

# **КАРАНТИН** **і ЗАХИСТ** **РОСЛИН** **№1** Березень 2023 р.



**Забур'яненості посівів**  
(стор. 8-20)



**Проти**  
**бавовникової совки**  
(стор. 21)



**Контролювання**  
**вишневої мухи**  
(стор. 27)



**Fito\_lab**

*o.afanasieva@ukr.net*  
тел. (067) 930-72-87  
Афанасьєва Оксана

# ІНСТИТУТ ЗАХИСТУ РОСЛИН НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

*вул. Васильківська, 33,  
Київ, 03022*



*plant\_prot@ukr.net*  
тел.: (044) 257-11-24

## Лабораторія фітопатології Інституту захисту рослин надає Послуги:

Визначення схожості та енергії  
проростання насіння

Фітопатологічна  
експертиза насіння



Фітопатологічна  
експертиза рослинного  
матеріалу

Визначення чисельності  
спор сажок на поверхнях зерен  
пшениці, ячменю, жита, кукурудзи

Визначення наявності  
фузаріозних зерен зернових

Мікологічний  
аналіз субстрату

Оцінка  
біологічної  
ефективності  
препаратів





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](https://scholar.google.com/)

Березень 2023 №1 (272)

## 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

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

Л.Л. Гаврилюк, *канд. с.-г. наук*

О.О. Іващенко, *д-р с.-г. наук*

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

Ю.Е. Клечковський, *д-р с.-г. наук*

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

В.І. Крутякова, *канд. екон. наук*

Г.М. Лісова, *канд. біол. наук*

Л.Т. Міщенко, *д-р біол. наук, проф.*

Д.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

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

L. Havryliuk, *Candidate of Agricultural Sciences*

O. Ivashchenko, *Doctor of Agricultural Sciences*

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

Yu. Klechkovskyi, *Doctor of Agricultural Sciences*

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

V. Krutiakova, *Candidate of Economics Sciences*

G. Lisova, *Candidate of Biological Sciences*

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

D. 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. Yanovskyi, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor*

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

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

Scientific editor М. 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** Вплив фунгіцидів на фізіолого-біохімічний стан рослин люпину за протруєння насіння  
*Борзих О.І., Цуркан О.В., Черв'якова Л.М., Панченко Т.П.*
- 8** Вплив забур'яненості посівів на розвиток і продуктивність рослин кукурудзи  
*Сергієнко В.Г., Тищук О.П., Бородай В.В.*
- 14** Забур'яненість посівів ячменю ярого залежно від культури-попередника в Східному Лісостепу України  
*Гутянський Р.А., Попов С.І., Кузьменко Н.В., Безпалько В.В.*

## Засоби і методи

- 21** Технічна ефективність інсектицидів проти гусениць *Helicoverpa armigera* Hübner у посівах кукурудзи  
*Ляска Ю.М.*
- 27** Ефективність сучасних інсектицидів у захисті вишнево-черешневих промислових насаджень від вишневої мухи  
*Яновський Ю.П., Суханов С.В., Крикунов І.В., Фоменко О.О.*

## Рекомендації

- 32** Вивчення токсичної дії інсектицидів на медоносну бджолу: методичні рекомендації  
*Власова О.Г., Секун М.П., Зацеркляна М.Д.*



## Біометоди

- 38** Прояв індукованої стійкості пшениці озимої за застосування штаму *Streptomyces* sp. HU2014  
*Чжу Хунся, Рожкова Т.О.*

## КОРОТКО

- 44** Значення систематики для прикладної ентомології. Особливості застосування таксономічних назв  
*Федоренко В.П.*

## CONTENTS

### SCIENTIFIC RESEARCH

- The effect of fungicides on the physiological and biochemical state of lupine plants after seed treatment  
*Borzykh O., Tsurkan O., Chervyakova L., Panchenko T.* ..... 3
- Influence of crop pollution on development i maize productivity  
*Sergienko V., Tyshchuk O., Borodai V.* ..... 8
- Weediness of spring barley crops depending on the forecrop in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine  
*Hutianskyi R., Popov S., Kuzmenko N., Bezpalko V.* ..... 14

### MEANS AND METHODS

- Technical efficiency of insecticides against *Helicoverpa armigera* Hübner caterpillars in corn crops  
*Liaska Yu.* ..... 21

- The efficacy of protection by modern insecticides in the industrial cherry plantations against cherry fruit fly pest  
*Yanovskyi Y., Suchanov S., Krykunov I., Fomenko A.* ..... 27

### RECOMMENDATIONS

- Study of the toxic effect of insecticides on the honey bee: methodological recommendations  
*Vlasova O., Sekun M., Zatserklyana M.* ..... 32

### BIOMETHODS

- Induction of wheat resistance by *Streptomyces* sp. HU2014 strain  
*Zhu Hongxia, Rozhkova T.* ..... 38

### SHORT

- The value of taxonomy for applied entomology. Features of the use of taxonomic names  
*Fedorenko V.* ..... 44

Рекомендовано до друку  
Вченою радою Інституту захисту рослин НААН України,  
Протокол № 1 від 28.02.2023 р.

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

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

Журнал виходить чотири рази на рік  
Заснований 1996 р.

**КАРАНТИН  
і ЗАХИСТ  
РОСЛИН**

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

Передплатний індекс видання — **74668**

Зареєстровано 07.08.2017 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію  
серія КВ № 22870-12770ПР

Підп. до друку 10.03.2023 р.  
Формат 60 × 84/8. Папір крейд.  
Друк офсет. Умовн. друк. арк. 4. Тираж 200.

Друкарня ТОВ «Лазурит-Поліграф»

Адреса редакції:

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

☎ Тел.: (044) 257-13-80

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

© «Карантин і захист рослин», 2023

# ВПЛИВ ФУНГІЦИДІВ

## на фізіолого-біохімічний стан рослин люпину за протруєння насіння

**Мета.** Оцінити вплив фунгіцидів на вміст хлорофілу та активність антиоксидантних ферментів (пероксидаза, каталаза) у рослинах люпину за протруєння насіння. **Методи.** Лабораторні й вегетаційні дослідження проводили в лабораторії аналітичної хімії пестицидів Інституту захисту рослин НААН. Насіння люпину жовтого (*Lupinus luteus* L., сорт Обрій) протруювали комбінованими фунгіцидами з різних хімічних класів: триазоли (ципроконазол, дифеноконазол, тебуконазол, протіконазол), фенілпіроли (флудиоксоніл), карбоксаміди (карбоксин), дитіокарбамати (тирам). Вміст фунгіцидів у рослинах визначали, використовуючи хроматографічні методи аналізу. Вміст хлорофілу, активність пероксидази та каталази визначали фізико-хімічними методами за загальноприйнятими методиками. **Результати.** Фунгіциди активували антиоксидантні системи рослин, залежно від їх фізико-хімічних властивостей (зокрема коефіцієнта розподілу октанол-вода  $K_{ow}$ ) та вмісту в рослинах (С, мг/кг). Встановлено зростання пероксидазної активності (до 89% щодо контролю) впродовж 30-ти діб, що свідчить про активацію антиоксидантних процесів, спрямованих на підтримання окиснювального гомеостазу в рослинах. Зміна активності каталази під впливом фунгіцидів обернено пропорційно корелювала з активністю пероксидази, що пояснюється формуванням адапційних механізмів гомеостазу АФК. Висока, порівняно з каталазою, активність пероксидази свідчить про вагомий роль цього ферменту в окисно-відновних реакціях стійкості рослин за впливу фунгіцидів. Загальний вміст хлорофілу за дії фунгіцидів зростав на 6–20%, порівняно із контролем. **Висновки.** Протруєння насіння фунгіцидами

---

**О.І. БОРЗИХ,**  
доктор сільськогосподарських наук,  
академік НААН

**О.В. ЦУРКАН,**  
кандидат сільськогосподарських наук

**Л.М. ЧЕРВ'ЯКОВА,**  
кандидат сільськогосподарських наук

**Т.П. ПАНЧЕНКО,**  
кандидат сільськогосподарських наук  
Інститут захисту рослин НААН,  
вул. Васильківська, 33, м. Київ,  
03022, Україна  
e-mail: lac\_ipr@ukr.net

---

впливає на перебіг окисно-відновних реакцій у рослинах, викликаючи зміни активності ключових ферментів. Висока активність пероксидази на тлі коливань каталазної активності свідчить про пряму дію фунгіцидів на стан антиоксидантних систем та важливу роль пероксидази в підтриманні гомеостазу АФК. Встановлено стимулюючий вплив фунгіцидів на накопичення хлорофілу на початкових етапах росту рослин люпину, вміст якого за фазами розвитку перевищував показник контролю на 6–20%. Зміни активності антиоксидантних ферментів (каталази та пероксидази) та вмісту хлорофілу можуть слугувати критеріями для визначення рівнів адаптованості рослин люпину до впливу стресової дії фунгіцидів.

**фунгіциди; протруйники; пероксидаза; каталаза; хлорофіл**

Сучасні технології вирощування зернобобових культур потребують таких систем захисту від хвороб, які здатні своєчасно і надійно контролювати їхній розвиток та забезпечувати реалізацію генетичного потенціалу сорту/гібриду на усіх етапах росту і розвитку культурних рослин. Протруєння насіння фунгіци-

дами є обов'язковим методом, оскільки дає можливість захистити рослини на ранніх етапах органогенезу. Фунгіциди є фізіологічно активними речовинами, тому окрім своєї прямої дії — захисту сільськогосподарських культур від збудників хвороб, діють і на саму рослину, впливаючи на метаболізм, фізіологічний та біохімічний статус рослин, залежно від властивостей та дози застосування [1].

Пестициди, проникаючи в клітини рослин, можуть впливати на окиснювальну модифікацію білків, нуклеїнових кислот, окиснення ліпідів тощо. Загальною реакцією рослин на дію несприятливих чинників навколишнього середовища (посуха і засолення, низькі і високі температури, вплив важких металів, пестицидів, ураження фітопатогенами) є утворення активних форм кисню (АФК), які розглядаються водночас і як маркери стресового стану, і як сигнальні посередники (інтермедіати), необхідні для розвитку адаптивної відповіді. Захист рослин від деструктивної дії надлишку АФК відбувається за участю ферментативних та неферментативних систем, які забезпечують механізми антиоксидантного захисту рослин та підтримання функціональної активності клітини. Основними компонентами ферментативної системи є супероксиддисмутаза, каталаза, пероксидази та ін. Їхня активність контролюється генетично і суттєво варіює у різних видів рослин і навіть в окремих сортів одного і того ж виду [2–4].

У джерелах літератури наведено суперечливі дані щодо впливу фунгіцидів на активність антиоксидантних ферментів у рослинних клітинах: з одного боку є інформація, що засвідчує зростання ка-

талазної, пероксидазної та супер-оксиддисмутазної активності при застосуванні фунгіцидів з класів триазоли та стробілурини [5, 6], з іншого — є результати досліджень про відсутність активації ферментів антиоксидантної системи за їх застосування [7, 8]. Динаміка змін оксидазної активності — неспецифічне явище, однак відображає всі процеси, пов'язані з накопиченням АФК, і є індикатором фізіолого-біохімічного стану рослин, стійкості до впливу біотичних та абіотичних факторів.

Одним з важливих критеріїв оцінки реакцій рослинного організму на стресори різної природи, у т.ч. пестициди, може також слугувати стан пігментного комплексу, оскільки надлишок АФК може призводити до низки деструктивних процесів: фотоокиснення хлорофілу, перекисного окиснення ліпідів та сульфгідрильних груп білків хлоропластних мембран, порушення структури хлоропластної ДНК тощо [9—12]. Крім того пігменти рослин також є одним із дієвих механізмів протидії фітотоксичним впливам на клітинному рівні, тому динаміка зміни їх вмісту є одним із показників фізіологічного стану рослин, характеристикою фотосинтетичної активності та потенційної здатності сільськогосподарських культур рослин формувати врожай [13, 14]. В літературі є дані як про позитивний [15], так і про негативний [16] вплив фунгіцидів на фотосинтетичний апарат рослин. Позитивний вплив фунгіцидів на пігментний комплекс рослин розглядається вченими з позиції їх стимулюючої дії на процеси синтезу пігментів та формування світлопоглинального комплексу, а також захисної дії цих сполук від передчасного руйнування хлорофілів [17].

Нині питання механізму впливу фунгіцидів на антиоксидантний метаболізм, вміст фотосинтетичних пігментів і їхню роль у визначенні рівня такого впливу на продуктивність сільськогосподарських культур активно вивчається та дискутується [18—21], проте окремі аспекти фізіолого-біохімічних змін залишаються

нез'ясованими і потребують подальших детальних досліджень.

**Метою досліджень** була оцінка впливу фунгіцидів на вміст хлорофілу та активність оксидоредуктазних ферментів (пероксидаза, каталаза) в рослинах люпину за протруєння насіння.

**Методика досліджень.** Лабораторні і вегетаційні дослідження проводили в лабораторії аналітичної хімії пестицидів Інституту захисту рослин НААН. Насіння люпину жовтого (*Lupinus luteus* L., сорт Обрій) протруювали комбінованими фунгіцидами різних хімічних класів (триазоли, фенілпіроли, карбоксаміди, дитіокарбамати) за варіантами:

1. Контроль (без обробки);
2. Карбоксин, н.в. 500 г/т + тирам, н.в. 500 г/т;
3. Ципроконазол, н.в. 13 г/т + флудіоксоніл, н.в. 38 г/т;
4. Ципроконазол, н.в. 9 г/т + дифеноконазол, н.в. 45 г/т;
5. Протіоконазол, н.в. 50 г/т + тебуконазол, н.в. 30 г/т.

Дослідження проводили протягом квітня — травня з дотриманням вимог вегетаційного методу. Рослини вирощували в пластикових посудинах (грунт сірий опідзолений з вмістом гумусу 2,2%, рН 6,1) за природного освітлення і температури. Повторність дослідів чотириразова. Досліди повторювали двічі. Відбори зразків рослин здійснювали з інтервалом 5 діб (після появи сходів).

Вміст фунгіцидів у рослинах

визначали з використанням Алгоритму хіміко-аналітичного моніторингу пестицидів [22]. Визначення вмісту хлорофілу, активності пероксидази (КФ. 1.11.1.7) проводили колориметрично, каталази (КФ.1.11.1.6) — титриметрично за загальноприйнятими методиками [23, 24]. Статистичну обробку одержаних даних здійснювали методами дисперсійного аналізу з використанням Microsoft Office Excel.

**Результати досліджень.** Характер впливу діючих речовин на інтенсивність фізіолого-біохімічних процесів в цілому, та активність ензиматичних систем антиоксидантного захисту (каталази, пероксидази) зокрема, визначається їх фізико-хімічними властивостями (за величиною коефіцієнта гідрофобності  $\log K_{ow}$ ) та вмістом у рослинах (С, мг/кг). Вміст фунгіцидів у рослинах зменшується протягом вегетаційного періоду і залежить від норми їх застосування, що зумовлює початкову кількість (вихідний токсичний потенціал) пестициду (рис. 1).

За результатами досліджень зафіксовано різну чутливість пероксидази стосовно досліджуваних фунгіцидів. На 10-ту добу після сівби (фаза сходів) у варіантах із застосуванням комбінацій діючих речовин на основі триазолу: дифеноконазол + ципроконазол (вміст у рослинах 0,58 мг/кг + 0,28 мг/кг) та протіоконазол

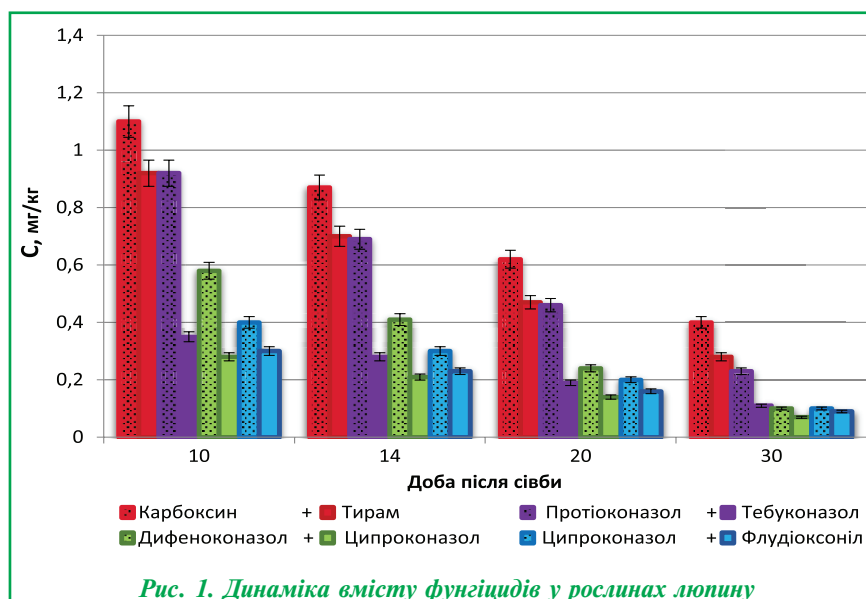


Рис. 1. Динаміка вмісту фунгіцидів у рослинах люпину

+ тебуконазол (0,92 мг/кг + 0,35 мг/кг) активність пероксидази була найвищою — 13% та 17% щодо контролю відповідно (рис. 1, 2). Тоді як за застосування комбінації ципроконазолу з флудіоксонілом (клас фенілпіроли) активність ферменту була на 15% нижче контролю. Такий різноспрямований регуляторний ефект може бути зумовлений як хімічним класом сполук, так і особливостями процесів їх транслокації і трансформації в рослинах. Отримані результати підтверджують встановлені закономірності [25].

Існує припущення, що величина поглинання діючих речовин під час проростання насіння прямо пропорційно корелює з ліпофільністю сполук (за величиною  $\log K_{ow}$ ) [26]. Відповідно, триазоли ципроконазол, протіоконазол, дифеноконазол та тебуконазол, як ліпофільні ( $\log K_{ow}$  3,09—4,4), розчинні у воді сполуки (15—300 мг/л), добре сорбуються насінням і транслокуються акропетально (системна дія). Тоді як флудіоксоніл, як ліпофільна сполука ( $\log K_{ow}$  4,12), добре сорбується насінням, однак через слабку розчинність у воді (1,8 мг/л) дуже повільно рухається по судинній системі рослини, тому проявляє незначний стресовий вплив у цей же період часу. При застосуванні комбінації карбоксин (клас карбоксаміди) + тирам (клас дитіокарбамати), незважаючи на значну норму застосування,

їх вміст на 10-ту добу після сівби становить 1,1 мг/кг та 0,92 мг/кг, відповідно, при цьому активність пероксидази на варіанті лише на 5% перевищувала контроль: карбоксин ( $\log K_{ow}$  2,3) — локально проникає в насіння, малорухомий у рослині; тирам ( $\log K_{ow}$  1,73) — майже не проникає в насіння, практично не розчинний у воді, чим і можна пояснити зафіксований незначний вплив на активність ферменту.

До фази 3—4 листків (20-та доба) активність ферменту в рослинах на усіх варіантах поступово зростала, в середньому, у 1,2—1,4 раза, що може бути зумовлене збільшенням синтезу ферменту *de novo*, змінами співвідношення між ізоформами пероксидази та/або накопиченням субстратів ферменту, які індукують його синтез. Стрімке і суттєве підвищення активності ферменту у варіанті ципроконазол + флудіоксоніл (98% до контролю) порівняно з варіантом ципроконазол + дифеноконазол (30% до контролю), може свідчити про накопичувальний пролонгований стресовий вплив власне флудіоксонілу. До 30-ї доби (фаза 7—8 листків), на фоні зменшення початкового вмісту фунгіцидів у 3—6 разів, активність пероксидази на усіх варіантах знижувалася, порівняно з попередньою фазою досліджень, однак перевищувала відповідний показник контролю на 11—35%, отже, обробка насіння досліджуваними фунгіци-

дами індукує достатньо високий рівень активності пероксидази впродовж 30-ти діб, що свідчить про активацію антиоксидантних процесів, спрямованих на підтримання окиснювального гомеостазу в клітинах рослин.

Зміна активності каталази, яка, як правило, обернено пропорційно корелює з активністю пероксидази, під впливом досліджуваних фунгіцидів значно відрізнялася за варіантами. Максимальну активність ферменту на 10-ту добу після сівби фіксували у варіанті із застосуванням комбінації дифеноконазол + ципроконазол (46% до контролю), тоді як у решти варіантів активність каталази була на 13—31% нижчою рівня контролю (рис. 3).

У подальшому, при застосуванні комбінації ципроконазол + дифеноконазол протягом двох декад спостерігалася тенденція до стійкого зниження активності ферменту, що ймовірно свідчить про зміщення прооксидантно-антиоксидантної рівноваги в напрямі посилення генерації АФК у формі перекисів. У варіанті ципроконазол + флудіоксоніл максимальну активність каталази (36% до контролю), як і пероксидази, фіксували на 20-ту добу, що може свідчити про синергізм дії цих ферментів у процесі детоксикації надлишку АФК. До 30-ї доби активність ферменту знижувалася до рівня контролю, що ймовірно, пояснюється тим, що за цей період відбулась стабілізація детоксикаційних процесів, у результаті чого знизилась кількість утворюваних АФК. Низька активність каталази (на 13—50% нижче контролю) протягом 20-ти діб при застосуванні комбінації тебуконазол + протіоконазол може бути зумовлена конкурентною дією пероксидази, активність якої в цей період зростала. У варіанті карбоксин + тирам до 14-ї доби активність каталази зростала, проявляючи певний синергізм з пероксидазою, а подальші зміни можна пояснити «антагонізмом» пероксидази та формуванням адаптаційних механізмів для підтримки гомеостазу АФК.

Результати досліджень свідчать,

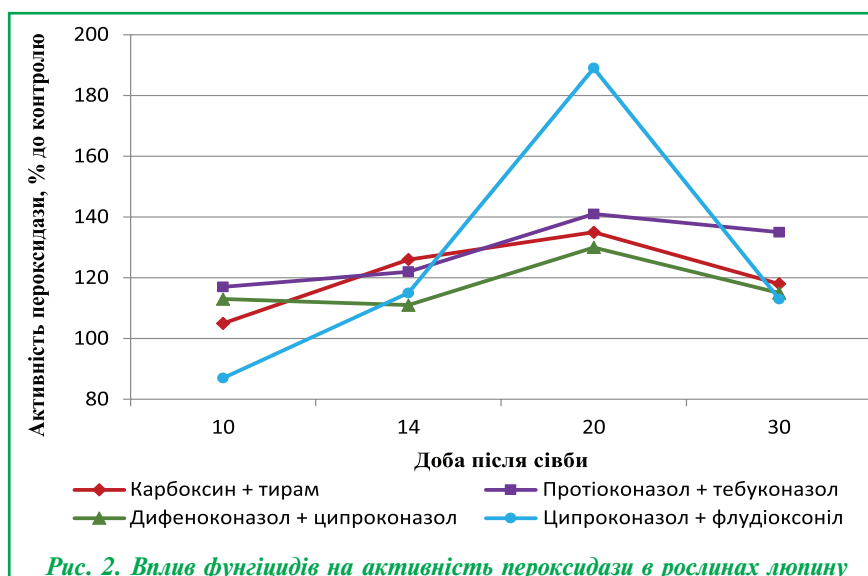


Рис. 2. Вплив фунгіцидів на активність пероксидази в рослинах люпину

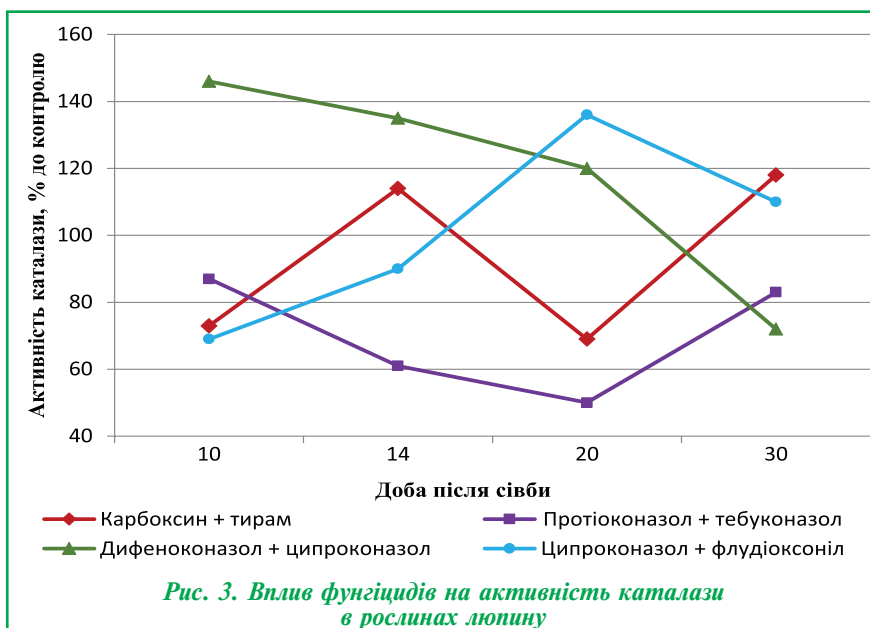


Рис. 3. Вплив фунгіцидів на активність каталази в рослинах люпину

що досліджувані фунгіциди зумовлювали різний ступінь активації антиоксидантної системи, що визначало різний рівень пероксидазної та каталазної активності в рослинах. Висока активність пероксидази, порівняно з каталазою протягом 30-ти діб після сівби, свідчить про вагомую роль цього ферменту в окисно-відновних реакціях стійкості рослин за впливу фунгіцидів, що підтверджується даними літератури [18].

Важливим показником, який відображає потужність розвитку фотосинтетичного апарату, є вміст хлорофілу. Загальний вміст пластидних пігментів суттєво залежав від періоду вегетації культури: від  $1,07 \pm 0,03$  —  $1,22 \pm 0,04$  мг/г на 10-ту добу (фаза сходів) до  $4,69 \pm 0,12$  —  $5,77 \pm 0,11$  мг/г — на 30-ту добу (фаза 7—8 листків). За протруювання насіння люпину комбінаціями на основі триазолів: протіоконазол + тебуконазол, ципроконазол + дифеноконазол та ципроконазол + флудіоксоніл вміст хлорофілу в листках на 10-ту добу перевищував контроль відповідно на 6%, 9 та 14% (рис. 4). До 30-ї доби вміст зелених пігментів поступово зростав і перевищував відповідний показник контролю на 16%, 19 та 20%, відповідно. За застосування комбінації карбоксин + тирам вміст хлорофілу за фазами розвитку перевищував контроль на

12—9%, причому, починаючи з 14-ї доби спостерігалася тенденція до зниження його вмісту.

У дослідженнях D. Radzikowska et. al. [27] зафіксовано зростання інтенсивності фотосинтезу та ефективності фотохімічних реакцій за протруєння насіння ячменю ярого флудіоксонілом, тритіконазолом, комбінацією тебуконазолу та протіоконазолу. Дані В.Г. Кур'ята свідчать, що за обробки овочевих пасльонових культур тебуконазолом відбувається перебудова мезоструктури листків та збільшення вмісту хлорофілів [28]. У роботі E. Yüzbaşıoğlu встановлено, що обробка томатів тирамом сприяла зростанню активності пероксидази, каталази та вмісту хлорофілу [29].

Отже, дані літературних джерел підтверджують одержані нами результати стимулюючого впливу фунгіцидів на активність антиоксидантних ферментів (пероксидаза, каталаза) та вміст хлорофілу, причому ступінь цього прояву відрізнявся за варіантами, залежно від характеру впливу діючих речовин.

### ВИСНОВКИ

Протруювання насіння фунгіцидами впливає на перебіг окисно-відновних реакцій у рослинах, викликаючи зміни активності ключових ферментів. Висока активність пероксидази на тлі коливань каталазної активності свідчить про пряму дію фунгіцидів на стан антиоксидантних систем та важливу роль пероксидази в підтриманні гомеостазу АФК. Встановлено стимулюючий вплив фунгіцидів на накопичення хлорофілу на початкових етапах росту рослин люпину, вміст якого за фазами розвитку перевищував показник контролю на 6—20%. Зміни активності антиоксидантних ферментів (каталази та пероксидази) та вмісту хлорофілу можуть слугувати критеріями для визначення рівнів адаптованості рослин люпину до впливу стресової дії фунгіцидів.

**Фінансування:** дослідження виконували в рамках завдання 24.05.01.04.П «Наукове обґрунтування екологічно безпечного застосування хімічного захисту культур в агротехнологіях іх

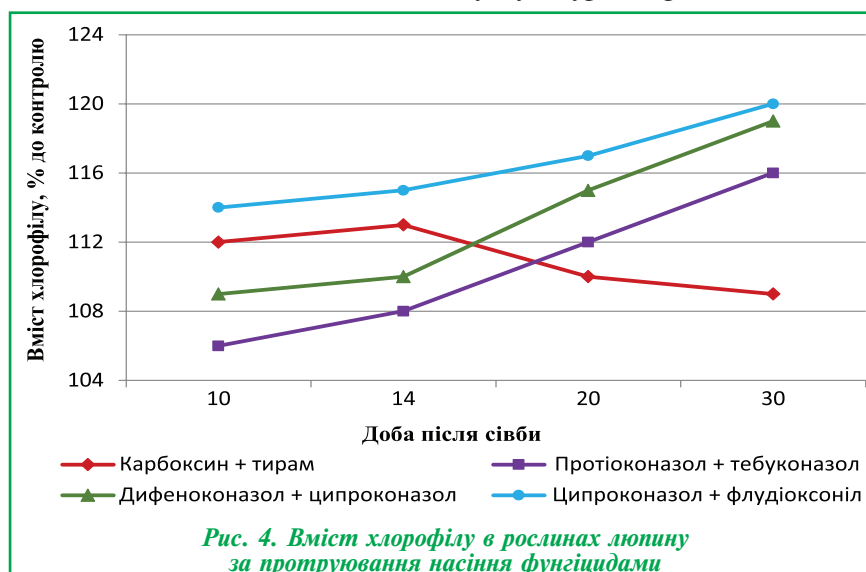


Рис. 4. Вміст хлорофілу в рослинах люпину за протруювання насіння фунгіцидами

виращування» ПНД 24 «Захист рослин».

**Конфлікт інтересів:** автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Коць С.Я., Павлице А.В. Використання фунгіцидів в інтегрованих системах захисту рослин та їх вплив на фізіолого-біохімічні процеси за інюкуляції її насіння бульбочковими бактеріями. *Фізіологія рослин і генетика*. 2021. Т. 53, № 1. С. 3–28. <https://doi.org/10.15407/frg2021.01.003>
2. Колунаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Активные формы кислорода, антиоксиданты и устойчивости растений к действию стрессоров. Киев: Логос, 2019. 277 с.
3. Demidchik V. Mechanism of oxidative stress in plants: from classical chemistry to cell biology. *Environmental and Experimental Botany*. 2015. Volume 109. P. 212–228. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2014.06.021>
4. Колунаев Ю.Е., Карпец Ю.В. Активные формы кислорода и стрессовый сигналинг у растений. *Ukrainian biochemical journal*. 2014. Vol. 86. № 4. С. 18–35. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/BioChem\\_2014\\_86\\_4\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/BioChem_2014_86_4_4)
5. Yue-Xuan Wu, Andreas von Tiedemann. Physiological Effects of Azoxyastrobin and Epoxiconazole on Senescence and the Oxidative Status of Wheat. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2001. 71(1). P. 1–10. DOI:10.1006/pest.2001.2561.
6. Esteves Amaro A.C., Pereira Ramos A.R., Macedo A.C. et al. Effects of the fungicides azoxystrobin, pyraclostrobin and boscalid on the physiology of Japanese cucumber. *Scientia Horticulturae*. 2018. Volume 228. P. 66–75. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.10.016>
7. Заворотна Т.А., Руденко С.С., Панчук І.І. Вплив фунгіцидів на активність пероксидаз у *Arabidopsis thaliana*. *Біологічні системи*. 2018. Т. 10. Вип. 2. С. 119–124. <https://doi.org/10.31861/biosystems2018.02.119>
8. Debona D., Rodrigues F. A. A Strobilurin fungicide relieves Bipolaris oryzae-induced oxidative stress in rice. *Journal of Phytopathology*. 2016. Volume 164. Issue 9. P. 571–581. DOI:10.1111/jph.12481
9. Dehshiri O., Paknyat H. Evaluation of Oilseed Rape Genotypes (*Brassica napus* L.) Based on Chlorophyll and Carotenoids Contents and Antioxidant Enzymes under Drought Stress Conditions. *Journal of Crop Production and Processing*. 2014. 3 (10), P. 69–77.
10. Souahhi H. Impact of lead on the amount of chlorophyll and carotenoids in the leaves of *Triticum durum* and *T. aestivum*, *Hordeum vulgare* and *Avena sativa*. *Biosystems Diversity*. 2021. 29(3), P. 207–210. doi:10.15421/012125
11. R. Esteban, O. Barrutia, U. Artetxe et al. Internal and external factors affecting photosynthetic pigment composition in plants: a meta-analytical approach. *New Phytologist*. 2015. Volume 206. P. 268–280. doi: 10.1111/nph.13186.
12. Ashraf M., Harris P. J. C. Photosynthesis under stressful environments: An overview. *Photosynthetica*. 2013. 51(2) P. 163–190. DOI: 10.1007/s11099-013-0021-6
13. Serrano I., Audran C., Rivas S. Chloroplasts at work during plant innate immunity. *Journal of Experimental Botany*. 2016. Vol. 67. No. 13. P. 3845–3854, doi:10.1093/jxb/erw088
14. Miller G., Suzuki N., Ciftci-Yilmaz S., Mittler R. Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses. *Plant, Cell & Environment*. 2010. 33 (4), P. 453–467. doi: 10.1111/j.1365-3040.2009.02041.x
15. Rajasekar M., Rabert G.A., Manivanan P. The effect of triazole induced photosynthetic pigments and biochemical constituents of *Zea mays* L. (Maize) under drought stress. *Applied Nanoscience*. 2016. Volume 6, P. 727–735. <https://doi.org/10.1007/s13204-015-0482-y>
16. Petit A.-N., Fontaine F., Vatsa P. et al. Fungicide impacts on photosynthesis in crop plants. *Photosynth Res*. 2012. Volume 111. P. 315–326. DOI:10.1007/s11120-012-9719-8
17. Михальська Л.М., Санін О.Ю., Третяков В.О. Вплив елементів живлення та фунгіцидів на вміст хлорофілу в листках високопродуктивних сортів пшениці озимої. *Фізіологія рослин і генетика*. 2020. Т. 52. № 6. С. 538–549. doi: <https://doi.org/10.15407/frg2020.06.538>
18. Shahid M., Ahmed B., Zaidi A., Khan M. S. Toxicity of fungicides to *Pisum sativum*: a study of oxidative damage, growth suppression, cellular death and morpho-anatomical changes. *RSC Adv*. 2018. 8(67). P. 483–498. doi: 10.1039/c8ra03923b
19. Dias M.C. Phytotoxicity: An Overview of the Physiological Responses of Plants Exposed to Fungicides. *Journal of Botany*. 2012. vol. 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/135479>
20. Gurpreet Singh, Harkamal Kaur Sahota. Impact of benzimidazole and dithiocarbamate fungicides on the photosynthetic machinery, sugar content and various antioxidative enzymes in chickpea. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2018. Volume 132. P. 166–173. DOI: 10.1016/j.plaphy.2018.09.001
21. Liu R., Li J., Zhang L. et al. Fungicide Difenoconazole Induced Biochemical and Developmental Toxicity in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plants*. 2021. Volume 10. P. 2304. <https://doi.org/10.3390/plants10112304>
22. Борзих О.І., Панченко Т.П., Черв'якова Л.М., Гаврилюк Л.Л. Алгоритм хіміко-аналітичного моніторингу пестицидів (Методичні рекомендації). 2020. <https://doi.org/10.36495/UDC631.95alhortym/IZR2020>
23. Починок Х.Н. Методи біохімічного аналізу рослин. Київ: Наукова думка, 1976. 336 с.
24. Агрохімічний аналіз; за ред. М.М. Горднього. Київ: Арістей, 2005. 468 с.
25. Борзих О.І., Цуркан О.В., Черв'якова Л.М., Панченко Т.П. Вплив фунгіцидів на ферментативну активність антиоксидантної системи та вміст хлорофілу в рослинах люпину за протруєння насіння. *Карантин і захист рослин*. 2020. (7–9). С. 3–6. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2020.7-9.3-6>
26. Fadel Sartori F., Floriano Pimpinato R., Tornisiolo V.L. et al. Soybean seed treatment: how do fungicides translocate in plants? *Pest Management Science*. 2020. Volume 76. Issue 7. P. 2355–2359. <https://doi.org/10.1002/ps.5771>
27. Radzikowska D., Grzanka M., Kowalczewski P.L. et al. Influence of SDHI seed treatment on the physiological conditions of spring barley seedlings under drought stress. *Agronomy*. 2020. V. 10 (5). P. 731. <https://doi.org/10.3390/agronomy10050731>
28. Kuryata V.H., Rogach V.V., Buina O.I. et al. Impact of gibberelic acid and tebuconazole on formation of the leaf system and functioning of donor — acceptor plant system of solanaceae vegetable crops. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2017. 8(2). P. 162–168. <https://doi.org/10.15421/021726>
29. Yüzbasioglu E. Effect of fungicide pre-treatment on lipid peroxidation, antioxidant enzyme systems and proline accumulation in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) leaves under high temperature stress. *Turkish Journal of Botany*. 2020. Vol. 44. No. 6. Article 2. P. 604–617. <https://doi.org/10.3906/bot-2004-79>

**Borzykh O.,**

ORCID: 0000-0002-9802-5622

**Tsurkan O.,**

ORCID 0000-0003-3370-5229

**Chervyakova L.,**

ORCID 0000-0002-2311-9237

**Panchenko T.**

ORCID 0000-0002-2860-6464

Institute of Plant Protection of NAAS,

33, Vasylkivska str., Kyiv, 03022, Ukraine

e-mail: lac\_ipp@ukr.net

### The effect of fungicides on the physiological and biochemical state of lupine plants after seed treatment

**Goal.** To assess the effect of fungicides on the content of chlorophyll and the activity of antioxidant enzymes (peroxidase, catalase) in lupine plants after seed treatment. **Methods.** Laboratory and vegetation studies were carried out in the laboratory of analytical chemistry of pesticides of pesticides of the Institute of Plant Protection. The seeds of yellow lupine (*Lupinus luteus* L., variety Obriy) were treated with combined fungicides from different chemical classes: triazoles (cyproconazole, difenoconazole, tebuconazole, prothioconazole), phenylpyrroles (fludioxonil), carbamates (carboxin), dithiocarbamates (thiram). Determination of the content of fungicides in plants was carried out using chromatographic methods of analysis. Chlorophyll content, peroxidase and catalase activity were determined by physicochemical methods according to generally accepted methods. **Results.** Fungicides activated the antioxidant systems of plants, depending on their physicochemical properties (in particular, the octanol-water partition coefficient *K<sub>ow</sub>*) and their content in plants (C, mg/kg). An increase in peroxidase activity (up to 89% compared to the control) was established within 30 days, which indicates the activation of antioxidant processes aimed at maintaining oxidative homeostasis in plants. The change in catalase activity under the influence of fungicides was inversely correlated with peroxidase activity, which is explained by the formation of adaptive mechanisms of ROS homeostasis. The high activity of peroxidase, compared to catalase, testifies to the important role of this enzyme in the redox reactions of plant resistance under the influence of fungicides. The total chlorophyll content under the action of fungicides, increased by 6–20%, compared to the control. **Conclusions.** Seed treatment with fungicides affects the course of redox reactions in plants, causing changes in the activity of key enzymes. The high activity of peroxidase against the background of fluctuations in catalase activity indicates the direct effect of fungicides on the state of antioxidant systems and the important role of peroxidase in maintaining ROS homeostasis. The stimulatory effect of fungicides on the accumulation of chlorophyll at the initial stages of growth of lupine plants was established, the content of which exceeded the control indicator by 6–20% by development phase. Changes in the activity of antioxidant enzymes (catalase and peroxidase) and the content of chlorophyll can serve as criteria for determining the levels of adaptation of lupine plants to the stress effect of fungicides.

**fungicides; seed treatment; peroxidase; catalase; chlorophyll**

Надійшла до редакції: 01.02.2023

Прийнята до друку: 15.02.2023

Надруковано й опубліковано онлайн:

березень 2023

# ВПЛИВ ЗАБУР'ЯНЕНОСТІ ПОСІВІВ

## на розвиток і продуктивність рослин кукурудзи

**Мета.** Дослідити запаси насіння бур'янів у ґрунті та визначити вплив забур'яненості посівів на розвиток і продуктивність кукурудзи. **Методи.** Інформаційно-аналітичний (збір матеріалів та аналіз літературних джерел), польові й лабораторні дослідження (закладання дослідів, аналізи ґрунту, спостереження за розвитком рослин, визначення біометричних показників, обліки чисельності бур'янів, збір і визначення структури урожаю), математико-статистичний (обробка результатів досліджень). Схема польового дослідження включала забур'янені та захищені від бур'янів ділянки для порівняння розвитку рослин кукурудзи за різних умов вирощування. **Результати.** В зоні Лісостепу України за інтенсивної технології вирощування кукурудзи середня кількість насіння бур'янів у ґрунті від сходів до змикання рядків становила 250—425 шт./м<sup>2</sup>. Визначення чисельності та видового складу сегетальної рослинності дозволило встановити, що в посівах кукурудзи переважає змішаний тип забур'яненості з домінуванням однорічних дводольних та злакових бур'янів. Чисельність домінуючих бур'янів на початку вегетації кукурудзи на дослідних ділянках Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ) становила: лобода біла — 16 шт./м<sup>2</sup>, щиріця звичайна — 23 шт./м<sup>2</sup>, портулак городній — 78 шт./м<sup>2</sup>. На полях агростанції (Фастівський район) домінуючими бур'янами були гірчак березковидний, мишій сизий та лобода біла, чисельність яких у фазі 4—5 листків становила 32, 20 та 10 шт./м<sup>2</sup> відповідно. Бур'яни суттєво обмежували ріст кукурудзи як по висоті рослин, так і за фазами розвитку. У фазі кукурудзи 9—10 листків на забур'яненій

**<sup>1</sup>В.Г. СЕРГІЄНКО,**  
кандидат сільськогосподарських наук

**<sup>1</sup>О.П. ТИЩУК,**  
науковий співробітник

**<sup>2</sup>В.В. БОРОДАЙ,**  
доктор сільськогосподарських наук  
<sup>1</sup>Інститут захисту рослин НААН,  
вул. Васильківська, 33, м. Київ,  
03022, Україна  
<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів  
і природокористування України,  
вул. Героїв оборони, 15, м. Київ,  
03041, Україна  
e-mail: v-serg@ukr.net, tisukelena@gmail.  
com, veraboro@gmail.com

площі деякі види бур'янів досягали висоти кукурудзи, накопичували значну вегетативну масу і почали формувати репродуктивні органи. Надземна маса бур'янів у період початку формування зерна досягала 995 г/м<sup>2</sup>. Забур'яненість посівів значною мірою вплинула на зменшення врожаю кукурудзи в цілому та його структуру. **Висновки.** Значні запаси насіння бур'янів у посівах кукурудзи спричиняють розвиток сегетальної рослинності у період вегетації. Висока конкурентоздатність бур'янів проявилась у пригніченні росту і розвитку культури та формуванні врожаю. Бур'яни утворюють значну вегетативну масу і репродуктивні органи на початку розвитку зерна кукурудзи. На забур'янених посівах урожайність кукурудзи знизилась у середньому на 32—35%.

**бур'яни; запаси насіння; чисельність; розвиток рослин; урожайність**

Кукурудза (*Zea mays* L.) належить до найпоширеніших культур світового землеробства. Кукурудза, як експортно-орієнтована і одна з найцінніших зернових культур, є стратегічно важливою

для розвитку агропромисловості в Україні. У світовому виробництві кукурудзи Україна посідає шосте місце, а за площею посівів кукурудзи (близько 5 млн га) — дев'яте місце в світі. Загалом, культура займає понад 17% всіх посівних площ. Валовий збір зерна становив у 2019/20 році — 35,2 млн т, з них 21,7 млн т Україна експортувала. Середня врожайність королеви полів знаходиться у межах 7,1—7,8 т/га [1].

Надзвичайно великої шкоди за вирощування кукурудзи завдають бур'яни. Дослідники фіксують, що внаслідок змін клімату, недотримання сівозмін і незбалансованого внесення мінеральних добрив та інших причин в останні роки відбуваються високі темпи зростання потенційної засміченості орного шару ґрунту бур'янами [2, 3]. Бур'яни протягом тисячоліть пристосувалися і добре витримують екстремальні умови — посуху, морози. Вони менш вибагливі при проростанні. Відомо близько 200 їх видів, які конкурують з рослинами кукурудзи за поживні речовини, світло й вологу.

Встановлено, що в агрофітоценозі кукурудзи у зоні Лісостепу України домінує змішаний тип забур'яненості [4]. Найшкідливішими для цієї культури агрономи називають амброзію полинолисту, лободу білу, осот жовтий і рожевий, березку польову, ваточник сирійський, просо куряче, гірчицю польову, щиріцю звичайну, пирій та гірчаки. О.О. Іващенко (2016) наголошує, що в посівах кукурудзи зросла присутність масових, більш стійких до дії гербіцидів, видів бур'янів, серед яких виділяє амброзію полинолисту, гірчак повзучий, нетребу звичайну, хвощ польовий, молокан татарський [5]. Бур'яни

можуть знижувати врожайність культури від 20 до 80% [6, 7]. Вони також мають опосередковану шкідливість, яка пов'язана із забрудненням насіння (зерна), перешкодами у впровадженні агротехнічних заходів, зниженням якості сільськогосподарської продукції. Тому розробка технологій контролювання бур'янів є одним із визначальних факторів підвищення врожайності та якості продукції сільськогосподарських культур.

Кукурудза, на відміну від зернових культур, має низьку здатність до пригнічення бур'янів [3]. Тому на перших етапах вегетації культури є всі передумови для проростання фактично всіх типів бур'янів, що добре пристосувались до умов зовнішнього середовища та швидко утворюють міцну надземну та розвинену кореневу системи. Завдяки тому, що рядки кукурудзи пізно змикаються, бур'яни мають достатню площу живлення та освітлення, пригнічують посіви кукурудзи.

Для захисту кукурудзи від бур'янів необхідна комплексна система, що включає агротехнічні заходи, вибір сорту, застосування засобів захисту рослин [7]. Більшість агровиробників віддають перевагу застосуванню гербіцидів [3, 6]. Вирощування кукурудзи без використання гербіцидів нині, як правило, неможливе. В Україні обробляють гербіцидами 99% виробничих площ під кукурудзою [8].

Ринок пропонує широкий асортимент препаратів для зменшення забур'яненості в посівах кукурудзи, як для дощодового внесення, так і в період вегетації. За даними С.Є. Окрушко (2019), найбільш ефективним є поєднання застосування ґрунтового та страхового гербіцидів [4]. Економічно доведена доцільність використання гербіцидів у посівах кукурудзи [6, 9]. Проте необхідно розуміти, що використання будь-якого пестициду має безпосередній вплив на культурну рослину. Нерідко застосування гербіцидів викликає стрес та прояв фітотоксичності у культурних рослин. Широка практика застосування

гербіцидів та інших пестицидів індукує гострі екологічні проблеми. Високий ступінь розораності території і потужний антропогенний тиск на довкілля призводить до зниження здатності природи компенсувати такий деструктивний вплив [5].

Виходячи з цього, багато дослідників пропонують безгербіцидну технологію захисту кукурудзи від бур'янів. Велика роль в екологізації сільськогосподарського виробництва належить обробі ґрунту. За даними О.С. Павлова (2016) поєднання екологічної системи землеробства із полицево-безполіцевим обробітком ґрунту забезпечує високий протибур'яновий ефект у посівах кукурудзи на зерно [10]. А.В. Новак та ін. (2018) у своїх дослідженнях показали вплив попередників на забур'яненість посівів кукурудзи [11]. Вони встановили, що найчистіші посіви кукурудзи після попередника ячмінь ярий. А найбільше засмічуються посіви за безгербіцидною технологією після просапних попередників.

Також за вирощування кукурудзи пропонується зменшувати міжряддя. М.С. Blessing зі співавторами (2016) зазначають, що зменшення міжряддя до половини зменшує біомасу бур'янів на 39—68%, а збільшення щільності посіву зменшує біомасу на 26—99% [12]. Посів кукурудзи у два ряди може бути ефективною альтернативою однорядним схемам посіву через підвищення врожайності [13]. Велике значення має включення у виробництво конкурентоспроможних сортів, які мають високий індекс площі листя, збільшуючи затінення міжрядь.

За даними Z. Salmasia, одним із найважливіших методів заміни, який використовується замість хімічних гербіцидів і звичайного обробітку ґрунту, є застосування покривних і супутніх культур, як головного фактора сталого сільського господарства [14]. Найвищу врожайність кукурудзи та найнижчу біомасу бур'янів зафіксовано за одночасного вирощування кукурудзи з конюшиною завдяки швидкому росту та високій конкурентоспроможності

конюшини на ранній стадії росту. S. Andert (2021) зазначає, що змішування культур призводить до високої їхньої загальної продуктивності на певній ділянці. Це відбувається завдяки ефективному використанню наявних ресурсів росту рослин [15]. Найкращі результати забезпечують посіви кукурудзи і квасолі, оскільки звичайна квасоля покращує родючість ґрунту за рахунок фіксації атмосферного азоту в симбіозі з ризобіями.

Науковці доводять, що необхідно ширше впроваджувати екологічно безпечні методи контролювання бур'янів у посівах сільськогосподарських культур з метою одержання біологічно чистої аграрної продукції. Проте, використовуючи різні методи ресурсозберігаючих екологічних технологій, які направлені на обмеження застосування гербіцидів, необхідно зважати на можливі ризики альтернативних систем, особливо при вирощуванні просапних широкорядних культур, які здебільшого слабо конкурують із сеgetальною рослинністю [10]. Важливо, щоб при розробці ефективних систем контролювання бур'янів максимально враховувалась необхідність збереження чистоти довкілля, багатства видової різноманітності і високої урожайності сільськогосподарських культур [5].

**Мета** роботи полягала у виявленні запасів насіння та домінуючих видів бур'янів у посівах кукурудзи і дослідженні їхнього впливу на ріст, розвиток та продуктивність культури.

**Матеріал і методи досліджень.** Роботу проводили протягом 2021—2022 рр. Обстеження і відбір зразків ґрунту для визначення запасів насіння бур'янів здійснювали на полях у господарствах Київської та Полтавської областей. Зразки ґрунту відбирали з глибини 10 см у різні фази розвитку культури. Саме у верхніх шарах ґрунту концентрується більшість насіння, яке формує «банк насіння» та проростає понад 90% усіх сходів бур'янів [16]. У посівах кукурудзи запаси насіння бур'янів визначали у різні

фази розвитку культури — сходів, 2—3, 4—5 та 6—7 листків, до змикання рядків. Зразки відбирали у різних місцях поля по діагоналі та формували середню пробу по 1 кг. У лабораторії із середніх зразків відбирали наважки по 100 г і виконували ручне відмивання на ґрунтових ситах з розміром отворів 0,25 мм [17]. Повторність 4-разова. Після промивання ґрунту водою через сито наявне насіння і органічні рештки (соломинки, стебельця рослин) розміщували на фільтрувальний папір для просушування. Висушений за кімнатної температури відмитий зразок розбирали під лупою або бінокляром за видами насіння і підраховували його кількість. Одержані результати перераховували на 1 м<sup>2</sup>. Відміте і просушене насіння висівали в теплиці у горщики з чистим ґрунтом для проростання. Після проростання визначали відсоток пророслих насінин до загальної кількості висіяного насіння.

Польові дослідні ділянки проводили на дослідних ділянках Національного університету біоресурсів і природокористування (НУБіП) (м. Київ) та агрономічної дослідної станції (с. Пшеничне Фастівського р-ну, Київської обл.), що відносяться до зони Правобережної Лісостепу України.

Схема досліду включала два варіанти: варіант I — чисті ділянки бур'янів (контроль), варіант II — забур'янені ділянки без застосування заходів захисту (дослід). На варіанті I захист посівів від бур'янів здійснювали з використанням гербіцидів. Зразу ж після посіву кукурудзи на дослідних ділянках НУБіП внесли досходовий гербіцид Чейзер-П, СЕ (пендиметалін, 64 г/л + тербутилазин, 270 г/л), 2,5 л/га. Ви-

сівали кукурудзи вручну з розрахунку 65 тис. росл./га. На полях агростанції у фазу 3—5 листків були внесені гербіциди Пріма Форте, СЕ (флорасулам, 5 г/л + амінопіралід, 10 г/л + 2,4-Д 2-етилгексилловий ефір, 180 г/л), 0,7 л/га та Мілагро 040 SC, КС (нікосульфурон, 40 г/л), 1,3 л/га. У досліді використовували сорт кукурудзи Хорол СВ (дослідні ділянки НУБіП) та гібрид Крабас КВС (поля агростанції).

У період вегетації проводили фенологічні спостереження за ростом і розвитком культури та бур'янів. Визначали висоту рослин та накопичення вегетативної маси бур'янів. Наприкінці вегетації збирали урожай та визначали його структуру.

Результати досліджень обробляли методом математичної статистики з використанням дисперсійного аналізу комп'ютерної програми Statistica. У таблицях наведено середні арифметичні значення та їхні стандартні похибки ( $\bar{X} \pm S_x$ ,  $n$  — кількість визначень).

#### Результати та обговорення.

Аналіз зразків ґрунту на наявність насіння бур'янів засвідчив, що за інтенсивної системи землеробства у Київській обл. середня кількість насіння бур'янів на глибині 10 см знаходилась у межах 250—350 шт./м<sup>2</sup> і становила в середньому 292 шт./м<sup>2</sup> (табл. 1). Найбільшу кількість насіння бур'янів виявлено у фазі 2—3 листки культури. В Полтавській обл. найвищу кількість насіння бур'янів зафіксовано у фазі 5—6 листків, перед змиканням рядків — 425 шт./м<sup>2</sup>, а середня кількість насіння становила 375 шт./м<sup>2</sup>. Проростання насіння, виділеного з ґрунту у Київській обл., знаходилось на рівні 21,4—34,4% (в середньо-

му 28,7%), а з ґрунту у Полтавській обл. — 0—7,6% (в середньому 3,8%). Низький рівень проростання насіння очевидно пов'язаний зі станом його спокою та недостатнім вологозабезпеченням ґрунту. Дослідники зазначають, що екологічні умови в ґрунті, насамперед, температура, вміст води, ущільнення, текстура та вміст повітря можуть впливати на час схожості та кількість пророслого насіння [18].

Накопичення насіння бур'янів у ґрунті напряму пов'язане з розвитком сеgetальної рослинності в агрофітоценозі. Обстеженнями посівів кукурудзи встановлено, що сеgetальна рослинність у зоні Лісостепу була представлена такими видами бур'янів: лобода біла (*Chenopodium album* L.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), гірчак березковидний (*Polygonum convolvulus* L.), портулак городній (*Portulaca oleracea* L.), галінсога дрібноквіткова (*Calinsoga parviflora* L.), хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.), талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.), пирій повзучий (*Elymus repens* (L.) Gould), плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* L.), мишій сизий (*Setaria glauca* L.), березка польова (*Convolvulus arvensis* L.).

Засміченість посівів у місцях проведення дослідів дещо відрізнялась видовим складом бур'янів. На дослідних ділянках НУБіП домінували дводольні види — лобода біла, щириця звичайна та портулак городній, чисельність яких у фазі 3—4 листків становила відповідно 16, 23 та 78 шт./м<sup>2</sup> (табл. 2). У фазі 7—8 листків на початку змикання рядків чисельність домінуючих бур'янів дещо зменшилась, а злакових видів та галінсоги дрібноквіткової, навпаки, збільшилась.

На полях агростанції домінуючими бур'янами були гірчак березковидний, мишій сизий та лобода біла, чисельність яких у фазі культури 4—5 листків становила 32, 20 та 10 шт./м<sup>2</sup> відповідно (табл. 3). Додатково виявлено березку польову, талабан польовий, хвощ польовий та соняшник, проте чисельність їх була незначною — 2—3 шт./м<sup>2</sup>. У

### 1. Запаси насіння бур'янів у посівах кукурудзи

Місце відбору зразків ґрунту (обл.)	Фаза розвитку рослин		Кількість насіння у ґрунті на глибині 10 см	
	фактична	за шкалою ВВСН	шт./м <sup>2</sup> ( $\bar{X} \pm S_x$ )	з них пророслі, %
Київська	Сходи	09	250 ± 16,2	30,3
	2—3 листки	12—13	350 ± 18,4	21,4
	4—5 листків	14—15	275 ± 10,3	34,4
Полтавська	2—3 листки	12—13	325 ± 14,5	7,6
	5—6 листків	15—16	425 ± 23,7	0

**2. Чисельність різних видів бур'янів у посівах кукурудзи (дослідні ділянки НУБіП, м. Київ)**

Види бур'янів	Чисельність бур'янів, шт./м <sup>2</sup> ( $\bar{X} \pm S_x, n = 4$ )* у фазі кукурудзи ... справжніх листків	
	3—4	7—8
Лобода біла	16 ± 2,3	14 ± 3,1
Щириця звичайна	23 ± 2,6	16 ± 2,8
Портулак городній	78 ± 3,7	41 ± 3,6
Плоскуха звичайна	11 ± 2,1	12 ± 2,1
Гірчак березковидний	5 ± 1,5	1 ± 0,1
Пирій повзучий	7 ± 1,8	8 ± 2,1
Мишій сизий	2 ± 0,3	4 ± 0,5
Галінсога дрібнокувітка	2 ± 0,1	8 ± 1,2

\* —  $\bar{X} \pm S_x$  — середнє арифметичне та стандартне відхилення, n — кількість визначень

**3. Чисельність різних видів бур'янів у посівах кукурудзи (Агростанція НУБіП, с. Пшеничне Фастівського р-ну, Київської обл.)**

Види бур'янів	Чисельність бур'янів, шт./м <sup>2</sup> ( $\bar{X} \pm S_x, n = 4$ ) у фазі кукурудзи ... справжніх листків	
	4—5	7—8
Лобода біла	10 ± 1,8	12 ± 3,2
Щириця звичайна	5 ± 1,1	6 ± 1,6
Гірчак березковидний	32 ± 3,6	37 ± 4,2
Плоскуха звичайна	5 ± 1,1	8 ± 1,8
Пирій повзучий	2 ± 0,5	5 ± 1,3
Мишій сизий	20 ± 3,5	21 ± 3,8
Хвощ польовий	2 ± 0,6	3 ± 1,5
Березка польова	2 ± 0,2	3 ± 1,1
Талабан польовий	3 ± 1,2	3 ± 0,8
Соняшник (падалиця)	2 ± 0,3	2 ± 0,5

фазі 7—8 листків рослин кукурудзи забур'яненість площі суттєво не змінилась. Дещо зросла чисельність гірчака березковидного, плоскухи звичайної та пирію повзучого.

Визначення біометричних показників домінуючих представників сегетальної рослинності та культури дозволило встановити їхній взаємовплив. Згідно з отриманими результатами до фази кукурудзи 3—4 листки висота рослин у дослідному і контрольному варіантах відрізнялась незначною мірою. Ріст бур'янів відбувався невисокими темпами, і вони по висоті були меншими за культуру (табл. 4, рис. 1).

Як зазначають більшість дослідників, чутливість кукурудзи до бур'янів та її конкурентоспроможність на всіх етапах розвитку неоднакові. До фази 2—3 листків кукурудза малочутлива до рослин-конкурентів. Від фази третього і до появи восьмого листків

забур'яненість посівів є причиною різкого зниження урожайності. У цей період (20—30 днів) посіви кукурудзи мають бути вільними від бур'янів [1].

У подальшому рослини кукурудзи мали швидкі темпи росту і у фазі 7—8 листків на чистих ділянках без бур'янів суттєво переважали по висоті рослини із забур'янених ділянок. Різниця становила 36 см, або 27,7%. У фазі 9—10 листків ця різниця у рості була ще більш помітною: висота контрольних рослин переважала дослідні в середньому на 48 см, або на 27%. Помітною була різниця між рослинами кукурудзи з чистих ділянок і забур'янених — не лише за висотою, а і за фазами розвитку.

Особливо це стало помітним у фазі появи волоті (ВВСН 51—55). У цей період на чистих від бур'янів ділянках фаза розвитку становила 9—11 листків, на замічених — 7—8 листків. Тож

бур'яни суттєво обмежували ріст і розвиток культури; відбувалась чітко помітна конкуренція між бур'янами і культурою за площу живлення, поживні речовини, світло і вологу.

Бур'яни також стрімко набирали висоту і вегетативну масу. У фазі культури 5—6 листків щириця звичайна мала 7 справжніх листків, лобода біла — 10 листків. У фазі кукурудзи 9—10 листків бур'яни перебували у фазі цвітіння-формування насіння. У подальшому відбувалось дозрівання насіння і накопичення його у ґрунті (рис. 2).

Негативні процеси, що відбувались на забур'яненій площі,

**4. Висота рослин по фазах розвитку культури, см (середні дані з обох місць досліджень)**

Рослини	Фази розвитку культури		
	3—4 листка	7—8 листків	9—10 листків
<b>Кукурудза</b>			
Дослід (забур'янена площа)	20,7 ± 3,2	94,0 ± 3,5	130,0 ± 4,1
Контроль (без бур'янів)	22,0 ± 2,8	130,5 ± 4,2	178,0 ± 4,8
<b>Бур'яни</b>			
Щириця звичайна	6 ± 1,5	89,5 ± 5,2	101,5 ± 4,8
Лобода біла	13 ± 3,2	76,7 ± 4,3	141,2 ± 5,1
Плоскуха звичайна	8 ± 1,6	17 ± 3,8	45 ± 3,2
Гірчак березковидний	9 ± 2,8	13 ± 2,6	52 ± 4,5
Хвощ польовий	17 ± 2,5	27 ± 3,2	36 ± 3,8



**Рис. 1. Розвиток бур'янів у фазі кукурудзи 3—4 листка**

в подальшому посилювалися накопиченням вегетативної маси бур'янів. Як показали результати досліджень, надземна маса бур'янів у фазі культури 7—8 листків становила в середньому 153—188 г/м<sup>2</sup>. У фазі 9—11 листків, тобто в період цвітіння, маса бур'янів досягала 967—995 г/м<sup>2</sup> (табл. 5). Це свідчить про значну конкурентоспроможність бур'янів у процесі їхнього життєзабезпечення.

Забур'яненість площі значною мірою позначилась на величині і структурі урожаю. На дослідних ділянках НУБіП середня маса одного качана із забур'янених ділянок була на 73 г нижчою порівняно з контролем (чистими посівами), або на 25%. Меншими були і середня довжина качана, маса зерна з одного качана, маса 1000 насінин: відповідно на 4,5 см, 42 г та 38 г (табл. 6). Крім того, гіршою була і озерненість качанів, що вказує на якість продукції (рис. 3). У цілому урожай кукурудзи, отриманий із засміченої бур'янами площі, становив 4,3 т/га, що на 32% менше, ніж на захищених від бур'янів ділянках (6,3 т/га).

Аналогічні результати одержали і з поля агростанції, хоча різниця у структурі урожаю кукурудзи була більш відчутною. Наприклад, маса одного качана



Рис. 2. Розвиток бур'янів у фазі культури 7—8 листків

### 5. Надземна маса бур'янів у посівах кукурудзи, г/м<sup>2</sup> ( $\bar{X} \pm S_x, n=4$ )

Місце проведення дослідю	Фаза розвитку	
	7—8 листків	9—11 листків
Дослідні ділянки НУБіП, м. Київ	188 ± 41,5	967 ± 82,1
Агростанція (Фастівський р-н, Київська обл.)	153,3 ± 21,5	995 ± 40,8

### 6. Структура урожаю кукурудзи, вирощеної за різних умов

Варіант	Середня маса одного качана, г	Середня довжина одного качана, см	Середня ширина качанів, заміряна посередині, см	Маса зерна з 1 качана, г	Маса 1000 насінин, г	Урожайність, т/га
<b>Дослідні ділянки НУБіП (м. Київ)</b>						
Дослід (забур'янена площа)	230 ± 41,1	20,4 ± 3,2	4,2 ± 1,3	125,5 ± 3,5	275 ± 15,2	4,3 ± 1,1
Контроль	303 ± 33,4	24,9 ± 2,5	5,2 ± 1,5	167,7 ± 5,2	313 ± 6,5	6,3 ± 2,2
<b>Поле агростанції (с. Пшеничне Фастівського р-ну, Київської обл.)</b>						
Дослід (забур'янена площа)	197 ± 39,9	21,6 ± 2,3	4,5 ± 1,6	120,7 ± 6,2	280 ± 9,8	4,6 ± 1,3
Контроль	318 ± 46,4	25,5 ± 2,1	5,5 ± 1,1	180,7 ± 4,3	325 ± 11,5	7,1 ± 1,9

з чистих ділянок була на 121 г, маса зерна з одного качана — на 60 г і маса 1000 зерен — на 45 г більшими порівняно з показниками із забур'яненої площі. В цілому забур'яненість площі знизила урожай кукурудзи на 2,5 т/га, або на 35,2%.

на розвиток рослин і продуктивність культури. Середня кількість насіння різних видів бур'янів у ґрунті у місцях проведення дослідження від сходів до змикання рядків кукурудзи становила 250—425 шт./м<sup>2</sup>.

У зоні Лісостепу України в посівах кукурудзи переважав змішаний тип забур'яненості з домінуванням однорічних дводольних та злакових бур'янів. Встанов-

### ВИСНОВКИ

Бур'яновий компонент у посівах кукурудзи має великий вплив



Рис. 3. Качани кукурудзи за різних систем вирощування

лено, що до фази 3—4 листки бур'яни відстають у рості порівняно з культурою. Значний тиск бур'янів на культуру відбувається на початку цвітіння, в цей період ріст культури суттєво уповільнюється. Бур'яни накопичують значну вегетативну масу — до 995 г/м<sup>2</sup>, що свідчить про високу їхню конкурентоспроможність. Забур'яненість посівів знижує якість продукції та показники врожайності кукурудзи в середньому на 32—35%.

Велика шкідливість бур'янів свідчить про необхідність проведення ефективних заходів захисту посівів кукурудзи. Концепція сучасних систем контролювання бур'янів має базуватись на принципах ефективності, ресурсозбереження і екологічної безпеки. Для цього варто ширше використовувати фітоценотичний метод, за якого враховуються біологічні особливості культури і бур'янів, їхні взаємовпливи та конкурентні відносини в процесі онтогенезу.

**Фінансування робіт** в межах виконання ПНД 24. «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин», підпрограма 03. «Сегетальна рослинність в агроценозах» («Гербологія»). Завдання 24.03.01.01.Ф Обґрунтування концепції 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

- Бур'яни в кукурудзі і методи боротьби з ними. Пропозиція. 2020. URL: <https://propozitsiya.com/ua/sornyaki-v-kukuruzi-i-metody-borby-s-nimi>
- Іващенко О.О., Ременюк С.О., Іващенко О.О. Проблеми потенційної засміченості ґрунту в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2018. №8. С. 58—69.
- Шацман Д.О. Ефективне виробництво зерна кукурудзи за повторного вирощування та різних систем захисту в Лівобережному Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 1. DOI: [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-1\(101\)](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-1(101))
- Окрушко С.Є. Регулювання чисельності бур'янів у посівах кукурудзи. *Молодий вчений*. Вінницький національний аграрний університет. Сільськогосподарські науки. 2019. № 2 (66). С. 319—322. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-2-66-69>
- Іващенко О.О. Реалії і перспективи систем захисту посівів від бур'янів. *Карантин і захист рослин*. 2016. №11—12. С. 1—3.
- Маслійов С.В., Циліорук О.І., Циганкова Н.А., Баранов О.С. Захист зернової кукурудзи від бур'янів в умовах Луганської області. *Таврійський науковий вісник*. Серія: Сільськогосподарські науки. 2018. № 104. С. 71—79.
- Shrestha J., Timsina K.P., Subedi S., Pokhrel D., Chaudhary A. Sustainable Weed Management in Maize (*Zea mays* L.) Production: A Review in Perspective of Southern Asia. *Turkish Journal of Weed Science*. July 2019, 22 (1): 133—143.
- Універсальна зброя проти бур'янів у посівах кукурудзи. 2021. URL: <https://top-science.bayer.ua/Media/Publications/Universal-protection-against-weeds>
- Idziak R., Waligóra H., Szuba V. The influence of agronomical and chemical weed control on weeds of corn. *Journal of Plant Protection Research*. 2022. 62(2): 215—222. DOI: <https://doi.org/10.24425/jppr.2022.141362>
- Павлов О.С. Забур'яненість посівів кукурудзи залежно від систем землеробства в Правобережному Лісостепу України. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 2—3. С. 12—14.
- Новак А.В., Усик С.В., Єщенко В.Є. Забур'яненість і продуктивність посівів кукурудзи залежно від розміщення в сівозмінах на півдні Лісостепу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. №1, 2019. С. 33—36. DOI: [10.31395/2310-0478-2019-1-33-36](https://doi.org/10.31395/2310-0478-2019-1-33-36)
- Blessing M.C., Singh B., Thierfelder C. Weed management in maize using crop competition: A review. *Crop Protection*. 2016. Vol. 88. P. 28—36.
- Williams M.K., Heiniger R.W., Everman J.W., Jordan D.L. Weed Control and Corn (*Zea mays* L.) Response to Planting Pattern and Herbicide Program with High Seeding Rates in North Carolina. *Advances in Agriculture*. 2014. Article ID 261628. <https://doi.org/10.1155/2014/261628>
- Salmasia Z., Abedib G., Samadiyanc F., Beyginuyad V. Effects of cover crops and weed management on corn yield. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2015. Vol. 14, Is. 2, P. 178—181. <https://doi.org/10.1016/j.jsas.2014.02.001>
- Andert S. The Method and Timing of Weed Control Affect the Productivity of Intercropped Maize (*Zea mays* L.) and Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agriculture* 2021, 11(5), 380. <https://doi.org/10.3390/agriculture11050380>
- Khan F.M., Ybssain Z., Khan I. Studien on weed seed of new developmental farm. *Pakistan journal of weed science Research*. 2012. 18(2): 183—189.
- Єщенко В.О., Копутко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник ; за ред. В.О. Єщенка. Київ: Дія. 2005. 288 с.
- Kuht J., Eremeev V., Talgre L., Madson H., Toom M., Mäeorg E., Luik A. Soil weed seed bank and factors influencing the number of weeds at the end of conversion period to organic production. *Agronomy Research*. 2016. 14(4): 1372—1379.

<sup>1</sup>Sergienko V.  
ORCID: 0000-0003-4386-9307  
<sup>1</sup>Tyshchuk O.  
ORCID: 0000 0001-2345-6789  
<sup>2</sup>Borodai V.  
ORCID: 0000-0002-8787-8646

<sup>1</sup>Institute of Plant Protection of National Academy of Sciences, Kyiv, str. Vasylyvska, 33, 03022, Ukraine  
<sup>2</sup>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Heroiv Oborony str. 15, building 3, of. 207, Kyiv, 03041, Ukraine  
e-mail: [tisukelena@gmail.com](mailto:tisukelena@gmail.com), [veraboro@gmail.com](mailto:veraboro@gmail.com)

## Influence of crop pollution on development i maize productivity

**Goal.** To study the reserves of weed seeds in the soil and to determine the influence of weediness of crops on the development and productivity of corn. **Methods.** Informational and analytical (collection of materials and analysis of literary sources), field and laboratory research (setting up experiments, soil analysis, monitoring plant development, determination of biometric indicators, accounting for the number of weeds, collection and determination of crop structure), mathematical and statistical (processing of research results). The design of the field experiment included weeded and weed-protected plots. **Results.** In the forest-steppe zone of Ukraine, with intensive corn cultivation technology, the average number of weeds in the soil from emergence to row closure was at the level of 250—425 weeds/m<sup>2</sup>. Determining the number and species composition of segetal vegetation made it possible to establish that the corn crops are dominated by a mixed type of weediness with the dominance of annual dicotyledonous and grassy weeds. The number of dominant weeds at the beginning of the corn growing season in the experimental plots of NUBiP (Kyiv) was: *Chenopodium album* L. — 16 pcs./m<sup>2</sup>, *Amaranthus retroflexus* L. — 23 pcs./m<sup>2</sup>, *Portulaca oleracea* L. — 78 pcs./m<sup>2</sup>. In the fields of the agricultural station (Fastivskiy district), the dominant weeds were *Polygonum convolvulus* L., *Setaria glauca* L., *Chenopodium album* L., the number of which in the phase of 4—5 leaves was 32, 20 and 10 pcs./m<sup>2</sup>, respectively. Weeds significantly limited the growth of corn both in terms of plant height and development phases. In the phase of 9—10 leaves of corn in the weeded area, some types of weeds reached the height of the corn, accumulated a significant vegetative mass and began to form reproductive organs. The above-ground mass of weeds at the beginning of grain formation reached 995 g/m<sup>2</sup>. The pollution of the crops significantly affected the reduction of the corn yield and its structure. **Conclusions.** Significant reserves of weed seeds in corn crops cause the development of segetal vegetation during its growing season. The high competitiveness of weeds was manifested in the suppression of the growth and development of the culture and the formation of the crop. Weeds form a significant vegetative mass and reproductive organs at the beginning of the development of the corn grain. On weedy crops, the yield of corn decreased by an average of 32—35%.

weeds; seed stocks; quantity; plant growth and development; crop capacity

Надійшла до редакції: 23.01.2023

Прийнята до друку: 13.02.2023

Надруковано й опубліковано онлайн:  
березень 2023

# ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ПОСІВІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

## залежно від культури-попередника в Східному Лісостепу України

**Мета.** Визначити видовий склад бур'янів, їх домінуючу роль та встановити тип і рівень забур'яненості посівів ячменю ярого за вирощування після попередників буряки цукрові, кукурудза на зерно  $\frac{1}{2}$  + соя  $\frac{1}{2}$  та ячмінь ярий в умовах Східного Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводили шляхом маршрутних обстежень у польових дослідках, розміщених в стаціонарній дев'ятипольній парозерно-просапній сівозміні та в монокультурі ячменю ярого. **Результати.** Дослідженнями 2011—2017 рр. у посівах ячменю ярого виявлено 56 видів бур'янових рослин. В умовах сівозміни на полях культури після буряків цукрових і кукурудзи на зерно  $\frac{1}{2}$  + сої  $\frac{1}{2}$  виявлено відповідно 47 і 50 видів, а в монокультурі — 29 видів. Найбільшою кількістю представлені ярі ранні та пізні бур'янові рослини (48,0—65,5%), а друге і третє місця займали, відповідно, зимуючі, озимі та дворічні (24,1—32,0%) і багаторічні (10,4—21,3%). Основними видами бур'янів у посівах ячменю ярого були: після буряків цукрових — *Setaria glauca*, *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Polygonum lapathifolium*, *Stachys annua*, *Fallopia convolvulus*, *Malva neglecta*, *Polygonum aviculare*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*; після кукурудзи на зерно  $\frac{1}{2}$  + сої  $\frac{1}{2}$  — *S. glauca*, *E. crus-galli*, *C. album*, *A. retroflexus*, *S. nigrum*, *A. artemisiifolia*, *P. lapathifolium*, *S. annua*, *Xanthium strumarium*, *C. arvense*, *C. arvensis*; після ячменю ярого — *S. glauca*, *E. crus-galli*, *A. retroflexus*, *S. nigrum*, *X. strumarium*, *Avena fatua*, *C. arvense*, *C. arvensis*. У посівах ячменю ярого найбільша частка домінування і субдомінування (сумарно) була: після буряків цукрових — в *A. retrofle-*

**Р.А. ГУТЯНСЬКИЙ,**  
кандидат сільськогосподарських наук

**С.І. ПОПОВ,**  
доктор сільськогосподарських наук,  
професор

**Н.В. КУЗЬМЕНКО,**  
кандидат біологічних наук

**В.В. БЕЗПАЛЬКО,**  
кандидат сільськогосподарських наук  
<sup>1</sup>Інститут рослинництва імені  
В.Я. Юр'єва НААН, просп. Героїв  
Харкова, 142, м. Харків, 61060, Україна  
<sup>2</sup>Державний біотехнологічний  
університет, вул. Алчевських, 44,  
м. Харків, 61002, Україна  
e-mail: <sup>1</sup>rammale@ukr.net,  
<sup>2</sup>bezpalkovalentyana@gmail.com

*xus* (72%); після кукурудзи на зерно  $\frac{1}{2}$  + сої  $\frac{1}{2}$  — у *S. nigrum* (72%) і *C. arvense* (71%); у монокультурі — *S. glauca* (72%) та *E. crus-galli* (71%). Тип забур'яненості посівів ячменю ярого залежав від попередника, а рівень забур'яненості — від року досліджень. **Висновки.** Встановлено, що в умовах Східного Лісостепу України культура-попередник суттєво впливає на видовий склад бур'янів, їх домінуючу роль та тип забур'яненості посівів ячменю ярого.

**ячмінь ярий; бур'янові рослини; видовий склад; попередники; сівозміна**

Ячмінь звичайний (ярий) (*Hordeum vulgare* L.) є однією з важливих зернових сільськогосподарських культур продовольчого та фуражного значення, що користується значним попитом на аграрному ринку України та світу [1]. Однією з проблем, яка виникає в аграрному виробництві при вирощуванні ячменю ярого, є підвищення ефективності контролювання бур'янів у його

посівах. Найбільша шкода від бур'янів полягає у втратах урожаю зерна. Суттєвість негативно-го впливу на урожайні властивості агрофітоценозу ячменю ярого розпочинається з 30-ї доби після сходів культури. Зниження урожайності ячменю ярого за щільності бур'янів в інтервалі від 75 до 112 шт./м<sup>2</sup> становить від 49 до 62,4% [2]. Згідно з узагальненими багаторічними даними інших досліджень наявність 1 ц/га сирової маси бур'янів у посівах ячменю ярого викликає недобір 11,6 кг/га зерна культури [3]. Значно впливають на врожайність ячменю ярого окремі види сільськогосподарських рослин, які засмічують посіви культури. Наприклад, 10 шт./м<sup>2</sup> гірчиці білої (*Sinapis alba* L.) в посівах ячменю ярого здатні зменшити врожайність зерна культури на 7—14% [4].

У комплексі заходів з контролю чисельності бур'янів сівозміна відіграє першочергове значення, оскільки окремі культури можуть добре конкурувати з бур'янами [5]. Ячмінь ярий, маючи потужні едифікаторні можливості, від фази кушіння до колосіння здатний сильно пригнічувати усі види бур'янів. Але в подальшому, в процесі формування й дозрівання зерна, листя рослин ячменю ярого поступово засихає, а бур'яни, отримуючи більшу освітленість, поступово займають виниклу екологічну нішу. У цьому відношенні найбільш серйозними конкурентами ячменю ярого є дводольні багаторічні види, головним чином це коренепаросткові бур'яни, амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) і падалиця соняшника (*Helianthus annuus* L.) [6]. Водночас, необхідно підкреслити, що ячмінь ярий має здатність найбільшою мірою

пригнічувати процес генеративного розмноження фалопії березковидної (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Love), порівняно з іншими культурами [7].

Науково обґрунтоване чергування культур у сівозміні приводить до зміни ценозу бур'янів [8]. За вирощування ячменю ярого в короткоротаційній трипільній сівозміні соя (*Glycine max* (L.) Merrill.) — ячмінь ярий — кукурудза на зерно (*Zea mays* L.) Правобережного Лісостепу України, без механічного обробітку ґрунту та проведення лише прямої сівби домінуючими видами в його посівах були лобода біла (*Chenopodium album* L.) (69,3% загальної кількості бур'янів) і мишій сизий (*Setaria glauca* (L.) Beauv.) (17%), а субдомінантними видами — вероніка плющоліста (*Veronica hederifolia* L.) та латук дикий (*Lactuca serriola* L.), які склали по 5%. За традиційного обробітку ґрунту (оранка на глибину 20—22 см) склад домінантних видів був ідентичний нульовому обробітку ґрунту, але їхня частка у загальній кількості сегетальної рослинності різнилася: лобода біла — 54,8%, мишій сизий — 16,6%. При цьому спостерігалися відмінності у видовому складі субдомінантів, де відсоток гірчака березковидного (*Polygonum convolvulus* L.) становив 9%, щириці загнута (*Amaranthus retroflexus* L.) — 8,3% [9].

У західному Лісостепу України, при вирощуванні культур у сівозміні за схемою: горох (*Pisum sativum* L.) — пшениця озима (*Triticum* L.) — картопля (*Solanum tuberosum* L.) — ячмінь ярий, в посівах ячменю ярого за органомінеральної системи удобрення частка дводольних видів становила 71—72%, серед яких домінували талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.), гірчак березковидний, галінсога дрібноквіткова (*Galinsoga parviflora* Cav.). Злакові види становили 28—29%, серед яких домінувала плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* (L.) Roem. et Schult.). На органічному фоні удобрення у посівах культури частка дводольних бур'янів становила 77—79%, де переважали

жабрій звичайний (*Galeopsis tetrahit* L.), лобода біла, талабан польовий, фіалка польова (*Viola arvensis* Murr.), гірчак березковидний, галінсога дрібноквіткова, зірочник середній (*Stellaria media* (L.) Vill.), осот жовтий городній (*Sonchus oleraceus* L.). Із злакових бур'янів перевагу мала плоскуха звичайна [10].

Проведений у виробничих умовах Веселоподільської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН моніторинг забур'яненості посівів ячменю ярого з підсівом багаторічних трав у ланці з чорним паром зерно-бурякової сівозміни виявив 13 видів бур'янів з 10-ти родин. Бур'яниста рослинність посівів ячменю ярого головним чином була представлена щирицею звичайною (*Amaranthus retroflexus* L.), лободою білою, мишієм сизим, просом курячим (*Echinochloa crus-galli* (L.) Roem. et Schult.), жовтим осотом польовим (*Sonchus arvensis* L.) та іншими видами бур'янів. Злакові бур'яни становили 58,1% загальної кількості всіх бур'янів, а дводольні — 41,9% [11].

Закордонні дослідники виявили, що в посівах ячменю ярого в умовах сівозмін кількість глухої кропиви пурпурової (*Lamium purpureum* L.), триреберника непахучого (*Tripleurospermum perforatum* Merat) та кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale* Web. et Wigg) була на 13—18% меншою порівняно з монокультурою ячменю ярого. Однорічних широколистяних бур'янів у монокультурі ячменю ярого було більше, ніж у чотирипільній сівозміні, але менше порівняно з іншими сівозмінами [12].

Культура-попередник також відіграє важливу роль у формуванні рівня забур'яненості посівів ячменю ярого [13]. У агрофітоценозі ячменю ярого після попередника горох в умовах ТОВ «Арчі» Козятинського району Вінницької області виявлено 98 видів та 77 родів бур'янів [14].

За вирощування ячменю ярого після гречки (*Fagopyrum esculentum* Moench) на дослід-

ному полі Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва основними бур'янами у посівах культури за чисельністю були дводольні малорічні види: щириця звичайна, чистець однорічний (*Stachys annua* L.), фалопія березковидна, амброзія полинолиста, лобода біла [15—16].

На полях Експериментальної бази «Олександрія» Інституту захисту рослин НААН бур'яновий компонент ячменю ярого після сої був представлений домінуючими видами дводольних: осот щетинистий (*Cirsium setosum* (Will.) Bess.), жовтий осот польовий, березка польова (*Convolvulus arvensis* L.), щириця загнута, лобода біла, квасениця прямостояча (*Oxalis acetosella* L.). У незначній кількості траплялись фіалка польова, ромашка непахуча (*Matricaria perforata* Merat), талабан польовий, грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.) та інші види. Однодольні види — мишій сизий, плоскуха звичайна, інколи траплявся пирій повзучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) [17]. На дослідному полі Полтавського інституту АПВ ім. М.І. Вавилова в посівах ячменю ярого після сої найпоширенішими були ярі пізні види бур'янів — мишій сизий, щириця звичайна, лобода біла, які в структурі біологічних груп займали 76,6—87,8%. При цьому частка багаторічних бур'янів становила 7,3—17,1% (березка польова, осот рожевий (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) [18].

За даними Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН видовий склад бур'янів у посівах ячменю ярого після буряків цукрових (*Beta vulgaris saccharifera* L.) налічував 14 видів з 11-ти родин. У посівах найбільш розповсюдженими були види бур'янів: зірочник середній, підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.), ромашка непахуча (*Matricaria inodora* L.), лобода біла, щириця звичайна, гірчак розлогий (*Polygonum lapathifolium* L.), осот рожевий, жовтий осот польовий, мишій сизий, куряче просо та інші [19].

На дослідних полях зер-

но-просапної сівозміни СЗАТ ім. Шевченка Тростянецького району Сумської області, за вирощування ячменю ярого після стерньового попередника (пшениця озима) при застосуванні проміжної культури (гірчиця біла) тип забур'яненості посівів характеризувався як малорічно-багаторічний. Понад 80% в угрупованні бур'янів складали малорічні види. Бур'яновий компонент агрофітоценозу складали види малорічних бур'янів: просо куряче, грицики звичайні, лобода біла, гірчак березковидний, жабрій звичайний, зірочник середній [20].

В умовах дослідного поля Вінницького національного аграрного університету, загальна кількість облікованих видів у агрофітоценозі ячменю ярого різнилася за попередниками: після соняшнику — 30 видів; редьки олійної (*Raphanus sativus* L. var *oleiformis* Pars.) — 19 видів; пшениці озимої — 29; гороху — 23; сої — 26; після кукурудзи — 27 видів. Лобода біла становила найбільший відсоток серед основних видів бур'янів після пшениці озимої та гороху, а мишій зелений — після сої, кукурудзи, соняшнику та редьки олійної. Ярі ранні бур'яни переважали після пшениці озимої та сої — 21,6 та 21,1%, відповідно. Ярі пізні бур'яни домінували після редьки олійної (56,5% загальної кількості облікованих бур'янів) та кукурудзи (55,9%). Кореневищні та коренепаросткові бур'яни домінували після соняшнику — 7,8 та 14,3% відповідно. Ефемери переважали після редьки олійної — 10,8%, а озимі та зимуючі — після пшениці озимої (в сумі 3,0%). За узагальненими даними найвищі показники структури бур'янового угруповання в посівах ячменю ярого фіксували після попередників соняшник та кукурудза [21].

Підсумовуючи аналіз літературних джерел, слід зазначити, що в умовах Східного Лісостепу України недостатньо вивченим є вплив культури-попередника на забур'яненість посівів ячменю ярого в сівозміні та монокультурі. Саме на вирішення цих акту-

альних питань були спрямовані наші дослідження.

**Мета досліджень** — визначити видовий склад бур'янів, їх домінуючу роль та встановити тип і рівень забур'яненості посівів ячменю ярого за вирощування після попередників буряк цукровий, кукурудза на зерно  $\frac{1}{2}$  + соя  $\frac{1}{2}$  та ячмінь ярий в умовах Східного Лісостепу України.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводили впродовж 2011—2017 рр. у стаціонарній дев'ятипільній парозерно-просапній сівозміні відділу рослинництва та сортовивчення Інституту рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН України (чорний пар — пшениця озима — буряк цукровий — ярі зернові колосові — горох на зерно — пшениця озима — кукурудза на зерно  $\frac{1}{2}$  + соя  $\frac{1}{2}$  — ярі зернові колосові — соняшник) та монокультурі ячменю ярого (контроль), які знаходяться в Харківській області, що входить до Східного Лісостепу України.

Обстеження посівів ячменю ярого на забур'яненість у сівозміні після попередників буряк цукровий і кукурудза на зерно  $\frac{1}{2}$  + соя  $\frac{1}{2}$  та в монокультурі ячменю ярого проводили в другій половині вегетації культури за розробленою в Інституті рослинництва імені В.Я. Юр'єва НААН України методикою [22]. Для кожного попередника було виділено окремий бланк, у який після обстеження заносили виявлені види бур'янів або засмічувачів (в основному падалиця насіння польових культур). При цьому обліковували як домінуючі, так і субдомінуючі види бур'янових рослин. Домінуючу роль кожного виду оцінювали, виходячи з його частки у формуванні загальної маси сегетального угруповання на полі. Домінуючими вважались ті види, маса яких перевищувала 10% загальної маси усіх бур'янів, а субдомінуючими — 3—10%.

При визначенні назви типу забур'яненості на перше місце ставили групу, яка була найбільше представлена в загальній масі бур'янів, а на друге чи третє — групи бур'янів у відповідності з

їх часткою в сегетальному угрупованні. Рівень забур'яненості на кожному полі визначали окомірно за питомою часткою бур'янів у загальній масі агрофітоценозу: до 1% — дуже слабкий; 1—5% — слабкий; 6—15% — середній; 16—45% — сильний; понад 45% — дуже сильний.

**Результати та обговорення.**

В посівах ячменю ярого впродовж 2011—2017 рр. виявлено 49 видів бур'янів і 7 видів засмічувачів (кукурудза, соя, соняшник однорічний, просо посівне (*Panicum miliaceum* L.), гречка посівна, люцерна посівна (*Medicago sativa* L.), конюшина лучна (*Trifolium pretense* L.). Всі види рослин було розділено на три групи: ярі ранні та пізні; зимуючі, озимі та дворічні; багаторічні. До групи ярих ранніх і пізніх бур'янових рослин було віднесено 27 видів: мишій сизий, мишій зелений (*Setaria viridis* (L.) Beauv.), плоскуху звичайну, лободу гібридну (*Chenopodium hybridum* L.), лободу білу, ширицю звичайну, паслін чорний (*Solanum nigrum* L.), портулак городній (*Portulaca oleracea* L.), жабрій звичайний, рутку лікарську (*Fumaria officinalis* L.), амброзію полинолисту, гірчак розлогий, гірчак звичайний або пташиний (спориш) (*Polygonum aviculare* L.), чистець однорічний, фалопію березковидну, нетребу звичайну (*Xanthium strumarium* L.), чорнощир нетреболистий (*Cyclachaena xanthifolia* (Nutt.) Fresen.), калачики занедбані (*Malva neglecta* Wallr.), вівсюг звичайний (*Avena fatua* L.), квасеницю рогату (*Oxalis corniculata* L.), осот жовтий городній, абутилон (канатник) Теофраста (*Abutilon theophrasti* Medic.), кукурудзу, сою, соняшник однорічний, просо посівне, гречку посівну.

До групи зимуючих, озимих і дворічних бур'янів увійшло 17 видів: латук компасний (*Lactuca serriola* L.), грицики звичайні, сокирки польові (*Delphinium consolida* L.), підмаренник чіпкий, ромашка непахуча, талабан польовий, фіалка польова, злінка канадська (*Erigeron Canadensis* L.), скереда покривель-

на (*Crepis tectorum* L.), куколиця біла (*Melandrium album* (Mill.) Garcke), будяк акантовидний (*Carduus acanthoides* (L.) Pall.), люцерна хмелевидна (*Medicago lupulina* L.), гіркуша нечуйвітрова (*Picris hieracioides* L.), горошок волохатий (*Vicia villosa* Roth.), болиголов плямистий (*Conium maculatum* L.), жовтозілля весняне (*Senecio vernalis* Waldst. et Kit.). Крім того, до даної групи бур'янів зараховано ефемера — зірочника середнього.

Групу багаторічних бур'янів представляли 12 видів: осот рожевий, осот жовтий польовий, березка польова, подорожник великий (*Plantago major* L.), полин звичайний (*Artemisia vulgaris* L.), горлянка женевська (*Ajuga genevensis* L.), кульбаба лікарська, молочай прутковидний (*Euphorbia virgata* Waldst. et Kit.), льоник звичайний (*Linaria vulgaris* Mill.), деревій звичайний (*Achillea millefolium* L.), люцерна посівна та коношина лучна.

Встановлено, що кількісно-видовий склад бур'янових рослин у посівах ячменю ярого залежав від культури-попередника. В умовах сівозміни у посівах ячменю ярого після бур'янів цукрових виявлено 47 видів бур'янів і засмічувачів (ярих ранніх і пізніх — 23 види або 48,9%; зимуючих, озимих і дворічних — 14 видів або 29,8%; багаторічних — 10 видів або 21,3%), а після кукурудзи на зерно ½ + соя ½ — 50 видів (ярих ранніх і пізніх — 24 види або 48,0%; зимуючих, озимих і дворічних — 16 видів або 32,0%; багаторічних — 10 видів або 20,0%). За вирощування ячменю ярого в монокультурі виявлено лише 29 видів бур'янових рослин (ярих ранніх і пізніх — 19 видів або 65,5%; зимуючих, озимих і дворічних — 7 видів або 24,1%; багаторічних — 3 види або 10,4%). Загалом за період семирічних досліджень у посівах ячменю ярого в сівозміні після бур'янів цукрових і кукурудзи на зерно ½ + соя ½ було виявлено відповідно на 18 видів і 21 вид (або в 1,6 і 1,7 раза) більше бур'янових рослин, ніж у монокультурі. Серед бур'янових рослин переважали ярі види.

Слід зазначити, що кількісний склад бур'янових рослин в посівах ячменю ярого відрізнявся залежно від попередника, але після кожного з них були виявлені мишій сизий, плоскуха звичайна, лобода біла, шириця звичайна, паслін чорний, портулак городній, жабрій звичайний, амброзія полинолиста, гірчак розлогий, чистець однорічний, фалопія березковидна, нетреба звичайна, черношир нетреболистий, калачики занедбані, гірчак звичайний, вівсюг звичайний, осот жовтий городній, латук компасний, грицики звичайні, сокирки польові, підмаренник чіпкий, ромашка непахуча, фіалка польова, куколиця біла, осот рожевий, осот жовтий польовий, березка польова.

Крім зазначених видів посіви

культури після бур'янів цукрових забур'янювали квасениця рогата, гречка посівна, абутилон Теофраста, зірочник середній, подорожник великий, деревій звичайний; а після кукурудзи на зерно ½ + соя ½ — лобода гібридна, кукурудза, скереда покривельна, болиголов плямистий, жовтозілля весняне, молочай прутковидний, льоник звичайний.

Порівняно з іншими попередниками в посівах ячменю ярого після бур'янів цукрових не виявлено мишю зеленого, сої; а після монокультури ячменю ярого — рутки лікарської, соняшнику однорічного, проса посівного, талабан польового, злинки канадської, будяка акантовидного, люцерна хмелевидної, гіркуші нечуйвітрової, горошку волохато-

**1. Видовий склад основних бур'янів у посівах ячменю ярого за вирощування після різних попередників, 2011—2017 рр.**

Види бур'янів	Частка трапляння та домінування бур'янів у сегетальному угрупованні після попередників, %											
	бур'яки цукрові				кукурудза на зерно ½ + соя ½				ячмінь ярий			
	д	с	а	Σ	д	с	а	Σ	д	с	а	Σ
Мишій сизий ( <i>Setaria glauca</i> (L.) Beauv.)	29	29	42	100	14	43	43	100	43	29	14	86
Плоскуха звичайна ( <i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Roem. et Schult.)	—	14	86	100	43	14	43	100	57	14	15	86
Лобода біла ( <i>Chenopodium album</i> L.)	29	—	71	100	29	—	57	86	—	—	—	—
Щириця звичайна ( <i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	43	29	28	100	—	14	57	71	—	14	72	86
Паслін чорний ( <i>Solanum nigrum</i> L.)	43	—	57	100	43	29	28	100	—	—	71	71
Амброзія полинолиста ( <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)	—	14	72	86	—	14	57	71	—	—	—	—
Гірчак розлогий ( <i>Polygonum lapathifolium</i> L.)	—	29	42	71	—	—	86	86	—	—	—	—
Чистець однорічний ( <i>Stachys annua</i> L.)	—	14	57	71	—	—	71	71	—	—	—	—
Фалопія березковидна ( <i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Love)	—	—	71	71	—	—	—	—	—	—	—	—
Нетреба звичайна ( <i>Xanthium strumarium</i> L.)	—	—	—	—	—	—	71	71	—	—	71	71
Калачики занедбані ( <i>Malva neglecta</i> Wallr.)	—	—	86	86	—	—	—	—	—	—	—	—
Гірчак звичайний або пташиний (спориш) ( <i>Polygonum aviculare</i> L.)	—	—	86	86	—	—	—	—	—	—	—	—
Вівсюг звичайний ( <i>Avena fatua</i> L.)	—	—	—	—	—	—	—	—	14	—	57	71
Осот рожевий ( <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.)	—	14	57	71	14	57	29	100	—	57	14	71
Березка польова ( <i>Convolvulus arvensis</i> L.)	—	—	100	100	—	—	100	100	—	—	100	100

**Примітка:** д — домінуючі види; с — субдомінуючі види; а — асектатори (супутні види); Σ — трапляння виду (сума д, с, а); «—» — вид не мав домінуючого впливу або мав частку трапляння меншу за 71%.

го, полину звичайного, горлянки женовської, кульбаби лікарської, люцерни посівної, конюшини лучної.

За узагальненими семирічними даними у посівах ячменю ярого в сівозміні після бур'яків цукрових і кукурудзи на зерно  $\frac{1}{2}$  + сої  $\frac{1}{2}$  основні види бур'янів (частка трапляння виду від 71 до 100%) займали відповідно 27,7 і 22,0% загального видового складу бур'янових рослин, а в монокультурі ячменю ярого — 27,6%. Розподіл основних видів бур'янів за агробіологічними групами після бур'яків цукрових, кукурудзи на зерно  $\frac{1}{2}$  + сої  $\frac{1}{2}$  та ячменю ярого (контроль) відповідно становив: ярі ранні — 38,5; 27,3 і 12,5% загальної кількості основних бур'янів на фоні попередника; ярі пізні — 46,1; 54,5 і 62,5%; багаторічні коренепаросткові — 15,4; 18,2 і 25,0% (табл. 1).

Виявлено, що серед основних видів бур'янових рослин у посівах ячменю ярого після досліджуваних попередників траплялись мишій сизий, плоскуха звичайна, паслін чорний, шириця звичайна, осот рожевий та березка польова. Також, крім зазначених видів, основними бур'янами в посівах культури були: після бур'яків цукрових — лобода біла, амброзія полинолиста, гірчак розлогий, чистець однорічний, фалопія березковидна, калачики занедбані, гірчак звичайний або пташиний (спориш); після кукурудзи на зерно  $\frac{1}{2}$  + сої  $\frac{1}{2}$  — лобода біла, амброзія полинолиста, гірчак розлогий, чистець однорічний, нетреба звичайна; після монокультури ячменю ярого — нетреба звичайна, вівсюг звичайний.

Щорічно основними бур'янами у посівах ячменю ярого були: після бур'яків цукрових — мишій сизий, плоскуха звичайна, лобода біла, шириця звичайна, паслін чорний та березка польова; після кукурудзи на зерно  $\frac{1}{2}$  + сої  $\frac{1}{2}$  — мишій сизий, плоскуха звичайна, паслін чорний, осот рожевий та березка польова.

Серед основних бур'янів найбільші сумарні частки за показниками домінування та субдомі-

нування в посівах ячменю ярого виявлено: після бур'яків цукрових — у мишій сизого (58%), шириці звичайної (72%), пасльону чорного (43%); після кукурудзи на зерно  $\frac{1}{2}$  + сої  $\frac{1}{2}$  — у мишій сизого (57%), плоскухи звичайної (57%), пасльону чорного (72%), осоту рожевого (71%); після монокультури ячменю ярого — у мишій сизого (72%), плоскухи звичайної (71%), осоту рожевого (57%).

Окремо слід відзначити здатність вівсюга звичайного до стрімкого поширення у посівах ячменю ярого в монокультурі. Зокрема, цей бур'ян вперше був виявлений у монокультурі ячменю ярого в 2013 р. та віднесений до супутніх видів (асектаторів), а починаючи з 2017 р. зайняв одну з домінуючих позицій в посівах культури. Натомість, за вирощування ячменю ярого у сівозміні вівсюг звичайний не мав подібного поширення.

Загалом, за вказаний період досліджень (табл. 2), у посівах ячменю ярого формувалось дев'ять типів забур'яненості: дводольномалорічний, злаковооднорічно-дводольномалорічний, злаковооднорічно-коренепаростковий, злаковооднорічно-дводольномалорічно-коренепаростковий, дводольно-

малорічно-коренепаростково-злаковооднорічний, дводольномалорічно-злаковооднорічно-коренепаростковий, злаковооднорічно-коренепаростково-дводольномалорічний, коренепаростково-злаковооднорічно-дводольномалорічний.

Встановлено, що типи забур'яненості у посівах ячменю ярого різнилися залежно від попередника. У загальній масі бур'янів у посівах культури після бур'яків цукрових найбільше було виявлено дводольних малорічних видів, а друге місце займали злакові однорічні види. В монокультурі ячменю ярого щорічно за масою на першому місці були злакові однорічні бур'яни, а на другому — здебільшого багаторічні коренепаросткові. На фоні попередника кукурудза на зерно  $\frac{1}{2}$  + соя  $\frac{1}{2}$  тип забур'яненості майже щорічно був різним.

Встановлено, що рівень забур'яненості посівів ячменю ярого менше залежав від культури-попередника, а більше від року досліджень. Хоча в останні два роки досліджень (2016 і 2017) за вирощування ячменю ярого в монокультурі рівень забур'яненості був вищим, порівняно з вирощуванням культури в сівозміні після бур'яків цукрових і кукурудзи на зерно  $\frac{1}{2}$  + сої  $\frac{1}{2}$  (табл. 3).

## 2. Тип забур'яненості посівів ячменю ярого за вирощування після різних попередників

Рік досліджень	Попередник		
	бур'яки цукрові	кукурудза на зерно $\frac{1}{2}$ + соя $\frac{1}{2}$	ячмінь ярий
2011	Дводольномалорічно-злаковооднорічний	Дводольномалорічно-злаковооднорічно-коренепаростковий	Злаковооднорічно-дводольномалорічний
2012	Злаковооднорічно-дводольномалорічно-коренепаростковий	Злаковооднорічно-коренепаростково-дводольномалорічний	Злаковооднорічно-дводольномалорічно-коренепаростковий
2013	Дводольномалорічно-злаковооднорічний	Коренепаростково-злаковооднорічно-дводольномалорічний	Злаковооднорічно-коренепаростковий
2014	Дводольномалорічний	Дводольномалорічно-злаковооднорічно-коренепаростковий	Злаковооднорічно-коренепаростковий
2015	Дводольномалорічно-злаковооднорічний	Дводольномалорічно-коренепаростково-злаковооднорічний	Злаковооднорічно-дводольномалорічний
2016	Злаковооднорічно-дводольномалорічно-коренепаростковий	Злаковооднорічно-дводольномалорічно-коренепаростковий	Злаковооднорічно-коренепаростково-дводольномалорічний
2017	Дводольномалорічно-коренепаростково-злаковооднорічний	Дводольномалорічно-злаковооднорічно-коренепаростковий	Злаковооднорічно-коренепаростково-дводольномалорічний

**3. Рівень забур'яненості посівів ячменю ярого за вирощування після різних попередників**

Рік досліджень	Попередник		
	буряки цукрові	кукурудза на зерно ½ + соя ½	ячмінь ярий
2011	Середній	Середній	Середній
2012	Сильний	Середній	Середній
2013	Середній	Середній	Середній
2014	Слабкий	Слабкий	Слабкий
2015	Слабкий	Слабкий	Слабкий
2016	Сильний	Сильний	Дуже сильний
2017	Середній	Слабкий	Дуже сильний


**ВИСНОВКИ**

У Східному Лісостепу України в посівах ячменю ярого виявлено загалом 56 видів бур'янових рослин. За вирощування культури в стаціонарній дев'ятипільній паро-зерно-просапній сівозміні після буряків цукрових виявлено 47 видів (48,9% — ярі ранні і пізні; 29,8% — зимуючі, озимі і дворічні та 21,3% — багаторічні), з них 13 видів віднесено до основних (*Setaria glauca*, *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Polygonum lapathifolium*, *Stachys annua*, *Fallopia convolvulus*, *Malva neglecta*, *Polygonum aviculare*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*). У посівах ячменю ярого в сівозміні після кукурудзи на зерно ½ + сої ½ виявлено 50 видів (48,0; 32,0 і 20,0%), з яких основними були 11 видів (*S. glauca*, *E. crus-galli*, *C. album*, *A. retroflexus*, *S. nigrum*, *A. artemisiifolia*, *P. lapathifolium*, *S. annua*, *Xanthium strumarium*, *C. arvense*, *C. arvensis*). За вирощування ячменю ярого в монокультурі виявлено 29 видів (відповідно 65,5; 24,1 і 10,4%), з яких 8 видів є основними (*S. glauca*, *E. crus-galli*, *A. retroflexus*, *S. nigrum*, *X. strumarium*, *Avena fatua*, *C. arvense*, *C. arvensis*). Після буряків цукрових найбільшу частку домінування і субдомінування (сумарну) зафіксовано в *A. retroflexus* (72%), після кукурудзи на зерно ½ + сої ½ — *S. nigrum* (72%) і *C. arvense* (71%), у монокультурі — *S. glauca* (72%) і *E. crus-galli* (71%). Тип забур'яненості залежав від попередника, а рівень забур'яненості — від року досліджень.

Отже, забур'яненість посівів ячменю ярого залежить від попередника, що необхідно враховувати агровиробникам у сучасних технологіях вирощування культури. У подальшому слід дослідити вплив різних способів обробки ґрунту та системи удобрення на забур'яненість посівів ячменю ярого в умовах зони.

**Фінансування:** Дослідження проведено за рахунок бюджетної тематики Інституту рослин-



ництва імені В.Я. Юр'єва НААН («0111U003378» Розробити теоретичні основи ефективного регулювання забур'яненості посівів польових культур за сучасного землекористування в умовах північно-східної частини Лівобережної України»; «0116U001051» Методологічні підходи оцінки впливу елементів технології вирощування в системі довготривалої сівозміни»).

**Конфлікт інтересів:** автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Проценко Д.С., Падусенко А.О. Ефективність виробництва ячменю в Україні: стан, проблеми та перспективи. *Вісник студентського наукового товариства*. 2019. Вип. 2. С. 118–121.
2. Пелех Л.В. Оцінка шкодочинності бур'янів на агрофітоценозі ярого ячменю методом спряженої вегетації. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 9. С. 59–67.
3. Зуза В.С. Гербологія. Харків: КП «Міськ-друк», 2022. 468 с.
4. Melander Bo, McCollough Margaret R. Influence of intra-row cruciferous surrogate weed growth on crop yield in organic spring cereals. *Weed Research*. 2020. Vol. 60. Is. 6. P. 464–474. <https://doi.org/10.1111/wre.12452>
5. Вавринович О.В., Качмар О.Й., Дубицький О.Л., Дубицька А.О. Вплив сівозмінного фактора на гербологічний стан посівів зернових та зернобобових культур. *Захист і карантин рослин*. 2018. Вип. 64. С. 24–33. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2018.64.24-33>
6. Зуза В.С., Шекера С.Ю. Динаміка компонентів агрофітоценозів посівів ячменю як прояв їх конкуренції. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Землеробство*. 2015. № 1. С. 93–104.
7. Тихонова О.М., Масик І.М., Коровякова Т.О. Особливості генеративного розмноження розповсюджених видів бур'янів у посівах зернових культур. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2012. Вип. 2 (23). С. 6–13.
8. Шувар І., Корніта Г., Бінерт Б., Бойко І. Формування гербологічного стану агроценозу короткої ротації Західного Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2019. Вип. 23. С. 97–102. <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.097>
9. Одарченко О.М., Танчик С.П. Забур'яненість посівів ячменю ярого за полицевого та «нульового» обробітків ґрунту в Правобережному Лісостепу України. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 2–3. С. 9–11.
10. Шувар І.А., Корніта Г.М. Контролювання забур'яненості агроценозів ячменю ярого і картоплі в західному Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2017. Вип. 4. С. 65–74.
11. Цвей Я.П., Тищенко М.В., Філоненко С.В. Моніторинг забур'яненості посівів сільськогосподарських культур у ланці зернобурякової сівозміни у виробничих умовах. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 1. С. 23–30. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.01.03>
12. Seibutis V., Deveikyte I. The influence of short crop rotations on weed community composition. *Agronomy Research*. 2006. 4 (Special issue). P. 353–357.
13. Вавринович О.В. Вплив розміщення ячменю ярого в короткоротаційних сівозмінах та добрив на потенційну забур'яненість ґрунту. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Вип. 1. С. 3–9.
14. Пелех Л.В. Особливості динамічних змін забур'яненості агрофітоценозу ярого ячменю за зміни системи основного обробітку ґрунту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 8. С. 44–52.
15. Зуза В.С., Шекера С.Ю. Ефективність гербіцидів проти амброзії полинолістої в посівах ячменю. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 2–3. С. 52–54.
16. Шекера С.Ю., Зуза В.С. Ефективність гербіцидів проти амброзії полинолістої в посівах ячменю. *Вісник Харківського національного аграрного університету. Землеробство*. 2016. № 1. С. 163–169.
17. Ярошенко Л.М. Знищення дводольних бур'янів у посівах ярого ячменю. Застосування Гранстару Про 75, в.г. в системі контролю сеgetальної рослинності на посівах ярого ячменю в Лісостепу України. *Карантин і захист рослин*. 2011. № 5. С. 10–14.
18. Гангур В.В., Сокирко П.Г., Лень О.І. Забур'яненість та вологозабезпеченість посівів ячменю ярого залежно від способів обробітку ґрунту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 4. С. 32–35.
19. Чернелівська О.О., Дзюбенко І.М., Наконечний В.О. Вплив основного обробітку ґрунту та системи удобрення на продуктивність ячменю ярого. *Корми і кормовиробництво*. 2018. Вип. 85. С. 76–81.
20. Давиденко Г.А., Муха Л.В. Удосконалення основного обробітку ґрунту за вирощування ярого ячменю після стерньового попередника. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2010. Вип. 10 (20). С. 19–24.
21. Пелех Л.В. Оцінка гербологічної ситуації агрофітоценозу ячменю ярого за різних попередників в умовах дослідного поля ВНАУ. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 14. С. 172–183.
22. Зуза В.С., Гутянський Р.А. Гербологічний моніторинг полів сільськогосподарських підприємств. Харків: Магда LTD, 2012. 22 с.

<sup>1</sup>Hutianskyi R.,  
ORCID: 0000-0002-5953-9428

<sup>1</sup>Popov S.,  
ORCID: 0000-0002-1101-4454

<sup>1</sup>Kuzmenko N.,  
ORCID: 0000-0002-4373-0666

<sup>2</sup>Bezpalko V.,  
ORCID: 0000-0003-4448-7001

<sup>1</sup>Plant Production Institute named after V.Ya. Yuriev of the NAAS,

142, Heroiv Kharkiv avenue, Kharkiv, 61060, Ukraine

<sup>2</sup>State Biotechnological University, 44, Alchevskikh Str., Kharkiv, 61002, Ukraine  
e-mail: 'rammale@ukr.net,  
'bezpalkovalentyna@gmail.com

## Weediness of spring barley crops depending on the forecrop in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine

**Goal.** To determine the species composition of weeds, their dominant role, and to establish the type and level of weediness of spring barley crops grown after sugar beet, corn for grain ½ + soybean ½ and spring barley as forecrops in the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** The investigations were conducted in field experiments, in a stationary field, fixed nine-course-fallow-grain-row crop rotation and in monoculture of spring barley by means of route surveys. **Results.** According to our research during 2011–17, in spring barley crops 56 species of weed plants were revealed. In the conditions of crop rotation, 47 and 50 species were found, respectively, in the fields of culture after sugar beets and corn for grain ½ + soybean ½ as forecrops, and 29 species in monoculture. Spring early and late weed plants are represented in the largest number (48.0–65.5%), and the second and third places were respectively occupied by wintering, winter and biennial (24.1–32.0%), and perennial (10.4–21.3%). The main species of weeds in spring barley crops were: *Setaria glauca*, *Echinochloa crus-galli*, *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Solanum nigrum*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Polygonum lapathifolium*, *Stachys annua*, *Fallopia convolvulus*, *Malva neglecta*, *Polygonum aviculare*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis* after sugar beets as forecrop; *S. glauca*, *E. crus-galli*, *C. album*, *A. retroflexus*, *S. nigrum*, *A. artemisiifolia*, *P. lapathifolium*, *S. annua*, *Xanthium strumarium*, *C. arvense*, *C. arvensis* after corn for grain ½ + soybean ½ as forecrops; *S. glauca*, *E. crus-galli*, *A. retroflexus*, *S. nigrum*, *X. strumarium*, *Avena fatua*, *C. arvense*, *C. arvensis* after spring barley as forecrop. In spring barley crops, the largest proportion of dominance and subdominance (in total) was: *A. retroflexus* (72%) after sugar beets as forecrop; *S. nigrum* (72%) and *C. arvense* (71%) after corn for grain ½ + soybean ½ as forecrops; *S. glauca* (72%) and *E. crus-galli* (71%) in monoculture. The type of weediness of spring barley crops depended on the forecrop, and the level of weediness depended on the year of research. **Conclusions.** It was established that in the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine, the forecrop significantly affects the species composition of weeds, their dominant role and the type of weediness of spring barley crops.

spring barley; weed plants; species composition; forecrops; crop rotation

Надійшла до редакції: 14.02.2023

Прийнята до друку: 20.02.2023

Надруковано й опубліковано онлайн:  
березень 2023

# ТЕХНІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ІНСЕКТИЦИДІВ

## проти гусениць *Helicoverpa armigera* Hübner у посівах кукурудзи

**Мета.** Встановити ефективність застосування сучасних інсектицидів у посівах кукурудзи проти бавовникової совки (*Helicoverpa armigera* Hübner). **Методи.** В польових умовах визначали технічну ефективність інсектицидів. Обробляли посіви кукурудзи один раз хімічними інсектицидами на 3-й день після масового льоту *H. armigera*. Двічі обробляли біологічними препаратами в період масового відродження гусениць. Спостерігали за шкідником на 3-й, 7- та 14-й дні після обробки препаратами, визначали кількість гусениць на 100 рослинах, у чотирьох повтореннях, шляхом підрахунку на качанах, волотях та листках. Для дослідів використовували гібрид кукурудзи Парадіз (середньоранній), насіння якого попередньо оброблене на заводі фунгіцидом Максим XL 035 FS, т.к.с. (флудіоксаніл, 25 г/л, металоксил-М, 10 г/л) — 1 л/т. Початок та інтенсивність льоту імаго бавовникової совки визначали за допомогою феромонних пасток. Кількість імаго самців підраховували у пастках кожних три дні після початку льоту. Визначали дані щодо втрат врожаю за фактично вирахованими показниками кожного варіанту досліду, а достовірність одержаних результатів — за допомогою математично-статистичного методу. **Результати.** У 2021—2022 рр. при випробуванні інсектицидів проти гусениць бавовникової совки на посівах кукурудзи найвищу технічну ефективність забезпечили: Кораген 20, КС (хлорантраніліпрол, 200 г/л) — 82,1% та Ампліго 150 ЗС, ФК (хлорантраніліпрол 150 г/л, лямбда-цигалотрин 50 г/л) — 77,7%. Найнижчу технічну ефективність мали біопрепарати Лепідоцид-БТУ, р. (*Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*, 3 серотип, титр  $1 \times 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>) —

**Ю.М. ЛЯСКА,**  
доктор філософії в галузі аграрних наук  
та продовольства  
Національний університет біоресурсів  
і природокористування України,  
вул. Героїв Оборони, 15, Київ,  
03041, Україна  
e-mail: juljabug@ukr.net

48,2% та Бітоксисацілін-БТУ, р. (*Bacillus thuringiensis* var. *Thuringiensis*, ендоспори — титр  $1 \times 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>) — 53,7%. За використання досліджуваних інсектицидів урожайність гібриду Парадіз була вищою в порівнянні з контролем. За обробки Корагеном 20, КС та Ампліго 150 ЗС, ФК урожайність збільшилася на 0,48 та 0,32 т/га, а за обробки Радіантом, КС (спінеторам, 120 г/л) і Белтом 480 СС, КС (флубендіамід, 480 г/л), — на 0,25 та 0,28 т/га, відповідно. За використання Люфоксу 105 ЕС, к.е. (феноксикарб 75 г/л + люфенурон 30 г/л), Лепідоциду-БТУ, р. та Бітоксисаціліну-БТУ, р., кількість збереженого врожаю зерна кукурудзи становила 0,19, 0,11 та 0,14 т/га відповідно. **Висновки.** Найефективнішими інсектицидами проти гусениць бавовникової совки в Лівобережному Лісостепу України виявилися Кораген 20, КС (82,1%) та Ампліго 150 ЗС, ФК (7,7%). Зазначені препарати використовують в низьких концентраціях, а за фітосанітарного та інструментального моніторингу в посівах кукурудзи обробку рекомендується проводити один раз, що дозволяє зменшити пестицидне навантаження на екосистему та перешкоджає розвитку резистентності у фітофага.

**посіви кукурудзи; бавовникова совка; чисельність гусениць; технічна ефективність; інсектициди**

Фітофаг бавовникова совка має кілька наукових назв: *Chloridea armigera* Hübner, *Chloridea obsoleta*, *Helicoverpa obsoleta* Auct., *Heliothis armigera* Hübner, *Heliothis fusca* Cockerell, *Heliothis obsoleta* Auct., *Heliothis rama* Bhattacharjee & Gupta, *Noctua armigera* Hübner. Вона є однією із найшкідливіших комах-фітофагів у всьому світі, спричиняє, за оцінками експертів, світові економічні втрати понад 3 млрд доларів США щорічно. Культури, які найбільше пошкоджуються фітофагом у світі, це бавовник, томати, соя, кукурудза, сорго, нут та інші бобові [1].

Нині *H. armigera* поширена на більшій частині Океанії, Азії, Африки та Європи, а нещодавно (з 2012 р.) поширилася в Південній Америці. З моменту появи в Бразилії у 2013 р., та з подальшим поширенням більшою частиною Латинської Америки *Helicoverpa armigera* стала економічно важливим шкідником сої, кукурудзи, бавовнику та інших культур. Відтак, оцінено економічний вплив шкідника на бразильське сільське господарство у 800 млн доларів США [1]. В Азії, Африці, Європі та Австралії бавовникова совка приносить збитків на понад 2 млрд доларів урожаю сільськогосподарських культур [2]. У Китаї та Індії близько 50% всіх інсектицидів використовуються проти бавовникової совки. Тут фермери витрачають до 40% свого заробітку на придбання інсектицидів для контролю *H. armigera* Hbn. [3].

На рисунку 1 наведено глобальне поширення бавовникової совки та кукурудзяної совки у світі [4]. Бавовникова совка присутня у всіх регіонах України та сусідніх держав.

На території України у Запо-

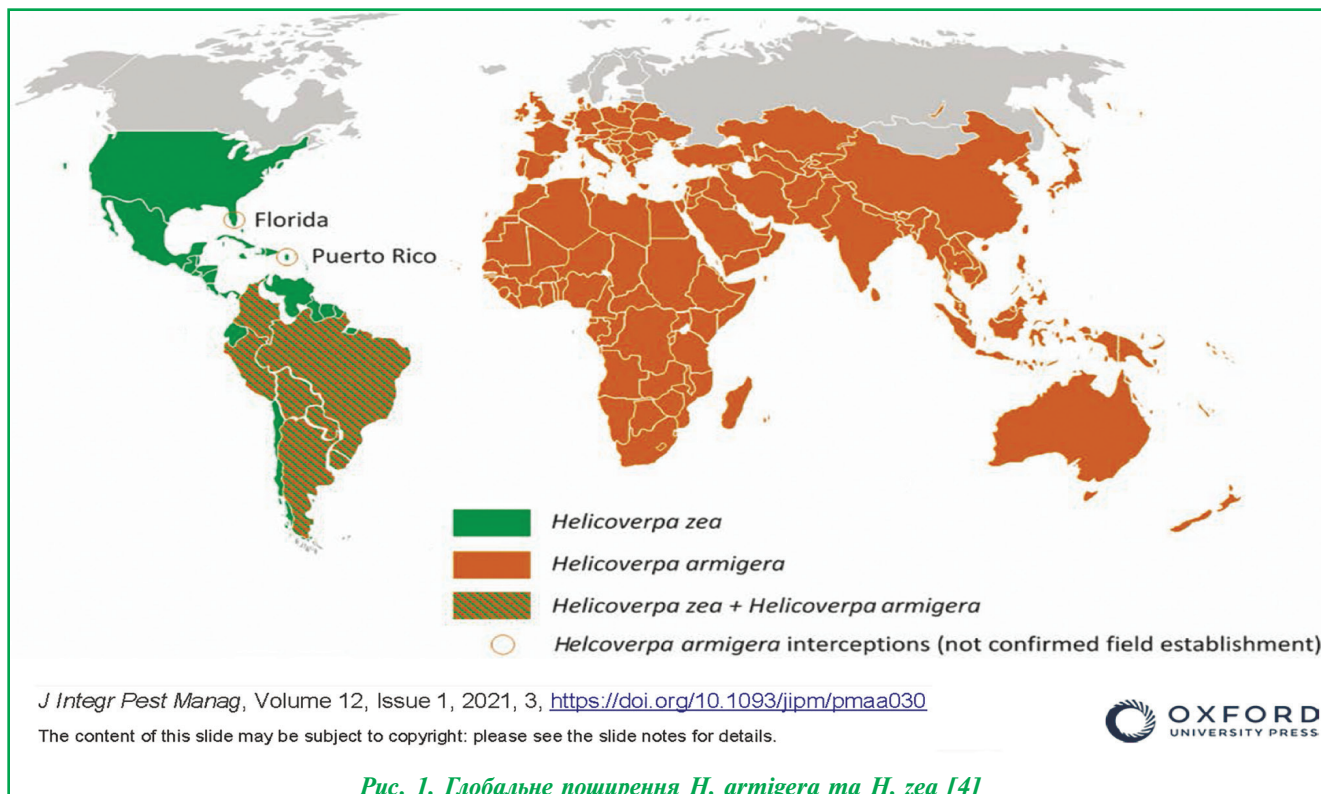


Рис. 1. Глобальне поширення *H. armigera* та *H. zea* [4]

ризькій, Черкаській, Харківській областях у 2011 р. гусеницями бавовникової совки впродовж вегетаційного періоду пошкоджувалося до 35%, а в Криму та Кіровоградській області — до 55–60% рослин соняшнику, качанів кукурудзи, овочевих культур. В осередках Харківської, Запорізької та Донецької областей пошкодження фітофагом соняшнику та кукурудзи сягало 84% [5].

*Helicoverpa armigera* може житися та завершувати свій життєвий цикл більше ніж на 180 видах рослин [6].

Цікавим фактом є те, що бавовникова совка на різних континентах віддає перевагу не одним і тим видам рослин. У Бразилії фітофаг переважно пошкоджує рослини сої та бавовнику, тоді як кукурудза і сорго виявилися другорядними [7]. В Індії найбільш пошкоджені культури — нут, томати, бавовник, арахіс та голубиний горох (каян) [8]. Основними пошкоджуваними сільськогосподарськими культурами в Україні є кукурудза, соняшник, соя, нут, томати, люцерна, а також бур'яни шириця, паслін, дурман, амброзія.

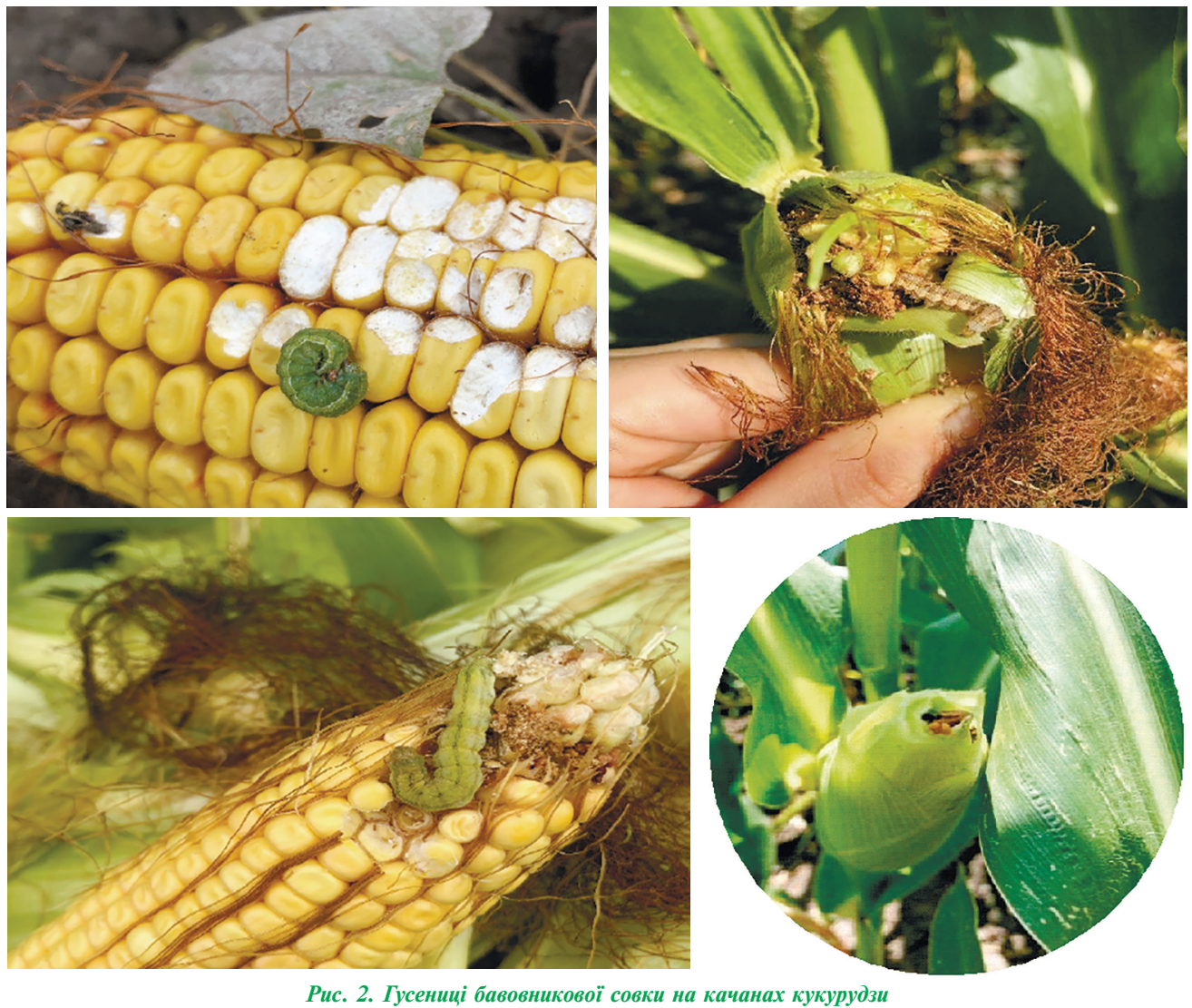
*Helicoverpa armigera* — агре-

сивний поліфаг, в Україні його негативний вплив на культурні рослини недооцінений (рис. 2). Тому важливо детальніше досліджувати міграційну здатність фітофага та харчову приналежність у різних регіонах України.

Проблема шкідливості бавовникової совки в Україні останніми роками посилюється через її агресивну харчову поведінку, інтенсивне переміщення з одних культур на інші, та досить розтягнений період льоту першого покоління, що супроводжується перекриттям другої генерації. Це призводить до численних негативних наслідків, таких як підвищення стійкості до інсектицидів у разі багаторазового застосування хімічних препаратів, знищення природних ворогів фітофага та накопичення залишків інсектицидів у зерні кукурудзи. Відомо, що *H. armigera* проявляє резистентність до 11-ти видів діючих інсектицидних речовин. Тому дослідження нових груп хімічних та біологічних інсектицидів, які мають вищу токсичність для фітофага за меншої кількості застосування, дають великі можливості. Діючі речовини хімічних препаратів спінеторам,

хлорантраніліпрол, флубендіамід, феноксикарб та люфенурон зазначені виробником як малотоксичні для ентомофагів, бджіл та навколишнього середовища. Щоб уникнути згубних наслідків традиційних інсектицидів (піретроїди, фосфорограніка) для нецільових істот та довкілля, важливо оцінити ефективність дії нових груп хімічних і біологічних інсектицидів проти бавовникової совки у польових умовах.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослідження проводили в Лісостеповій зоні Полтавської області, Козельщинського району, на полях ТОВ «Лаванда», у 2021–2022 рр. Грунт — чорнозем типовий. Кукурудзу вирощували за технологією, рекомендованою для зони Лісостепу Полтавської області. Розмір дослідних ділянок — 56 м<sup>2</sup>, повторення — чотириразове, розміщення ділянок — рендомізоване. Для дослідів використовували гібрид кукурудзи Парадіз (середньоранній), насіння якого попередньо оброблено на заводі фунгіцидом Максим XL 035 FS, т.к.с. (флудіоксаніл, 25 г/л, металоксил-М, 10 г/л) — 1 л/т.



*Рис. 2. Гусениці бавовникової совки на качанах кукурудзи*

Обробляли посіви кукурудзи інсектицидами та здійснювали обліки відповідно до регламентів Методики випробування і застосування пестицидів [9].

Обробляли хімічними інсектицидами на 3-й день після масового льоту фітофага, один раз, по вегетуючих рослинах, ручним ранцевим розпилювачем Forte ОГ-12. Біологічними препаратами обробляли двічі, в період масового відродження гусениць. Витрати робочої рідини — 300 л/га. Спостереження за шкідником після обробки препаратами проводили на 3-й, 7- та 14-й день, визначали кількість екземплярів на 100 рослин у чотирьох повтореннях, підраховували особин на качанах, волотях та листках.

Технічну ефективність інсектицидів розраховували за формулою:

$$T_e = \frac{100 \times (A_b - B_a)}{A_b}$$

де,  $T_e$  — технічна ефективність дії з поправкою на контроль, %;  $A_b$  — чисельність фітофагів у дослідному варіанті до обробки, екз./м<sup>2</sup>;  $B_a$  — чисельність фітофагів у дослідному варіанті після обробки, екз./м<sup>2</sup>.

Початок та інтенсивність льоту імаго бавовникової совки визначали за допомогою феромонів ТОВ «Феромоніторинг». Пастки встановлювали на висоті 1,3–1,4 м від поверхні ґрунту, з розрахунку 1 пастка на 1 га. Імаго самців збирали кожних три дні після початку льоту.

Для того, щоб визначити прямі втрати врожаю кукурудзи від пошкоджень гусеницями бавовникової совки, необхідно розкривати обгортки качанів і

підрахувати кількість качанів з пошкодженими зернівками, загальну кількість зерен в качані та кількість пошкоджених, масу 1000 зерен. Втрати врожаю визначали за фактично вирахованими показниками кожного варіанту досліду.

Математично опрацьовували результати досліджень методом математичної статистики, різницю оцінювали за t-критерієм Стюдента. Статистичну обробку даних робили із застосуванням програми Microsoft Office Excel, SPSS Statistics та Statgraphics Plus [10].

#### *Результати і обговорення.*

При розробці системи захисту кукурудзи проти бавовникової совки у 2021–2022 рр. вивчали дію біологічних препаратів Лепідоцид-БТУ, р. і Бітоксібацилін-БТУ, р. Діючою

основою Бітоксикациліну-БТУ, р. є бактеріальні спори, білкові кристали (дельта-ендотоксин) та термостабільний *b*-екзотоксин культури *Bacillus thuringiensis var Thuringiensis*, ендоспори — титр  $1 \times 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>. В основі Лепідоцид-БТУ, р. — спори і кристали культури *Bacillus thuringiensis var. Kurstaki*, 3 серотип, титр  $1 \times 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>. Із хімічних вивчали Радіант, КС (спінеторам, 120 г/л), Ампліго 150 ЗС, ФК (хлорантраніліпрол, 150 г/л + лямбда-цигалотрин, 50 г/л), Кораген 20, КС (хлорантраніліпрол, 200 г/л), Белт 480 СС, КС (флубендіамід, 480 г/л), Люфокс 105 ЕС, к.е. (феноксикарб, 75 г/л + люфенурон, 30 г/л).

Результати досліджень технічної ефективності дії препаратів наведено в таблиці 1. Дані свідчать, що одноразові обробки хімічними інсектицидами кукурудзи ефективно зменшили популяцію бавовникової совки порівняно з необробленим контрольним варіантом. Рішення про одноразову обробку хімічними інсектицидами було прийнято на основі попередніх досліджень [11]. Раніше встановлено, що на посівах кукурудзи в Лівобережному Лісостепу України бавовникової совки розвивалася в одній ге-

нерації, друга є факультативною. Рослинам кукурудзи завдає шкоди виключно перша генерація фітофага, що також підтвердилося в дослідженнях 2021—2022 рр. у Полтавській області.

У 2021 р. технічна ефективність застосування Радіант, КС проти гусениць бавовникової совки після обробки становила в середньому 77,4%. Кількість гусениць зменшилася, в порівнянні з контролем, майже у 4,5 раза. Технічна ефективність Ампліго 150 ЗС, ФК становила в середньому 78,9%, що зумовило зменшення гусениць фітофага на 14-ту добу після обробки у 4 рази, порівняно з варіантом без обробки. При застосуванні інсектициду Кораген 20, КС ефективність становила 83,5%, це найвища технічна ефективність з усіх варіантів досліджу у 2021 р. Кількість гусениць фітофага знизилася у 5,5 раза порівняно з контролем. Після обробки інсектицидом Белт 480 СС, КС смертність бавовникової совки становила 79,3%. Кількість гусениць зменшилася в середньому у 4,5 раза. У варіанті з інсектицидом Люфокс 105 ЕС, к.е. смертність шкідника склала 65,3%, на 7-му добу після обробки ефективність препарату збільшилася на 7,5% та становила 72,8%, на 14-ту — 68,3%. Кількість гу-

сениць знизилася на 14-ту добу у 3,2 раза. Важливо зазначити, що за використання даних інсектицидів найвища технічна ефективність спостерігалася на 7-му і 14-ту добу після обробки, це зумовлено пролонгованою, а також овідною дією препаратів.

Ефективність біологічних препаратів, навіть за дворазової обробки, виявилася значно нижчою. Технічна ефективність Лепідоциду-БТУ, р. на 3-тій добу становила — 47,6%, на 7-му смертність гусениць була 48,8%, на 14-ту після 2-ї обробки смертність гусениць становила 45,1%. Кількість гусениць на 14-ту добу зменшилася у 1,8 раза в порівнянні з контролем. За обробки рослин кукурудзи біопрепаратом Бітоксикацилін-БТУ, р. смертність гусениць бавовникової совки була дещо вищою, відповідно на 3-тій добу — 57,5%, 7-му — 59,1%, на 14-ту — 49,5%. Технічна ефективність Бітоксикациліну-БТУ, р. проти гусениць бавовникової совки виявилася на 8,2% вищою ніж Лепідоциду-БТУ, р. Найвища ефективність біоінсектицидів зафіксована на 7-му добу.

У 2022 р., при застосуванні цих же препаратів, технічна ефективність становила: Радіант, КС на 3-тій добу після обробки — 68,8%, на 7-му — 75,4%,

### 1. Технічна ефективність інсектицидів проти гусениць бавовникової совки в посівах кукурудзи (Полтавська обл., ТОВ «Лаванда», 2021—2022 рр., гібрид Парадіз)

Варіант	Норма витрати, л/га	2021							2022							Технічна ефективність препарату, %
		чисельність, екз./100 росл.			технічна ефективність, %				чисельність, екз./100 росл.			технічна ефективність, %				
		на 3-й день	на 7-й день	на 14-й день	на 3-й день	на 7-й день	на 14-й день	середнє	на 3-й день	на 7-й день	на 14-й день	на 3-й день	на 7-й день	на 14-й день	середнє	
<b>Хімічний метод</b>																
Контроль	–	38,5	46,3	55,8	–	–	–	–	25,0	33,5	69,5	–	–	–	–	–
Радіант, КС	0,5	10,3	8,8	12,5	73,3	81,1	77,7	<b>77,4</b>	7,8	8,3	15,5	68,8	75,4	77,7	<b>73,9</b>	<b>75,7</b>
Ампліго 150 ЗС, ФК	0,2	8,8	6,8	14,3	77,0	85,4	74,2	<b>78,9</b>	6,5	9,5	11,3	73,5	71,5	83,9	<b>76,4</b>	<b>77,7</b>
Кораген 20, КС	0,15	6,8	6,0	10,3	82,2	87,0	81,4	<b>83,5</b>	7,5	4,5	10,3	70,6	86,3	85,2	<b>80,7</b>	<b>82,1</b>
Белт 480 СС, КС	0,15	8,3	9,5	11,0	78,3	79,3	80,2	<b>79,3</b>	8,8	6,8	15,3	63,2	79,4	78,0	<b>73,6</b>	<b>76,5</b>
Люфокс 105 ЕС, к.е.	0,8	13,3	12,5	17,5	65,3	72,8	68,3	<b>68,8</b>	10,8	11,3	22,3	56,8	65,7	67,9	<b>63,5</b>	<b>66,2</b>
НІР <sub>05</sub>	–	2,9	2,4	4,1	–	–	–	–	3,9	3,3	4,3	–	–	–	–	–
<b>Біологічний метод</b>																
Контроль	–	41,5	50,8	59,3	–	–	–	–	29,0	36,5	74,0	–	–	–	–	–
Лепідоцид-БТУ, р.	7,0	21,8	26,0	32,8	47,6	48,8	45,1	<b>47,2</b>	14,3	16,5	43,3	51,1	55,1	41,5	<b>49,2</b>	<b>48,2</b>
Бітоксикацилін-БТУ, р.	7,0	17,8	20,8	30,0	57,5	59,1	49,5	<b>55,4</b>	12,5	14,3	45,8	56,7	61,2	38,2	<b>52,0</b>	<b>53,7</b>
НІР <sub>05</sub>	–	5,3	4,4	8,7	–	–	–	–	3,3	5,8	4,4	–	–	–	–	–

на 14-ту — збільшилася на 2,3% (77,7%); Ампліго 150 ЗС, ФК ефективність на 3-тю добу становила 73,5%, на 7-му — незначно зменшилася і склала 71,5%, а протягом наступних семи діб ефективність препарату зросла на 12,4% (83,9%); Кораген 20, КС — на 3-тю добу ефективність склала 70,6%, на 7-му різко зросла до 86,3%, а на 14-ту становила 85,2%; Белт 480 СС, КС — смертність бавовникової совки становила на 3-тю добу 63,2%, на 7-му вона збільшилася на 16,2% і склала 79,4%, а на 14-ту — 78%; Люфокс 105 ЕС, к.е. — на 3-тю добу ефективність була 56,8%, на 7-му — 65,7%, а найбільша на 14-ту добу — 67,9%. Слід зазначити, що у 2022 р. початкове заселення посівів кукурудзи гусеницями бавовникової совки було не високим — до 25 екз./100 рослин, тому й ефективність даних препаратів була на рівні 58,6—73,5%. З різким збільшенням чисельності гусениць фітофага на 14-ту добу до 69,5 екз./100 рослин технічна ефективність препаратів зросла в межах 67,9—85,2%.

Після застосування біологічних препаратів Лепідоциду-БТУ, р. чисельність гусениць на 3-тю добу знизилася на 51,1%, на 7-му — на 55,1%, а на 14-ту добу зросла чисельність гусениць фітофага до 74 екз./100 рослин, ефективність препарату знизилася і становила 41,5%. При застосуванні Бітоксикациліну-БТУ, р. смертність гусениць на 3-тю

добу становила 56,7%, на 7-му — 61,2%, на 14-ту добу, за різкого зростання чисельності гусениць фітофага, смертність їхня становила 38,2%.

Таким чином, у 2021—2022 рр. при випробуванні інсектицидів проти гусениць бавовникової совки на посівах кукурудзи найвищу технічну ефективність забезпечили: Кораген 20, КС — 82,1% та Ампліго 150 ЗС, ФК — 77,7%. Дещо меншою ефективність була у варіантах з Радіант, КС та Белт 480 СС, КС — 75,7% і 76,5% відповідно. У варіанті з Люфокс 105 ЕС, к.е. технічна ефективність була меншою, і становила 66,2%. Найнижчу технічну ефективність мали біопрепарати Лепідоцид-БТУ, р. — 48,2% та Бітоксикацилін-БТУ, р. — 53,7%.

Крім технічної ефективності дії інсектициду визначали інтенсивність пошкодження зернівок у самих качанах гусеницями бавовникової совки (з обробкою і без), відсоток пошкоджених качанів та кількість збереженого врожаю за обробки інсектицидами.

З даних результатів досліджень випливає, що відсоток качанів з пошкодженим зерном у контролі (47,3%) був на 34,2—43,7% більшим порівняно з варіантами за обробки хімічними інсектицидами (3,6—13,1%), а в порівнянні з біологічними — на 22,0—26,0% більшим (25,3 та 21,3%) (табл. 2).

Інтенсивність пошкодженого зерна в качанах теж значно різнилася. На контролі в середньо-

му пошкоджено 25,7 зернівок на качан, а у варіанті з хімічними препаратами 7,2—16,2 шт./качан. Найменша кількість з'їдених та пошкоджених зернівок гусеницями бавовникової совки у варіанті за використання Корагену 20, КС — 7,2 шт./качан, або це 1,4%. Інтенсивність пошкоджених зернівок в качанах за використання Лепідоциду-БТУ, р. та Бітоксикациліну-БТУ, р. — 21,3—18,5 шт./качан.

У варіантах використання досліджуваних інсектицидів урожайність гібриду Парадіз була вищою в порівнянні з контролем (табл. 2). За обробки Корагеном 20, КС та Ампліго 150 ЗС, ФК урожайність збільшилася на 0,48 та 0,32 т/га в порівнянні з контролем (8,83 т/га). За обробки Радіантом, КС й Белтом 480 СС, КС — на 0,25 та 0,28 т/га відповідно. За використання Люфоксу 105 ЕС, к.е., Лепідоциду-БТУ, р., Бітоксикациліну-БТУ, р. кількість збереженого врожаю зерна кукурудзи становила — 0,19, 0,11 та 0,14 т/га відповідно.

## ВИСНОВКИ

Втрати врожаю кукурудзи від бавовникової совки в Україні нині сягають 15—25%. В офіційному Переліку пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, наведено широкий спектр інсектицидів, які виконують основну задачу — знищення шкідників. Проте у разі надмірного використання ці засоби завдають непоправних негативних наслідків агроєкосистемам та життю людини внаслідок здатності до біоаккумуляції та накопичення в живих організмах. Тому дослідження ефективності та вибірковості дії нових хімічних та біологічних інсектицидів — це надзвичайно важливе завдання сьогодення.

У 2021—2022 рр. при випробуванні інсектицидів проти гусениць бавовникової совки на посівах кукурудзи, найвищу технічну ефективність забезпечили: Кораген 20, КС — 82,1% та Ампліго 150 ЗС, ФК — 77,7%. Дещо меншою ефективність була у варіантах з Радіант, КС та Белт 480 СС, КС — 75,7% і 76,5%

### 2. Шкідливість гусениць бавовникової совки в посівах кукурудзи за обробки інсектицидами та біологічними препаратами (Полтавська область, ТОВ «Лаванда», 2021—2022 рр., гібрид Парадіз)

Варіант	Норма витрати, л/га	Качанів з пошкодженим зерном, %	Пошкоджено зернівок у качані, шт./качан	Зерна в качані, %	Урожайність, т/га	Збережено врожаю, т/га
Контроль		47,3	25,7	4,9	8,83	–
Радіант, КС	0,5	10,7	13,8	2,5	9,08	0,250
Ампліго 150 ЗС, ФК	0,2	9,8	12,0	2,3	9,15	0,320
Кораген 20, КС	0,15	3,6	7,2	1,4	9,31	0,480
Белт 480 СС, КС	0,15	10,6	12,9	2,6	9,11	0,280
Люфокс 105 ЕС, к.е.	0,8	13,1	16,2	2,2	9,02	0,190
Лепідоцид-БТУ, р.	7,0	25,3	21,3	3,9	8,94	0,110
Бітоксикацилін-БТУ, р.	7,0	21,3	18,5	3,1	8,97	0,140
НІР <sub>05</sub>	–	9,4	3,3	0,55	0,43	–



відповідно. У варіанті з Люфокс 105 ЕС, к.е. технічна ефективність була меншою, і становила 66,2%. Найнижчу технічну ефективність мали біопрепарати Лепідоцид-БТУ, р. — 48,2% та Бітоксисабацилін-БТУ, р. — 53,7%. Важливо зазначити, що за використання даних інсектицидів найвища технічна ефективність спостерігалася на 7-му і 14-ту добу після обробки, що зумовлено пролонгованою та овцидною дією препаратів (хімічних).

У варіантах використання досліджуваних інсектицидів урожайність гібриду Парадіз була вищою в порівнянні з контролем. За обробки препаратами Кораген 20, КС та Ампліго 150 ЗС, ФК урожайність збільшилася на 0,48 та 0,32 т/га порівняно з контролем (8,83 т/га), а за обробки Радіантом, КС та Белтом 480 СС, КС — на 0,25 та 0,28 т/га, відповідно. За використання Люфоксу 105 ЕС, к.е., Лепідоциду-БТУ, р. та Бітоксисабациліну-БТУ, р. кількість збереженого врожаю зерна кукурудзи становила 0,19, 0,11 та 0,14 т/га відповідно.

Важливим у захисті кукурудзи від бавовникової совки є те, що досліджувані препарати мають високі показники безпечності для корисних комах та комах-запилювачів (бджоли, джмелі, хижі кліщі). Також досліджувані хімічні інсектициди використовуються в низьких концентраціях, а завдяки фітосанітарному й інструментальному моніторингу в Лівобережному Лісостепу України обробку даними препаратами рекомендується проводити один раз, що в свою чергу дозволить зменшити пестицидне навантаження на екосистему та не сприяє розвитку резистентності у фітофага.

**Фінансування:** Дослідження виконували в рамках бюджетної програми 2201040 «Наукова і науково-технічна діяльність закладів вищої освіти та наукових установ» (УЛЯБП АПК) (2021—2022 рр.).

**Конфлікт інтересів:** авторка декларує про відсутність конфлікту інтересів.

## ЛІТЕРАТУРА

- Riaz S., Johnson J. B., Ahmad M., Fitt G. P., Naiker M. A review on biological interactions and management of the cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Applied Entomology*. 2021. 145 (6). P. 467–498.
- Haile F., Nowatzki T., Storer N. Overview of pest status, potential risk, and management considerations of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) for US soybean production. *Journal of Integrated Pest Management*. 2021. 12 (1):3. P. 1–10. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmaa030>
- Kriticos DJ, Ota N, Hutchison WD, Beddow J, Walsh T, et al. Correction: The Potential Distribution of Invading *Helicoverpa armigera* in North America: Is It Just a Matter of Time?. *PLOS ONE*. 2015. 10(7): e0133224. <https://doi.org/10.1371>
- Center for Agriculture and Bioscience International (CABI) 2019. Invasive species compendium, *Helicoverpa armigera* (cotton bollworm). <https://doi.org/10.1079/cabicompndium.26757>. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/26757>
- Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин у 2012 р. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Національна академія аграрних наук України, Головна державна інспекція захисту рослин. Київ. 2012.
- Tay W.T., Soria M.F., Walsh T., Thomazoni D., Silvê P., Behere G.T., Anderson C., Downes S. A brave new world for an Old World pest: *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Brazil. *PLoS ONE*. 2013. e80134. doi:10.1371/journal.pone.0080134
- Reigada C., Guimarraes K.F., Parra J.R.P. Relative fitness of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) on seven host plants: a perspective for IPM in Brazil. *J. Insect Sci.* 2016. 16(1):3. doi: 10.1093/jisesa/iev158
- Yadav S., Pal R.K., Yadav A.K., Yadav A.S., Singh G. Field Assessment of Insecticides as Well as Bio-Pesticides to Manage the Tomato Fruit Borer *Helicoverpa armigera* Hubner. *International Journal of Environment and Climate Change*. 2022. 12(11), P. 2573–2580. <https://doi.org/10.9734/ijec/2022/v12i1131249>
- Методики випробування і застосування пестицидів; за ред. проф. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 437 с.
- Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Методичні вказівки. Київ: ПоліграфКонсалтинг. 2007. 56 с.
- Yuliia Liaska, Oleksandr Stryhun. Peculiarities of development of corn earworm in the maize agrocenosis of the Left-Bank Forest Steppe of Ukraine. *Eureka: Life Sciences*. 2020. N 6. P. 3–11. DOI: doi.org/10.21303/2504-5695.2020.001526

**Liaska Yu.**

ORCID: 0000-0002-6718-4284  
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
15, Heroiv Oborony Str., Kyiv,  
Ukraine, 03041,  
e-mail: juljabug@ukr.net

**Technical efficiency of insecticides against *Helicoverpa armigera* Hübner caterpillars in corn crops**

**Goal.** To establish the effectiveness of the use of modern insecticides in corn crops against the cotton bollworm. **Methods.** Determination of the technical efficiency of insecticides was carried out in field conditions. Treatment with chemical insecticides was carried out on the 3<sup>rd</sup> day after the mass flight of *H. armigera* once, with biological preparations — twice, during the period of mass revival of caterpillars. Observation of the pest after treatment with drugs was carried out on the 3<sup>rd</sup>, 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> day at the rate of ex./100 plants in four repetitions, by counting them on cobs, panicles and leaves. For the experiments, the Paradiz corn hybrid (mid-early) was used, the seeds of which were pre-treated at the plant with a fungicide Maksym XL 035 FS (fludioxonil, 25 g/l, metalaxyl-M, 10 g/l) — 1 l/t. The beginning and intensity of the flight of cotton bollworm adults was determined using pheromone traps. The collection of male imagos was carried out every three days after the start of the flight. Data on crop losses were based on the actually calculated indicators of each variant of the experiment. The reliability of the obtained results was determined using the mathematical and statistical method. **Results.** In 2021—2022, when testing insecticides against cotton bollworm caterpillars on corn crops, the highest technical efficiency was provided by: Koragen 20 KS (chlorantraniliprole, 200 g/l) — 82.1% and Ampliho 150 ZC, FC (chlorantraniliprole 150 g/l, lambda-cyhalothrin 50 g/l) — 77.7%. The biological preparations of Lepidotsyd-BTU, r. (*Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*, serotype 3, titer  $1.0 \times 10^9$  CFU/cm<sup>3</sup>) had the lowest technical efficiency — 48.2% and Bitoksybatsylin-BTU, r. (*Bacillus thuringiensis* var. *Thuringiensis*, endospores — titer  $1.0 \times 10^9$  CFU/cm<sup>3</sup>) — 53.7%. When using the tested insecticides, the productivity of the Paradiz hybrid was higher compared to the control. When treated with Koragen 20 KS and Ampliho 150 ZC, FC, the yield increased by 0.480 and 0.320 t/ha. When treated with Radiant, CS (spinetoram, 120 g/l) and Belt 480 SC, CS (flubendiamide, 480 g/l), — by 0.250 and 0.280 t/ha, respectively more. With the use of Liufoks 105 ES, e.c. (75 g/l fenoxycarb, 30 g/l lufenuron), Lepidotsyd-BTU, r. and Bitoksybatsylin-BTU, r., the amount of preserved corn grain yield was 0.190, 0.110 and 0.140 t/ha, respectively. **Conclusions.** It was found that Koragen 20 KS (82.1%) and Ampliho 150 ZC, FK (77.7%) were the most effective insecticides against cotton bollworm caterpillars in the Left Bank Forest Steppe of Ukraine. The specified drugs are used in low concentrations, and with the help of phytosanitary and instrumental monitoring in corn crops, treatment is recommended to be carried out once, which in turn allows to reduce the pesticide load on the ecosystem and prevents the development of resistance in phytophagous plants.

**corn crops; cotton bollworm; number of caterpillars; technical efficiency; insecticides**

Надійшла до редакції: 07.02.2023

Прийнята до друку: 15.02.2023

Надруковано й опубліковано онлайн:  
березень 2023

# ЕФЕКТИВНІСТЬ СУЧАСНИХ ІНСЕКТИЦИДІВ

## у захисті вишнево-черешневих промислових насаджень від вишневої мухи

**Мета.** Дослідити ефективність дії інсектицидів Актеллік 500 ЕС, КЕ (піриміфос-метил, 500 г/л), Каліпсо 480 SC, КС (міаклопрід, 480 г/л), Проклейм 50 SG, РГ (емаметину бензоат, 50 г/кг), Мовенто 100 SC, КС (спіротетрамат, 100 г/л), Ексірель, СЕ (циантраніліпрол, 100 г/л) та біопрепаратів Актופіт, КЕ (аверсектин С, 0,2%), Бітоксубацилін-БТУ, р., (клітини бактерії *Bacillus thuringiensis*. ендоспори, ендотоксин, екзотоксин), Лепідоцид-БТУ, р., (клітини бактерії *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*, ендоспори, ендотоксин) на зниження чисельності та шкідливості вишневої мухи (*Rhagoletis cerasi* L.), показники продуктивності черешні та вишні в промислових насадженнях.

**Методи.** Польові, в промисловому саду черешні та вишні в умовах навчально-виробничого відділу університету. Деревя черешні сорту Регіна та вишні Альфа. Схема садіння — 4 × 5 м. Рік садіння — 1996. Форма крони — розріджено (покращено)-ярусна. Підщеп — сильноросла (антипка звичайна). Фази розвитку рослин в момент обробок — «розвиток плодів (плоди мають приблизно 90% кінцевого розміру — початок забарвлення плодів)» (ВВСН 81) та «достигання плодів (забарвлення плодів триває)» (ВВСН 85). Ґрунт — неглибокий, малогумусний пілугато-суглинистий опідзолено вилужений чорнозем: вміст гумусу — 1,3–2,5%; рН — 4,8–5,2; рухомих сполук  $P_2O_5$  — 130–180 мг/кг і  $K_2O$  — 8,9–9,2 мг/кг (за методом Чирікова). Заходи з догляду за дослідною ділянкою — рихлення ґрунту в пристовбурних смугах упродовж вегетаційного періоду, внесення органічних і мінеральних добрив, обрізування,

**<sup>1</sup>Ю.П. ЯНОВСЬКИЙ,**  
доктор сільськогосподарських наук

**<sup>2</sup>С.В. СУХАНОВ,**  
кандидат біологічних наук

**<sup>3</sup>І.В. КРИКУНОВ,**  
кандидат сільськогосподарських наук

**<sup>4</sup>О.О. ФОМЕНКО,** аспірант  
<sup>1-4</sup>Уманський національний університет садівництва МОН України,  
вул. Інститутська, 2, м. Умань,  
20300, Україна  
e-mail: <sup>1</sup>janowskyiyuriy@gmail.com,  
<sup>2</sup>slavasukhanov@ukr.net, <sup>3</sup>kiv1000@ukr.net,  
<sup>4</sup>zachitnik84@ukr.net

трави в міжряддях (задерніння міжрядь), захист від шкідників і хвороб. Визначали технічну ефективність препаратів у різних нормах витрат проти вишневої мухи та їх вплив на показники продуктивності черешні та вишні в промислових насадженнях. Обліки проводили за загальноприйнятими в плодівництві, захисті рослин і ентомології методиками.

**Результати.** Використання препаратів Актеллік 500 ЕС, КЕ; Каліпсо 480 SC, КС; Проклейм 50 SG, РГ; Мовенто 100 SC, КС; Ексірель, СЕ проти вишневої мухи забезпечило зниження чисельності цього виду в насадженнях череш-

ні та вишні на 91,4–98,9% та 93,7–97,6% відповідно. Це дозволило отримати високосортну продукцію плодів черешні та вишні з урожайністю в 1,7–1,9 і 1,4–2,1 раза відповідно вищою порівняно з контролем. Вихід нестандартної продукції становив 0,4–0,6% проти 34,9–44,3% на контролі (обробка водою). Ефективність біопрепаратів у насадженнях цих культур становила 32,9–40,4%, що свідчить про низьку їхню ефективність проти даного шкідника.

**Висновки.** Використання інсектицидів Актеллік 500 ЕС, КЕ; Каліпсо 480 SC, КС; Проклейм 50 SG, РГ; Мовенто 100 SC, КС; Ексірель, СЕ дає змогу ефективно знизити шкідливість вишневої мухи в насадженнях черешні та вишні і контролювати її чисельність упродовж місяця (тривалість розвитку личинок). Обмеження чисельності шкідника в промислових черешнево-вишневих садах за використання інсектицидів забезпечило підвищення врожайності та товарної якості отриманої плодової продукції.

**черешня; вишня; насадження; комаха; вишнева муха; інсектициди; біопрепарати; технічна ефективність; врожайність; товарність плодів**



Загальновідоме значення продукції плодівих культур, зокрема черешні та вишні, які є важливим продуктом дитячого та дієтичного харчування. Їхні плоди мають великий набір вітамінів А, В1, В2, В6, С, Е, Н і РР, макро- і мікроелементів (калій, кальцій, магній, цинк, мідь, марганець, залізо, йод, фосфор), багато цукрів (фруктоза, глюкоза), кілька органічних кислот, включаючи яблучну, клітковини, каротиноїди, пектини і велику кількість антоціанів (речовин з групи флавоноїдів) [1].

За даними Держстату України в 2021 р. площі промислових масивів вишні та черешні налічували 20,4 та 10,8 тис. га, а врожайність становила 8,9 і 6,7 т/га відповідно [2].

У вишнево-черешневих насадженнях України налічується понад 30 видів шкідливих комах, кліщів і гризунів, що ослабляють життєдіяльність культурних рослин упродовж вегетації. За відсутності чи несвоечасного проведення захисних заходів проти них вихід товарної продукції знижується на 22–30% [3–6].

Важлива роль зі зниження шкідливої дії фітофагів, бур'янів і патогенів у агробіоценозі саду належить хімічному заходу [3–5].

Значної шкоди вишнево-черешневим садам завдають шкідливі види з числа членистоногих [3–6]. Чільне місце за шкідливістю належить *Rhagoletis cerasi* L. (вишнева муха). Плоди, що пошкоджені личинками мухи, втрачають блиск, плоди стають неїстівними, м'якоть загниває, частина опадає. В деякі роки цей вид пошкоджує до 80% плодів [3], що підтверджують і матеріали досліджень зарубіжних вчених [7–8].

Варто нагадати про особливості біології шкідника: зимують лялечки в несправжньому коконі в ґрунті на глибині до 5 см. Літ мухи відбувається з середини травня до середини червня. Самці відкладають яйця під шкірку плодів, що починають дозрівати. Через 7–10 діб з'являються личинки, які рухаються до кісточки, пошкоджуючи м'якоть.

Розвиваються личинки впродовж 20–30 діб безпосередньо в плодах, що вкрай утруднює проведення захисних заходів для зменшення їхньої шкідливості, знижує дію препаратів, зокрема, контактним способом (відбувається його змив, зменшується тривалість контакту інсектициду з фітофагом й ін.) [3, 9].

Серед інших причин низької ефективності хімічних препаратів від цього небезпечного об'єкта на черешні та вишні є тривале застосування одних і тих же препаратів, прояв резистентності до деяких груп хімічних сполук, порушення технології захисту [9].

Важливо нагадати, що в Європі та США активно розробляється нова стратегія контролю цього фітофага — «привабити та знищити». Застосовується принада і знищуються не яйця й личинки, а дорослі особини у фазу льоту (мух). Використовується багата білком рідка принада «Combi-Protec», яка змішується з препаратами Mospilan, Calipso, Spintor. Обприскування дерев проводять з нормою витрати 20 л/га [10–11]. Цей прийом дозволяє ефективно знизити чисельність та шкідливість фітофага, значно знизити витрати інсектицидів і їх робочих розчинів, істотно покращити стан природнього довкілля.

В Україні в захисті черешнево-вишневих насаджень від вишневої мухи нині домінує хімічний метод і виключно проти личинок шкідника [4–6]. Тому надзвичайно важливим питанням сьогодення є захист насаджень від шкідника з використанням сучасних препаратів на основі нових діючих речовин і механізму їхньої дії. Залишаються головними питання раціонального використання засобів захисту рослин з метою одержання максимального ефекту при мінімальній витраті і екологічній безпеці для природнього довкілля, та можливості застосування біологічних препаратів.

**Мета.** Дослідити ефективність дії інсектицидів (Актеллік 500 ЕС, КЕ (піриміфос-метил, 500 г/л), Каліпсо 480 SC, КС (тіаклоприд, 480 г/л), Про-

клейм 50 SG, РГ (емамектину бензоат, 50 г/кг), Мовенто 100 SC, КС (спіротетрамат, 100 г/л), Ексірель, СЕ (ціантраніліпрол, 100 г/л)) та інсектицидних біопрепаратів (Актофіт, КЕ (аверсектин С, 0,2%), Бітоксисабацилін-БТУ, р. (клітини бактерії *Bacillus thuringiensis* ендоспори, ендотоксин, екзотоксин), Лепідоцид-БТУ, р. (клітини бактерії *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*, ендоспори, ендотоксин)) на зниження чисельності й шкідливості вишневої мухи (*Rhagoletis cerasi* L.) у промислових насадженнях.

**Методу.** Дослідження проводили впродовж 2020–2022 рр. у промислових насадженнях вишні та черешні в умовах навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва (НВВ УНУС). Деревя черешні сорту Регіна та вишні — Альфа. Схема садіння — 4 × 5 м. Рік садіння — 1996. Форма крони — розріджено (покрашено)-ярусна. Підщепа — сильноросла (антипка звичайна). Фази розвитку рослин у момент обробок — «розвиток плодів» (плоди мають приблизно 90% кінцевого розміру — початок забарвлення плодів) (ВВСН 81) та «достигання плодів (забарвлення плодів триває)» (ВВСН 85). Ґрунт — неглибокий, малогумусний пилувато-суглинистий опідзолено вилужений чорнозем: вміст гумусу — 1,3–2,5%; рН — 4,8–5,2; рухомих сполук P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 130–180 мг/кг і K<sub>2</sub>O — 8,9–9,2 мг/кг (за методом Чирікова). Заходи з догляду за дослідною ділянкою: рихлення ґрунту в пристовбурних смугах упродовж вегетаційного періоду, внесення органічних і мінеральних добрив, обрізування, скошування трави в міжряддях (задерніння міжрядь), захист від шкідників і хвороб.

Для визначення технічної ефективності інсектицидів проти вишневої мухи та впливу на показники продуктивності черешні й вишні у досліді обприскували дерева (у фази розвитку рослин на момент обробок — «розвиток плодів (плоди мають приблизно 90% кінцевого розміру — початок забарвлення плодів)» (ВВСН 81))

та «достигання плодів (забарвлення плодів триває)» (ВВСН 85) препаратами Актеллік 500 ЕС, КЕ; Каліпсо 480 SC, КС; Мовенто 100 SC, КС; Проклейм 50 SG, РГ; Ексірель, СЕ; Актофіт, КЕ; Бітоксубацилін-БТУ, р. (інсектицид), і Лепідоцид-БТУ, р. (інсектицид), за різних норм витрат.

Вибір саме цих інсектицидів проти вишневої мухи пояснюється тим, що вони включені до чинного національного «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» [12], мають контактну-кишкову дію (Актеллік 500 ЕС, КЕ; Каліпсо 480 SC, КС; Проклейм 50 SG, РГ; Ексірель, СЕ) чи високу акропетальну системну дію (Мовенто 100 SC, КС), тривалість їхньої дії становить 15–20 діб [9]. Найбільший ефект від застосування Актеллік 500 ЕС, КЕ; Каліпсо 480 SC, КС; Проклейм 50 SG, РГ; Мовенто 100 SC, КС проти шкідника досягається за використання препарату в період, коли шкідник знаходиться у фазі «початок відродження личинок — личинки молодших віків». Враховуючи останні токсикологічні вимоги щодо отримання плодів черешні та вишні, які є в першу чергу продуктом дієтичного та дитячого харчування, й очікуване збільшення обсягів експортних продажів продукції в країні ЄС, застосування інсектицидів на основі діючої речовини піриміфос-метил, 500 г/л (0,8–1,2 л/га), тіаклопрід, 480 г/л (0,2–0,3 л/га) буде заборонено найближчим часом.

Препарат Ексірель, СЕ (циантраніліпрол, 100 г/л), що недавно вийшов на ринок України, має контактну-кишкову дію, тривалість дії — два тижні. Діюча речовина цього інсектициду є другим представником з групи антралінамідів (після хлорантраніліпролу, що міститься в інсектициді Кораген 20, КС) і першою діючою речовиною з цієї групи з широким спектром дії проти комплексу сисних, листогризучих і шкідників плодів [9, 13].

Було прийняти рішення щодо вивчення (уточнення) технічної ефективності застосування су-

часних біопрепаратів Актофіт, КЕ, Бітоксубацилін-БТУ, р. і Лепідоцид-БТУ, р., саме проти вишневої мухи, оскільки в чинному національному «Переліку...» [12] така інформація про їхню реєстрацію на вишні та черешні відсутня, а у вітчизняній садівничій літературі нерідко трапляються схвальні відгуки про високу ефективність проти цього прихованого-живучого шкідливого виду.

Обліки проводили за загальноприйнятими в плодовництві, захисті рослин і ентомології методиками [14–15]. Розміщення ділянок — рендомізоване. Дерево — повторність. Врожайність насаджень на дослідних ділянках визначали в день збирання врожаю (друга декада липня), вночі проводили аналіз пошкодження мухою плодів черешні та вишні. Аналізували 200 плодів з кожного облікового дерева, поділяючи їх на пошкоджені та не пошкоджені цим фітофагом.

#### *Результати та обговорення.*

Встановлено, що вишнева муха є постійним шкідливим видом у ценозах насаджень черешні та вишні. Зимують лялечки в пупаріях на глибині до 5 см. Поява особин спостерігається з середини травня («утворення та ріст

зав'язі, опадання плодів після цвітіння» (ВВСН 71) та триває до середини червня («плоди приблизно 60% кінцевого розміру») (ВВСН 76). Початок масової яйцекладки яєць відбувається у фазу «розвиток плодів (плоди мають приблизно 90% кінцевого розміру — початок забарвлення плодів)» (ВВСН 81) за суми ефективних температур повітря 66°C, починаючи від початку льоту мух (чи через 10–12 діб після фіксації перших особин шкідника на жовтих клейових пастках) (рис. 1). Через 7–10 діб з'являються білі безногі личинки, що рухаються до кісточки плодів, пошкоджуючи м'якоть. Їхній розвиток триває впродовж 20–30 діб. Пошкоджені плоди загнивали, частина їх (до 10%) опадала.

Важливим є те, що в період проведення захисних заходів проти вишневої мухи спостерігалось заселення та пошкодження листя дерев вишневою попелицею та слизистим вишневим трачем, що вимагало додаткових захисних заходів проти них. Враховуючи механізми дії випробовуваних інсектицидів хімічного походження, ця проблема вирішувалася вже після першого обприскування препаратами Актел-



*Рис. 1. Клейова пастка для визначення строку вильоту вишневої мухи*

лік 500 ЕС, КЕ; Каліпсо 480 SC, КС; Ексірель, СЕ, а вже через два тижні повторно обробляли насадження розчинами препаратів Каліпсо 480 SC, КС; Ексірель, СЕ; Проклейм 50 SG, РГ; Мовенто 100 SC, КС. Біологічними препаратами обробляли дерева проти вишневої мухи чотири рази упродовж місяця, кожних сім діб. За тиждень до обробки біопрепаратами було проведено обприскування насаджень проти вишневої попелиці та слизистого вишневого трача інсектицидом Актеллік 500 ЕС, КЕ.

Результати досліджень свідчать, що застосування інсектицидів Актеллік 500 ЕС, КЕ (1,2 л/га), Каліпсо 480 SC, КС (0,25 л/га), Проклейм 50 SG, РГ (0,35 кг/га), Ексірель, СЕ (0,75 л/га), Мовенто 100 SC, КС (0,75 л/га) проти вишневої мухи забезпечило зниження чисельності шкідника в насадженнях черешні та вишні на 91,4–98,9% — 93,7–97,6% відповідно. Це дозволило одержати високосортну продукцію плодів черешні та вишні з урожайністю в 1,7–1,9 і 1,4–2,1 рази відповідно вищою порівняно з контролем. Вихід нестандартної продукції не перевищив 0,4–0,6% проти 34,9–44,3% на контролі (обробка водою). Ефективність біопрепаратів у насадженнях цих культур не перевищувала 32,9–40,4%, що свідчить про їхню низьку ефективність проти вишневої мухи (табл. 1, 2). За використання сучасних інсектицидів Каліпсо 480 SC, КС; Ексірель, СЕ; Проклейм 50 SG, РГ; Мовенто 100 SC, КС отримали високосортну продукцію черешні та вишні з

### 1. Ефективність препаратів проти вишневої мухи в промислових насадженнях черешні (НВВ УНУС, сорт Регіна, середнє 2020–2022 рр.)

Варіант	Технічна ефективність, %	Урожайність, т/га	Товарність плодів, %	
			сортова, %	н/с, %
Контроль (обробка водою)	0,0	4,9	65,1	34,9
I обробка: Актеллік 500 ЕС, КЕ, 1,2 л/га II обробка: Каліпсо 480 SC, КС, 0,25 л/га	92,9	8,3	99,2	0,8
I обробка: Актеллік 500 ЕС, КЕ, 1,2 л/га II обробка: Проклейм 50 SG, РГ, 0,35 кг/га	91,4	8,7	99,4	0,6
I обробка: Актеллік 500 ЕС, КЕ, 1,2 л/га II обробка: Мовенто 100 SC, КС, 0,75 л/га	93,2	8,6	99,3	0,7
I обробка: Каліпсо 480 SC, КС, 0,25 л/га II обробка: Проклейм 50 SG, РГ, 0,35 кг/га	95,7	8,9	99,5	0,5
I обробка: Ексірель, СЕ, 0,75 л/га II обробка: Ексірель, СЕ, 0,75 л/га	98,9	9,3	99,6	0,4
Актофіт, КЕ, 6,0 л/га (IV обробки)	37,9	5,4	87,5	12,5
Бітоксубацилін-БТУ, р., (інсектицид), 15 л/га (IV обробки)	38,6	5,0	85,5	14,5
Лепідоцид-БТУ, р., (інсектицид), 3 л/га (IV обробки)	32,9	5,1	83,7	16,3
НІР <sub>05</sub>	0,4	0,1	–	–

### 2. Ефективність препаратів проти вишневої мухи в промислових насадженнях вишні (НВВ УНУС, сорт Альфа, середнє 2020–2022 рр.)

Варіант	Технічна ефективність, %	Урожайність, т/га	Товарність плодів, %	
			сортова, %	н/с, %
Контроль (обробка водою)	0,0	3,7	55,7	44,3
I обробка: Актеллік 500 ЕС, КЕ, 1,2 л/га II обробка: Каліпсо 480 SC, КС, 0,25 л/га	95,6	5,2	99,3	0,7
I обробка: Актеллік 500 ЕС, КЕ, 1,2 л/га II обробка: Проклейм 50 SG, РГ, 0,35 кг/га	93,7	6,7	99,3	0,7
I обробка: Актеллік 500 ЕС, КЕ, 1,2 л/га II обробка: Мовенто 100 SC, КС, 0,75 л/га	94,2	6,9	99,1	0,9
I обробка: Каліпсо 480 SC, КС, 0,25 л/га II обробка: Проклейм 50 SG, РГ, 0,35 кг/га	95,9	7,4	99,2	0,8
I обробка: Ексірель, СЕ, 0,75 л/га II обробка: Ексірель, СЕ, 0,75 л/га	97,6	7,7	99,4	0,6
Актофіт, КЕ, 6,0 л/га (IV обробки)	40,4	3,8	86,3	13,7
Бітоксубацилін-БТУ, р., (інсектицид), 15 л/га (IV обробки)	34,3	4,1	84,5	15,5
Лепідоцид-БТУ, р., (інсектицид), 3 л/га (IV обробки)	36,9	4,5	84,3	15,7
НІР <sub>05</sub>	0,6	0,2	–	–



Пошкодження вишневою мухою

урожайністю в 1,8—1,9 і 2,0—2,1 раза відповідно вищою порівняно з контролем.

## ВИСНОВКИ

Експериментальні дані свідчать, що застосування інсектицидів Актелік 500 EC, КЕ (1,2 л/га), Каліпсо 480 SC, КС (0,25 л/га), Мовенто 100 SC, КС (0,75 л/га), Проклейм 50 SG, РГ (0,35 кг/га), Ексірель, СЕ (0,75 л/га) знижувало чисельність вишневої мухи у насадженнях черешні та вишні на 91,4—98,9% — 93,7—97,6% відповідно; забезпечило, порівняно з контролем, отримання високосортної продукції плодів черешні й вишні з вищою врожайністю в 1,7—1,9 і 1,4—2,1 раза відповідно.

Ефективність біопрепаратів у насадженнях цих культур не перевищувала 32,9—40,4%, що свідчить про низьку ефективність проти вишневої мухи.

Результати досліджень ефективності застосування інсектицидів Проклейм 50 SG, РГ (0,35 кг/га), Мовенто 100 SC, КС (0,75 л/га) та Ексірель, СЕ (0,75 л/га) проти вишневої мухи дають підстави рекомендувати Міністерству енергетики та захисту довкілля України для подальшої реєстрації цих препаратів на вишні із зазначеними нормами витрат та включення їх до чинного національного «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні».

**Фінансування:** Дослідження проведено за рахунок бюджетної тематики кафедри захисту і карантину рослин УНУС (програма «0101U004495» Оптиміальне використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистем Правобережного Лісостепу України).

**Конфлікт інтересів:** автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Куян В.Г. Спеціальне плодівництво Київ: Світ, 2004. 464 с.
2. Виробництво культур багаторічних у 2021 році [Електронний ресурс]. 2021. URL:

[https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/publ\\_u.htm](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ_u.htm)

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

4. Розова Л.В. Вишнева муха в черешневих садах. Карантин і захист рослин. 1997. № 6. С. 16–18.

5. Лана О.М., Розова Л.В., Дрозда В.Ф., Пшець Н.В., Нагорна Л.В., Бебкевич М.С. Захист кісточкових культур від шкідників та хвороб. Київ: Гарант Сервіс, 2009. 54 с.

6. Яновський Ю.П. Програма захисту плододових культур. Навчальний посібник. Київ: Фенікс, 2021. 141 с.

7. Tewodros T Wakie, Wee L Yee, Lisa G. Neven, Assessing the Risk of Establishment of *Rhagoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae) in the United States and Globally. *Journal of Economic Entomology*, 2018, Vol. 111(3), P. 1275–1284. DOI: 10.1093/jeet/toy054

8. Ioannou C.S., Papanastasiou S.A., Zarpas K.D., Miranda M.A., Sciarretta A., Nestel D., Papado-poulos N.T. Development and Field Testing of a Spatial Decision Support System to Control Populations of the European Cherry Fruit Fly, *Rhagoletis cerasi*, in Commercial Orchards. *Agronomy*. 2019; 9(10): 568. <https://doi.org/10.3390/agronomy9100568>

9. Антоненко А.М., Бардов В.Г., Вавриневиц О. та ін. Довідник Пестициди; за ред. С.Т. Омельчука. Київ: Інтерсервіс, 2019. 904 с.

10. Уве Бедерикс Можна ли контролювати вишневу плододову муху без диметоата (Dimethoate)? *EFMrus*. 2013. № 11–12. С. 4–7. [www.fruitmagazine.eu](http://www.fruitmagazine.eu)

11. Chelaru S.M., Turcu C.I., Corneanu M., Perju I. Monitoring of *Rhagoletis cerasi* L. through the decis trap at Iași — Romania. *Current Trends in Natural Sciences*, 2021. Vol. 10(19), P. 36–39. <https://doi.org/10.47068/ctns.2021.v10i19.004>.

12. Бондаренко Ю.В., Ващенко В.М., Корецький А.П. та ін. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні ; за ред. В.П. Корецького Київ: Юнівест Медіа, 2022. С. 224–291.

13. Lazić S., Vuković S., Šunjka D., Žunić A. Use of cyantraniliprole in control of *Rhagoletis cerasi* in sweet cherry and its residues. *ISHS Acta Horticulturae* 1308; 2021, P. 349–354. DOI: 10.17660/ActaHortic.2021.1308.50

14. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В. та ін. Основи наукових досліджень в агрономії ; за ред. В.О. Єщенко. Вінниця: ПП ТД Едельвейс і К. С. 173–818.

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

Yanovskyi Y.,  
ORCID: 0000-0002-1456-3424

Suchanov S.,  
ORCID: 0000-0002-4934-2576

Krykunov I.,  
ORCID: 0000-0002-8795-2535

Fomenko A.,  
ORCID: 0000-0002-0526-502X

Uman National University of Horticulture,  
2, Instytutaska str., Uman,  
20300, Ukraine

e-mail: [janowskyiyuriy@gmail.com](mailto:janowskyiyuriy@gmail.com),

[slavasukhanov@ukr.net](mailto:slavasukhanov@ukr.net),

[kiv1000@ukr.net](mailto:kiv1000@ukr.net),

[zachitnik84@ukr.net](mailto:zachitnik84@ukr.net)

## The efficacy of protection by modern insecticides in the industrial cherry plantations against cherry fruit fly pest

**Goal.** To investigate an efficacy of the insecticides Aktelik 500 EC, (pyrimphos-methyl 500 g/l), Calipso 480 SC (thiacloprid, 480 g/l), Proclaim 50 SG (emamectyn benzoate, 50 g/kg), Movento 100 SC (spirotetramate, 100 g/l), Exirel, CE (cyantraniliprole, 100 g/l) and bio products Actofit, EC (aversektyn C, 0.2%), bitoxybacilyn — BTU, (insecticide), (*Bacillus thuringiensis*. endospores, endotoxyn, exotoxyn) and Lepidocyd-BTU, (insecticide), (*Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*, endospores, endotoxyn) on a reduction of a number and a harmfulness of cherry fruit fly (*Rhagoletis cerasi* L.) it impact on yields in industrial cherry orchards. **Methods.** A field method, in the industrial orchards in educational production department of university. A type of cherry trees — Regina and Alfa. Planting scheme — 4.0 × 5.0 m. Year of planting — 1996. Crown shape — sparsely (improved) — tiered. Rootstock — antipka. Phases of plant development at application timing — «fruit development, (fruits about 90% of the final size)» (BBCH 81) and («fruits ripening phase») (BBCH 85). Soil — shallow, low — humus dusty — loamy podzolic leached black soils: humus content — 1.3–2.5%; pH 4.8–5.2; mobile compounds P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 130–180 mg/kg and K<sub>2</sub>O — 8.9–9.2 mg/kg (by Chirikov method). The measures for care of the experimental site — loosening a soil in the stem strips during the growing period, an application of organic and mineral fertilizers, a pruning, a splaying of grass between the rows (row spacing), a protection from pests and diseases. The technical effectiveness of applications was determined in different rates against blood-red aphids and their impact on yields in commercial apple orchards. Calculations were made according to generally accepted methods in horticulture, plant protection and entomology. **Results.** The use of insecticides Aktelik 500 EC, Calypso 480 SC, Proclaim 50 SG, Movento 100 SC Exirel, CE against cherry fruit fly helped to decrease number of pests on 91.4–98.9% — 93.7–97.6% accordingly. It allowed to obtain a high — grade cherries product with a yield of 1.7–1.9 times and 1.4–2.1 times higher comparing to control. The outcome of non-standard products did not exceed 0.4–0.6% compared to 34.9–44.3% in the control (water treatment). The efficacy of bio products was 32.9–40.4%. It confirms their low efficacy against this pest. **Conclusions.** The use of insecticides Aktelik 500 EC, Calypso 480 SC, Proclaim 50 SG, Movento 100 SC, Exirel, CE allows to achieve high efficacy of cherry fruit fly control in industrial plantations, to manage it number and population during whole month (the period of larva development). A limitation of pest number in cherry orchard by using the studied treatments provided a yield increase and a marketable quality of the obtained fruit products.

cherry; plantation; pest; cherry fruit fly; insecticides; bio products; technical efficacy; yield; fruits marketability

Надійшла до редакції: 10.02.2023

Прийнята до друку: 16.02.2023

Надруковано й опубліковано онлайн:  
березень 2023

# ВИВЧЕННЯ ТОКСИЧНОЇ ДІЇ ІНСЕКТИЦИДІВ НА МЕДОНОСНУ БДЖОЛУ: МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

**Мета.** Удосконалення методики оцінювання токсичності та потенційної безпеки інсектицидів для медоносної бджоли. **Методи** визначення токсичності інсектицидів для бджіл — лабораторні й польові. Лабораторними дослідженнями визначається токсичність інсектицидів для бджіл, польовими — ступінь небезпеки препаратів за концентрацій, що використовуються у виробництві, зі встановленням термінів детоксикації в рослинах та характеру небезпеки для комах. Для оцінювання шлункової та комбінованої токсичності інсектицидів використовували принцип групового згодовування бджолам отруєного корму. Оцінку контактної токсичності інсектицидів здійснювали методом травленого екрана. **Результати.** Запропоновано методику вивчення токсичності інсектицидів. Вона дає можливість вивчити контактну, шлункову та сумарну токсичності інсектицидів для медоносної бджоли (*Apis mellifera* L.). Проведено дослід з вивчення токсичності біопрепаратів для медоносних бджіл. Встановлено швидкість і тривалість токсичної дії інсектицидів та їх репелентної активності на бджіл. Удосконалено методику обробки матеріалу за токсикологічних досліджень. Розроблено методи розрахунку критеріїв токсичності інсектицидів. **Висновки.** Наведено удосконалені методики визначення контактної, шлункової (оральної) і комбінованої отруєння медоносної бджоли хімічними препаратами та удосконалено методику оцінювання рівня токсичності інсектицидів для комах.

медоносна бджола; чутливість; інсектициди; токсичність; репелентність; інтоксикація

**О.Г. ВЛАСОВА,**  
кандидат сільськогосподарських наук

**М.П. СЕКУН,**

доктор сільськогосподарських наук

**М.Д. ЗАЦЕРКЛЯНА,**

науковий співробітник

Інститут захисту рослин НААН,

вул. Васильківська, 33, м. Київ,

03022, Україна,

e-mail: toxicology\_ipp@ukr.net

З самого початку практичного використання хімічних препаратів для захисту сільськогосподарських культур від шкідників і по теперішній час однією із актуальних проблем прикладної ентомології є збереження корисних комах при хімічних обробках посівів та багаторічних насаджень [1]. Внесок запилювачів у світову економіку оцінюється в 235—577, а в Європі — приблизно 22 млрд євро на рік. Цей економічний ефект від запилення на 80—95% забезпечує робоча

медоносна бджола, решту — інші види [2].

Завдяки бджолам урожайність гречки, соняшнику, люцерни, конюшини, овочевих, баштанних, плодово-ягідних культур підвищується на 50—70%. Медоносна бджола є не тільки одним із ефективних запилювачів рослин, але й виробником низки високоцінних продуктів: меду, воску, пилку, прополісу. За потрапляння пестицидів у ці продукти зменшується їхня цінність, а іноді й спричинюється повна непридатність. Тому успішне виконання загальноекологічних функцій і господарських завдань вимагає забезпечення медоносним бджолам гарантованого існування у природних і штучних біоценозах.

Інтоксикацію медоносної бджоли хімічними речовинами, які використовуються для регуляції чисельності і розвитку шкідливих організмів сільськогосподарських культур, вперше зафіксовано у 1870 р., коли було почато використання паризької



зелені як інсектициду. Нині інтоксикація бджоли реєструється практично у всіх країнах, де пестициди знаходять своє застосування [3, 4]. У США тільки у 2006 р. від хімічних препаратів загинуло близько 500 тис. сімей. В Англії за період 2004—2009 рр. зареєстровано 279 випадків отруєння бджіл фосфорорганічними препаратами. У Польщі за три роки (2008—2010 рр.) із 5265 отруєних бджолиних сімей 5109 приходяться на інсектициди, 156 на гербіциди. Ця проблема існує у Болгарії, Німеччині, Італії й інших країнах.

Про перші випадки інтоксикації бджоли на території України були повідомлення на початку минулого століття (сполуками миш'яку, фтору). Останнім часом, крім фосфорорганічних препаратів і піретроїдів, з'явилися інсектициди з нових класів хімічних сполук: неонікотиноїди, фенілпіразоли, антраніламіди. Використання препаратів цих класів у практиці сільського господарства дозволило не тільки здійснювати більш ефективний і екологічний захист рослин, але й водночас ускладнило становище у бджільництві [5]. За даними статистики в Україні зросла кількість випадків загибелі бджіл. До 75% всіх випадків інтоксикації бджолиних сімей — інсектицидами. 2018 року у травні — червні в Україні загинули від 20 до 40 тисяч бджолосімей. За підрахунками українська економіка втратила через це 50 млн грн [6]. У 2018 р. Україна залишила трійку найбільших країн експортерів меду. Поставки за рік скоротились більше ніж на чвертину внаслідок отруєння бджіл [3]. Окрім загибелі токсиканти викликають зниження життєздатності та стійкості бджіл до інших захворювань.

Доведено, що у бджіл, які споживають пилок або пергу із залишками інсектицидів, порушується здатність до навчання і запам'ятовування [7].

Переважає більшість отруєнь (80—90%) відбувається у зв'язку із застосуванням інсектицидів. На частку гербіцидів припадає

до 4% випадків отруєнь, 1% — на інші хімікати [8]. Найбільш безпечні — фунгіциди, за винятком мідьмісних препаратів.

У зв'язку із застосуванням хімічних засобів захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів питання охорони медоносних бджіл від отруєння має важливе значення. В умовах агроценозу основними опилувачами ентомофільних культур залишаються медоносні бджоли, бо дикі комахи-опилувачі можуть масово загинути разом зі шкідниками.

Науковці здавна вивчають токсичну дію пестицидів на медоносну бджолу, проникнення інсектицидів в організм комахи та ступені небезпеки хімічних препаратів. І нині лишаються актуальними дослідження цієї проблеми та удосконалення працюючих методик.

**Мета досліджень** — удосконалення методики оцінювання токсичності та потенційної безпеки інсектицидів для медоносної бджоли.

**Матеріали та методи дослідження** — методи визначення токсичності інсектицидів для бджіл: лабораторні і польові. В лабораторних дослідах визначається токсичність інсектицидів для бджіл, у польових — ступінь небезпеки препаратів у концентраціях, що використовуються у виробництві, зі встановленням термінів детоксикації у рослинах та характеру їхньої небезпеки для комах.

Не всі інсектициди з різних класів хімічних сполук однаковою мірою проявляють токсичну дію на даний вид корисних членистоногих. Виявлено, що їх токсична активність варіює у досить широкому діапазоні значення: від рівня високотоксичних до відносно малонетоксичних. Це стосується інсектицидів як в межах всієї групи, так і в кожному класі хімічних сполук. Проведення спеціальних лабораторних і польових випробувань є обов'язковою умовою для оцінювання дії інсектицидів на медоносну бджолу та визначення ступені їх безпеки.

Для визначення контактної і

шлункової токсичності проведено низку досліджень наприкінці минулого століття, але вони не охоплюють вивчення комбінованої (сумарної) дії інсектицидів [5, 7]. Відомо, що перебуваючи на отруєній квітці бджола контактує з інсектицидом, а при збиранні нектару з неї препарат потрапляє в організм комахи, тобто відбувається сумарне отруєння. Крім того, критерієм токсичності хімічного препарату була величина ЛД<sub>50</sub> (мкг/г) — кількість препарату, що спричиняє 50% загибелі особин, отримана при топікальному нанесенні певної кількості інсектициду на особину (мкг/бджолу). Цей метод трудомісткий, а головне, отримані дані важко застосувати у виробничих умовах.

У зв'язку з цим виникла необхідність удосконалення методики оцінювання токсичності і потенційної безпеки інсектицидів для медоносної бджоли. За впровадження у виробництво інсектицидів ці дані необхідні для обґрунтування рекомендацій щодо захисту бджіл від отруєння, забезпечення повного запилення сільськогосподарських культур, використання бджолосімей на медозборі та запобігання потраплянню токсикантів у продукти бджільництва.

### **Вивчення токсичності інсектицидів**

Запропонована методика дає можливість вивчити контактну, шлункову та сумарну токсичність інсектицидів для медоносної бджоли (*Apis mellifera* L.). Для її проведення використовують так звані ізолятори у вигляді скляних банок об'ємом 3 л, у яких на місце вирізаного дна кріпиться марля. Зверху банка закривається звичайною капроною кришкою, в яку вбудована вакуумна годівниця (у вигляді шприца з обрізаним «носом») наповнена цукровим сиропом (1:1) для підгодівлі бджіл.

Важливо забезпечити ідентичність взятих дослідних та контрольних бджіл. Для досліду використовують переважно молодих

однорічних дорослих робочих бджіл зі здорової сім'ї. Слід мати на увазі, що навіть однорікові бджоли, взяті водночас із різних сімей, мають певні відмінності у тривалості життя і стійкості до впливу пестициду. Не слід відбирати бджіл рано навесні або пізно восени.

Знерухомлення (імобілізація) бджіл може бути забезпечена двоокисом вуглецю або ефіром. При цьому використовують мінімальну кількість CO<sub>2</sub> та етилового ефіру із мінімальною експозицією (етиловий ефір 3 с), що забезпечують необхідну анестезію комах [9].

Вивчаючи токсичність інсектицидів, використовують дві концентрації для отруєння бджіл. Перша концентрація інсектициду та, що використовується у виробництві, друга — для вивчення ступеня токсичності препарату на основі реакції бджоли на серію концентрацій інсектициду від мінімальної, яка викликає загибель 5—10% комах, до максимальної, за використання якої гине 90% особин і більше. Для отримання порівняльних результатів всі розрахунки слід проводити по діючій речовині препарату і використовувати однакову схему розведення, наприклад, логарифмічну: 0,1-0,05-0,025-0,01-0,005 і т. д.

Кількість вихідного препарату, необхідного для приготування найбільшої з цієї серії концентрацій, визначають за формулою:

$$x = \frac{a \cdot b}{c},$$

де  $x$  — кількість вихідного препарату, необхідного для приготування потрібного об'єму розчину у певній концентрації, мл, г;  $a$  — вміст діючої речовини у необхідному розчині, %;  $c$  — вміст діючої речовини у вихідному препараті, %;  $b$  — необхідний для досліду об'єм розчину, мл.

Наприклад: при  $b = 100$  мл,  
 $a = 1\%$ ,  $c = 50\%$

$$x = \frac{1 \cdot 100}{50} = 2 \text{ мл.}$$

З приготовленого концентро-

ваного маточного розчину послідовними розведеннями одержують розчини необхідних концентрацій.

Кожен препарат випробовують у 5-ти концентраціях, а кожну з них — 3-разово.

Для приготування робочого розчину виробничої концентрації використовують інсектицид з розрахунку норми витрат на 1 га (л, кг), а воду — залежно від культури (польові культури — 300, плодовий сад — 800 л/га) [10].

Норму витрат інсектициду за препаратом перераховують у норму витрати за діючою речовиною за формулою:

$$a = \frac{H \cdot D}{100},$$

де  $a$  — норма витрат діючої речовини, кг/га;  $H$  — норма витрат препарату, л, кг/га;  $D$  — вміст діючої речовини у препараті, %.

### Оцінювання контактної токсичності інсектициду

Для визначення контактної токсичності хімічних препаратів використовують метод травлення екрана. Для цього спочатку внутрішню поверхню банки об'ємом 3 л обробляють порошком абразиву та ацетоном для створення матової знежиреної поверхні, а потім обробляють внутрішню стінку ізолятора водним розчином (емульсіями чи

суспензіями) пестициду у певній концентрації або водою (контроль) за допомогою відкаліброваного лабораторного ручного пульверизатора. Після обприскування стінку підсушують до зникнення крапель (30—40 хв), після чого в ізолятор підсаджують 20 бджіл та утримують при температурі 22—26°C.

### Оцінювання шлункової та комбінованої токсичності інсектицидів

Для визначення шлункової токсичності інсектициду використовують принцип групового згодовування бджолам отруєного корму. Для цього їх поміщають до ізоляторів (банки ємністю 3 л) з годівничками по 20 особин, а до цукрового сиропу у вакуумну годівничку (шприц з обрізаним «носом») додають водний розчин препарату певної концентрації, або тільки воду (контроль).

Для визначення комбінованої (шлункової та контактної) токсичності інсектициду для бджіл вищенаведені методики поєднують. Облік загибелі комах проводять через 7, 12, 24 і 48 годин.

### Вивчення токсичності біопрепаратів

При вивченні нешкідливості (шкідливості) ентомопатогенних організмів для медоносних бджіл останніх підсаджують у скляний



ізолятор по 20 особин. Зараження проводять способом згодовування цукрового сиропу (водного розчину цукру), що містить різні концентрації ентомопатогену. Методика приготування різних концентрацій і згодовування біопрепаратів така ж, як і за визначення токсичності хімічних препаратів. Спостереження за бджолами ведуть протягом 30-ти діб, щодня підраховуючи кількість загинувших бджіл у дослідних та контрольних ізоляторах.

### **Встановлення репелентної активності інсектицидів**

Репелентні властивості різних препаративних форм інсектицидів досліджують способом одночасного групового згодовування бджолам розчинів цукру з різними концентраціями препарату в ізоляторах із 4—5-ма вакуумними годівницями. Це дає можливість випробувати водночас 4 концентрації препарату в порівнянні з контролем (тільки розчин цукру). Про репелентні властивості препарату судять за кількістю з'їденого комахами корму в окремих годівницях за 48 год. Після цього розраховують коефіцієнт захисної дії (КЗД) за формулою:

$$\text{КЗД} = 100 - \frac{D_r \cdot 100}{K_r},$$

де  $D_r$  — кількість споживаного бджолами цукрового сиропу з дослідної годівнички, мл;  $K_r$  — кількість споживаного бджолами цукрового сиропу з контрольної годівнички, мл.

Такий розрахунок КЗД роблять для кожної випробовуваної концентрації препарату.

### **Встановлення швидкості та тривалості токсичної дії інсектицидів на бджіл**

Для визначення швидкості токсичної дії інсектициду на медоносну бджолу при контактній, шлунковій і комбінованій діях обліки проводять впродовж однієї доби. У перші 6 годин облік проводять через дві години, а

потім через кожних 6 годин. При цьому враховують загинувших, паралізованих та живих комах.

Для оцінювання тривалості токсичної дії інсектицидів (термінів детоксикації) обліки проводять і на наступні дні в дослідах за контактного отруєння. При цьому із банок вибирають загинувших та паралізованих бджіл, а на їх місце підсаджують нових. Кожні експозиційні 24 години замінюють бджіл із підрахунком їхнього стану (загинувлі, паралізовані, живі). Дослід триває впродовж 14-ти діб після нанесення препарату на поверхню ізолятора.

У зв'язку з тим, що результати лабораторних дослідів не дають уяви про те, якою мірою токсичність інсектицидів для бджіл залежить від інтенсивності відвідування оброблених рослин, метеорологічних умов і не характеризують силу і тривалість залишкової дії препарату на комах, проводять відповідні досліди і в польових умовах. Проте, в польових умовах неможливо здійснювати контроль за дією препаратів на бджолосім'ї. Деякі з препаратів, особливо з класу піретроїдів, мають репелентні (відлякувальні) властивості. Також у польових умовах врахувати всіх загинувших від отруєння бджіл неможливо, бо багато з них гинуть далеко від місця розташування вуликів. Тому досліди проводять в обмеженому для льоту просторі. Для цього з металевої сітки або марлі виготовляють розбірні ізолятори розміром не менше  $2 \times 2 \times 1,5$  м, їх встановлюють на ділянках медоносних культур (фацелія, ріпак, гірчиця) у фазі масового цвітіння і напередодні обробки інсектицидом в концентрації рідини, що використовується у виробництві. Медоноси обприскують рано-вранці. Не раніше як через 10—12 год після обприскування в кожний ізолятор підсаджують по 100 комах.

До і після обприскування враховують метеорологічні умови (температуру та вологість повітря, швидкість вітру, опади), використовуючи дані метеостанцій за місцем проведення дослідів. За інтенсивністю роботи бджіл щоденно проводять обліки: у день обробки рослин — через кожних дві години, а у наступні дні — 4 рази за день.

Для встановлення тривалості токсичної дії препарату наприкінці кожного дня в ізолятори на оброблені рослини необхідно підсаджувати нових комах. Якщо у день обробки спостерігається невелика загибель підсадку не повторювати. Спостереження і обліки проводити до повного припинення загибелі бджіл.

Ступінь відносної безпеки інсектицидів для бджіл можна визначити без проведення спеціальних польових дослідів, а розрахувати так званий «індекс небезпеки» препарату за формулою:

$$I = \frac{K}{\text{СК}_{50}},$$

де  $K$  — концентрація робочого розчину інсектициду, яка використовується у виробництві для захисту сільськогосподарських культур від шкідників (норма витрат препарату кг, л/га діючої речовини);  $\text{СК}_{50}$ , % д.р. — концентрація діючої речовини препарату, що викликає 50% загибель комах в лабораторних умовах.

### **Обробка матеріалу при токсикологічних дослідженнях**

З використанням комп'ютерної програми [11] розроблено методи розрахунку критеріїв токсичності інсектицидів ( $\text{СК}_{50}$ ) методом пробіт-аналізу, який складається з наступних етапів:

- збір і відбір біологічного матеріалу;
- розрахунок і приготування робочих концентрацій інсектициду;
- обробка біологічного матеріалу;
- облік смертності комах;
- обчислення основних показників токсичності препарату та помилок.

Метод відрізняється швидкістю, точністю, більш широкими можливостями його автоматизації.



У лабораторних і польових токсикологічних дослідах, де інсектициди використовували у виробничих концентраціях, оцінку токсичності препарату визначають показником смертності бджіл через 24 години після отруєння. Одержані дані у дослідному варіанті порівнюють з контролем і обраховують за формулою:

$$C = \frac{A - B}{A} \cdot 100,$$

де  $C$  — смертність, %;  $A$  — загальна чисельність комах у досліді, екз.;  $B$  — чисельність живих комах у дослідному варіанті, екз.

У разі загибелі  $> 3\%$  комах у контролі, токсичність розраховують з поправкою на загибель комах у контролі:

де  $\Pi$  — поправка на загибель у

$$\Pi = \frac{M_d - M_k}{100 - M_k} \cdot 100\%,$$

контролі;  $M_d$  — кількість мертвих комах у дослідному варіанті, екз;  $M_k$  — кількість мертвих комах у контрольному варіанті, екз.

Дослід триває впродовж 14-ти діб після нанесення препарату на поверхню ізоляту.

Зручність цієї методики полягає у можливості варіювати концентрацію інсектициду у годівниці. Також забезпечується проведення обліків через прозоре скло та білу марлю, що дає можливість максимально наблизити умови проведення дослідів до виробничих умов.

Для встановлення достовірності відмінностей між показниками у досліді і у контролі використовується метод Стьюдента [12]. За умови, коли кількість дослідних і контрольних особин однакова, для визначення критерію достовірності користуються середньоарифметичними величинами варіаційних рядів та його середніми помилками.

### Оцінка токсичності й безпеки інсектицидів

Існують різні методи класифікації пестицидів за ступенем токсичності та безпеки, але вони не характеризують безпеку того чи іншого інсектициду повністю.

Характеризуючи токсичні властивості інсектициду щодо бджіл, необхідно розмежовувати поняття безпеки і токсичності.

Токсичність, як властивість токсиканту у певних кількостях порушувати нормальну життєдіяльність комах і викликати їхню загибель, виявляється тільки за умов обов'язкового уведення хімічної сполуки в організм і досліджується в лабораторних дослідах.

Ступінь безпеки інсектициду охоплює більш широке коло явищ, що зумовлюють ступінь прояву токсичних властивостей препарату на життєдіяльність як окремих особин, так і цілої групи при застосуванні його у захисних заходах агроценозу. У даному випадку імовірність проникнення

токсиканту в організм комах може змінюватись під впливом широкого кола чинників навколишнього середовища.

За ступенем загрози (токсичністю) інсектициди поділяють на:

- сильнодіючі отруйні речовини;
- високотоксичні;
- середньої токсичності;
- малотоксичні.

За ступенем небезпеки препарати поділяються на 4 класи:

- надзвичайно небезпечні;
- небезпечні;
- помірно небезпечні;
- мало небезпечні.

### Запобіжні заходи безпеки при проведенні досліджень

Для уникнення можливого негативного впливу пестицидів на людину і навколишнє середовище слід суворо дотримуватися правил техніки безпеки при роботі з ними [13].

### ВИСНОВКИ

Удосконалено методику оцінювання рівня токсичності інсектицидів щодо медоносно бджоли. Наведено методики визначення контактного, шлункового (орального) і комбінованого отруєння комахі хімічними препаратами.

Розроблені методики досліджень токсичної дії інсектицидів на медоносну бджолу можуть бути використані для оцінювання їхнього впливу і на інших комах-запилювачів. Методики дають можливість оцінити порівняльну токсичність хімічних препаратів для бджіл і шкідників в період медозбору, в системі: пестицид — бджола — шкідник.

**Фінансування:** дослідження проведено за рахунок бюджетної тематики 12.02.00.01.Ф «Розробити антирезистентну методологію систем захисту рослин від шкідливих членистоногих» №ДР 0116U003531

**Конфлікт інтересів:** автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.



## ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України Про бджільництво. (Відомості Верховної Ради України, 2000, № 21, ст.157 із змінами, внесеними згідно із Законом N 586-VI від 24.09.2008, ВВР, 2009, № 10–11, ст.137) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1492-14#Text>

2. Лямінська Л. Запилення рослин комахами. Ukrainian Nature Conservation Group, 2020. 28 с.

3. Мельничук С., Лоханська В. Обережно! Отруєння бджіл. *Farmer*. 2009. № 5. С. 23–24.

4. Chensheng L., Warchoe K.M., Callahan R. In situ replication of honey bee colony collapse disorder. *Bull. Insectol*, 2012. № 1. Р. 99–106.

5. Francisco Sanchez-Bayo, Koichi Goka Beekeeping and Bee Conservation — Advances in Research. Croatia, 2016, pp. 77–97. DOI: 10.5772/62487

6. Безп'ятчук Ж. Чому гинуть українські бджоли? *BBC News Україна*, 2018. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-44709574>

7. Erik Stokstad. Pesticides can harm bees twice — as larvae and adults. 2021 doi: 10.1126/science.acx9706

8. Олійниченко Л.С., Лезенко Г.О., Вдовенко О.П. Вплив хімічних засобів захисту рослин на популяцію бджіл. Університет Сучасних знань. Київ. 2013. URL: [oai:elar.nung.edu.ua:123456789/2492](http://oai:elar.nung.edu.ua:123456789/2492)

9. Randy Oliver A Test of Using CO2 for Bee-Friendly Mite Monitoring — *American Bee Journal*. USA, 2017.

10. «Перелік пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні». Київ: ТОВ «Юнівест Медіа», 2021. 864 с.

11. Секун М.П., Кошевська Н.Н., Чабан О.В. Метод исследования токсичности пестицидов для вредителей сельскохозяйственных культур и полезных членистоногих с помощью персонального компьютера. *Агрохимия*, 1996. №12. С. 106–108.

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

13. Закон України про пестициди та агрохімікати. від 2 березня 1995 року. (Відомості Верховної Ради України. 1995, № 4. С. 91. Витяг). Екологія і закон. Екологічне законодавство України. У двох книгах. Книга 2. Київ: Юрінком інтер, 1998. 574 с. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-вр#Text>

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

Sekun M.,

Zatserklyana M.,  
ORCID: 0009-0003-7035-5421

Institute of Plant Protection of the National Academy of Sciences, 33, Vasylykivska str., Kyiv, 03022, Ukraine  
e-mail: [toxicology\\_ipp@ukr.net](mailto:toxicology_ipp@ukr.net)

**Study of the toxic effect of insecticides on the honey bee: methodological recommendations**

**Goal.** Improving the methodology for assessing the toxicity and potential safety of insecticides for the honey bee. **Methods of determining the toxicity of insecticides for**

bees — laboratory and field. Laboratory experiments determine the toxicity of insecticides for bees, and field experiments determine the degree of danger of drugs at the concentrations used in production, with the establishment of the terms of detoxification in plants and the nature of the danger for insects. To evaluate the gastric and combined toxicity of insecticides, the principle of group feeding of bees with poisoned feed was used. Contact toxicity of insecticides was assessed using the etched screen method. **Results.** A methodology for studying the toxicity of insecticides is proposed. It provides an opportunity to study the contact, gastric and total toxicity of insecticides for the honey bee (*Apis mellifera* L.). Experiments were conducted to study the toxicity of biological preparations for honey bees. The speed and duration of the toxic effect of insecticides and their repellent activity on bees were established. The method of processing material for toxicological studies has been improved. Methods for calculating the toxicity criteria of insecticides have been developed. **Conclusions.** Improved methods of determining the contact, gastric (oral) and combined poisoning of honey bees with chemical preparations are given, and the method of assessing the level of toxicity of insecticides for insects is improved.

**honey bee; sensitivity; insecticides; toxicity; repellency; intoxication**

Надійшла до редакції: 19.02.2023

Прийнята до друку: 25.02.2023

Надруковано й опубліковано онлайн:  
березень 2023

## Запрошуємо взяти участь у роботі

### Міжнародної науково-практичної конференції

#### «Фітосанітарна безпека за умов новітніх викликів. Напрями та пріоритети», що присвячена 85-річчю заснування Української науково-дослідної станції карантину рослин ІЗР НААН

Конференція відбудеться **1—2 листопада 2023 року** на базі Української науково-дослідної станції карантину рослин ІЗР НААН (с. Бояни Чернівецького р-ну, Чернівецької обл.).

#### Ключові теми конференції:

- ✓ наукове забезпечення фітосанітарного стану;
- ✓ захист і карантин рослин;
- ✓ методи виявлення та ідентифікації регульованих шкідливих організмів;
- ✓ вплив біотичних та абіотичних факторів на розвиток перспективних видів сільськогосподарських культур;
- ✓ методи прогнозування епіфітотійних ситуацій в сільському господарстві;
- ✓ органічне землеробство;
- ✓ збільшення урожайності основних культур і підвищення якості сільськогосподарської продукції;
- ✓ проблеми переорієнтації сільського господарства на більш рентабельне виробництво нових видів продукції, в т.ч. екологічно чистої.

Матеріали конференції будуть опубліковані у міжвідомчому тематичному науковому збірнику «Фітосанітарна безпека» (попередня назва «Захист і карантин рослин»). **Збірник є науковим фаховим виданням категорії Б.** Вимоги до статей дивіться за посиланням: <http://zkr.ipp.gov.ua/index.php/journal/for-authors>

До **30 серпня 2023 року** до оргкомітету необхідно надіслати заявку на участь у конференції (за встановленою формою) та статті для формування збірника на e-mail: [conferenceukrnskr@gmail.com](mailto:conferenceukrnskr@gmail.com)

Форма проведення змішана: on-line на платформі ZOOM (посилання буде надіслано після 1 жовтня 2023 р. згідно з поданими заявками). Робочі мови конференції: українська, англійська

----- Контактні особи (з організаційних питань): -----

директор — **Гунчак Володимир Михайлович**, тел.: +3(050) 374-01-66; +3(067) 372-29-07;  
заступник директора — **Соломійчук Михайло Петрович**, тел.: +3(066) 134-65-94, +3(068) 851-38-96  
e-mail: [ukrnskr.zam@gmail.com](mailto:ukrnskr.zam@gmail.com)

# ПРОЯВ ІНДУКОВАНОЇ СТІЙКОСТІ

## пшениці озимої за застосування штаму *Streptomyces sp. HU2014*

**Мета.** Визначити зміни активності ферментів (POD, PAL та GLU) рослин м'якої пшениці за внесення у ґрунт штаму *Streptomyces sp. HU2014*, інокуляції *Rhizoctonia cerealis G11* та їх одночасного застосування. **Методи.** Лабораторні: культивування мікроорганізмів, вирощування рослин пшениці, внесення актиноміцету та гриба у ґрунт. Фізико-хімічний: колориметрія POD, PAL та GLU. Аналітичний та математичний — аналіз одержаних результатів та їх статистичне порівняння. **Результати.** Встановили зміни активності ферментів (POD, PAL та GLU) у листі рослин пшениці у різні проміжки часу, порівняно з контрольним варіантом. Змінність проявилась здебільшого у підвищенні їхньої активності. Максимальну кількість активності ферментів зафіксували на сорті ZM22: на третій день POD при інокуляції за схемою СКР (15762.69 U/g) та GLU при внесенні у ґрунт мікроорганізму за схемою PF3 (28.45 U/g); на четвертий день PAL дослідження за схемою обробки PF3 (29.37 U/g). Індукція стійкості також визначалась сортом пшениці. **Висновки.** Активність POD, PAL та GLU була зумовлена схемою обробки рослин, періодом часу та генотипом культури. У більшості випадків за обробки ґрунту мікроорганізмами активність всіх трьох досліджуваних ферментів з листя трьох сортів пшениці підвищилась у різні періоди часу, порівняно з контролем. Найбільшою мірою зростає активність ферменту PAL. Встановили, що активність ферменту POD визначалась здебільшого *R. cerealis* та подвійним застосуванням мікроорганізмів, ферменту PAL — штамом *Streptomyces sp. HU2014*, а ферменту GLU — інокуляцією фіто-

<sup>1,2</sup>ХУНСЯ ЧЖУ,  
аспірант кафедри захисту рослин

<sup>1,3</sup>Т.О. РОЖКОВА,  
кандидат біологічних наук,  
<sup>1</sup>Сумський національний аграрний  
університет, вул. г. Кондратьєва, 160,  
м. Суми, 40021, Україна;

<sup>2</sup>Хенанський науково-технічний  
інститут, м. Сінсян, 453003, КНР  
<sup>3</sup>Інститут мікробіології і вірусології  
ім. Д.К. Заболотного НАН України,  
вул. Академіка Заболотного, 154,  
м. Київ, 03143, Україна  
e-mail: rozhkova8@gmail.com,  
zhxhg105@163.com

патогеном та внесенням актиноміцету. Тобто зміни активності всіх трьох ферментів здебільшого зумовив штам *Streptomyces sp. HU2014*. Водночас було показано, що *R. Cerealis G11* в основному індукував систему захисту сортів AK58 і ZM22, а HU2014 — захист BN307.

**біологічний метод захисту; актиноміцети; *Rhizoctonia cerealis*; активність ферментів**

Пшениця (*Triticum aestivum* L.) є найважливішою зерновою культурою у світі. Основні втрати її врожаю та погіршення якості зерна спричиняють, здебільшого, збудники хвороб рослин, які передаються через ґрунт. Використання хімічних препаратів, як основного засобу контролю патогенів, загрожує екології та економіці сільського господарства. Тому зменшення залежності рослинництва від пестицидів є важливим завданням [1, 2]. Ступінь контролю хвороб рослин біологічними агентами нині не поступається рівню, який досягають хімічним регулюванням

[3, 4]. Біологічний контроль із застосуванням корисних мікроорганізмів дедалі більше використовується для захисту від фітопатогенних мікроорганізмів, що передаються через ґрунт, як найекологічніший метод захисту рослин [5]. Мікробні біологічні засоби контролю (МВСА) мають кілька способів дії: індукують стійкість або загартовують рослини без будь-якої прямої взаємодії з цільовим патогеном [6, 7]. Стійкість рослин до хвороб пов'язана з деякими ферментами, які можна використовувати як метод ранньої ідентифікації стійкості до хвороб. Пероксидазу (POD), L-фенілаланін-аммонійліазу (PAL) і каталазу (CAT) використовують для визначення стійкості рослин. Інші ферменти, наприклад, хітиназа та  $\beta$ -1,3-глюканаза (GLU), які належать до PR-білків, експресуються на низьких рівнях у здорових рослинах, але вони можуть бути індуковані екзогенними та ендогенними елісаторами для підвищення рівня експресії і посилюють активність ферментів. POD може також працювати (поліфенолоксидазою) (PPO) для окислення фенолів у рослинах до хінонів з антибактеріальною активністю та підвищення стійкості рослин до хвороб. PAL є ключовим ферментом для синтезу стійких речовин, таких як лігніни і фітоалексини [8].

Актиноміцети активно використовують для біоконтролю патогенних грибів та стимуляції росту рослин. *Streptomyces* є основним родом *Actinomycetota*, належить до ниткоподібних прокариотів, і вміст G + C мол% у їх геномі становить близько 80% [9, 10]. *Streptomyces* широко поширені у ґрунті, світовому океа-

ні, тканинах рослин і повітрі. На природні вторинні метаболіти *Streptomyces* припадає 70–80% відомих природних активних сполук, включаючи інсектицидні, гербіцидні, антибактеріальні, протигрибкові, протипухлинні, ферменти та інші біоактивні речовини [11–15]. У багатьох дослідженнях показано, що актиноміцети можуть індукувати стійкість рослин [16–19]. Навіть антимікробні препарати в дуже низьких концентраціях мають високий інгібуючий ефект або активність [20–22].

**Мета досліджень** — визначити зміни активності POD, PAL та GLU рослин м'якої пшениці за внесення у ґрунт штаму *Streptomyces* sp. HU2014, інокуляції *Rhizoctonia cerealis* E.P. Hoveen G11 та їх одночасного застосування.

**Матеріали та методи.** Три сорти м'якої пшениці (Aikang 58 (AK58), Vainong 307 (BN307) та Zhoumai 22 (ZM22)) були надані базою Qiliying Китайської академії сільськогосподарських наук (CAAS) у Сінсяні та Селекційним центром Хенанського науково-технічного інституту (HIST) у КНР. Насіння знезаразили 30% розчином  $H_2O_2$  упродовж двох

хвилин і ретельно промили стерильною дистильованою водою. Насіння проростили в пластиковому лотку, а потім по 20 шт. перенесли у горщики, заповнені 800 г нестерильного ґрунту (рис. 1). Рослини проростили у камері для вирощування за температури +25°C. Ізолят *R. cerealis* G11 та штам *Streptomyces* HU2014, люб'язно надані доктором Ху Лінфеном з HIST, попередньо виростили на середовищі — картопляно-декстрозному агарі (PDA).

**Приготування середовищ для мікроорганізмів.** Суспензію спор ( $1 \times 10^6$  спор/мл) перенесли до простерилізованого середовища GPY (глюкозо-дріджджово-пептонне) у колби (250 мл). Інкубація відбулася за температури +25°C зі струшуванням (150 об./хв) впродовж 15 діб. Для виділення супернатантів провели центрифугування середовища (12000 об./хв, 4°C) впродовж 15 хв. Супернатанти профільтрували через свічковий фільтр 0,45 мкм, а потім фільтрат (EF) зберігали за температури +4°C до використання. Колонію *R. cerealis* G11 висіяли на стерилізоване зерно та культивували впродовж 28 діб за 25°C [23].

**Аналіз активності ферментів.** Фільтрат (EF) був розведений у 1000 разів стерильною водою. Цей експеримент проведено на трьох сортах: AK58 (A), BN307 (B), ZM22 (Z). Внесення мікроорганізмів здійснили за схемою:

- (I) горщики, оброблені 100 мл розведеного EF (F3);
- (II) горщики, з внесенням *R. cerealis* G11, через 24 години після інокуляції (PF3);
- (III) горщики, інфіковані лише *R. cerealis* G11 (СКР);
- (IV) горщики зі стерильною водою (СК) (рис. 2).

Повторення триразове. 100 мг листя тканини збрали і негайно занурили в рідкий азот на 1-шу, 2-, 3-, 4-, 5- і 6-ту добу після обробки. Активність ферменту визначили за допомогою колориметрії POD [24], колориметрії PAL [25] та колориметрії GLU [26] (рис. 3). Детально усі етапи описано в інструкціях Kit Box (Beijing Solarbio Science & Technology Co., Ltd, Китай).

Статистично значущі відмінності ( $p < 0,05$ ) в аналізі активності ферментів оцінили за допомогою дисперсійного аналізу (ANOVA) з використанням SPSS версії 16.0 (SPSS Inc. Chicago, IL,

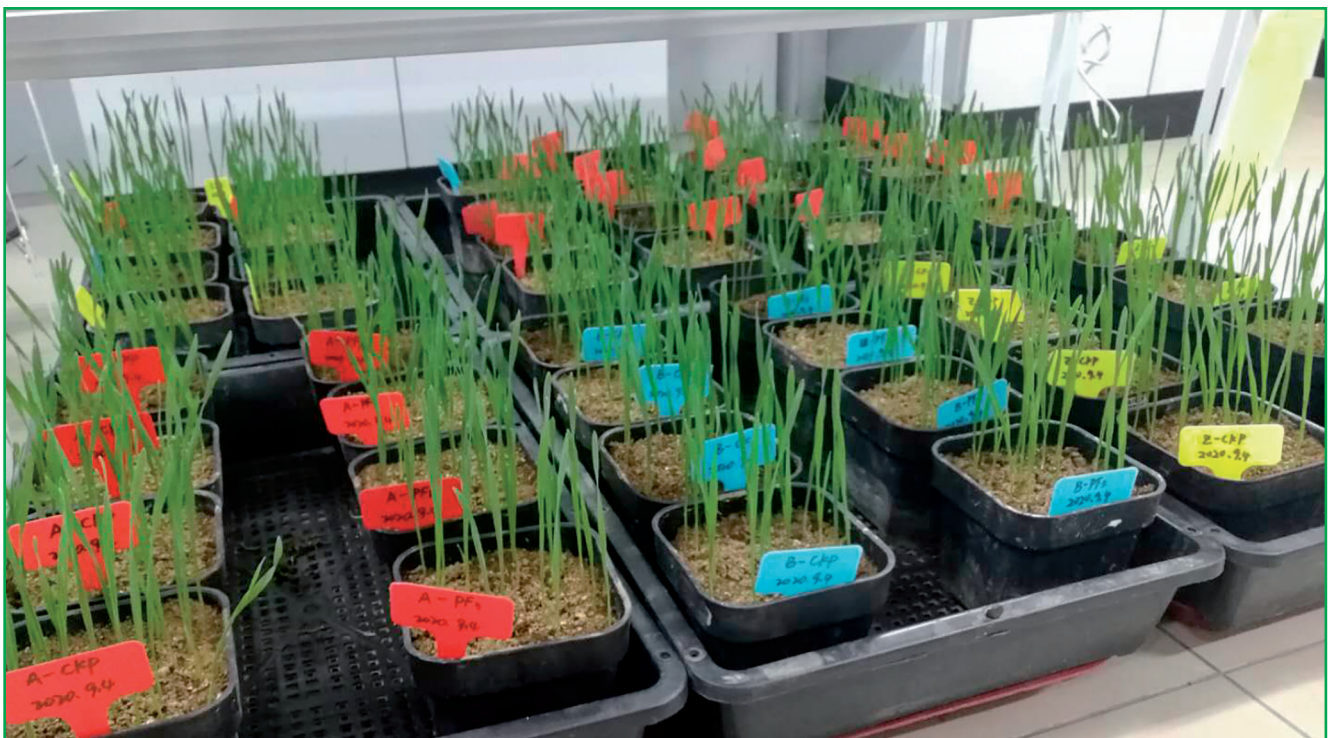


Рис. 1. Вирощування пшениці трьох сортів за різних обробок мікроорганізмами

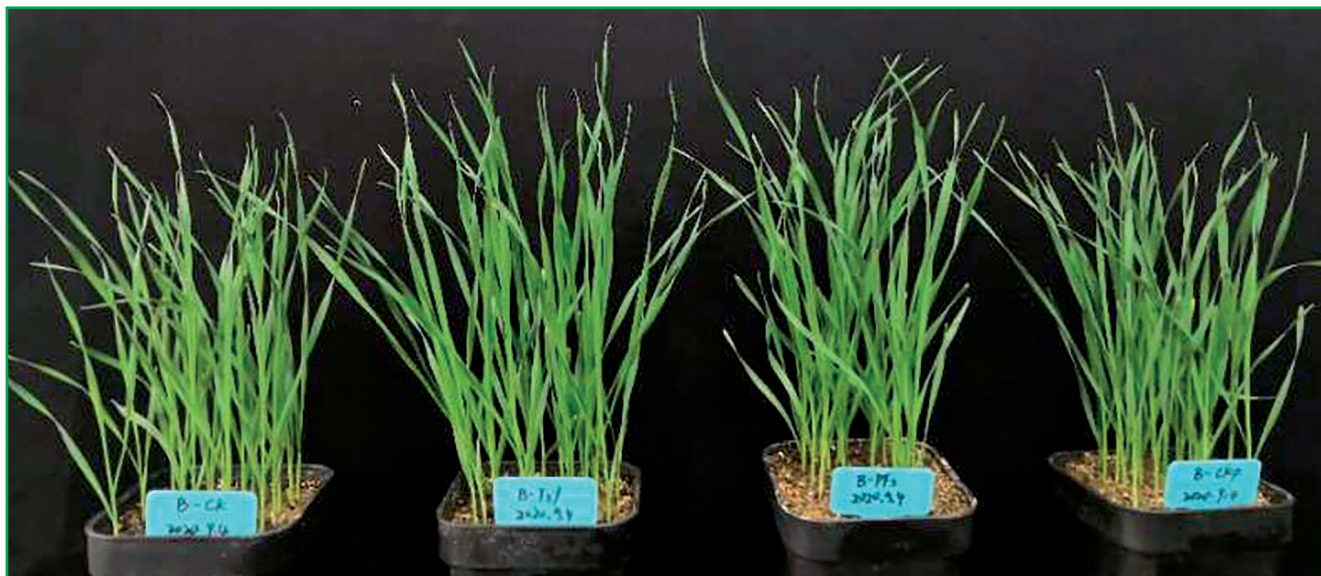


Рис. 2. Особливості проростання рослин пшениці сорту Wainong 307 на контролі та у трьох оброблених варіантах



Рис. 3. Визначення активності POD

United States). Усі наведені дані є середніми значеннями трьох біологічних повторень (SD).

**Результати.** Визначили кількісні зміни активності захисних ферментів POD, PAL і GLU з листя трьох сортів пшениці. Результати показали, що активності POD, PAL і GLU в листі пшениці за трьох різних обробок значно

зросли в порівнянні з необробленим контролем у різні моменти часу. Найбільшою мірою зросла активність PAL.

Максимальну кількість активності POD зафіксовано у третій день при інокуляції за схемою СКР (15762,69 U/g) на сорті ZM22.

**Пікове значення активності POD** за F3, СКР та обробки

PF3 становило: **на сорті AK58** — 12999,79 U/g (у 1,6 раза більше, ніж СК) у перший день, 13814,62 U/g (у 1,2 раза більше, ніж СК) на шостий день, 15143,10 U/g (у 1,3 раза більше, ніж у СК) на п'ятий день, відповідно; **на сорті VN307** — 14003,77 U/g (у 1,7 раза більше ніж СК) на перший день,

12780,74 U/g (у 1,5 раза більше ніж СК) на другий день, 12819,45 U/g (у 1,6 раза більше ніж СК) на п'ятий день, відповідно; **на сорті ZM22** — 14789,72 U/g (у 1,7 раза більше, ніж СК) на третій день, 15762,69 U/g (у 1,8 раза більше, ніж СК) також на третій день, 15225,24 U/g (у 1,4 раза більше, ніж СК) на шостий день, відповідно.

Найчастіше більшу активність ферменту спостерігали за інокуляції ґрунту патогеном. Лише з четвертого дня зафіксували найбільший показник POD за одночасної обробки актиноміцетом та

грибом. Тобто активність ферменту визначилась здебільшого патогеном та подвійним застосуванням мікроорганізмів (табл. 1).

Максимальну активність ферменту PAL зафіксували у четвертий день дослідження за схемою обробки ґрунту PF3 (29,37 U/g) на сорті ZM22.

Для PAL пікове значення активності при обробці за схемами F3, СКР і PF3 на сорті AK58 становило 22,77 U/g (у 1,3 раза більше, ніж СК), 21,66 U/g (у 1,3 раза більше, ніж СК) і 20,97 U/g (у 1,2 раза більше, ніж СК) на четвертий день, відповідно; **на BN307**

становило 27,33 U/g (у 1,2 раза більше ніж СК), 25,30 U/g (у 1,1 раза більше ніж СК) на четвертий день та 22,01 U/g (у 1,3 раза більше ніж СК) на перший день, відповідно; **на ZM22** становило 27,25 U/g (у 1,1 раза більше, ніж СК), 29,14 U/g (у 1,2 раза більше, ніж СК) і 29,37 U/g (у 1,2 раза більше, ніж СК) на четвертий день, відповідно (табл. 2). Найбільшу активність ферменту відзначили за обробки ґрунту лише штамом актиноміцету.

Максимальну активність ферменту GLU зафіксували на третій день при інокуляції за схемою

### 1. Вплив розведеного фільтрату (EF) на активність ферменту POD у трьох сортів пшениці

Обробка	Активність ферменту POD (U/g) на ... день після обробки					
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
A-СК	8360,15 ± 70,71 <sup>c</sup>	7304,16 ± 238,60 <sup>b</sup>	12374,34 ± 814,98 <sup>a</sup>	11883,67 ± 51,54 <sup>b</sup>	11477,05 ± 182,20 <sup>b</sup>	11126,33 ± 482,72 <sup>b</sup>
A-F3	12999,79 ± 610,32 <sup>a</sup>	11189,37 ± 85,37 <sup>a</sup>	10678,83 ± 568,60 <sup>a</sup>	11240,78 ± 573,73 <sup>b</sup>	11444,77 ± 269,94 <sup>b</sup>	8966,98 ± 811,79 <sup>c</sup>
A-СКР	10271,94 ± 89,16 <sup>b</sup>	11570,46 ± 484,22 <sup>a</sup>	12203,22 ± 288,58 <sup>a</sup>	13055,00 ± 416,58 <sup>a</sup>	12905,97 ± 855,31 <sup>a</sup>	13814,62 ± 415,24 <sup>a</sup>
A-PF3	10264,55 ± 325,23 <sup>b</sup>	10533,13 ± 659,22 <sup>a</sup>	9779,47 ± 146,55 <sup>a</sup>	13126,62 ± 158,60 <sup>a</sup>	15143,10 ± 834,56 <sup>a</sup>	11016,78 ± 52,63 <sup>b</sup>
B-СК	8061,56 ± 714,22 <sup>c</sup>	8276,44 ± 627,24 <sup>c</sup>	11694,38 ± 190,23 <sup>b</sup>	6719,75 ± 77,70 <sup>b</sup>	7957,56 ± 263,92 <sup>c</sup>	6039,62 ± 133,81 <sup>d</sup>
B-F3	14003,77 ± 597,22 <sup>a</sup>	9346,88 ± 479,41 <sup>c</sup>	12525,84 ± 307,44 <sup>a</sup>	9958,59 ± 446,28 <sup>a</sup>	10078,29 ± 9,33 <sup>b</sup>	10072,17 ± 261,87 <sup>b</sup>
B-СКР	10989,69 ± 517,73 <sup>b</sup>	12780,74 ± 921,75 <sup>a</sup>	11809,31 ± 143,66 <sup>b</sup>	10019,03 ± 752,69 <sup>a</sup>	10553,03 ± 702,00 <sup>b</sup>	8839,99 ± 55,14 <sup>c</sup>
B-PF3	10570,16 ± 353,12 <sup>b</sup>	10536,78 ± 127,52 <sup>b</sup>	10488,78 ± 235,72 <sup>c</sup>	9491,81 ± 192,16 <sup>a</sup>	12819,45 ± 692,56 <sup>a</sup>	10485,72 ± 525,69 <sup>a</sup>
Z-СК	11545,89 ± 498,93 <sup>c</sup>	11825,78 ± 192,88 <sup>b</sup>	8801,11 ± 11,64 <sup>d</sup>	9031,77 ± 0,76 <sup>c</sup>	10699,97 ± 110,36 <sup>b</sup>	10897,94 ± 179,7 <sup>b</sup>
Z-F3	10496,20 ± 364,19 <sup>c</sup>	9924,03 ± 816,25 <sup>c</sup>	14789,72 ± 544,09 <sup>b</sup>	10713,63 ± 307,7 <sup>b</sup>	9610,95 ± 354,27 <sup>b</sup>	12502,48 ± 119,53 <sup>b</sup>
Z-СКР	13219,11 ± 520,18 <sup>a</sup>	13434,57 ± 28,80 <sup>a</sup>	15762,69 ± 34,38 <sup>a</sup>	11288,74 ± 402,78 <sup>b</sup>	15316,26 ± 304,09 <sup>a</sup>	14319,32 ± 343,21 <sup>a</sup>
Z-PF3	12370,11 ± 472,14 <sup>ab</sup>	13249,31 ± 580,09 <sup>a</sup>	13539,72 ± 210,49 <sup>c</sup>	13499,39 ± 22,25 <sup>a</sup>	15225,24 ± 210,04 <sup>a</sup>	8843,86 ± 394,76 <sup>c</sup>

**Примітка:** Дані в таблиці є середніми ± SD; Різні малі літери в тому самому стовпці показують значення, які значно відрізняються на рівні P < 0,05 за критерієм найменшої значущої різниці.

### 2. Вплив розведеного фільтрату (EF) на активність ферменту PAL у трьох сортів пшениці

Обробка	Активність ферменту PAL (U/g) на ... день після обробки					
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
A-СК	23,14 ± 0,31 <sup>a</sup>	18,41 ± 0,67 <sup>a</sup>	19,77 ± 0,31 <sup>a</sup>	16,93 ± 0,64 <sup>c</sup>	18,75 ± 0,77 <sup>a</sup>	16,80 ± 0,01 <sup>b</sup>
A-F3	24,02 ± 0,56 <sup>a</sup>	19,76 ± 0,42 <sup>a</sup>	19,94 ± 1,41 <sup>a</sup>	22,77 ± 0,26 <sup>a</sup>	20,05 ± 1,47 <sup>a</sup>	16,07 ± 0,10 <sup>c</sup>
A-СКР	19,90 ± 0,59 <sup>b</sup>	19,95 ± 0,86 <sup>a</sup>	17,55 ± 0,69 <sup>ab</sup>	21,66 ± 0,54 <sup>ab</sup>	17,06 ± 0,46 <sup>b</sup>	18,21 ± 0,51 <sup>a</sup>
A-PF3	23,57 ± 0,60 <sup>a</sup>	18,42 ± 0,40 <sup>a</sup>	15,83 ± 0,57 <sup>b</sup>	20,97 ± 0,05 <sup>b</sup>	21,25 ± 0,37 <sup>a</sup>	15,85 ± 0,12 <sup>c</sup>
B-СК	17,29 ± 0,10 <sup>c</sup>	18,64 ± 0,06 <sup>c</sup>	9,72 ± 0,80 <sup>b</sup>	23,45 ± 0,16 <sup>c</sup>	17,74 ± 0,71 <sup>b</sup>	17,32 ± 0,71 <sup>b</sup>
B-F3	25,85 ± 0,25 <sup>a</sup>	23,03 ± 0,95 <sup>a</sup>	20,24 ± 0,90 <sup>a</sup>	27,33 ± 0,33 <sup>a</sup>	21,85 ± 0,73 <sup>a</sup>	19,20 ± 0,72 <sup>a</sup>
B-СКР	22,61 ± 0,10 <sup>b</sup>	19,25 ± 0,39 <sup>b</sup>	19,55 ± 0,33 <sup>a</sup>	25,30 ± 0,24 <sup>b</sup>	21,42 ± 0,23 <sup>a</sup>	17,64 ± 0,23 <sup>b</sup>
B-PF3	22,01 ± 0,38 <sup>b</sup>	21,07 ± 0,64 <sup>c</sup>	18,59 ± 0,28 <sup>a</sup>	20,87 ± 0,04 <sup>d</sup>	18,68 ± 0,41 <sup>b</sup>	17,26 ± 0,42 <sup>b</sup>
Z-СК	19,63 ± 0,21 <sup>a</sup>	16,95 ± 0,49 <sup>b</sup>	13,16 ± 0,48 <sup>b</sup>	24,10 ± 0,01 <sup>c</sup>	19,6 ± 0,75 <sup>b</sup>	18,37 ± 0,67 <sup>a</sup>
Z-F3	18,94 ± 0,15 <sup>b</sup>	19,91 ± 0,64 <sup>a</sup>	19,42 ± 0,12 <sup>a</sup>	27,25 ± 0,06 <sup>b</sup>	21,21 ± 0,76 <sup>a</sup>	17,37 ± 0,76 <sup>a</sup>
Z-СКР	19,96 ± 0,17 <sup>a</sup>	20,23 ± 0,27 <sup>a</sup>	18,89 ± 0,13 <sup>a</sup>	29,14 ± 0,44 <sup>a</sup>	17,42 ± 0,01 <sup>d</sup>	17,99 ± 0,02 <sup>a</sup>
Z-PF3	17,00 ± 0,21 <sup>c</sup>	20,57 ± 0,81 <sup>a</sup>	19,33 ± 0,34 <sup>a</sup>	29,37 ± 0,01 <sup>a</sup>	18,52 ± 0,68 <sup>c</sup>	17,91 ± 0,73 <sup>a</sup>

PF3 (28,45 U/g) на сорті ZM22. Пікове значення активності GLU при обробці за схемами F3, СКР і PF3 на сорті АК58 становило 23,45 U/g (у 0,1 раза більше ніж СК), 25,38 U/g (у 1,1 раза більше ніж СК) і 25,21 U/g (в 1,1 раза більше ніж СК) на третій день, відповідно; на сорті BN307 складо 25,37 U/g (у 1,2 раза більше ніж СК), 23,76 U/g (у 1,2 раза більше ніж СК) і 24,75 U/g (у 1,2 раза більше ніж СК) на третій день, відповідно; на сорті ZM22 було 27,11 U/g (у 1,2 раза більше ніж СК), 28,09 U/g (у 1,2 раза більше, ніж СК) та 28,4 5 U/g (у 1,2 раза більше, ніж СК), відповідно (табл. 3). Максимально індукували активність цього ферменту інюкаляція ґрунту фітопатогеном та окреме внесення актиноміцету.

Індукційний опір у сортів АК58 і ZM22 здебільшого був визначений інюкаляцією *R. cerealis* G11, а у сорту BN307 — обробкою штамом актиноміцету.

До цього часу в багатьох роботах повідомлялося, що мікроорганізми ризосфери, такі як *Streptomyces* sp., можуть спонукати рослин-господарів «вмикати» захисні механізми та пригнічувати хворобу [27–30]. POD, PAL і GLU, вибрані в цьому дослідженні, є основними захисними ферментами в системі захисту рослин [31, 32]. Liu та ін. пові-

домили, що активність POD у листках пшениці значно зроста після замочування насіння з використанням розведеного позаклітинного фільтрату культур *Streptomyces roche* D74 та *S. partum* Act12 [18]. Активність PAL у листках пшениці зроста на 58,7% після кореневої обробки ферментаційним бульйоном *Streptomyces rochei* ZZ-9 [33].

### ВИСНОВКИ

Активність POD, PAL та GLU зумовлена схемою обробки рослин, часом та генотипом культури. У більшості випадків за обробки ґрунту мікроорганізмами активність всіх трьох досліджуваних ферментів з листя трьох сортів пшениці підвищилася у різні періоди проведення аналізу, порівняно з контролем. Найбільшою мірою зроста активність ферменту PAL. Встановили, що активність ферменту POD визначилася здебільшого *R. cerealis* та подвійним застосуванням мікроорганізмів. Активність ферменту PAL зумовлена штамом HU2014, а ферменту GLU — інюкаляцією фітопатогеном та внесенням актиноміцету. Тобто зміни активності всіх трьох ферментів здебільшого спричинив досліджуваний штам *Streptomyces* sp. HU2014. Водночас відзначили, що *R. cerealis* G11 здебільшого індукував систему захисту сортів АК58 і ZM22, а HU2014 — захист BN307.

**Фінансування:** Дослідження виконано у рамках ключової науково-технічної програми провінції Хенань, (Китай) «Оптимізація умов ферментації *Streptomyces* sp. HU2014 і дослідження антибактеріальних активних речовин» (номер гранту 162102210106).

**Конфлікт інтересів:** автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Deising H.B., Gase I., Kubo Y. The unpredictable risk imposed by microbial secondary metabolites: how safe is biological control of plant diseases? *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2017. 124(5), 413–419. doi:10.1007/s41348-017-0109-5
2. Marian M., Shimizu M. Improving performance of microbial biocontrol agents against plant diseases. *Journal of General Plant Pathology*. 2019. 85(5), 329–336. doi:10.1007/s10327-019-00866-6
3. O'Brien P.A. Biological control of plant diseases. *Australasian Plant Pathology*. 2017. 46(4), 293–304. doi:10.1007/s13313-017-0481-4
4. Rey T., Dumas B. Plenty is no plague: *Streptomyces* symbiosis with crops. *Trends in Plant Science*. 2017. 22(1), 30–37. doi:10.1016/j.tplants.2016.10.008
5. Niu B., Wang W.X., Yuan Z.B., Sederoff R.R., Sederoff H., Chiang V.L., Borriss R. Microbial interactions within multiple-strain biological control agents impact soil-borne plant disease. *Frontiers in Microbiology*. 2020. 11, 1–16. doi:10.3389/fmicb.2020.585404
6. Katz L., Baltz R.H. Natural product discovery: past, present, and future. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 2016. 43(2–3), 155–176. doi:10.1007/s10295-015-1723-5
7. Kohl J., Kolnaar R., Ravensberg W.J. Mode of action of microbial biological control agents against plant diseases: relevance beyond efficacy. *Frontiers in Plant Science*. 2019. 10, 1–19. doi:10.3389/fpls.2019.00845

### 3. Вплив розведеного фільтрату (EF) на активність ферменту GLU у трьох сортів пшениці

Обробка	Активність ферменту GLU (U/g) на ... день після обробки					
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
A-СК	11,77 ± 0,63 <sup>ab</sup>	10,00 ± 0,09 <sup>ab</sup>	23,81 ± 0,06 <sup>b</sup>	16,48 ± 0,70 <sup>a</sup>	19,91 ± 0,11 <sup>a</sup>	15,65 ± 0,35 <sup>ab</sup>
A-F3	12,32 ± 0,04 <sup>a</sup>	9,05 ± 0,18 <sup>b</sup>	23,41 ± 0,72 <sup>b</sup>	16,60 ± 0,13 <sup>a</sup>	16,11 ± 0,08 <sup>c</sup>	16,07 ± 0,46 <sup>a</sup>
A-СКР	10,30 ± 0,65 <sup>b</sup>	11,35 ± 0,99 <sup>a</sup>	25,38 ± 0,23 <sup>a</sup>	15,78 ± 0,01 <sup>a</sup>	17,53 ± 0,63 <sup>b</sup>	16,37 ± 0,23 <sup>a</sup>
A-PF3	11,20 ± 0,60 <sup>ab</sup>	9,33 ± 0,19 <sup>b</sup>	25,21 ± 0,34 <sup>a</sup>	16,75 ± 0,04 <sup>a</sup>	16,49 ± 0,52 <sup>ab</sup>	14,65 ± 0,47 <sup>b</sup>
B-СК	9,10 ± 0,22 <sup>b</sup>	8,23 ± 0,38 <sup>a</sup>	20,49 ± 0,34 <sup>c</sup>	13,39 ± 0,28 <sup>d</sup>	16,31 ± 0,04 <sup>c</sup>	14,61 ± 0,54 <sup>b</sup>
B-F3	9,45 ± 0,27 <sup>ab</sup>	7,90 ± 0,36 <sup>ab</sup>	25,37 ± 0,32 <sup>a</sup>	17,10 ± 0,01 <sup>c</sup>	17,92 ± 0,01 <sup>b</sup>	15,90 ± 0,32 <sup>ab</sup>
B-СКР	10,20 ± 0,55 <sup>a</sup>	7,74 ± 0,38 <sup>ab</sup>	23,76 ± 0,18 <sup>b</sup>	18,66 ± 0,40 <sup>a</sup>	19,45 ± 0,33 <sup>a</sup>	16,36 ± 0,50 <sup>a</sup>
B-PF3	9,53 ± 0,10 <sup>ab</sup>	7,12 ± 0,32 <sup>b</sup>	24,75 ± 0,50 <sup>a</sup>	17,93 ± 0,07 <sup>b</sup>	17,66 ± 0,46 <sup>b</sup>	16,83 ± 0,54 <sup>a</sup>
Z-СК	5,49 ± 0,15 <sup>c</sup>	7,67 ± 0,55 <sup>c</sup>	23,28 ± 0,30 <sup>c</sup>	16,56 ± 0,37 <sup>b</sup>	20,01 ± 0,35 <sup>c</sup>	16,55 ± 0,33 <sup>b</sup>
Z-F3	11,09 ± 0,08 <sup>ab</sup>	10,56 ± 0,73 <sup>a</sup>	27,11 ± 0,27 <sup>b</sup>	17,21 ± 0,28 <sup>b</sup>	23,46 ± 0,26 <sup>ab</sup>	17,87 ± 0,20 <sup>a</sup>
Z-СКР	10,39 ± 0,50 <sup>b</sup>	9,74 ± 0,12 <sup>ab</sup>	28,09 ± 0,13 <sup>a</sup>	19,02 ± 0,14 <sup>a</sup>	23,14 ± 0,15 <sup>a</sup>	17,54 ± 0,44 <sup>ab</sup>
Z-PF3	11,84 ± 0,33 <sup>a</sup>	8,76 ± 0,01 <sup>bc</sup>	28,45 ± 0,35 <sup>a</sup>	18,9 ± 0,29 <sup>a</sup>	20,64 ± 0,53 <sup>bc</sup>	16,86 ± 0,52 <sup>ab</sup>

8. Ferreira T.N., Barufi J.B., Horta P.A., Castro D.P., Genta, F.A. Beta-1,3-glucanase inhibitors in Brazilian brown seaweed. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 2021. 93(3). doi:10.1590/0001-376520210191402
9. Bignell D.R., Huguet-Tapia J.C., Joshi M.V., Pettis G.S., Loria R. What does it take to be a plant pathogen: genomic insights from *Streptomyces* species. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 2010. 98(2), 179–194. doi:10.1007/s10482-010-9429-1
10. Bulgarelli D., Schlaeppi K., Spaepen S., Van Themaat E.V.L., Schulze-Lefert P. Structure and functions of the bacterial microbiota of plants. *Annual Review of Plant Biology*. 2013. 64, 807–838. doi:10.1146/annurev-arplant-050312-120106
11. Chater K.F. *Streptomyces* inside-out: a new perspective on the bacteria that provide us with antibiotics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2006. 361(1469), 761–768. doi:10.1098/rstb.2005.1758
12. Cheng G., Huang Y., Yang H., Liu F. *Streptomyces felleus* YJ1: potential biocontrol agents against the sclerotinia stem rot (*Sclerotinia sclerotiorum*) of oilseed rape. *Journal of Agricultural Science*. 2014. 6(4), 91–98. doi:10.5539/jas.v6n4p91
13. Law J., Ser H.L., Khan T., Chuah L., Puspajajah P., Chan K.-G., Goh B.H., Lee L.H. The potential of *Streptomyces* as biocontrol agents against the rice blast fungus, *Magnaporthe oryzae* (*Pyricularia oryzae*). *Frontiers in Microbiology*. 2017. 8, 1–10. doi:10.3389/fmicb.2017.00003
14. Schrey S.D., Tarkka M.T. Friends and foes: streptomycetes as modulators of plant disease and symbiosis. *Antonie Van Leeuwenhoek*. 2008. 94(1), 11–19. doi:10.1007/s10482-008-9241-3
15. Viaeane T., Langendries S., Beirinckx S., Maes M., Goormachtig S. *Streptomyces* as a plant's best friend? *FEMS Microbiology Ecology*. 2016. 92(8), 1–10. doi:10.1093/femsec/fiw119
16. Ahsan T., Chen J.G., Zhao X.X., Irfan M., Wu Y.H. Exometabolomic study of extracellular metabolites in tobacco plant induced by ethyl acetate extracts of *Streptomyces diastatochromogenes* KX852460. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*. 2019. 12(1), 157–165. doi:10.1080/16878507.2019.1618584
17. Jin N., Lu X.L., Wen Y., Liu Q., Jian H. Effect of *Streptomyces rubrogriseus* HDZ-9-47 on the growth and defense enzymes of tomato. *Acta Phytopathologica Sinica*. 2016. 46(6), 833–840. doi:10.13926/j.cnki.apps.2016.06.013
18. Liu Y.T., Zhang K., Ma J.N., Lai H.X., Xue Q.H. Effects of two *Streptomyces* strains on growth and induced resistance of wheat seedlings. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*. 2018. 27(5), 54–62. doi:10.7606/j.issn.1004-1389.2018.05.007
19. Zhang Q.M., Yong D.J., Zhang Y., Shi X.P., Li B.H., Li G.F., Liang W.X., Wang C.X. *Streptomyces rochei* A-1 induces resistance and defense-related responses against *Botryosphaeria dothidea* in apple fruit during storage. *Postharvest Biology and Technology*. 2016. 115, 30–37. doi:10.1016/j.postharvbio.2015.12.013
20. Boukaew S., Prasertsan P., Troulet C., Bardin M. Biological control of tomato gray mold caused by *Botrytis cinerea* by using *Streptomyces* spp. *BioControl*. 2017. 62(6), 793–803. doi:10.1007/s10526-017-9825-9
21. Hennessy R.C., Stougaard P. Transcriptomic profiling of microbe–microbe interactions reveals the specific response of the biocontrol strain *P. fluorescens* In5 to the phytopathogen *Rhizoctonia solani*. *BMC Research Notes*. 2017. 10(1), 1–9. doi:10.1186/s13104-017-2704-8
22. Winding A., Binnerup S.J., Pritchard H. Non-target effects of bacterial biological control agents suppressing root pathogenic fungi. *FEMS Microbiology Ecology*. 2004. 47(2), 129–141. doi:10.1016/S0168-6496(03)00261-7
23. Zhou M.P., Yao J.B., Yang X.M., Zhang P., Yu G.H. Analysis of QTLs for the resistance to sharp eyespot in wheat. *Journal of triticeae crops*. 2020. 40(5), 554–559. doi:10.7606/j.issn.1009-1041.2020.05.05
24. Doerge D.R., Divi R.L., Churchwell M.I. Identification of the colored guaiacol oxidation product produced by peroxidases. *Analytical Biochemistry*. 1997. 250(1), 10–17. doi:10.1006/abio.1997.2191
25. Aydaş S.B., Ozturk S., Aslım B. Phenylalanine ammonia lyase (PAL) enzyme activity and antioxidant properties of some cyanobacteria isolates. *Food Chemistry*. 2013. 136(1), 164–169. doi:10.1016/j.foodchem.2012.07.119
26. Mohammadi M., Karr A.L.  $\beta$ -1,3-Glucanase and chitinase activities in soybean root nodules. *Journal of Plant Physiology*. 2002. 159(3), 245–256. doi:10.1078/0176-1617-00702
27. Abbasi S., Safaie N., Sadeghi A., Shamsbakhsh M. *Streptomyces* strains induce resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 3 in tomato through different molecular mechanisms. *Frontiers in Microbiology*. 2019. 10, 1–16. doi:10.3389/fmicb.2019.01505
28. Sunpapao A., Chairin T., Ito S. The biocontrol by *Streptomyces* and *Trichoderma* of leaf spot disease caused by *Curvularia oryzae* in oil palm seedlings. *Biological Control*. 2018. 123, 3642. doi:10.1016/j.biocontrol.2018.04.017
29. Van Loon L. Induced resistance in plants and the role of pathogenesis-related proteins. *European Journal of Plant Pathology*. 1997. 103(9), 753–765. doi:10.1023/a:1008638109140
30. Zhao S., Du C.M., Tian C.Y. Suppression of *Fusarium oxysporum* and induced resistance of plants involved in the biocontrol of cucumber fusarium wilt by *Streptomyces bikiniensis* HD-087. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2012. 28(9), 2919–2927. doi:10.1007/s11274-012-1102-6
31. Zhu H.X., Hu L.F., Hu H.Y., Zhou F., Wang S.W., Wu L.L., Rozhkova T., Li C.W. Identification of a novel *Streptomyces* sp. strain HU2014 showing growth promotion and biocontrol effect against *Rhizoctonia* spp. in wheat. *Plant Disease*. 2022. On line. doi:10.1094/pdis-06-22-1493-re
32. Jinal N.H., Amaresan N. Evaluation of biocontrol *Bacillus* species on plant growth promotion and systemic-induced resistant potential against bacterial and fungal wilt-causing pathogens. *Archives of Microbiology*. 2020. 202, 1785–1794. doi:10.1007/s00203-020-01891-2
33. Peng G., Zhao X., Li Y., Wang R., Huang Y., Qi G. Engineering *Bacillus velezensis* with high production of acetoin primes strong induced systemic resistance in *Arabidopsis thaliana*. *Microbiological Research*. 2019. 227, 1–12. doi:10.1016/j.micres.2019.126297
34. Xie Y.Q., Ma D.D., Yang S., Li P., Xu B.L., Xue Y.Y. Growth promotion effect of *Streptomyces rochei* strain ZZ-9 on wheat seedlings. *Acta Agriculturae Boreali-occidentalis Sinica*. 2019. 28(8), 1335–1343. doi:10.7606/j.issn.1004-1389.2019.08.016
- <sup>1,2</sup>Zhu Hongxia  
ORCID: 0000-0003-0113-779X
- <sup>1,3</sup>Rozhkova T.  
ORCID: 0000-0002-3310-2930
- <sup>1</sup>Sumy National Agrarian University, 160, G. Kondratieva str., Sumy, 40021, Ukraine;
- <sup>2</sup>Henan Institute of Science and Technology, 90, Eastern HuaLan Avenue, Xinxiang, 453003, P.R. China
- <sup>3</sup>Institute of Microbiology and Virology named after D.K. Zabolotny National Academy of Sciences of Ukraine, 154, Zabolotny str., Kyiv, 03143, Ukraine  
email: zhxhg105@163.com, rozhkova8@gmail.com

### Induction of wheat resistance by *Streptomyces* sp. HU2014 strain

**Goal.** To determine changes in the activity of enzymes (POD, PAL and GLU) of *Triticum aestivum* when *Streptomyces* sp. HU2014, *Rhizoctonia cerealis* G11 are introduced into the soil and their simultaneous application. **Methods.** Laboratory: cultivation of microorganisms and wheat plants, introduction of actinomycetes and fungus into the soil. Physicochemical: POD, PAL and GLU colorimetry. Analytical and mathematical: analysis of the obtained results and their statistical comparison. **Results.** Changes in the activity of enzymes (POD, PAL and GLU) were noted in the leaves of wheat plants at different time intervals, compared to the control variant. The change manifested mostly in the increase of their activity. The maximum amount of enzyme activity was noted on one variety ZM22: on the third day of POD when inoculated according to the CKP scheme (15762.69 U/g) and GLU when introducing the microorganism into the soil according to the PF3 scheme (28.45 U/g); on the fourth day of the PAL study according to the treatment scheme PF3 (29.37 U/g). The induction of resistance was also determined by the wheat variety. **Conclusions.** The activity of POD, PAL and GLU was determined by the plant treatment scheme, time period and genotype of the crop. In most cases, during soil treatment with microorganisms, the activity of all three studied enzymes from the leaves of three varieties of wheat increased in different periods of time, compared to the control. The activity of PAL enzyme increased to the greatest extent. It was established that the activity of the POD enzyme was mostly determined by *R. cerealis* and the dual use of microorganisms, the PAL enzyme by a strain of *Streptomyces* sp. HU2014, and the GLU enzyme — by inoculation with a phytopathogen and introduction of actinomycetes. That is, changes in the activity of all three enzymes were mostly determined by the strain of *Streptomyces* sp. HU2014. At the same time, it was shown that *R. cerealis* G11 mainly induced the defense system of AK58 and ZM22 varieties, and HU2014 induced the defense of BN307.

biological method of protection; actinomycetes; *Rhizoctonia cerealis*; enzyme activity

Надійшла до редакції: 10.02.2023

Прийнята до друку: 16.02.2023

Надруковано й опубліковано онлайн:  
березень 2023

«Природа збагачується різноманіттям,  
а не подібностями»

Бернар Вербер

# ЗНАЧЕННЯ СИСТЕМАТИКИ

для прикладної ентомології.

Особливості застосування таксономічних назв

Комахи — це продукт еволюції, вони є домінуючою формою життя на Землі з надзвичайно складною організацією. Їхній прогрес полягає у малій величині, досконалій організації, неперевершеній адаптивності, величезній плідності, різноманітності, широкій розповсюдженості. Вони переважають над іншими тваринами, разом узятими, за кількістю видів у 7, а за біомасою — у 3 рази.

Комахи почали свій розвиток з періоду Девону Палеозойської ери (400 млн років тому назад). Саме тому у цієї групи тварин надзвичайно складна **систематика** й **таксономія** — класифікація чіткої системи живого світу на підставі виділення біологічних таксонів.

Систематик описує види, надає їм наукові назви та класифікує за природними угрупованнями, родинними зв'язками, особливостями зоогеографії.

Мета таксономії полягає у поділі тварин на групи (таксони) і розташуванні їх у порядку, що відображає їхню ієрархію у тваринному світі.

Таксономія, на відміну від систематики, спирається переважно на теорію і методологію класифікації.

Термін «**класифікація**» частково ототожнюється з таксономією і систематикою, проте відрізняється тим, що розташовує види й інші групи організмів певного рангу на засадах таксономії.

Основоположником систематики є видатний шведський вчений, натураліст Карл Лінней. Сам про себе він говорив: «Бог створив, а Карл Лінней систематизував». Народився видатний учений 23 травня 1707 р. у Шведському королівстві, в селі

**В.П. ФЕДОРЕНКО,**

доктор біологічних наук,  
професор, академік НААН України  
Інститут захисту рослин НААН,  
вул. Васильківська, 33, м. Київ,  
03022, Україна

Росхульт, у сім'ї священника, а помер — 10 січня 1778 р., похований в Упсальському кафедральному соборі.

К. Лінней першим звернув увагу на те, що в природі існують групи особин, які нагадують одна одну за особливостями будови, потребами до довкілля, займають певну частину поверхні Землі, здатні схрещуватись між собою та давати плідних нащадків. Такі групи, кожна з яких має певні відмінності від інших, він назвав **видами**.

«Наука говорить мовою богів» — сказав Лінней і запропонував присвоїти кожному виду наукову назву латинською мовою (мовою інтернаціонального спілкування на той час).

**Вид є основною структурною одиницею живої природи.** Вид виникає, розвивається, а при зміні умов існування може зникнути або перетворитися в інші види. Вид — це сукупність особин, схожих за основними морфологічними і функціональними ознаками, каріотипом, поведінковими реакціями, що мають загальне походження, заселяють певну територію (ареал), схрещуються в природних умовах виключно між собою і при цьому породжують плодюче потомство. Видова приналежність особини визначається за відповідністю її до морфологічних, фізіологічних, цитогенетичних, етологічних, екологіч-



Основоположник систематики  
Карл Лінней (1707—1778 рр.)

них ознак тощо. Вид є генетично замкненою популяцією.

**Видова наукова назва, за Ліннеєм, складається із двох слів, перше з яких — назва роду (пишеться з великої літери), а друге — вказує на видову належність (пишеться з малої літери).** У цьому полягає **принцип бінарної номенклатури** (подвійної назви).

Жодне фауністичне чи екологічне дослідження неможливо провести без ретельного визначення всіх видів, виявлених за об'єктивних. Систематика дозволяє знайти ключі до вирішення складних питань зі всіх напрямів прикладної ентомології, особливо сільськогосподарської, медичної, ветеринарної, лісової, охорони комах.

**Правильне визначення таксона — запорука успішного вирішення захисних заходів.**

Таксономічні ознаки:

- Морфологія (зовнішня будова, забарвлення, морфометрія, форма та розташування окремих структур — геніталії, щетинки тощо).

- Фізіологія (серологічні, білкові та інші показники).
- Екологія (місце мешкання, хазяї, трофіка, сезонна мінливість, паразити).
- Фенологія (сезонні фази особливостей розвитку і активності комах).
- Етологія (особливості поведінки).
- Географія (особливості біогеографії, симпатрія — проживання близьких видів у межах однієї території чи аллопатрія — споріднені види з популяцій, ареали яких не перекриваються).

Систематика особливо важлива для:

- інтродукції та акліматизації ентомофагів;
- масового розведення ентомофагів та випуску в природу, теплиці, оранжереї тощо;
- використання місцевих ентомофагів в інтегрованих системах захисту рослин.

Ретельний фауністичний діагноз має уберегти від прикрих помилок. Наприклад, є несправжній колорадський жук *Leptinotarsa juncta* — безневинний кузен шкідника. Із справжнім картопляним жуком його можна легко переплутати. Останній не є значимим сільськогосподарським шкідником, він живиться бур'янами з родини пасльонових (пасльоном каролінським, пасльоном солодко-гірким) та видами фізаліса. Картоплею він живиться рідко і на її сходах не розмножується.

Особливе значення в роботі ентомолога мають наукові колекції. Вони необхідні для додаткової перевірки та поповнення необхідних даних відіграють неocenенну роль у вивченні пи-



**Колорадський жук *Leptinotarsa decemlineata* Say. 1824**

Царство	тварини (Animalia)
Тип	членистоногі (Arthropoda)
Ряд	твердокрили (Coleoptera)
Родина	листокоїди (Chrysomelidae)
Рід	<i>Leptinotarsa</i>
Вид	Колорадський жук ( <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say. 1824)



**Несправжній колорадський жук *Leptinotarsa juncta***

тань формування і зміни складу ентомофауни у часі й просторі, прогнозуванні змін таксономічного різноманіття під впливом антропічних та інших чинників. Користуючись науковими колекціями ентомологи аналізують зібраних комах — фітофагів окремих регіонів чи сільськогосподарських культур, карантинні види, комах ентомофагів, комах векторів вірусних хвороб рослин.

Фауністу чи ентомологу прикладного профілю для правиль-

ного визначення виду необхідно детально вивчити морфологію групи і перевірити діагностику сумнівних таксонів у систематика.

У текстах перше згадування видової назви тварини має супроводжуватися її повною науковою латинською назвою, з наведенням автора та року опису, зверненими за найбільш сучасними каталогами та зведеннями. У разі наявності різночитань варто навести також джерело, за яким подано назву. Родову та видову назви слід виділяти письмовою (курсивом), а прізвище автора назви та рік опису, а також назви рядів, родин, підродин та триб слід друкувати прямим шрифтом.

Однією літерою позначаються лише систематики **Лінней** та **Фабриціус** — відповідно **L.** та **F.**

Прізвища інших загальновідомих систематиків скорочують за загальноприйнятими аббревіатурами: Дежан (Dejean) — Dej.; Рейтер (Reitter) — Rtt.; Маннергейм (Mannerheim) — Mnnh.; Хюбнер (Hübner) — Hübner.

За наявності кількох авторів з однаковими прізвищами вказують ініціали кожного з них після назви таксона. Наприклад: *Elaphrus angusticollis* R. Sahlberg (R. Sahlb.), 1844; *Bembidion mannerheimi* C. Sahlberg (C. Sahlb.), 1834; *Dromius angusticollis* J. Sahlberg (J. Sahlb.), 1889.

Недопустимі скорочення, що не дають можливості точно довідатись про автора таксона, наприклад: Lb. — Liebherr чи Liebke; Gl. — Gebler чи Glasunov; Ws. — Westwood чи Wrase та ін.

Іноколи прізвище автора таксона закрічене в дужки або наведене без них. Дужки ставлять, якщо таксон було розділено на кілька самостійних груп. У дужки також беруть назву підроду, але після назви роду: *Carabus (Archicarabus) nemoralis* Ol.; *Carabus* (s. str.) *granulatus* L.

Абревіатура — s. str. (дослівно — у вузькому сенсі) — означає номінативний ранг підроду.

Фауністичні переліки складають згідно з таксономічною структурою групи (роду, триби, родини). Така інформація міститься у каталогах і визначальних таблицях. Проте можливо скласти такі переліки за абеткою, як в межах родин, так і дрібніших таксонів (триб, родів).

