ідентифікацію майже 200 видів карантинних та нека-

рантинних організмів, проводити обробки сільськогосподарських культур проти шкідників запасів, у тому числі карантинних видів.

ДСКВПК ІЗР НААН має широкі міжнародні зв'язки, входячи до Міжнародних організацій ЄОКЗР та Східної палеоарктичної секції Міжнародної організації з біологічної боротьби зі шкідливими тваринами і рослинами (СПРС МОББ). Здійснює наукове співробітництво з науковими установами зарубіжних країн (Молдова, Грузія, Казахстан, Польща, Сербія, Нідерланди), що передбачає підвищення кваліфікації науковців, обмін науково-методичною документацією, проведення біоекологічних досліджень і покращення методології досліджень адвентивних організмів, викладення основних напрямів досліджень у наукових працях та доповідях на конференціях.

Нині колектив станції — 17 співробітників, з яких 1 доктор, 8 наукових співробітників, з них 6 кандидатів наук. Слід зазначити, що серед ветеранів станції активно проводять наукову роботу кандидатка біологічних наук, старша наукова співробітниця Л.Г. Титова, наукова співробітниця О.В. Палагіна, науковий стаж роботи яких понад 50 років. Кандидати сільськогосподарських наук Н.Т. Могилюк, К.О. Шматковська, В.П. Ключко, О.Ф. Нямцу, В.М. Большакова проводять великий обсяг наукових досліджень з карантину та захисту рослин у польових і лабораторних умовах. Впродовж



30—50 років головний бухгалтер З.А. Малюк, провідні спеціалісти В.В. Павленко та М.А. Чернова відповідально виконують роботу бухгалтерської служби та облік фінансової звітності станції. В процесі виконання роботи проявляють наполегливість, організованість, уміння зосередитися на найголовніших завданнях.

Впродовж 1994—2024 рр. співробітниками станції опубліковано більше 1200 наукових праць у вітчизняних і міжнародних рецензованих фахових виданнях, 6 монографій і 8 книг, опубліковано 4 інструкції, 16 інформаційних листків, отримано 7 патентів на корисні моделі, створено 32 методичні рекомендації, у господарствах Одеської області на площі 360 га апробовано і впроваджено понад 25 наукових розробок станції.

Співробітниками станції щорічно надаються методичні консультації і практична допомога господарствам усіх форм власності щодо захисту рослин і карантину.

На підставі науково-дослідних робіт ДСКВПК ІЗР НААН щорічно надаються Державній службі України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів пропозиції по внесенню змін у «Перелік регульованих шкідливих організмів».

Станція бере участь в роботі Центру наукового забезпечення агропромислового виробництва Одеської області, співпрацює з Інженерно-технологічним інститутом «Біотехніка» (м. Одеса), виконуючи випробування ефективності нових біопестицидів проти карантинних шкідників.

За великі досягнення в розробці ефективних заходів захисту садів і виноградників, методів виявлення карантинних організмів, широке їхнє впровадження у виробництво та з нагоди 60-річчя від дня заснування Дослідна станція карантину винограду і плодівих культур ІЗР НААН нагороджена Дипломом Інституту захисту рослин НААН.

Незважаючи на воєнний стан в Україні, співробітники станції відповідально продовжують виконувати свої обов'язки в науково-дослідній роботі. Усіх зацікавлених юридичних та фізичних осіб запрошуємо до співпраці.





ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ КАРАНТИНУ ВИНОГРАДУ І ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР ІНСТИТУТУ ЗАХИСТУ РОСЛИН НААН УКРАЇНИ



Завдання Дослідної станції карантину винограду і плодкових культур Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України (ДСКВПК ІЗР НААН) — проведення наукових досліджень в області карантину і захисту рослин, надання методичної і практичної допомоги сільськогосподарським організаціям і виробництвам з питань впровадження досягнень науки у виробництво

1. Основні напрями і види науково-господарської діяльності Станції:

- дослідження небезпечних шкідників, хвороб і бур'янів, відсутніх і обмежено розповсюджених на території України на виноградниках і в садах;
- розробка і вдосконалення методів знезараження посадкового матеріалу, сільськогосподарської продукції, підкарантинних вантажів;
- розробка і впровадження біологічних методів захисту від шкідливих організмів плодкових і винограду;
- вдосконалення методів контролю поширення комплексу шкідників у розсадниках;
- випробування хімічних засобів захисту рослин під методичним керівництвом Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України;
- контроль залишкових кількостей пестицидів у сільськогосподарській продукції;
- розробка та впровадження нових технологій з комплексної переробки продукції виноградарства та садівництва, що визначено Статутом Станції;
- операції, пов'язані з трансфером (передачею) технологій, розроблених за рахунок коштів державного бюджету;
- проведення лабораторних аналізів і дослідження зразків, діагностика інфекційних захворювань;
- надання консультаційних послуг.



2. Сильні сторони станції:

1. Наявність полігонів в господарствах Одеської області для вивчення всіх сільськогосподарських культур.
2. Унікальні наукові проекти, що не мають аналогів у світі (наприклад, по використанню ГІС-технологій та удосконаленню АФР).
3. Хороше забезпечення обладнанням та приладами, феромонними пастками, автотранспортом, засобами захисту рослин і засобами індивідуального захисту працівників, комп'ютеризація у науково-дослідній роботі.

3. Унікальність ДСКВПК ІЗР НААН:

1. Географічне положення в Одеській області.
2. Можливість проведення науково-дослідної діяльності з карантину і захисту рослин практично на всьому спектрі сільськогосподарських культур (зернові, овочеві, технічні, плодово-ягідні, виноградники, тощо).
3. Висококваліфіковані співробітники, які володіють комплексом знань в області ентомології, фітопатології, гербології і захисту сільськогосподарських культур від шкідників запасів, у тому числі карантинних видів методом фумігації. Взаємозамінюваність співробітників.
4. Співробітники станції спроможні самостійно проводити ідентифікацію майже 200 видів карантинних та некарантинних організмів, проводити обробки сільськогосподарських культур проти шкідників запасів, у тому числі карантинних видів.

Крім науково-теоретичних досліджень співробітники станції надають методичні консультації і практичну допомогу господарствам усіх форм власності в проведенні фітосанітарних карантинних обстежень і ліквідації вогнищ карантинних об'єктів в Одеській області.

Усіх зацікавлених юридичних та фізичних осіб запрошуємо до співпраці.

Адреса:

65049, м. Одеса-49, Фонтанська дорога, 49
тел.: +380 66 761 42 21; +380 67 295 46 08
e-mail: oskvpk@te.net.ua

Вітаємо з ювілеєм!

Відзначила свій ювілей Ольга Григорівна Власова — вчена в галузі ентомології, акарології, токсикології та захисту рослин, кандидатка сільськогосподарських наук

Трудова та наукова діяльність Ольги Григорівни впродовж 46-ти років пов'язана з Інститутом захисту рослин Національної академії аграрних наук України, де вона пройшла шлях від лаборантки до завідувачки лабораторії. Нині очолює лабораторію токсикології пестицидів.

О.Г. Власова тривалий час працювала й продовжує працювати над проблемами токсикології. Нею проведено наукові дослідження щодо уточнення особливостей біології домінуючих видів членистоногих в агроценозах плодового саду, оцінки ефективності дії інсектоакарицидів на шкідливих комах і кліщів, обґрунтування та удосконалення екологічно орієнтованих систем захисту плодового саду, обґрунтування застосування засобів захисту гороху від шкідливих організмів в органічному землеробстві, розроблення системи захисту декоративних рослин від шкідників та хвороб.

Нині Ольга Григорівна здійснює широкий спектр робіт стосовно токсикологічного обґрунтування раціонального застосування пестицидів нового асортименту з метою оздоровлення агроценозів основних сільськогосподарських культур — пшениці озимої, кукурудзи, гороху, ріпаку, плодкових. Серед важливих її досягнень має місце розроблена антирезистентна методологія систем захисту рослин від шкідливих членистоногих, яка спрямована на визначення шляхів зниження пестицидного навантаження на агроценози за рахунок раціонального використання хімічних засобів та альтернативних методів захисту. Все це має величезне як теоретичне, так і практичне значення.

Авторка 165-ти опублікованих наукових праць, зокрема восьми методичних та науково-практичних рекомендацій, деклараційного патента на винахід — «Спосіб обліку розподілу кліщів у кроні плодового дерева».

Ольга Григорівна виконує велику громадську роботу. Будучи головою профкому Інституту захисту рослин НААН упродовж 20-ти років, постійно піклується про покращання добробуту його працівників. Вона є членом Вченої ради та методичної комісії Інституту, секретарем редколегії міжвідомчого тематичного наукового збірника «Фітосанітарна безпека», членом Ради Київської міської профспілки працівників агропромислового комплексу, членом гендерного комітету з прав жінок та дітей при Раді Київської міської профспілки працівників АПК.

За наукову та громадську роботу нагороджена пам'ятною ювілейною медаллю «100 років Національній академії аграрних наук України», численними грамотами, зокрема Почесною грамотою Президії Національної академії аграрних наук України, Почесною грамотою професійної спілки працівників агропромислового комплексу України та іншими.

Колектив Інституту захисту рослин НААН, колеги й друзі щиро бажають Ользі Григорівні міцного здоров'я, бадьорості, жіночої краси, щастя, родинного затишку, оптимізму, творчих злетів та великих успіхів



Науково-виробничий журнал
КАРАНТИН
і ЗАХИСТ
РОСЛИН

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

Передплатний індекс —
74668