

КАРАНТИН **і ЗАХИСТ** **РОСЛИН**

№2
Червень
2025 р.



**Нематодози
комаx**
(стор. 16)



**Дія передпосівної
обробки**
(стор. 21)



**Карантинні
бур'яни
в Україні**
(стор. 38)



Науково-виробничий журнал

КАРАНТИН і 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](#)

Червень 2025 №2 (281)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

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

Заступник головного редактора

Н.О. Козуб, *д-р біол. наук*

Редакційна колегія

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

А.Г. Зеля, *канд. біол. наук*

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

Л.Л. Гаврилук, *канд. с.-г. наук*

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

О.О. Іващенко, *д-р с.-г. наук*

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

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

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

М.В. Круть, *канд. біол. наук*

В.І. Крутякова, *канд. екон. наук*

Г.М. Лісова, *канд. біол. наук*

Л.Т. Міщенко, *д-р біол. наук, проф.*

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

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

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

О.О. Стригун, *д-р с.-г. наук*

Г.М. Ткаленко, *д-р с.-г. наук*

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

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

В.М. Чайка, *д-р с.-г. наук, проф.*

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

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

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

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

Редактор Т.І. Волянська

Комп'ютерна верстка і дизайн Н.І. Гончарук

Редактор текстів

англійською мовою М.О. Власова

EDITORIAL BOARD

Chief editor

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

Deputy Editor-in-Chief

N. Kozub, *Doctor of Biological Sciences*

Editorial board

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

A. Zelya, *Candidate of Biological Sciences*

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

L. Havryliuk, *Candidate of Agricultural Sciences*

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

O. Ivashchenko, *Doctor of Agricultural Sciences*

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

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

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

M. Krut, *Candidate of Biological Sciences*

V. Krutiakova, *Candidate of Economics Sciences*

G. Lisova, *Candidate of Biological Sciences*

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

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

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

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

O. Stryhun, *Doctor of Agricultural Sciences*

H. Tkalenko, *Doctor of Agricultural Sciences*

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

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

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

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

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

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

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

Editor T. Volianska

Computer layout and design N. Honcharuk

Editor of English texts M. Vlasova

У номері

Фітопатологія

- 3** Селекційна цінність нових генетичних джерел стійкості пшениці до грибних і вірусних хвороб

Моцний І.І., Фанін Я.С.,
Молодченкова О.О.,
Бальвінська М.С., Дашенко А.В.,
Міщенко І.А., Дуніч А.А.,
Міщенко Л.Т.



Прогноз

- 11** Прогнозування розвитку коренових гнилей на рослинах *Hordeum vulgare* L.

Гентош Д.Т., Гаврилюк Л.В.,
Башта О.В., Оліфер Д.Р.,
Артемчук І.П.

Нематологія

- 16** Удосконалення методології аналізу нематодозів комах
Ковтун А.М.

Засоби і методи

- 21** Дія препаратів на посівні якості насіння ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) та урожайність зерна
Кузьменко Н.В., Попов С.І.,
Гутянський Р.А., Авраменко С.В.,
Глубокий О.М., Скидан В.О.

Герботологія

- 32** Стійкість агроценозів різних сортів пшениці озимої до засміченості бур'янами в умовах степової зони України

Матюха В.Л.,
Циліурок О.І., Семенов С.С.

Карантин

- 38** Поширення карантинних бур'янів в Україні

Голячук Ю.С.,
Косилович Г.О.



CONTENTS

PLANT PATHOLOGY

Breeding value of new genetic sources of bread wheat resistance to fungal and viral diseases

Motsnyi I., Fanin Ya.,
Molodchenkova O., Balvinska M.,
Dashchenko A.,
Mishchenko I., Dunich A.,
Mishchenko L. 3

PROGNOSIS

Forecasting the level of growth and development of root rots on *Hordeum vulgare* L. plants

Gentosh D., Havryliuk L.,
Bashta O., Olyfer D.,
Artemchuk I. 11

NEMATOTOLOGY

Improving of the methodology for analyzing of insect nematodiasis

Kovtun A. 16

EANS AND METHODS

Effect of preparations on the sowing quality of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) seeds and grain yield

Kuzmenko N.V., Popov S.I.,
Hutianskyi R.A., Avramenko S.V.,
Hlubokyi O.M., Skydan V.O. 21

HERBOLOGY

The agrocentotic resistance of different winter wheat varieties to weed infestation under the conditions of the Steppe zone of Ukraine

Matyukha V., Tsyliuryk O.,
Semenov S. 32

QUARANTINE

Spread of quarantine weeds in Ukraine

Holiachuk Yu., Kosylovych H. 38

Рекомендовано до друку
Вченою радою Інституту захисту
рослин НААН України,
Протокол № 8 від 04.06.2025 р.

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

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

Журнал виходить чотири рази на рік
Заснований 1996 р.

КАРАНТИН
і ЗАХИСТ
РОСЛИН

Засновник і видавець:
Інститут захисту рослин
НААН України

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

Підп. до друку 11.06.2025 р.
Формат 60 × 84/8. Папір крейд.
Друк офсет. Умовн. друк. арк. 4. Тираж 200.

Друкарня ТОВ «Лазурит-Поліграф»

Адреса редакції:

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

☎ Тел.: (044) 257-11-24

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

© «Карантин і захист рослин», 2025

СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ НОВИХ генетичних джерел стійкості пшениці до грибних і вірусних хвороб

Мета. Оцінка за продуктивністю та показниками якості кращих удосконалених інтрогресивних ліній пшениці з різним рівнем стійкості до грибних і вірусних хвороб. **Методика.** Польові дослідження проводили на дослідних полях Селекційно-генетичного інституту — Національного центру насіннезнавства та сортівивчення НААН у 2020—2024 рр. Використовували 18 інтрогресивних ліній різного походження. Лінії досліджували за показниками врожайності, вмісту білка, рівня седиментації та стійкості до іржастих хвороб, борошністої роси, септоріозу листя і вірусу жовтої карликовості ячменю (BYDV) загальноприйнятими методами. Результати досліджень обробляли методом дисперсійного аналізу. В якості контролю були залучені сорти, які найбільш розповсюджені на півдні України та є зональними стандартами врожайності і адаптивності. **Результати.** Досліджені інтрогресивні лінії продемонстрували різні реакції на ураження хворобами. Більшість ліній були стійкими до видів іржі, але уражувалися BYDV і септоріозом. У окремих ліній спостерігали високу групову стійкість до хвороб, яку забезпечувала комбінація пшеничних і чужинних генів стійкості. За врожайністю досліджені лінії в переважній більшості поступалися найбільш продуктивним сортам-стандартам (Куяльник і Щедристь) на 3,6—28,5%, але переважали чи мали однакову врожайність, порівняно з двома іншими стандартами (Годувальниця і Колонія). Виділено окремі лінії, які стабільно по роках мали врожайність на рівні найбільш урожайних стандартів. З досліджених ліній майже половина, незалежно від року, накопичували білка більше, ніж стандарти, проте поступалися стандартам за значеннями збору білка через нижчу врожайність. **Висновки.** За результатами досліджень встановлено значний позитивний вплив чужинних генів стійкості до хвороб на вміст білка, масу 1000 зернин та седиментацію.

¹І.І. МОЦНИЙ,
кандидат біологічних наук

¹Я.С. ФАНІН,
доктор філософії

¹О.О. МОЛОДЧЕНКОВА,
доктор біологічних наук

¹М.С. БАЛЬВІНСЬКА,
кандидат біологічних наук

²А.В. ДАЩЕНКО,
кандидат сільськогосподарських наук

²І.А. МІЩЕНКО,
кандидат економічних наук

³А.А. ДУНІЧ,
кандидат біологічних наук

³Л.Т. МІЩЕНКО,
доктор біологічних наук

¹Селекційно-генетичний інститут —
Національний центр насіннезнавства
та сортівивчення НААН,
Овідіопольська дорога, 3, м. Одеса,
65036, Україна

²Національний університет біоресурсів
і природокористування України,
вул. Горіхуватський шлях, 19, м. Київ,
03040, Україна

³Київський національний
університет імені Тараса Шевченка,
вул. Володимирська, 64/13, м. Київ,
01601, Україна

Досліджені лінії можна розглядати як донори господарсько-цінних ознак та залучати в селекційні програми для покращення пшениці.

пшениця м'яка озима (*Triticum aestivum* L.); врожайність; стійкість до хвороб; якість зерна; віддалена гібридизація

Головним завданням виробництва є отримання високих врожаїв зерна пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) хорошої якості, в досягненні чого провідну роль відіграє сорт [1]. Сучасна селекційна парадигма розглядає

урожайність як похідну двох компонентів — продуктивності й адаптивності. У цьому контексті адаптивність — як здатність сорту забезпечувати високу врожай у сприятливих умовах та незначне їх зменшення у несприятливі роки, стійкість проти хвороб і несприятливих кліматичних чинників — є метою селекції [2]. Створення стійких до грибних і вірусних хвороб сортів є перспективним напрямом селекції пшениці озимої, який дає значний економічний ефект та зменшує хімічне навантаження на довкілля [3]. На жаль, ефективність більшості відомих генів стійкості, так чи інакше, долається. Тому пошук нових джерел стійкості набуває актуальності, особливо в останні роки, коли внаслідок змін клімату спостерігається зміна расового складу і вірулентності збудників хвороб [4–6].

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є схрещування віддалених видів з високоврожайними сортами, що робить можливим отримання принципово нових генотипів [7–9]. Вже вдалося передати у пшеницю ознаки стійкості до хвороб [10, 11] і шкідників [12], посухо-, морозо- і солестійкості [13, 14]. Однак лінії, отримані шляхом міжвидової гібридизації, зазвичай поступаються батьківським формам і стандартам, особливо за продуктивністю, масою 1000 зернин, вмістом білка та іншими ознаками [15, 16]. Це має кілька пояснень, зокрема неефективні процеси інтрогресії та цитологічну або генетичну нестабільність інтрогресивного матеріалу. В схрещуваннях з видами, що не мають спільних з пшеницею

геномів, можливість інтрогресії внаслідок аллосиндезу значно нижча, ніж шляхом злиття продуктів неправильного поділу хромосом в анафазах [17]. Тому, необхідна штучна індукція рекомбінаційних обмінів між пшеничними і чужинними хромосомами шляхом супресії системи диплоїдизації пшениці із застосуванням *ph*-мутантів [18, 19].

Схрещування з видами, які мають однаковий з пшеницею геном, особливо з донором геному *D Aegilops tauschii* Coss., видаються більш перспективними, оскільки завдяки йому пшениця м'яка набула високих хлібопекарських властивостей, хорошої адаптивності та інших позитивних характеристик, які роблять її найважливішою хлібною культурою в світі [20]. Цей геном також пов'язаний з низкою негативних рис, які потребують поліпшення, включаючи сприйнятливості до грибних хвороб і низький вміст білка в зерні. Використання 42-хромосомних амфіплоїдів, одержаних від схрещування тетраплоїдних видів пшениці з *Ae. tauschii*, дає можливість перенести в геном пшениці не лише окремі гени якісних ознак егілопса, але й цілі полігенні системи, що контролюють кількісні ознаки, такі як стійкість до хвороб шляхом звичайної гомологічної кон'югації хромосом з *D*-геномів пшениці та дикого виду [21]. В результаті віддаленої гібридизації низки первинних інтрогресивних ліній, синтетичних амфіплоїдів та колекційних зразків різного походження з сучасними сортами Селекційно-генетичного інституту — Національного центру насіннезнавства та сортивчення НААН (СГІ — НЦНС) після численних беккросів та багаторічних індивідуальних доборів за наявністю чужинних ознак одержано та перевірено в польових умовах сукупність удосконалених ліній пшениці різних комбінацій та ступенів селекційної проробки [15, 16].

Метою досліджень була оцінка за продуктивністю та показниками якості кращих удосконалених інтрогресивних ліній пшениці з

різним рівнем стійкості до грибних і вірусних хвороб.

Матеріали та методи досліджень. Матеріалом для дослідження були інтрогресивні лінії різного походження (табл. 1) з ознаками стійкості до низки грибних і вірусних хвороб, отримані в результаті 3—10 схрещувань сучасних, високопродуктивних, адаптованих до місцевих умов сортів з колекційним зразком Н74/90-245, первинними інтрогресивними лініями, амфіплоїдом (*T. dicoccum* Schuebl. / *Ae. tauschii*) та мексиканськими елітними синтетиками (*T. durum* Desf. / *Ae. tauschii*) [15, 16].

З метою кращого вивчення агробіологічних особливостей новостворених ліній було підібрано контрастні сорти-стандарти для порівняння: Куяльник та Годувальниця — середньорослі сорти, носії алелів високої хлі-

бопекарської якості борошна (СГІ — НЦНС); Щедрість — низькорослий сорт, носій пшенично-житньої транслокації 1BL.1RS (СГІ — НЦНС), Дума (СГІ — НЦНС) та Новосмуглянка (Інститут фізіології рослин і генетики) — низькорослі сорти, носії пшенично-житньої транслокації 1AL.1RS; представник закордонної селекції — сорт Колонія (французька компанія «Лімагрейн»).

Дослідження проводили на дослідній ділянці відділу селекції та насінництва пшениці СГІ—НЦНС у період 2020—2024 рр. Висівали в оптимальні для півдня України строки, по чорному пару, на виробничому агрофоні (N60 кг/га д.р.) азотних добрив (NH₄NO₃), обліковими ділянками 6 м², у 3-разовій повторності. Фітопатологічну оцінку здійснювали в польових умовах на фоні

1. Походження досліджених інтрогресивних ліній з чужинними ознаками

Лінія*	Різновид	Походження матеріалу**	Ознаки***	
NIL2B ₁₀	<i>Erythrosperrum</i>	Од.267 / ПЕАГ // Од.267 ¹⁰ F ₇	—	
NIL6B ₁₀		Од.267 / E124/03 // Од.267 ¹⁰ F ₇	Hs	
H242/97-2	<i>Hostianum</i>	АД825/ <i>T. durum</i> Чорномор F ₃ // H74/90-245 F _∞	Hg Hl ^{up} _{low}	
AIL379/18	<i>Erythrosperrum</i>	Куяльник /4/ (Од.267 / H74/90-245 // Од.267 ⁴ /3/ Селянка F ₇) F ₄ /5/ Зміна F ₆	—	
AIL96PH18		Од.267 / E200/97-2 // Од.267 ¹⁰ /3/ Куяльник F ₅	—	
AIL327/18		E200/97-2 / Од.267 ⁴ // Никонія F _∞	Hl ^{up} _{low}	
E175/09		Куяльник /4/ (Од.267/H74/90-245 // Од.267 ⁴ /3/ Селянка F ₇) F ₆	—	
AIL341/18		Од.267 // OH232/03 / Од.267 /3/ Од.267 ³ F _∞	—	
E1598/12		Селянка / ES4 F ₂ // Од.267 F ₆	lw	
PIL799/16		Селянка / ES17 F ₂ // Од.267 F ₄ /3/ Ватажок F ₆	—	
PIL634/18		Селянка / ES20 F ₂ // Од.267 F ₆	—	
E1089/13		<i>Ferrugineum</i>	Селянка / ES20 F ₂ // Од.267 F ₄ /3/ Віген F ₅	Bg
PIL690/18		<i>Erythrosperrum</i>	Селянка / ES20 F ₂ // Од.267 F ₅ /3/ Гурт F ₆	Pc lw
PIL355PH18	<i>Ferrugineum</i>	Селянка / ES20 F ₂ // Селянка F ₆	Bg Pc	
F2681/14	<i>Erythrosperrum</i>	Селянка / ES20 F ₂ // Селянка F ₄ /3/ Віген F ₅	Pc lw	
PIL747/18		Селянка / ES25 F ₂ // Альбатрос F ₇	Pc	
PIL814/13		Віген / Од.267 // Селянка F ₆	—	
E2778/14				

Примітки:

- * — E — Еритроспермум, F — Феругінеум, H — Гостіанум, NIL — майже ізогенна лінія, PIL — примітивна інтрогресивна лінія, AIL — удосконала інтрогресивна лінія, PH — лінія з карантинної ділянки відділу фітопатології;
- ** — E200/97-2 і E124/03 — тритикале АД825 / *T. durum* Чорномор F₃ // H74/90—245 F_∞; АД825 — *T. aestivum* Гостіанум 237 / жито ВСГІ, 2n=56, AABBDDRR; H74/90-245 — Tom Pouce Blanc / АД(*T. timopheevii* x *Ae. tauschii* ssp. *strangulata*) // Аврора /3/ Русалка; ПЕАГ — АД(*T. dicoccum* x *Ae. tauschii*), 2n=42, AABBDD; OH232/03 — Од.267 / H74/90-245 F_∞; ES4, ES17, ES20 і ES25 — елітні синтетики *T. durum* Altar 84 / *Ae. tauschii* (відповідно, WX193, WX220, WX221 і WX225 за каталогом СУММІТ, Мексика), 2n=42, AABBDD;
- *** — Hs — опушення стебла, Hg — опушення колоса, Hl^{up}_{low} — опушення листкової пластинки зверху і знизу, lw — відсутність воскового нальоту, Bg — коричневе забарвлення колоса, Pc — антоціанове забарвлення стебла.

природних епіфітотій борошністої роси (*Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *tritici* March.), листкової іржі (*Puccinia triticina* Erikss. and Henn.), жовтої іржі (*Puccinia striiformis* West.), септоріозу (*Septoria tritici* Rob. ex Desm.) та вірусу жовтої карликовості ячменю, barley yellow dwarf virus (BYDV) в період максимального розвитку хвороби. Крім того, матеріал оцінювали на штучному інфекційному фоні стеблової іржі (*Puccinia graminis* Pers. f. sp. *tritici* Erikss. and Henn.) у карантинному розсаднику відділу фітопатології і ентомології СГІ — НЦНС (рис. 1).

Ступінь стійкості дорослих рослин визначали за інтенсивністю ураження за 9-бальною уніфікованою інтегрованою шкалою: 9 балів — дуже високий рівень стійкості, ураження рослин відсутнє; 1 бал — дуже висока сприйнятливість, рослини уражені на 100% і т. д. [3].

Наявність BYDV у лініях

визначали методом імуноферментного аналізу (модифікація DAS-ELISA) із використанням антитіл до зазначеного вірусу фірми Loewe (Німеччина) згідно з рекомендаціями виробника, у трьох повторностях. Результати ферментативної реакції реєстрували на рідері Termo LabSystems Opsis MR (США) при довжині хвилі 405/630 нм. Зразок, оптична густина якого перевищувала значення негативного контролю щонайменше у три рази, вважався позитивним [22].

Загальний вміст білка/азоту визначали методом К'ельдаля на автоматичному аналізаторі Kjeltex Auto 1030 («FOSS») [23], а масу тисячі зернин (МТЗ) — за загальноприйнятною методикою [24]. Рівень седиментації визначали методом із попереднім автолізом, зокрема, методом SDS-30 [25]. Досліджуючи показники якості ліній розраховували додатковий критерій білковості —

«Збір білка на одиницю площі» = («Урожайність, ц/га» × «Вміст білка, %»)/100%. Його застосування дає можливість нівелювати певною мірою дисперсію ознаки, зумовлену варіаціями продуктивності рослини під впливом екологічних умов.

Дані опрацьовували за допомогою дисперсійного аналізу. Для порівняння середніх значень (\bar{X}) використовували найменшу істотну різницю при рівні статистичної значущості $p < 0,05$ ($НІР_{0,05}$). Індекс посухостійкості розраховували як частку врожайності в сезон гострої посухи 2021/22 р. відносно врожайності в задовільний сезон 2020/21 р.: «Індекс посухостійкості», % = («Урожайність зерна в 2022 р.», ц/га / «Урожайність зерна у 2021 р.», ц/га) × 100%. Індекс, який розраховується за цією формулою, прямо пропорційний рівню стійкості до посухи [26, 27].

Як правило, ураження бурою іржею з'являлися наприкінці квітня, інфекція борошністої роси була присутня на посівах як з осені, так і навесні. Поширення інфекції септоріозу в сприятливий для нього роки спостерігалось у фазі молочної стиглості. Осінь, практично всіх років дослідження, була сприятлива для льоту попелиць, а весна — для розвитку ВЖКЯ на рослинах пшениці озимої. Найпоширенішими штамми в популяції ВЖКЯ були RPV, RMV і PAV, з них останній домінував у більшості років (О.В. Бабаянц, 2024, особисте повідомлення). Таким чином, без штучної інокуляції рослин вдалося диференціювати генотипи і виділити лінії, стійкі на природному тлі.

Результати та обговорення.

Новостворені лінії відрізнялися широким спектром реакцій на ураження хворобами і, нерідко, істотно перевершували сорти-стандарту. Польова оцінка стійкості рослин до борошністої роси та іржастих хвороб показала розмах варіації від вкрай сприйнятливих ліній до стійких (табл. 2). З усіх грибних захворювань, які уражують листки рослин та спричиняють значні



Рис. 1. Посів матеріалу на штучному інфекційному фоні у карантинному розсаднику: а — праворуч довга смуга накопичувача, а зліва, перпендикулярно до неї — інтрогресивні лінії; б — ураження рослин накопичувача стебловою іржею; в — стійка до видів іржі лінія E1598/12

щорічні втрати врожаю пшениці (до 20—80%), ці вважаються найважливішими [28].

Вочевидь, у матеріалі присутні різні генетичні системи, які контролюють стійкість до різних хвороб. Відомо, що колекційний зразок Н74/90-245, лінія Н242/97-2 та вихідні лінії Е200/97-2 і ОН232/03 (табл. 1) мають пшенично-житню транслокацію 1BL.1RS [29] та зумовлений нею, малоефективний в сучасних умовах генний комплекс *Pm8/Lr26/Sr31/Yr9* [30]. Також відомо, що в сортах Одеська 267, Селянка, Куяльник, Гурт, Віген, що входять до родоводу досліджених ліній, присутній кластер генів помірної стійкості до низки фітопатогенів *Pm38/Lr34/Sr57/Yr18/Bdv1* [31]. Очевидно, взаємодія цих кластерів у певних умовах може забезпечувати якийсь рівень стійкості. На користь цього твердження свідчить прояв у польових умовах некрозу кінчиків листків (рис. 2 а) у переважній більшості стійких ліній, ознака, що тісно асоційована з кластером *Pm38/Lr34/Sr57/Yr18/Bdv1* і служить його морфологічним маркером [32]. Не виключено також можливе комбінування означених кластерів з іншими ефективними генами стійкості. Так чи інакше, поєднання різних генетичних систем у деяких ліній (напр. Н242/97-2, Е1598/12 та ін.) викликає стійкість до кількох збудників водночас (рис. 1 в), особливо у порівнянні зі стандартами та індикатором високої сприйнятливості — сортом Одеська напівкарликова (ОНК). Такі лінії мають особливу цінність як донори групової стійкості.

Лінії були перевірені на наявність BYDV із застосуванням ІФА. Результати аналізу показали, що десять ліній (NIL2B₁₀, NIL6B₁₀, PIL799/16, PIL634/18, E1089/13, F2681/14, PIL747/18, PIL814/13, E2778/14) і сорт Щедрість не містили антигенів вірусу, що корелює з даними польової оцінки стійкості, представленими у таблиці 2 (рис. 3).

Про циркуляцію ВЖКЯ на території України повідомлялося раніше [33, 34]. Спостереження

2. Стійкість (балів) до хвороб та індекс посухостійкості (ІП) ліній, 2021—2024 рр.

Лінія	PM*	LR	YR	SR	STB	BYDV	ІП, %
NIL2B ₁₀	3	6—8	3—4	2—3	3—5	6—7	86,1
NIL6B ₁₀	3	3—4	3—4	2—3	3—5	6—7	90,1
H242/97-2	6—7	8	6—7	7—8	5	4	81,9
AIL379/18	6—7	4—7	5—7	6—7	3	4	83,3
AIL96RH18	4—7	4—7	5—7	7—8	4	4	83,3
AIL327/18	5	3—4	4—7	5—6	4—5	4	86,8
E175/09	6—8	2—6	5—7	6—8	3—5	3—6	81,9
AIL341/18	4	6—7	4—7	6—8	4	4	85,4
E1598/12	6—8	6—8	6—7	7—8	4—5	4—6	94,0
PIL799/16	7	6—8	7—8	6—7	5—6	6	73,9
PIL634/18	3—4	4—7	3—7	6—7	3—7	7	80,9
E1089/13	3	7—8	7—8	1—2	4	6	85,4
PIL690/18	5—7	7—8	7	7	4	4	82,0
PIL355RH18	3—4	6	7	2	5	5	86,8
F2681/14	7	7—8	4—6	2	4	6	81,8
PIL747/18	4—5	6—7	4	7	4	6	82,0
PIL814/13	7	5—8	4—8	2—3	4—6	6	81,9
E2778/14	5—6	4—6	5—7	4—6	4	6	87,5
Куяльник	3—5	3—4	4—6	2—4	3—5	4—5	88,3
Щедрість	6	6—7(5)	5	6	5	6	91,8
Дума	6—7	5—6	4	4—5	3—4	5	84,7
Годувальниця	4	4	6	3	4	5	85,4
Новосмуглянка	6—7	5—6	4	4—5	3—4	5	89,3
Колонія	4	5	5	3	5	5	91,4
ОНК **	2—3	1—2	1—2	1	2	2	—

Примітки: * — PM, LR, YR, SR, STB, BYDV — відповідно, борошниста роса, листовка, жовта і стеблова іржа, септоріоз і ВЖКЯ;
** — ОНК (Одеська напівкарликова), індикатор високої сприйнятливості до хвороб

за матеріалом виявили широку варіабельність ступеня ураження борошнистою россою і листовою іржею за роками, як інтервал стійкості (табл. 2). Можливо, це зумовлено змінами расового складу популяції патогенів, на

можливість чого вказують спеціальні дослідження фітопатологів [3-6]. Взагалі, більшість ліній сильно уражались септоріозом і BYDV (рис. 2 б, в), а окремі з них ще й борошнистою россою та видами іржі (табл. 2). Най-

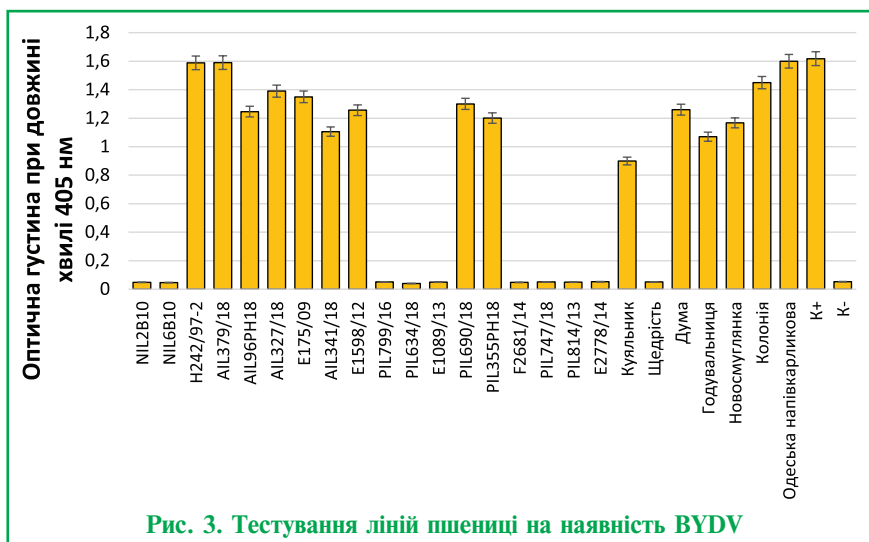


Рис. 3. Тестування ліній пшениці на наявність BYDV

більш постійною за роками була реакція ліній на стеблову іржу, що очевидно зумовлено наявністю штучного інфекційного фону хвороби (рис. 1 б) з однаковим расовим складом у різні роки [3]. Як правило, лінії, стійкі до стеблової іржі, проявляли стійкість і до листової, але уражувалися жовтою іржею. Проте, виділено окремі лінії, що мають стійкість лише до одного виду іржі (напр. АІЛ327/18). Останнє не зовсім зрозуміло, оскільки, як відомо з літератури [35], між генами *Lr26*, *Sr31* і *Yr9* (складовими транслокації 1BL.1RS) рекомбінація не відбувається. Тому, поява таких ліній нашоує на припущення про можливість детермінації стійкості іншими чинниками, окрім транслокації 1BL.1RS.

Вихідні лінії мають у родоводі амфіплоїд AD (*T. timopheevii* х *Ae. tauschii*) із Болгарії [27, 29], тому ймовірно, що окремі гени стійкості походять від його складових. Цей факт потребує подальшого детального дослідження, зокрема із залученням більш досконалих молекулярно-генетичних методів для ідентифікації інтрогресованих генів стійкості. Адже відомо, що генний комплекс *Pm8/Lr26/Sr31/Yr9* малоефективний у сучасних умовах [3-6]. З іншого боку, присутність в матеріалі транслокації 1BL.1RS погіршує силу борош-

на та пружність тіста, що значно скорочує її поширення в Україні, де дріжджовий хліб є головним кінцевим продуктом, що виготовляється із зерна пшениці [36]. Також, виділено лінії, які характеризувались константністю та поєднували в собі стійкість до кількох хвороб з опушенням листка (Н242/97-2, 175/09).

Лінії Н242/97-2 та 175/09 з ознакою опушення листка мали високу її експресію на всіх фазах онтогенезу аж до дозрівання. Як правило, присутність довгих, досить густих щетинок спостерігалась зверху, знизу і по краю листової пластинки переважно на нижніх листках (детермінант ознаки ми умовно позначили як ген *Hl^{up}_{low}*). В окремих випадках чужинне опушення верхньої поверхні листка важко було відрізнити від слабкого опушення, властивого сортам пшениці озимої у фазі трубкування-колосіння. Оскільки від схрещування з сортами пшениці вищеплюються гібриди зовсім без опушення, а всі зразки *T. timopheevii* мають подібне опушення листка, на противагу окремим зразкам *Ae. tauschii* з опушенням лише по краю листової пластинки, можна припустити, що умовний ген *Hl^{up}_{low}* не алельний гену *Hl* м'якої пшениці (4BL хромосома [30]) і походить від *T. timopheevii*.

Ознака вважається ефективним захистом пшениці від листкогризучих шкідників (попелиця, хлібні блішки, п'явиця) та посухи [36], а також може служити додатковим чинником стійкості до переносників вірусних хвороб. Відомо, що опушення листка — це ксероморфна ознака, властива рослинам сухих місць поширення, яка забезпечує стійкість до дефіциту вологи в повітрі за рахунок зниження інтенсивності транспірації і затримки руху гарячого повітря безпосередньо біля поверхні опушених листків. Опушені листові поверхні краще затримують вологу від дощу і ранкових рос [37]. До того ж, опушення листка, як й інші чужинні якісні ознаки (опушення або коричневий колір колоса, опушення стебла та ін., (табл. 1) можуть слугувати морфологічними маркерами для розпізнавання ліній в полі у випадку засмічення або переплутання матеріалу.

В усіх без виключення ліній загальна врожайність у 2020/21 р. була вищою, ніж у 2021/22 р. (табл. 2 і 3), що відповідає літературним даним [16]. Частка врожайності зерна у 2021/22 р. від урожайності у 2020/21 р. (індекс посухостійкості) варіювала від 73,9% (PIL799/16) до 94,0% (E1598/12) для дослідних ліній і від 84,7% до 91,8% для стандар-



Рис. 2. Прояви: а — некрозу кінчиків листків (морфологічного маркера генного кластера *Pm38/Lr34/Sr57/Yr18/Bdv1*); б — уражень септоріозом (*Septoria tritici*); в — уражень вірусом жовтої карликовості ячменю (BYDV)

тів (табл. 2). Такі високі значення індексу посухостійкості зумовлені схожими умовами років, що порівнюються. Найгірша посухостійкість виявлена у примітивної лінії PИL799/16, яка має у родоводі найменш пристосований до місцевих умов синтетик ES4 (табл. 1). Водночас, 44,4% ліній мали індекс посухостійкості на рівні стандартів. Лінія E1598/12 мала відносно низьку урожайність у 2020/21 р. (56,7 ц/га) і посередню у 2021/22 р. (53,3 ц/га). Хоча індекс посухостійкості визначається, головним чином, врожайністю в посушливих умовах 2021/22 р., він також обернено пропорційний до значень урожайності за більш сприятливих умов [16]. Тому, менш урожайні у більш сприятливому 2020/21 р. лінії менше знижували врожайність у гостро посушливому 2021/22 р. і, помилково, були класифіковані як більш стійкі до посухи. Отже, при визначенні посухостійкості матеріалу необхідно враховувати і його врожайність у сприятливих умовах. За цією ознакою найбільше виділяється сорт-стандарт Щедрість, який мав водночас найвищу урожайність і посухостійкість (табл. 3).

При дослідженні інтрогресивного матеріалу важливо звертати увагу не лише на експресію чужинної резистентності, яка, зокрема, у стійкості до хвороб може проявлятися більш яскраво, ніж у стандартів, а й на показники агрономічних і селекційно-цінних ознак інтрогресивних ліній, перш за все врожайності. В середньому за роки дослідження врожайність ліній варіювала від 40,9 до 55,7 ц/га і суттєво поступалась урожайності найпродуктивніших стандартів Куяльник і Щедрість (57,2 і 57,8 ц/га, відповідно). Все ж найурожайніші лінії переважали за середніми значеннями врожайності інші сорти-стандарті, наприклад Колонію (в середньому за роки дослідження — 49,9 ц/га), Годувальницю (49,2) та іноді навіть Думу (53,8 ц/га) (табл. 3).

Вміст білка є одним з основних показників якості зерна, якому приділяється особлива увага за оцінювання селекційного ма-

теріалу. В середньому, за роки дослідження вміст білка у інтрогресивних ліній варіював від 10,6 до 12,9% (табл. 3), при найвищих значеннях у ліній PИL814/13 (12,9%) та PИL747/18 (12,8%). У сортів-стандартів середній вміст білка варіював у межах 10,3—11,6%, за найвищих показників у сорту Куяльник. Найбільш високобілкові інтрогресивні лінії переважали стандарти за вмістом білка в середньому на 2,6—1,2% (при $НІР_{0,05} = 0,5\%$, табл. 3).

Збір білка у інтрогресивних ліній варіював від 4,86 до 6,76 ц/га і, за виключенням двох ліній (AИL379/18 та AИL96PH18), вірогідно поступався показнику сорту Куяльник (6,97 ц/га), який характеризувався водночас високою урожайністю і білковістю (табл. 3). Значно поступалась за збором білка стандартам Куяльник, Щедрість і Новосмуглянка і найбільш високобілкова лінія PИL814/13 через її низьку вро-

жайність. Однак, за абсолютними значеннями ознаки лінія перевершувала Годувальницю і Колонію. Крім того, лінія PИL814/13 мала найвищу по досліді MT3 та седиментацію SDS-30.

У дослідженні матеріалу стояло завдання виділити стійкі до хвороб лінії з комплексом господарсько-цінних ознак, зокрема спроможні формувати повноцінне зерно за ознаками його виповненості, MT3 та білковості. Відомо, що ступінь виповненості зерна впливає на величину загального вмісту білка в ньому, особливо при віддаленій гібридизації [16, 27]. Виявилось, що незалежно від років вирощування більшість інтрогресивних ліній мало відрізнялися від стандартів за середніми значеннями MT3, але проявляли слабку тенденцію до збільшення загального вмісту білка (табл. 3). Водночас були виділені лінії, передусім це PИL814/13 та PИL799/16, які за

3. Середні значення досліджених ознак у інтрогресивних ліній та сортів-стандартів, 2021—2024 рр.

Лінія, сорт	Дата колосіння, травень	Висота рослин, см	Урожайність, ц/га	Вміст білка, %	Збір білка, ц/га	Маса 1000 зернин, г	Седиментація SDS-30, мл
NIЛ2B ₁₀	14,7	93,5	44,1	11,1	4,86	38,8	70,0
NIЛ6B ₁₀	15,2	96,8	52,0	10,7	5,49	37,9	60,7
H242/97-2	15,7	97,2	46,5	11,6	5,35	40,1	57,4
AИL379/18	15,2	77,5	54,6	12,5	6,76	34,8	66,9
AИL96PH18	13,2	86,3	55,7	12,1	6,68	37,5	60,6
AИL327/18	12,8	82,5	52,0	10,6	5,50	37,9	58,0
E175/09	14,0	80,2	40,9	11,9	4,88	35,5	66,6
AИL341/18	13,3	85,2	47,0	11,5	5,38	35,9	65,3
E1598/12	10,5	85,8	45,8	11,9	5,71	35,6	66,6
PИL799/16	15,3	108,0	46,4	12,6	5,76	40,1	73,6
PИL634/18	13,8	78,3	50,5	11,8	5,86	37,3	59,5
E1089/13	10,4	92,0	49,3	11,1	5,44	37,3	61,2
PИL690/18	12,0	96,0	48,2	12,3	5,78	38,3	61,3
PИL355PH18	11,7	92,0	47,2	11,4	5,36	42,3	67,5
F2681/14	11,6	99,5	42,4	12,3	5,24	37,9	56,8
PИL747/18	11,5	99,2	45,1	12,8	5,60	39,0	72,2
PИL814/13	15,8	107,3	45,1	12,9	5,73	45,2	74,3
E2778/14	13,5	86,7	49,2	10,8	5,29	41,6	53,0
Куяльник	12,0	87,0	57,2	11,6	6,97	37,1	57,5
Щедрість	12,7	84,0	57,8	10,9	6,56	37,6	36,6
Дума	10,8	85,5	53,8	10,3	5,77	35,6	42,0
Годувальниця	12,5	88,7	49,2	10,5	5,21	35,8	61,0
Новосмуглянка	11,5	86,2	55,6	11,0	6,14	38,9	27,7
Колонія	11,5	87,0	49,9	10,6	5,57	36,3	47,3
НІР _{0,05}	1,4	7,1	1,9	0,5	0,35	0,9	3,5

умови формування МТЗ значно вище стандартів, забезпечували також вірогідно вищий загальний вміст білка. На жаль, ці лінії пізньостиглі, відносяться до екстенсивного типу з висотою рослин 107–108 см, посереднім зовнішнім виглядом, поганим обмолотом зерна, жорсткістю колоскових і квіткових лусок та суттєво нижчою, ніж у стандартів, урожайністю (табл. 3).

Визначення показника седиментації у інтрогресивних ліній та сортів-стандартів дозволило встановити, що найвищий рівень седиментації був у інтрогресивних ліній, які характеризувалися високим вмістом білка (табл. 3). Хоча, залежно від року дослідження, це були переважно різні лінії, все ж окремі лінії (PIL814/13, NIL2, PIL799/16 і PIL747/18) стабільно за роками виділилися за цим показником. Наявність пшенично-житніх транслокацій (1BL.1RS і 1AL.1RS) значно знижує показники седиментації [36]. Оскільки в нашому досліді були сорти-стандарт з цими транслокаціями (Щедрість, Дума, Новосмуглянка), показник їхньої седиментації поступався на 20–25 мл сортам без транслокацій. В такому випадку, кращі експериментальні лінії доцільно порівнювати зі стандартами без транслокацій (Куяльник і Годувальниця). У досліджених інтрогресивних ліній середній показник седиментації варіював в межах 53,0–74,3 мл, різниця між кращими лініями і стандартами становила 16,8–9,0 мл при $НІР_{0,05} = 3,5$ мл.

ВИСНОВКИ

Вивчені у даному дослідженні інтрогресивні лінії відрізнялися широким спектром реакцій на ураження хворобами; більшість ліній були стійкими до видів іржі, але уражувалися BYDV і септоріозом. Стійкість до різних хвороб контролюється різними генетичними системами, комбінування яких, а також комбінування пшеничних генів з чужинними ефективними генами стійкості, забезпечує високу групову стійкість до кількох хвороб у окремих ліній

(H242/97-2, 175/09, E1598/12 та ін.). Інтегровані в геном пшениці чужинні морфологічні ознаки (опушення колоса, листка або стебла, коричневий колір колоса, відсутність воскового нальоту та ін.) можуть слугувати фенотиповими маркерами для розпізнавання ліній у полі.

Посуха значно зменшила урожай зерна, проте схожі умови років, що порівнювалися, зумовили високі значення індексу посухостійкості (73,9–94,0%). Найвищий індекс мала лінія E1598/12, яка характеризувалась низькою урожайністю у відносно сприятливому 2021 р. Сорт-стандарт Щедрість мав водночас найвищу урожайність і посухостійкість в цілому по досліді. Інтрогресивні лінії в переважній більшості поступалися на 3,6–28,5% за врожайністю високопродуктивним сортам-стандартам Куяльник та Щедрість, але переважали чи мали однакову врожайність з іншими сортами-стандартами, такими як Годувальниця і Колонія. Окремі лінії (A1L96PH18, E1089/13) стабільно за роками мали результат урожайності на рівні, а то й вище, ніж найбільш урожайні сорти-стандарт.

Майже половина досліджених ліній були спроможні накопичувати білка більше, ніж стандарти, проте поступалися стандартам за значеннями збору білка через низьку урожайність. Лінія E1598/12 мала високу білковість, збір білка і седиментацію вищі, ніж у стандартів, також максимальний індекс посухостійкості, високу стійкість до всіх видів іржі та борошністої роси. Ще кілька ліній (NIL2, A1L379/18, E1089/13, PIL690/18 та PIL814/13), незалежно від року, мали вищий рівень седиментації, ніж сорти-стандарт. Лінії, що мали високий вміст білка та масу 1000 зернин, відносяться до екстенсивного типу з низькою урожайністю. При цьому лінія PIL814/13, яка мала найвищі по досліді МТЗ, загальний вміст білка та седиментацію, характеризувалась стійкістю до борошністої роси, листової і жовтої іржі та вірусу жовтої карликовості ячменю (ВЖКЯ).

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

Конфлікт інтересів: автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Литвиненко М.А. 100 років розвитку селекційних програм пшениці м'якої озимої. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2016. Т. 31. № 2. С. 75–82. doi: 10.21498/2518-1017.2(31).2016.70324
2. Литвиненко М.А. Створення сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.), адаптованих до змін клімату на Півдні України. Збірник наукових праць СГІ — НЦНС. 2016. Вип. 27 (67). С. 36–53.
3. Бабаянц О.В. Основи селекції і методологія оцінки стійкості пшениці до збудників хвороб. Одеса: ВМБ, 2014. 401 с.
4. Babayants O.V., Babayants L.T., Traskovetskaya V.A. et al. Race composition of *Blumeria graminis* (DC) Speer f. sp. *tritici* in the South of Ukraine and effectiveness of *Pm*-genes in 2004–201. Cereal Research Communications. 2015. 43. № 3. P. 449–458. doi: 10.1556/0806.43.2015.011
5. Soko T., Bender C.M., Prins R., Pretorius Z.A. Yield loss associated with different levels of stem rust resistance in bread wheat. Plant Disease. 2018. V. 102. № 12. P. 2531–2538. doi: 10.1094/PDIS-02-18-0307-RE
6. Wellings C.R. Global status of stripe rust: a review of historical and current threats. Euphytica, 2011. V. 179. № 1. P. 129–141. doi: 10.1007/s10681-011-0360-y
7. Лифенко С.П., Нарган Т.П., Наконечний М.Ю. Інтрогресії в геном пшениці м'якої від різних донорів — проблемний, але перспективний напрям селекції. Селекція і насінництво. 2014. Вип. 105. С. 39–50. doi: 10.30835/2413-7510.2014.42043
8. Liu Ch., Han R., Wang X. et al. Research progress of wheat wild hybridization, disease resistance genes transfer and utilization. Scientia Agricultura Sinica. 2020. V. 53. № 7. P. 1287–1308. doi: 10.3864/j.issn.0578-1752.2020.07.001
9. Sharma S., Schulthess A.W., Bassi F.M. et al. Introducing beneficial alleles from plant genetic resources into the wheat germplasm. Biology. 2021. V. 10. № 982. P. 1–38. doi: 10.3390/biology10100982
10. Бабаянц О.В., Сауляк Н.И., Бабаянц Л.Т. та ін. Новий вихідний селекційний матеріал пшениці (*Triticum aestivum* L.) для селекції на комплексну стійкість до фітопатогенів. Збірник наукових праць СГІ — НЦНС. 2016. Вип. 68. № 28. С. 68–75.
11. Ковалишина Г.М., Дмитренко Ю.М. Джерела стійкості до збудника бурі іржі та їх використання при створенні сортів м'якої пшениці. Вивчення та охорона сортів рослин. 2017. Т. 13. № 4. P. 379–386. doi: 10.21498/2518-1017.13.4.2017.117742
12. Bhatta M., Morgounov A., Belamkar V., Baenziger P.S. Genome-wide association study reveals favorable alleles associated with common bunt resistance in synthetic hexaploid wheat. Euphytica 2018. V. 214. № 11. P. 200–209. doi: 10.1007/s10681-018-2282-4

13. Reynolds M., Dreccer F., Trethowan R. Drought adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces. *Journal of Experimental Botany*. 2007. V.58. №2. P. 177-186. doi: 10.1093/jxb/erl25

14. Ahmadi J., Pour-Aboughadareh A., Ourang S.F. et al. Wild relatives of wheat: *Aegilops-Triticum* accessions disclose differential antioxidative and physiological responses to water stress. *Acta Physiologiae Plantarum*. 2018. V. 40. № 5. P. 90-104. doi: 10.1007/s11738-018-2673-0

15. Motsnyi I.I., Molodchenkova O.O., Nargan T.P. et al. Impact of alien genes on disease resistance, drought tolerance, and agronomic traits in winter wheat commercial varieties. *The Open Agriculture Journal*. 2022. V. 16. P. 1-10. doi: 10.2174/18743315-v16-e2111260

16. Motsnyi I., Lytyvnenko M., Golub E. et al. Disease resistance and adaptation of winter wheat lines derived from wide hybridisation under arid environments. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2022. V. 109, № 3. P. 227-236. doi: 10.13080/z-a.2022.109.029

17. Sears E.R. Transfer of alien genetic material to wheat. In: L.T. Evans & W.J. Peacock (Eds), *Wheat Science-Today and Tomorrow*. Cambridge University Press, 1981. P. 75-89.

18. Ashraf R., Johansson E., Vallenback P. et al. Identification of a small translocation from 6R possessing stripe rust resistance to wheat. *Plant Disease*. 2023. V. 107. № 3. P. 720-729. doi:10.1094/pdis-07-22-1666-re

19. Yazdani M., Rouse M.N., Steffenson B.J. et al. Developing adapted wheat lines with broad spectrum resistance to stem rust: Introgression of *Sr59* through backcrossing and selections based on genotyping-by-sequencing data. *PLoS ONE*. 2023. V. 18. № 10. Article e0292724. doi: 10.1371/journal.pone.0292724

20. Cavalet-Giora E., Gonzalez-Munoz A., Athiyannan N. et al. Origin and evolution of the bread wheat D genome. *Nature*. 2024. V. 633. P. 848-855. doi: 10.1038/s41586-024-07808-z

21. Mujeeb-Kazi A., GulKazi A., Dundas I. et al. Chapter four-genetic diversity for wheat improvement as a conduit to food security. *Advances in Agronomy*. 2013. V. 122. P. 179-257. doi.org/10.1016/B978-0-12-417187-9.00004-815

22. Crowther J.R. *ELISA. Theory and Practice*. Hamana Press. 1995.

23. Jarell W.M., Beverly R.B. The dilution effect in plant nutrition studies. *Advances in Agronomy*. 1981. V. 34. P. 197-224.

24. ДСТУ 3768:2010. Пшениця. Технічні умови: [Чинний від 2010-31-03]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 14 с. (Національний стандарт України).

25. Пат. № 17023 Україна, МПК (2006.09) A01H 1/04. Спосіб непрямої оцінки «сили» борошна — седиментація SDS-30. О.І. Рибалка, М.В. Червоніс, М.Г. Парфентьев, Д.В. Аксельруд; заявник і патентовласник Селекційно-генетичний інститут — Національний центр насіннєзнавства та сортівивчення. № u200610062; заявл. 06.02.2006; вид. 15.09.2006. 6 с.

26. Чеботар Г.О., Олійник О.Є., Лавриненко Ю.О., Чеботар С.В. Апробація маркерного аналізу гена *TaShRK2.8-A* на українських сортах пшениці м'якої озимої. *Вісник Одеського Національного Університету. Біологія*. 2020. Т. 25, вип. 2. № 47. С. 83-94. doi: 10.18524/2077-1746.2020.2(47).218456

27. Моцний І.І., Нарган Т.П., Наконечний М.Ю. та ін. Різноманіття похідних віддаленої гібридизації озимої пшениці за стійкістю до хвороб та іншими чужинними ознаками. *Вісник Одеського Національного Університету. Біологія*. 2021. Т. 26,

вип. 2. № 49. С. 51-72. doi: 10.18524/2077-1746.2021.2(49).246884

28. Mourad A.M.I., Ali A., Baenziger P.S. et al. Broad-spectrum resistance to fungal foliar diseases in wheat: recent efforts and achievements. *Frontiers in Plant Science*. 2024 (in press).

29. Моцний І.І., Благодарова О.М., Файт В.І. Ідентифікація 1В-1R транслокації та заміщення у інтрогресивних ліній озимої пшениці за допомогою біохімічних маркерів. *Збірник наукових статей. Геном рослин. Оdesa: Інтерпрінт*, 2008. С. 98-101.

30. McIntosh R.A., Yamazaki Y., Dubcovsky J. et al. Catalogue of gene symbols for wheat. *National Bioresource Project-Wheat. Wheat Genetic Resources Database. Catalogue of Gene Symbols*. URL: <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/download.js>

31. Галаєв О.В., Сиволап Ю.М. Характеристика сортів пшениці м'якої української і російської селекції за алелями локусу *csLV34*, зчепленого з геном мультипатогенної стійкості *Lr34/Yr18/Pm38*. *Питологія і генетика*. 2015. Т. 49. № 1. С. 18-25.

32. Juliana P., Rutkoski J.E., Poland J.A. et al. Genome-wide association mapping for leaf tip necrosis and pseudo-black chaff in relation to durable rust resistance in wheat. *Plant Genome*. 2015, V. 8. № 2. P. 1-12. doi: 10.3835/plantgenome2015.01.0002

33. Міщенко Л.Т., Антіпов О.І., Дуніч А.А., Гринчук К.В. Смугаста мозаїка пшениці та жовта карликовість ячменю в Лісостепу і Степу України. *Карантин і захист рослин*. 2014. №2. С. 4-8. URL: <https://kr.ipp.gov.ua/index.php/journal/issue/view/44>

34. Mishchenko L., Dunich A.A., Mishchenko I. et al. Influence of climate changes on wheat viruses variability in Ukraine. *Agriculture and Forestry*. 2017. Vol. 63 (4). P. 43-50. DOI:10.17707/AgricultForest.63.4.04

35. Singh N.K., Shepherd K.W., McIntosh R.A. Linkage mapping of genes for resistance to leaf, stem and stripe rusts and ω -secalins on the short arm of rye chromosome 1R. *Theoretical and Applied Genetics*. 1990. V. 80. № 5. P. 609-616. doi: 10.1007/BF00224219

36. Литвиненко М.А., Топал М.М. Ефекти пшенично-житніх транслокацій 1AL/1RS 1 1BL/1RS на якість зерна у сортів пшениці м'якої озимої. *ScienceRise*. 2015. № 3.1 (8). С. 82-87.

37. Reynolds M., Dreccer F., Trethowan R. Drought adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces. *Journal of Experimental Botany*. 2007, V. 58, №. 2. P. 177-186. doi: org/10.1093/jxb/erl250

¹Motsnyi I., ORCID: 0000-0002-1812-9481

¹Fanin Ya., ORCID: 0000-0002-2192-9199

¹Molodchenkova O., ORCID: 0000-0003-2511-0866

¹Balvinska M., ORCID: 0000-0003-0404-9787

²Dashchenko A., ORCID: 0009-0000-9943-0710

²Mishchenko I., ORCID: 0000-0002-2919-8546

³Dunich A., ORCID: 0000-0001-9614-3441

³Mishchenko L., ORCID: 0000-0003-0697-6971

¹Plant Breeding and Genetics Institute — National Center of Seed and Cultivar

Investigation, 3 Ovidiopol'ska doroga str., Odesa, 65036, Ukraine

²National University of Life Resources and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 03040, Ukraine

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

Breeding value of new genetic sources of bread wheat resistance to fungal and viral diseases

Goal. Evaluation of the best advanced introgression wheat lines with different levels of resistance to fungal and viral diseases by yield performance and quality parameters. **Methods.** The field research was conducted on the experimental fields of the PBGI-NCSCI in 2020—2024. The study involved 18 introgression lines of different origin. The lines were studied for yield, protein content, sedimentation values and resistance to rust diseases, powdery mildew and barley yellow dwarf virus (BYDV) using conventional methods; the data were processed by analysis of variance. Cultivars that are most common in southern Ukraine and are zonal standards of yield and adaptability were used as controls. **Results.** The studied introgression lines have showed different responses to disease infection. Most of the lines were resistant to rust species, but affected by BYDV and Septoria leaf blotch. In some lines, high group resistance to diseases, conferred by a combination of wheat and alien genes for resistance, was observed. The studied lines were predominantly inferior to the most yielding standard cultivars Kuyalnyk and Shchedrist' by 3.6—28.5% in terms of yield, but prevailed or had the same yield compared to the other two standards (Hoduval'nytsya and Koloniya). Some lines have been identified to have yield results at the level of the most productive standard cultivars across the years. Almost half of the studied lines accumulated more protein content than the standards regardless on the year, but were inferior to the standards in terms of protein yield due to lower grain yield.

Conclusions. A significant positive effect of alien disease resistance genes on protein content, weight of 1000 grains and sedimentation value was found according to the results of the study. The studied introgression lines can be considered as donors of economically valuable traits and be involved in breeding programs for wheat improvement.

bread winter wheat (*Triticum aestivum* L.); yield; disease resistance; grain quality; wide hybridization

Надійшла до редакції: 10.04.2025

Прийнята до друку: 10.05.2025

Надруковано й опубліковано онлайн: червень 2025

ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ

кореневих гнилей на рослинах *Hordeum vulgare* L.

Мета. Розробити методики складання короткострокового прогнозування сезонного розвитку кореневих гнилей ячменю ярого. **Методи.** Дослідження проводили за допомогою кореляційно-регресійних аналізів. Математичну обробку отриманих даних здійснювали методом дисперсійного аналізу. **Результати.** Встановлено високу достовірну кореляцію між показниками поширення та розвитку кореневих гнилей ячменю ярого за період дослідження, а також і впродовж сезонного розвитку хвороби в окремі роки. Одержані дані свідчать, що при прогнозуванні рівня ураженості ячменю ярого кореневими гнилями можна брати до уваги будь-який один із зазначених показників — або поширення хвороби, або її розвиток. Аналіз досліджень свідчить, що максимальне поширення та розвиток кореневої гнилі ячменю ярого залежать від дати прояву перших ознак хвороби. Статистичний аналіз даних свідчить про тенденцію до зниження поширення та розвитку кореневої гнилі ячменю ярого за більш пізнього прояву перших ознак хвороби. Отже, проведені дослідження дали змогу розробити та побудувати прогностичні моделі, за якими можна визначити поширення та розвиток кореневої гнилі ячменю ярого в поточному сезоні. **Висновки.** Проведений аналіз виявив, що за даними середньодобової позитивної температури можна достовірно прогнозувати рівень поширення та розвитку кореневої гнилі ячменю ярого. Статистичний аналіз даних свідчить про тенденцію до зниження поширення ($r = -0,44$) та розвитку ($r = -0,70$) кореневої гнилі ячменю ярого за пізнішого прояву перших ознак хвороби. Наведені матеріали дослідження та статистичний аналіз дають комплексну інформацію щодо прогнозування та регулювання фітопатогенного фону в агроценозах рослин ячменю ярого. Це важливо для сучасного аграрного виробництва і дозволяє передбачити початок або зміну розвитку кореневої гнилі на рослинах.

¹Д.Т. ГЕНТОШ,
кандидат сільськогосподарських наук

²Л.В. ГАВРИЛЮК,
доктор філософії

¹О.В. БАШТА,
кандидат біологічних наук

¹Д.Р. ОЛІФЕР

¹І.П. АРТЕМЧУК,
кандидат біологічних наук
¹Національний університет
біоресурсів і природокористування
України, Київ, вул. Героїв Оборони, 15,
03041, Україна

²Інститут агроекології
і природокористування НААН,
вул. Метрологічна, 12, м. Київ,
03143, Україна

хвороби; математичне моделювання; короткостроковий аналіз; фітопатогени

У XXI столітті практично в усіх галузях науки, особливо природничо-математичних, ефективно використовують методику моделювання, створення якої зумовлене розвитком людського пізнання і тісно пов'язане з перетворенням математики на універсальну мову і проникнення її в усі галузі суспільних наук. Математичне моделювання у біології на сучасному етапі є одним із найефективніших методів дослідження і визначення оптимальних форм розв'язання біологічних проблем, що дає змогу проаналізувати кількісні характеристики предметів як у статичному, так і динамічному режимах, широко використовуючи при цьому електронно-обчислювальну техніку [1, 2].

Ячмінь ярий уражується багатьма хворобами переважно паразитичної природи. Недо-

бір врожаю цієї культури від комплексу хвороб може сягати у середньому від 12 до 18%, а в роки масового розмноження патогена — 50%, іноді й більше. Найбільшої шкоди рослинам завдають кореневі гнилі, а саме гельмінтоспоріозна, фузаріозна, офіобольозна, пітіозна, ризоктоніозна та церкоспорельозна кореневі гнилі [3–6].

Науковці N.N. Lou та ін., A.A. Postovalov та ін, а також M. Narba та ін прийшли до висновку, що кореневі гнилі є однією з найбільш численних і шкідливих хвороб зернових злакових культур, у тому числі ячменю ярого, у всіх зонах їх вирощування [7–11]. Для ефективного контролю хвороби даного типу істотне значення має своєчасне врахування особливостей розвитку хвороби.

За даними T.T. Matengu, P.R. Bullock, M.S. Mkhabela та ін. моделювання ризику кореневих гнилей з використанням метеорологічних даних відіграє важливу роль в контролі захворювань сільськогосподарських культур. Контроль кореневих гнилей за допомогою фунгіцидів знижує втрати врожаю, пов'язані з хворобою. Однак, коли погодні умови несприятливі для прояву хвороби, застосування фунгіцидів може бути недоцільним. Фунгіциди слід використовувати помірковано, лише за наявності збудника хвороби та сприятливих погодних умов [12, 13].

Прогнозування розвитку хвороб рослин ускладнюється тим, що потребує розглядання динаміки щонайменше двох популяцій (рослин-господарів та збудників) із урахуванням особливостей ґрунтових умов і метеорологічних показників.

Відомі спроби пов'язати перебіг деяких вирішальних етапів інфекційного циклу та рівень розвитку хвороби з тими чи іншими чинниками, або їхньою сукупністю, та використати дані для складання прогнозів [14].

Прогнозування спалаху хвороби рослин або її розвитку, інфекційного та латентного періодів у більшості випадків базується на регресійних моделях, які поширені у багатьох природничих науках. Будь-яка модель адекватно описує процеси в тій області визначення, в якій одержано її параметри [15, 16].

Деякі прогнози є значно точнішими, якщо їх базувати на прямих спостереженнях у польових умовах конкретного року. З великої кількості елементів взаємодії рослини-господаря та збудника хвороби, що відбуваються в полі, можна відтворити у лабораторних умовах лише окремі найпростіші процеси. Наявність у польових умовах двох або більше збудників хвороб, додатковий вплив шкідливих комах, несприятливих погодних умов вносить суттєві корективи у прогнози [17, 18].

На рослину-господаря, збудника та хворобу впливають чинники, які взаємодіють між собою, внаслідок чого можуть виникати ефекти як синергізму, так і антагонізму. Серед таких чинників провідними є метеорологічні показники, які зумовлюють сприйнятливність рослин до інфекції, рівень патогенності збудника, темпи сезонного розвитку рослини-господаря, тривалість інкубаційного періоду, окремих стадій розвитку рослини-господаря та хвороби [19, 20]. Тому в основу прогнозування поширення хвороб можуть бути покладені інформаційні прояви дії зв'язків між показниками їхнього розвитку та чинниками, що на них впливають.

Мета роботи — розробити методики складання короткострокового прогнозу сезонного розвитку кореневих гнилей на рослинах ячменю ярого. Короткострокове прогнозування потрібне для визначення дати появи, максимуму та дати згасан-

ня епізоотії протягом сезону, а також визначення очікуваного рівня ураженості ячменю ярого кореневими гнилями.

Методи. Протягом 2017—2021 рр. в умовах НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» вивчали вплив метеорологічних факторів (температура та вологість ґрунту) на розвиток кореневих гнилей ячменю ярого. У роки досліджень погодні умови були сприятливими для вирощування досліджуваної культури.

Об'єктом дослідження був сорт ячменю ярого Аватар (Селекційно-генетичний інститут — Національний центр насіннезнавства та сортовивчення НААН).

Ґрунти дослідної ділянки — чорноземі глибокi малогумусні середньо-суглинисті. Вміст гумусу в орному шарі — 4,2—4,5%. Агротехніка — загальноприйнята для ячменю ярого.

Облік ураженості ячменю ярого кореневими гнилями проводили за загально визначеною методикою. З кожного варіанта викопували 100 рослин, промивали їхню кореневу систему та стебла. У кожній пробі підраховували кількість здорових та уражених рослин. Ураженість визначали візуально, проглядаючи прикореневу та кореневу частину рослин. Обліки проводили у фази повних сходів та кущіння. Під час вегетації визначали енергію проростання та польову схожість на 3-й, 6-й та 9-й дні.

Прогнозували розвиток кореневих гнилей ячменю ярого за допомогою кореляційно-регресійних аналізів [21, 22].

Перед збиранням врожаю, у фазу повного дозрівання, відбирали зразки рослини ячменю ярого (по 33 шт.) та робили їхній структурний аналіз. Збирали врожай вручну.

Ознаки кореневої гнилі ячменю ярого проявляються щорічно. Проте рівень поширення та розвитку хвороби варіює за фазами розвитку рослин та роками. Через відміни діапазонів змін поширення та розвитку кореневої гнилі у фази сходів та кущіння ячменю ярого, поняття «дуже високого», «високого», «середнього» чи «низького» рівнів цих показників відповідають різним кількісним виразам. Мінімальне поширення кореневої гнилі (45%) ячменю ярого у період цвітіння не завжди більше максимального поширення (45%) у період сходів. У зв'язку з цим розроблено шкалу абсолютних значень поширення та розвитку кореневої гнилі (табл. 1). Математичну обробку отриманих даних здійснювали методом дисперсійного аналізу [23].

Результати та обговорення.

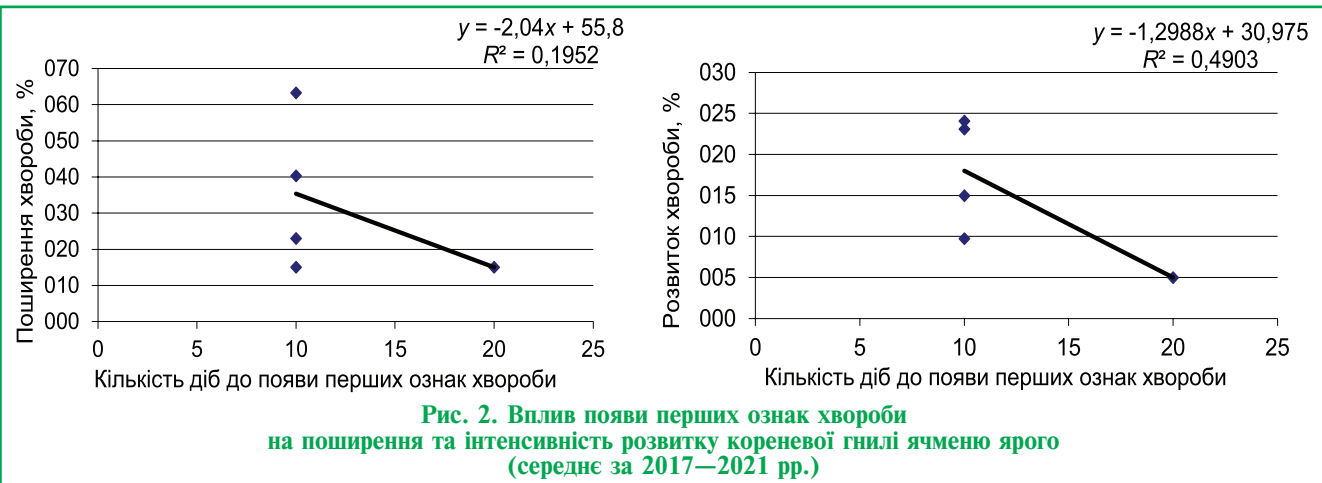
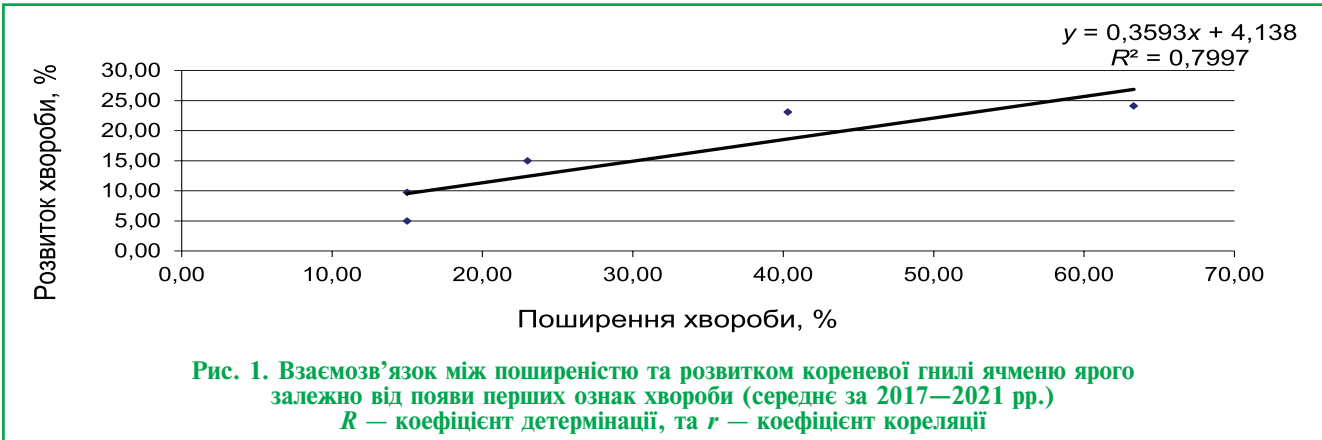
Взаємозв'язок між поширеністю та розвитком кореневої гнилі ячменю ярого визначали залежно від прояву перших ознак хвороби. За результатами дослідження встановлено, що кореневі гнилі ячменю ярого мають високу достовірну кореляцію ($r = 0,89$) як між показниками поширення та розвитку за період дослідження з 2017 по 2021 рр., так і впродовж сезонного розвитку хвороби в окремі роки (від $r = 0,79$ у 2017 р. до $r = 0,99$ у 2020 р.) (рис. 1).

Одержані дані свідчать, що при прогнозуванні рівня ураженості ячменю ярого кореневими гнилями можна брати до уваги будь-який один із зазначених показників — або поширення хвороби, або її розвиток (рис. 2).

Аналіз досліджень свідчить, що максимальне поширення та розвиток кореневої гнилі ячменю ярого залежать від дати прояву перших ознак хвороби.

1. Поширення та розвиток кореневої гнилі ячменю ярого у фазу сходів рослин і відповідна оцінка в балах (сорт «Аватар», 2017—2021 рр.)

Бали — рівень	Поширення хвороби, %	Розвиток хвороби, %
1 — низький	≤15	≤10
2 — середній	16 — 25	10 — 20
3 — високий	≥26 — 45	≥21 — 30
4 — дуже високий	≥46 — 50	≥30



Статистичний аналіз даних багаторічних досліджень вказує на тенденцію до зниження поширення ($r = -0,44$) та розвитку ($r = -0,70$) кореневої гнилі ячменю ярого за пізнішого прояву перших ознак хвороби.

Також досліджували вплив строків появи перших ознак кореневої гнилі та суми середньодобових температур від сівби до прояву перших ознак хвороби на поширення та розвиток кореневої гнилі ячменю ярого (табл. 2).

2. Вплив строків появи перших ознак хвороби та суми середньодобових температур від сівби до появи перших ознак хвороби на поширення та розвиток кореневої гнилі ячменю ярого (сорт Аватар, 2017—2021 рр.)

Строки сівби	Строки появи перших ознак хвороби	Кількість днів від сівби до появи перших ознак	*Σ с.д. t від сівби до появи перших ознак хвороби	Сходи	
				Уражено рослин, %	Розвиток хвороби, %
18.04.2017	8.05.2017	20	189,9	23	15,25
19.04.2018	29.04.2018	10	164,6	45	20,5
15.04.2019	25.04.2019	10	166,8	40	18,5
12.04.2020	12.05.2020	30	236,1	15	3,75
11.04.2021	01.05.2021	20	159,5	25	9,75

Примітка: *Σ с.д. t — сума середньодобових температур.

Дослідженнями встановлено, що поширення кореневої гнилі було вищим за більшої тривалості наявних ознак ураження ячменю ярого хворобою. У середньому тривалість періоду інфікованості рослини становила до 50 діб, у роки сильної ураженості — до 60, а слабкої — до 40 діб.

Визначали залежності поширення та інтенсивності розвитку кореневої гнилі ячменю ярого від тривалості періоду з моменту сівби культури до появи перших

ознак хвороби. Статистичний аналіз даних за 5 років свідчить, що поширення та інтенсивність розвитку кореневої гнилі ячменю ярого була вищою за появи перших ознак хвороби до 10-ти діб ніж до 30-ти діб ($r = -0,66$; $r = -0,88$) (рис. 3).

Статистичний аналіз залежності поширення та інтенсивності розвитку кореневої гнилі ячменю ярого від тривалості періоду від моменту сівби культури до появи перших ознак хвороби показує тісні прямі кореляційні зв'язки.

Залежність суми позитивних середньодобових температур від кількості діб до прояву перших ознак хвороби на рослинах ячменю ярого наведено на рисунку 4.

Результати дослідження показали, що чим більше часу проходило від сівби до появи перших ознак хвороби, тим вища накопичувалась сума середньодобових позитивних температур повітря під час проведених досліджень ($r = 0,97$). Встановлено залежність поширення кореневої гнилі

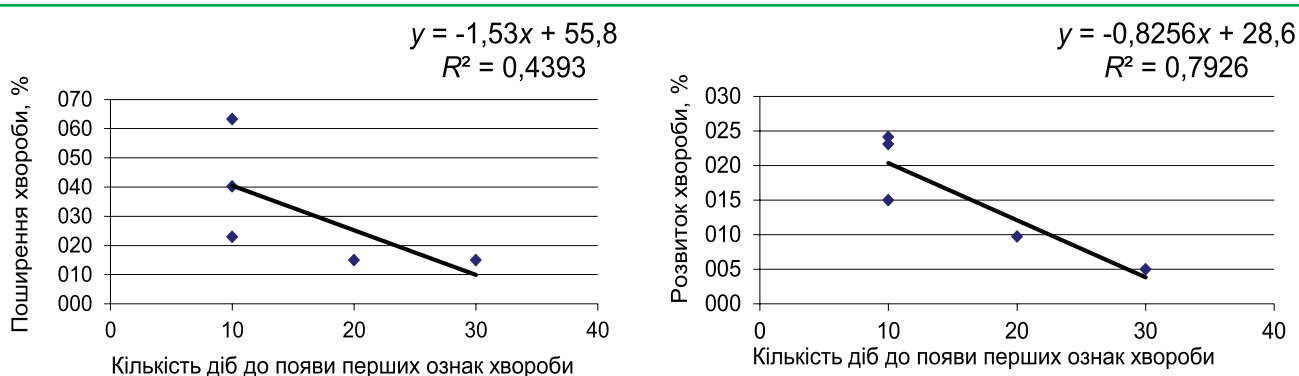


Рис. 3. Залежність поширення та інтенсивності розвитку кореневої гнилі ячменю ярого від тривалості періоду від сівби до появи перших ознак хвороби (ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція», 2017–2021 рр.)

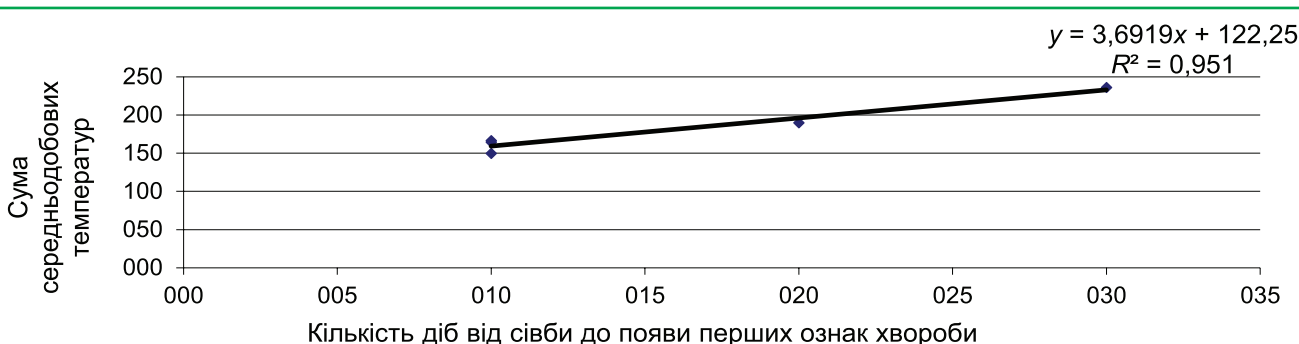


Рис. 4. Залежність суми позитивних середньодобових температур від кількості днів до появи перших ознак хвороби (ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» 2017–2021 рр.)

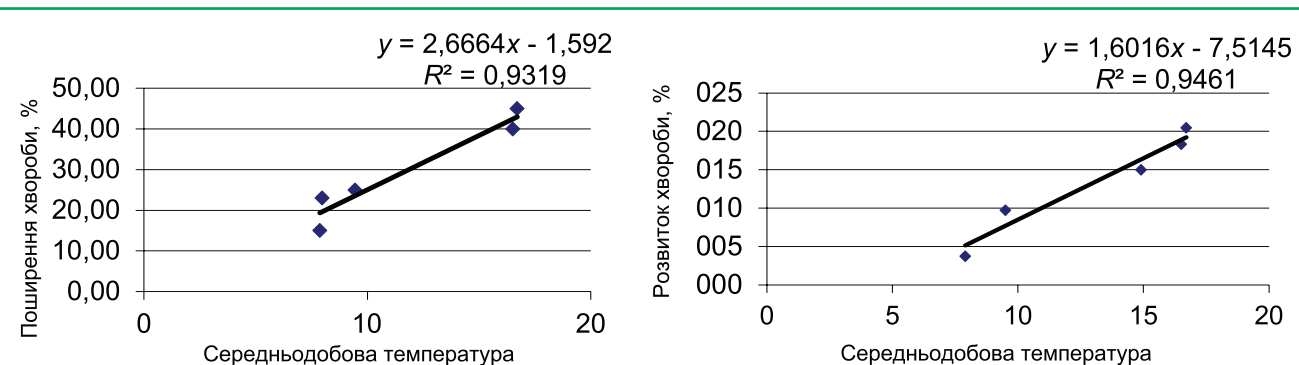


Рис. 5. Залежність поширення та інтенсивності розвитку кореневої гнилі ячменю ярого від середньодобової позитивної температури до появи перших ознак хвороби (ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція», 2017–2021 рр.)

від середньодобової позитивної температури до моменту появи перших ознак хвороби (рис. 5).

Результати статистичного аналізу свідчать, що поширення кореневої гнилі ячменю ярого залежало від позитивної середньодобової температури повітря, яка накопичувалася до дати появи перших ознак хвороби ($r = 0,88$).

Аналогічну залежність встановлено між інтенсивністю розвитку кореневої гнилі від се-

редньодобової позитивної температури до моменту прояву перших ознак хвороби (рис. 5).

Статистичний аналіз показав ще тіснішу пряму кореляційну залежність інтенсивності розвитку кореневої гнилі від середньодобової температури, яка накопичувалася до дати появи перших ознак хвороби ($r = 0,97$).

Кореляційний аналіз дав змогу побудувати прогностичні моделі, за якими можна визначити по-

ширення та розвиток кореневої гнилі ячменю ярого в поточному сезоні, а саме: $Y_1 = 2,6889X - 5,6246$, для поширення хвороби; $Y_2 = 1,6016X - 7,5145$, для інтенсивності розвитку хвороби (X — поширення та розвиток хвороби, Y — кількість днів до появи перших ознак).

Отже, проведені дослідження та статистичний аналіз дають змогу прогнозувати та регулювати фітопатогенний фон в агро-

ценозах рослин ячменю ярого, передбачати початок або зміну тяжкості захворювань кореневи-ми гнилями. Впровадження про-гностичних моделей щодо визна-чення поширення та розвитку кореневих гнилей ячменю ярого дадуть змогу зменшити шкодо-чинність хвороби та підвищити якість врожаю.

ВИСНОВКИ

За даними середньодобової позитивної температури можна достовірно прогнозувати рівень поширення та розвитку корене-вої гнилі ячменю ярого. Мак-симальне поширення та роз-виток кореневої гнилі ячменю ярого залежать від дати прояву перших ознак хвороби. Статис-тичний аналіз даних багато-річних досліджень свідчить про тенденцію до зниження поши-рення ($r = -0,44$) та розвитку ($r = -0,70$) кореневої гнилі яч-меню ярого за пізнішого прояву перших ознак хвороби. Отже, на-ведені матеріали дослідження та статистичний аналіз дають мож-ливість володіти комплексною інформацією щодо прогнозуван-ня та регулювання фітопатоген-ного фону в агроценозах рослин ячменю ярого. Така інформація дозволяє передбачити початок або зміну тяжкості захворювань кореневи-ми гнилями. Впрова-дження прогностичних моделей щодо визначення поширення та розвитку кореневих гнилей ячме-ню ярого дасть можливість змен-шити шкідливість хвороби та під-вищити якість врожаю й еколо-гічну безпеку агроecosystem.

Фінансування: дослідження проводили відповідно до дер-жавної тематики: «Теоретично-методичне обґрунтування ви-користання нових потенційних антифунгальних агентів — по-хідних азотовмісних гетеро-циклів» (ДР № 0116U001604, 2016—2018 рр.); «Обґрунтування концепції створення сталих урбо-фітоценозів з підвищеною стій-кістю до біотичних та абіотичних факторів» (ДР № 0117U002644, 2019 р.).

Конфлікт інтересів: автори де-

кларують відсутність конфлікту інтересів щодо представлених матеріалів дослідження та статис-тичного аналізу в статті.

ЛІТЕРАТУРА

- Fenu G., Mallocci F.M. (2021). Forecasting plant and crop disease: an explorative study on current algorithms. *Big Data and Cognitive Computing*, 5(1), 2. <https://doi.org/10.3390/bdcc5010002>
- Gilligan C.A. (2024). Developing Predictive Models and Early Warning Systems for Invading Pathogens: Wheat Rusts. *Annual Review of Phytopathology*, 62. <https://doi.org/10.1111/ppa.13839>
- Hetman, Y.V. (2024). The influence of chemical and biological poisoners on the spread of root rot pathogens and spring barley productivity. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Agronomy and Biology*, 55(1), 56-62. <https://doi.org/10.32782/agro-bio.2024.1.8>
- Vozhegova, R., Zayets, C., Fundirat, K., Onufrat, L., & Yuzuk, S. (2021). Effectiveness of biological and chemical fungicides in the fight against pathogens of fungal diseases on winter barley crops under irrigation conditions. *Herald of Agrarian Science*, 99(11), 67-74 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202111-09>
- Al-Sadi, A.M. (2021). Bipolaris sorokiniana-induced black point, common root rot, and spot blotch diseases of wheat: A review. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 11, 584899. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2021.584899>
- Leng, Y., Du, Y., Fiedler, J., Haridas, S., Grigoriev, I.V., & Zhong, S. (2024). A Telomere-to-Telomere Genome Assembly Resource of Bipolaris sorokiniana, the Fungal Pathogen Causing Spot Blotch and Common Root Rot Diseases in Barley and Wheat. *PhytoFrontiers*, 4(2), 247-250. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-FR-08-23-0108-A>
- Loy, N.N., Sanzharova, N.I., Gulina, S.N., Vorobiyov, M.S., Koval, N.N., Doroshkevich, S.Y., ... & Suslova, O.V. (2019). Influence of electronic irradiation on the affection of barley by root rot. In *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1393, № 1. 012107. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1393/1/012107>
- Postovalov, A.A. (2021). The role of mineral fertilizers for controlling spring barley root rot development. In *JOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 624(1). 012089. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/624/1/012089>
- Harba, M., Jawhar, M., & Arabi, M.I.E. (2020). In vitro antagonistic activity of diverse Bacillus species against Cochliobolus sativus (Common root rot) of barley. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 55(1), 35-42. <https://doi.org/10.1556/038.55.2020.012>
- Rysbekova, A.M., & Sultanova, N.Z. (2022). Biological make-up of soil and seed infection by the root rot pathogen (Bipolaris sorokiniana) of barley in the Southeastern Region of Kazakhstan. *Rhizosphere*, 22, 100536. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2022.100536>
- Bozoglu, T., Derviş, S., Imren, M., Amer, M., Özdemir, F., Paulitz, T.C., ... & Özer, G. (2022). Fungal pathogens associated with crown and root rot of wheat in central, eastern, and southeastern Kazakhstan. *Journal of Fungi*, 8(5), 417. <https://doi.org/10.3390/jof8050417>
- Matengu, T.T., Bullock, P.R., Mkhabela, M.S., Zvomuya, F., Henriquez, M.A., Ojo,

E.R., & Fernando, W.D. (2024). Weather-based models for forecasting Fusarium head blight risks in wheat and barley: A review. *Plant Pathology*, 73(3), 492-505. <https://doi.org/10.1111/ppa.13839>

13. Chaloner, T.M., Gurr, S.J., & Bebber, D.P. (2021). Plant pathogen infection risk tracks global crop yields under climate change. *Nature Climate Change*, 11(8), 710-715. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01104-8>

14. Nishad, R., Ahmed, T., Rahman, V.J., & Kareem, A. (2020). Modulation of plant defense system in response to microbial interactions. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1298. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01298>

15. Khattab, A., Habib, S.E., Ismail, H., Zayan, S., Fahmy, Y., & Khairy, M.M. (2019). An IoT-based cognitive monitoring system for early plant disease forecast. *Computers and Electronics in Agriculture*, 166, 105028. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105028>

16. Basso, B., & Liu, L. (2019). Seasonal crop yield forecast: Methods, applications, and accuracies. *advances in agronomy*, 154, 201-255. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2018.11.002>

17. Su, J., Zhao, J., Zhao, S., Li, M., Shang, X., Pang, S., ... & Wang, X. (2020). Genetic Determinants of Wheat Resistance to Common Root Rot (Spot Blotch), Fusarium Crown Rot, and Sharp Eyespot. *Biorxiv*, 2020-07. <https://doi.org/10.1101/2020.07.30.228932>

18. Sadenova, M., Kulenova, N., Gert, S., Beisekenov, N., & Levin, E. (2023). Innovative Approaches for Improving the Quality and Resilience of Spring Barley Seeds: The Role of Nanotechnology and Phytopathological Analysis. *Plants*, 12(22), 3892. <https://doi.org/10.3390/plants12223892>

19. Czembor, E., Kaczmarek, Z., Pilarczyk, W., Mańkowski, D., & Czembor, J.H. (2022). Simulating spring barley yield under moderate input management system in Poland. *Agriculture*, 12(8), 1091. <https://doi.org/10.3390/agriculture12081091>

20. Lecerf, R., Ceglar, A., López-Lozano, R., Van Der Velde, M., & Baruth, B. (2019). Assessing the information in crop model and meteorological indicators to forecast crop yield over Europe. *Agricultural systems*, 168, 191-202. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2018.03.00>

21. Gentosh, D.T., Hlymiazny, V.A., Bash-ta, O.V., Voloshchuk, N.M., Shmyhel, T.S., Kovalyshyna, H.M., Makarchuk, O.M., Dmytrenko, Y.M., Stankevych, S.V., Shapetko, E.V. (2021). Prognosis the harmfulness of barley rust. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(3), 65-69. https://doi.org/10.15421/2021_144

22. Вергунова І.М. Основи математичного моделювання захисту рослин. Київ: Нора-принт, 2006. 236 с.

23. Марков І.Л., Пасічник Л.П., Ген-тош Д.Т. Практикум з основ наукових дослід-жень із захисту рослин: Навч. Київ: Аграр Медіа Груп, 2013. 263 с.

¹Gentosh D.,
ORCID: 0000-0001-8647-7843

²Havryliuk L.,
ORCID: 0000-0001-6901-0766

¹Bashta O.,
ORCID: 0000-0003-4682-1595

¹Olifer D.,
ORCID: 0009-0000-2088-0947

¹Artemchuk I.,
ORCID: 0009-0009-2003-1713

¹National University of Life and Environmental Sciences,

Kyiv, Heroiv Oborony, 15,
Ukraine, 03041,

²Institute of Agroecology and Environmental
Management of NAAS, Metrologichna, 12,
Kyiv, 03143, Ukraine

Forecasting the level of growth and development of root rots on *Hordeum vulgare* L. plants

Goal. To develop short-term forecasting methods for the seasonal development of root rots of spring barley.

Methods. The studies were carried out using correlation-regression analysis. Mathematical processing of the obtained data was performed using analysis of variance. **Results.** A high and statistically significant correlation was established between the indicators of spread and development of root rots of spring barley during the study period, as well as during the seasonal develop-

ment of the disease in individual years. The obtained data show that when forecasting the level of infestation of spring barley with root rots, either one of the two indicators-disease spread or disease development-can be taken into account. The research analysis indicates that the maximum spread and development of root rot depend on the timing of the first visible symptoms. Statistical analysis shows a tendency for decreased spread and development of spring barley root rots when the first symptoms appear later in the season. As a result, the research enabled the development and construction of predictive models that allow determining the spread and development of spring barley root rots during the current season. **Conclusions.** The conducted analysis revealed that based on the average daily positive temperature, it is possible to reliably forecast the level of spread and develop-

ment of spring barley root rots. Statistical analysis indicates a trend toward decreasing disease spread ($r = -0.44$) and development ($r = -0.70$) with a later onset of the first symptoms. The presented research data and statistical analysis provide comprehensive information on forecasting and regulating the phytopathogenic background in agroecosystems of spring barley, which is essential for modern agricultural production. This enables timely prediction of the onset or changes in the development of root rot diseases in plants.

**diseases; mathematical modeling;
short-term analysis; phytopathogens**

Надійшла до редакції: 26.03.2025

Прийнята до друку: 03.04.2025

Надруковано й опубліковано онлайн:
червень, 2025

УДК 595.132:632.7

© А.М. Ковтун, 2025

DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2025.2.16-20>

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЇ АНАЛІЗУ НЕМАТОДОЗІВ КОМАХ

Мета. Удосконалення методичного підходу до гельмінтологічного аналізу комах як важливої складової частини інфекційних патологій комах на прикладі паразитарної системи «комах-хазяїн *Galleria mellonella* — нематоди *Rhabditida*». **Методи.** Методологічну основу дослідження становлять дані багаторічних власних досліджень, присвячених вивченню ентомопатогенних нематод (*Nematoda*: *Rhabditida*: *Steinernematidae*, *Heterorhabditidae*) в агроценозах України (у період 2016—2024 рр.), а також сучасні наукові праці українських і зарубіжних вчених щодо особливостей методів гельмінтодіагностики комах. Використовували загальнонаукові та спеціальні методи досліджень, зокрема теоретичні, польовий, лабораторний і математико-статистичний. **Результати.** Удосконалено науково-методичний підхід до гельмінтологічного аналізу комах (на прикладі *G. mellonella* L., 1758) у розрізі інфекційних патологій комах,

А.М. КОВТУН,

кандидат сільськогосподарських наук
ТОВ «Інститут агробіології»,
бульв. Вацлава Гавела, 4, корп. 45,
м. Київ, 03067, Україна

що ґрунтується на застосуванні оригінальної «ентомогельмінтологічної формули» для вивчення видового складу та стану гельмінтів (*Nematoda*: *Rhabditida*) після повного гельмінтологічного розтину комах. **Висновки.** Застосування методу повних гельмінтологічних розтинів комах сумісно з оригінальною «ентомогельмінтологічною формулою» дає можливість не тільки кількісно деталізувати, але і якісно описати характер патологічних змін у комах (*Insecta*), що розвиваються на тлі гельмінтної (нематодної) інфекції (*Nematoda*). Результати проведених досліджень можуть бути застосовані при ентомологічних до-

слідженнях після збору та ідентифікації комах, уражених нематодами — паразитами (патогенами) комах.

патологія комах; ентомопатогенні нематоди (ЕПН); нематодози; комахи-шкідники; топічна спеціалізація

Гельмінти є причиною хвороб (гельмінтозів), а також загибелі комах різних видів. Паразитизм нематод у комах є цікавим у біологічному і важливим у господарському значенні явищем. При цьому інвазія у комах викликає не такі виразні симптомні явища як в організмі хребетних тварин, що супроводжуються функціональними та морфологічними порушеннями.

Екологічна група «ентомонематод» об'єднана різними паразитичними формами (ентомопатогенними, ентомофільними, ін-

сектицидними, ентомогенними, ентомофагними тощо) та складається з представників різних таксонів. Усього відомо понад 1000 видів паразитичних ентомо-нематод, серед них є як екто- так і ендopаразити комах, які паразитують на всіх стадіях їхнього розвитку — від яйця до імаго, концентруючись у різних органах і тканинах у вигляді яєць, личинок або ж дорослих особин [1]. Деякі з них привертають значну увагу завдяки своїм перспективам, зокрема ентомопатогенні нематоди (далі — ЕПН) з родин *Steinernematidae* Chitwood et Chitwood, 1937 та *Heterorhabditidae* Poinar, 1976 (*Nematoda*: *Rhabditida*). У природі вони перебувають в облігатному мутуалістичному симбіозі з бактеріями родини *Enterobacteriaceae* Rahn, 1937, і в комплексі з ними характеризуються високими антибіотичними (ентомоцидними) властивостями. Вони знайшли широке застосування у захисті рослин щодо контролю різних комах-шкідників [2, 3].

В Україні дослідження ентомо-нематод переважно сконцентровані на представниках родин *Steinernematidae* та *Heterorhabditidae* з ряду *Rhabditida* [2–7], меншою мірою з рядів *Tylenchida*, *Aphelenchida* [8, 9], та ще меншою мірою з ряду *Mermithida* (родина *Mermithidae*) [10]. Дослідниками наводяться відомості з їх морфології, біології, географічного поширення, систематики, що базується на морфологічних даних, а також деяких молекулярних даних (у ряді *Rhabditida* зокрема). Розглянуто їхню роль у біологічному захисті, зокрема як природних регуляторів чисельності комах, більшість яких є шкідниками сільськогосподарських рослин, багаторічних і лісових насаджень (щодо ряду *Rhabditida*), чи деякими представниками комплексу «гнос» (щодо ряду *Mermithida*).

Ентомогельмінтологія — наука молода й мало вивчена у нашій країні на теоретичному та практичному рівнях серед широкого загалу фахівців-біологів (ентомологів, гельмінтологів) [11]. Зокрема, діагностування гельмінтозів (нематодозів) комах є трудомістким, оскільки патогенні, що їх спричиняють, — ентомопатогенні нематоди, мають мікроскопічні розміри, а методи вітальної (зжиттєвої) гельмінтодіагностики для членистоногих досі не розроблені достатньою мірою [2, 12–14].

Аналіз доступних українських джерел літератури [1, 9, 15, 16] свідчить про недостатній рівень методологічного забезпечення гельмінтологічного аналізу комах, яке б відповідало специфічним характеристикам предмета й об'єкта досліджень. У працях українських дослідників наведено деякі методики досліджень ентомо-нематод з рядів *Rhabditida*, *Tylenchida* та *Aphelenchida*, але такі дані зовсім відсутні для ряду *Mermithida*. Низка питань потребують удосконалення, зокрема щодо їхньої індикації у комах. Зважаючи на суттєвий брак такої інформації, та враховуючи, що цей напрям активно розвивається у сучасній українській нематології, постала гостра необхідність наукового обґрунтування методологічних положень до гельмінтологічного аналізу комах у розрізі інфекційних патологій комах.

Мета дослідження — розробка теоретико-методичного підходу до удосконалення гельмінтодіагностики комах на основі методу гельмінтологічного розтину (на прикладі комах-хазяїна *G. mellonella* та ЕПН з ряду *Rhabditida*), як важливої складової частини інфекційних патологій комах.

Матеріали і методи. В основу роботи покладені матеріали власних досліджень обстежень агроценозів в Україні з 2016 по 2024 р. Використано такі методи досліджень: теоретичні — аналіз та синтез, порівняльно-описовий, узагальнення науково-практичних та дослідницьких даних; польовий — обстеження агроценозів, закладання ґрунтових пасток із тест-комахами *G. mellonella* «*in situ*»; лабораторний — ізоляція та виділення ЕПН із загинблих комах-хазяїв, дослідження морфології та морфометрії ЕПН методами світлової мікроскопії, визначення родової (та/або видової) належності ЕПН, культивування та експериментальне зараження тест-комах *G. mellonella* «*in vivo*»; математико-статистичний (описова статистика).

Досліджували ентомопатогенів на базі лабораторії нематології Інституту захисту рослин НААН, лабораторії ТОВ «Інститут агробіології». Для розведення *G. mellonella* використовували «пасічну мерву», а також старі, ушкоджені та вибракувані стільники, їх вміщували у скляні трилітрові банки, які, в свою чергу, ставили до термостату при $27 \pm 2^\circ\text{C}$. У експериментах використовували личинки останньої вікової стадії, масою $0,20 \pm 0,03$ г (рис. 1).

З метою виявлення ЕПН у зібраних загинблих комах *G. mellonella*, із закладених ґрунтових пасток «*in situ*», застосовували метод повного гельмінтологічного розтину в кілька етапів у лабораторних умовах [9]. Увесь розтин про-



Рис. 1. Культивування великої воскової молі *G. mellonella* на «пасічній мерві»

водили у фізіологічному розчині концентрацією 0,65%, під стереоскопічним мікроскопом МБС-9 при збільшенні 28[×] та 56[×] разів.

Результати та обговорення. Під час ентомологічних досліджень, при обліку, зборі та ідентифікації комах-шкідників, важливо визначити, чи інфіковані вони збудниками хвороб, та яка частка інфікованих серед них. Результати попередніх досліджень [17] показали, що ентомопатогенні організми різної етіології (Nematoda, Fungi, Bacteria, Insecta), які викликають інфекційні та паразитарні захворювання комах у формі моно- та змішаної інфекцій, є невід'ємним компонентом біоти агроценозів. Найбільшу частку серед них займала нематодозна інфекція (збудники — нематоди з родів *Steinernema* Travassos, 1927 та *Heterorhabditis* Poinar, 1976).

У даній роботі, на основі попередньо сформованих наукових напрацювань, наведено методичний підхід до гельмінтологічного аналізу комах (личинок *G. mellonella*), уражених ЕПН (Nematoda: Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae). Використано метод гельмінтологічного розтину із запропонованою нами методикою, а саме — застосування оригінальної «ентомогельмінтологічної формули». Цей метод можна застосувати й до інших видів жертв — комах-хазяїв та представників групи ентомонематод інших рядів та родин.

Велика воскова міль *G. mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) — коха, що стала популярною моделлю при вивченні переважно бактеріальних і грибних інфекцій. Як зазначають дослідники [18], на відміну від інших тест-комах, вона має зручний розмір для маніпуляцій і може підтримуватися за температури 37[°]С. Її розведення низьке за собівартістю і не потребує додаткових лабораторних приміщень. Більше того, будучи безхребетною, вона не представляє етичних обмежень. Ці властивості роблять її придатною альтернативою для досліджень

інфекційних патологій, зокрема нематодозів.

Спосіб проникнення та подальша локалізація нематод у тілі жертви — коха-хазяїна (топічна специфічність), є вкрай важливими для пізнання механізмів розвитку патологічного процесу [19]. Застосування методу «повних гельмінтологічних розтинів» хребетних щодо членистоногих, зокрема комах, що був розроблений академіком К.І. Скрябіним — основоположником комплексної теоретико-прикладної гельмінтологічної науки (біолого-медико-ветеринарно-фітопатологічної), надзвичайно утруднене із-за дрібного розміру їхніх органів. Як стверджують українські фахівці-нематологи, метод гельмінтологічного розтину для виділення нематод з комах є цінним джерелом інформації про стан уражених комах, однак він потребує певних навичок виконавця [9].

Загалом, нами здійснено нематодологічний аналіз понад 300 екземплярів личинок *G. mel-*

lonella методом гельмінтологічного розтину з метою виявлення локалізації нематод у тканинах та органах комах (рис. 2). Виявлені ізоляти нематод із загиблих комах на основі морфолого-морфометричних характеристик віднесено до трьох видів ЕПН: *Steinernema carpocapsae* (Weiser, 1955) Wouts et al., 1982, *Steinernema* ex gr. «glaseri» з роду *Steinernema* Travassos, 1927 родини Steinernematidae; *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 з роду *Heterorhabditis* Poinar, 1976 родини Heterorhabditidae.

За вивчення видового складу та стану гельмінтів після повного гельмінтологічного розтину, щодо зараження нематодами різних органів комах накопичується чимала кількість даних аналізів. Їх буває важко зіставити за різноманітності складу гельмінтів. Для кращого огляду отриманих аналітичних даних запропоновано спосіб наочного написання результатів аналізів за допомогою «ентомогельмінтологічної формули» (далі — ЕГФ). Перераховані у

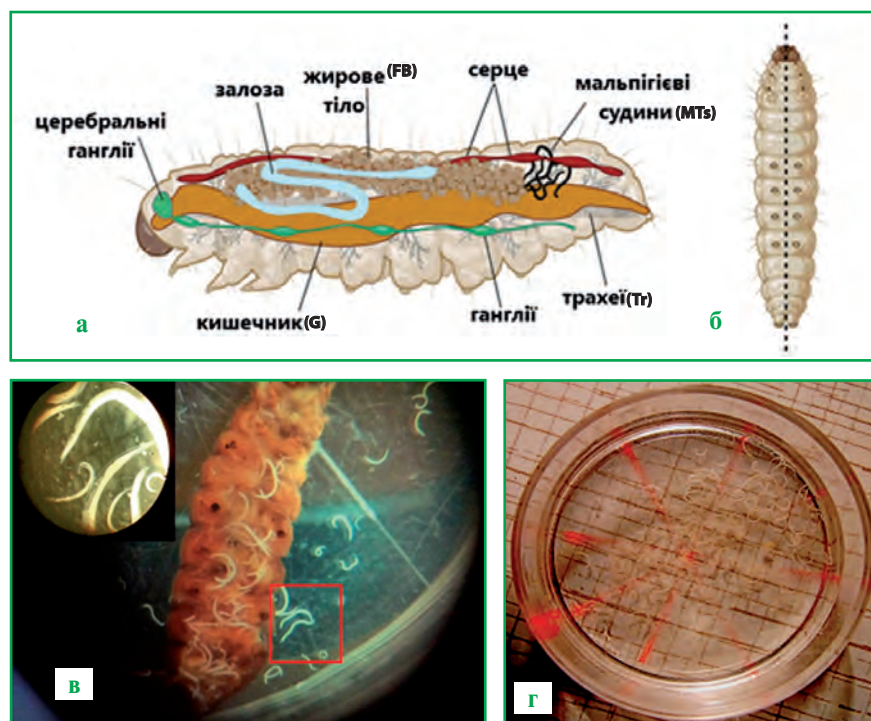


Рис. 2. Загальна анатомія личинок *G. mellonella* та проведення гельмінтологічного розтину *G. mellonella* під стереоскопічним мікроскопом: а — найбільш важливі тканини та органи личинок *G. mellonella*; б — серединний сагітальний розтин личинок *G. mellonella*; в — виділення нематод із зовнішнього (парістального) жирового тіла *G. mellonella*; г — загальна кількість нематод різних стадій у чашці Петрі, виділених із парістального жирового тіла *G. mellonella*.

Джерело: розроблено на основі Admella, Torrents (2023) [18].

коефіцієнтах (частках) — десяткових дробах чи відсотках (%) дані (= відносні величини структури адитивні) аналізу описують у вигляді математичної формули.

Спрощений вираз такої формули має вигляд:

$$\text{ЕГФ} = \frac{\Sigma S}{\Sigma T} = \frac{1}{100} (W), \quad (1)$$

де ЕГФ — ентомогельмінтологічна формула; ΣS — сума усіх видів гельмінтів (або сума статево-вікових стадій певного виду); ΣT — сума усіх місць розташувань у тілі комахи (частини тіла, органи); W — біомаса нематод (див. формулу 2).

Як правило, у нематології за опису видів нематод прийнято здійснювати основні морфолого-морфометричні виміри тіла, у т.ч. індекси Де Мана ($a = L/\text{MBD}$; $b = L/\text{ES}$; $c = L/T$) [20]. Із врахуванням індекса a (загальна довжина тіла/найбільша ширина тіла) можна вирахувати масу нематод (як свіжа маса, мкг) за формулою Андраші [21]:

$$W = (L^3/a^2)/(1,6 \times 10^6), \quad (2)$$

де W — маса нематод, мкг; L — довжина тіла нематоди, мкм; a — співвідношення довжини тіла до найбільшого діаметра тіла, мкм; $[1,6 \times 10^6]$ — const.

Показник біомаси нематод (W , мкг), на нашу думку, доцільно вираховувати і подавати у вигляді множника після дробу з метою подальшого встановлення відношення маси паразита (-ів) до маси хазяїна. За даними Hanel [22] біомасу доцільно вираховувати для дорослих нематод, а для личинок біомасу приймати за половину від дорослих стадій. Згідно з даними Andriuzzi & Wall [23] слід брати до уваги усі життєві стадії, у т.ч. і личинок, оскільки вони, як і дорослі особини, є активними компонентами трофічного ланцюга. Але деякими особинами, які, наприклад, знаходяться в процесі скидання старої кутикули, доцільно знехтувати, позаяк вони, (так вважають дослідники [22]) за розрахунку можуть завищувати дані щодо розмірів. На основі вимірювань нематод підраховують

середні значення маси нематод для виду (роду), а сума цих значень складе їхню загальну біомасу, тобто W (як свіжа маса, мкг) на особину.

У таблиці наведено основні умовні буквенні позначення, що використовуються в ЕГФ.

Символи та буквенні позначення, що використовуються в ЕГФ (в дужках опис символу; код символу Unicode)

Статева та вікова структура	
Y	личинка
L-I, L-II	личинка I стадії, II стадії і т.д.
♀	female (самиця; Unicode 2640)
♂	male (самець; Unicode 2642)
ad.	adults (доросла стадія)
lv.	larva (личинкова стадія)
Топічна спеціалізація (частини тіла, органи)	
←	anterior (передня частина тіла Unicode 21A4)
→	posterior (задня частина тіла Unicode 21A6)
↑	dorsal (дорсальна сторона тіла Unicode 21A5)
↓	ventral (вентральна сторона тіла Unicode 21A7)
◊	розташування паразита на поверхні тіла (Unicode 022E)
⊙	розташування паразита всередині тіла (Unicode 2A00)
H	head (голова)
T1..T3	thorax (груди із номером грудного сегмента)
A	abdomen (черевце)
fw	forewing (переднє крило)
hw	hindwing (заднє крило)
L	legs (ніжки)
G	gut (кишечник)
Tr	trachea (трахеї)
MTs	malpighian tubules (мільпигієві судини)
FB	fat boddy (жирове тіло)
tm	tergum (тергіт)
sm	sternum (стерніт)
pl	pleuron (плеврон)
Інше	
W	біомаса (за формулою Andrassy, 1956)
+	з'єднує різні елементи однієї категорії частин тіла чи органів
[]	відокремлення відповідних елементів однієї категорії
Джерело: розроблено автором	

Наприклад, при проведенні гельмінтологічного розтину комах та подальшому аналізі ЕГФ формула буде виглядати так:

$$G.mellonella_{lv.,0,20} [S.carp_{100}Y0,6♀0,3♂0,1] W, \text{ мкг} \quad (3)$$

Цю формулу складу і стану гельмінтів читають так: в 1 гусениці *G. mellonella* масою 0,20 г міститься 100 особин нематод виду *Steinernema carpocapsae*: личинок 0,6 частин, самиць 0,3 частин, самців 0,1 частин; 25% особин нематод зосереджено на дорсальній поверхні тіла комахи, 75% — всередині тіла, з яких 50% особин міститься в кишечнику, а 25% — в трахеях; свіжа маса нематод виду *S. carpocapsae* в організмі комахи-хазяїна *G. mellonella* становить W , мкг.

Користуючись такою формулою, зручніше порівнювати між собою аналізи і класифікувати проаналізованих комах-хазяїв за їхнім гельмінтологічним складом та топічною спеціалізацією. Запропоновані у таблиці та формулі (3) латинські позначення частин тіла комах можна замінити українськими літерами: К — кишечник; Т — трахеї, ЖТ — жирове тіло тощо. Однак, подібне позначення становитиме велику незручність, по-перше, воно суперечить загальноприйнятим позначенням частин латинськими літерами, а по-друге, індексація українськими літерами робить ЕГФ недоступними для розуміння в міжнародному масштабі.

Крім того, при виявленні й подальшому аналізі одного виду гельмінтів зручно замінити псевдодріб, що займає два рядки тексту, однорядковим написанням формули, відокремивши відповідні елементи квадратними дужками. Наприклад:

$$G.mellonella_{lv.,0,20} [S.carp_{100}Y0,6♀0,3♂0,1] [\textcircled{1}25\textcircled{75}(G50+Tr25)] W. \quad (4)$$

ВИСНОВКИ

Запропоновано удосконалений методичний підхід до гель-

мінтологічного аналізу комах як важливої складової частини інфекційних патологій комах, зокрема застосування оригінальної ЕГФ для отримання насамперед найбільш об'єктивної та повної інформації про гельмінтологічний стан інвазованих комах. Важаємо, що запропонований підхід забезпечить здійснення дієвого порівняння аналітичних даних уражених комах при ентомологічних обстеженнях, у т.ч. під час виникнення й розвитку епізоотій нематодної природи серед комах.

Фінансування: це дослідження не отримувало фінансування.

Конфлікт інтересів: автор декларує про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

- Білик М.О., Станкевич С.В., Забродіна І.В. Патологія комах-фітофагів. Харків: ФОП Бровін О.В., 2017. 185 с. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/24113/1/NP_patolohiya%20komakh_2017.pdf
- Ковтун А.М. Ідентифікація ентомопатогенних нематод Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae. Карантин і захист рослин. 2023. № 4. С. 21-31. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2023.4.21-31>
- Сігарьова Д.Д., Борзих О.І., Бондар Т.І. Ентомопатогенні нематоди родин Steinernematidae та Heterorhabditidae — поширення в Україні й ефективність застосування проти прихованоживучих комах. Нац. акад. аграр. наук України, Ін-т захисту рослин. Київ: Лазурит-Поліграф, 2021. 255 с.
- Стефановська Т.Р., Кава Л.П. Ефективність ентомопатогенних нематод проти борозенчастого скосаря (*Otiorrhynchus sulcatus* F.). Наукові доповіді НУБіП. 2012. Вип. № 5(34). URL: http://www.nbuuv.gov.ua/e-journals/Nd/2012_5/12str.pdf
- Yakovlev Ye. B., Kharchenko V.A., Mraček Z. Findings of Entomopathogenic Nematodes (Rhabditida, Steinernematidae) in Nature Reserves in Ukraine. Vestnik zoologii. 2014. Vol. 48(3). P. 167-173. <https://doi.org/10.2478/vzoo-2014-0023>
- Yakovlev Ye., Nermut J., Půža V. et al. New record of *Steinernema arenarium* (Artyukhovsky) (Rhabditida: Steinernematidae) from Ukraine and note on its distribution. Acta Parasitologica. 2017. Vol. 62(2). P. 255-264. <https://doi.org/10.1515/ap-2017-0032>
- Ковтун А.М. Нові знахідки локалітетів ентомопатогенних нематод родів *Steinernema* та *Heterorhabditis* (Nematoda: Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae) фауни України. Карантин і захист рослин. 2023. №2. С. 39-45. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2023.2.39-45>
- Andreieva Olena, Korma Oleksandr, Zhytova Olena et al. Beetles and nematodes associated with wither Scots pines. Central European Forestry Journal. 2020. Vol. 66(1). P. 49-59. <https://doi.org/10.2478/forj-2020-0001>
- Сігарьова Д.Д., Корма О.М. Соснова деревина нематода *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Bührer, 1934) Nickle: методи аналізу деревини та жуків-переносників. *Захист і карантин рослин*. 2005. Том 51. С. 163-175.
- Kaplich V.M., Sukhomlin E.B., Zinchenko A.P. On the Biological Regulators of Blood-sucking Blackflies (Diptera: Simuliidae) of Mixed Forests of Belorussian and Ukrainian Woodlands. Journal of Zoological Research. 2021. Vol. 03. P. 18-24. <https://doi.org/10.30564/jzr.v3i2.3101>
- Сігарьова Д.Д., Бондар Т.І., Нікішичева К.С., Ніколайчук Л.П. Основні етапи розвитку сільськогосподарської нематології. *Захист і карантин рослин*. 2021. Вип. 67. С. 212-228. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZiKr_2021_67_17
- Harry K. Kaya, Patricia S. Stock. Techniques in insect nematology. Editor(s): Lawrence A. Lacey, Manual of Techniques in Insect Pathology, Academic Press. 1997. P. 281-324. <https://doi.org/10.1016/B978-012432555-5/50016-6>
- Orozco R.A., Lee M.M., Stock S.P. Soil sampling and isolation of entomopathogenic nematodes (Steinernematidae, Heterorhabditidae). Journal of Visualized Experiments. 2014. Vol. 89. P. 1-8. <https://doi.org/10.3791/52083>
- Ковтун А.М. Особливості діагностики нематодозів комах, викликані ентомопатогенними нематодами з родин Steinernematidae та Heterorhabditidae (Nematoda: Rhabditida). Вирішення сучасних проблем у ветеринарній медицині: III Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція. м. Полтава, 15-16 лютого 2018 р. : тези доповіді. Полтава, 2018. С. 101-104. URL: <https://dspace.pdau.edu.ua/bitstreams/c0357811-bf42-406c-9f8b-2faa8bc2cbb8/download>
- Сігарьова Д.Д., Харченко В.В. Ентомопатогенні нематоди в агроценозах України та методи їх виявлення. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 4-5. С. 17-20. URL: <https://kr.ipp.gov.ua/index.php/journal/issue/view/16>
- Яковлев Є.Б., Харченко В.О. Методи вивчення ентомопатогенних нематод. Вісн. Київ. нац. ун-ту ім. Т. Шевченка. Біологія. 2015. Вип. 3(68). С. 51-54. http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKNU_biol_2015_1_15
- Kovtun A., Petrenko S. Frequency of occurrence and identification of nematodes among entomopathogenic organisms in agroecosystems of Ukraine. GEO&BIO. 2023. 24: 214-224. <https://doi.org/10.53452/gb2414>
- Admella Joana, Torrents Eduard. Investigating bacterial infections in *Galleria mellonella* larvae: Insights into pathogen dissemination and behavior. Journal of Invertebrate Pathology. 2023. Vol. 200. P. 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2023.107975>
- Nguyen K.B., Smart G.C. Mode of entry and site of development of *Steinernema scapterisci* in mole crickets. J Nematol. 1991. Vol. 23. P. 267-268. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2619153/>
- Сігарьова Д.Д., Пилипенко Л.А., Борзих О.І., Ковтун А.М. Сільськогосподарська нематологія. Київ: Аграрна наука, 2017. 340 с.
- Andrassy I. Die rauminhalt und gewichtsbestimmung der fadenwurm (Nematoden). Acta Zoologica, Academi of Sciences, Hungary. 1956. Vol. 2. P. 1-15. https://adt.arcanum.com/en/view/MTA_ActaZoologica_02/?pg=6&layout=s
- Háněl L. Soil nematodes in five spruce forests of the Beskydy mountains, Czech Republic. Fundamental and applied nematology. 1996. Vol. 19(1). P. 15-24. URL: <https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010004299>
- Andriuzzi W.S., Wall D.H. Grazing and resource availability control soil nematode body size and abundance-mass relationship in semi-arid grassland. J Anim Ecol. 2018. Vol. 87(5):1407-1417. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12858>

Kovtun A.,

ORCID: 0000-0002-6119-860X
 LLC «Institute of Agrobiology»,
 4 Vatslava Havela Blvd., Building 45,
 Kyiv, 03067, Ukraine

Improving of the methodology for analyzing of insect nematodiasis

Goal. To improve the methodological approach to the helminthological analysis of insects as an essential component of insect infectious pathologies, using the parasitic system «insect host *Galleria mellonella* — nematodes Rhabditida» as a case study. **Methods.** The methodological basis of the study comprises data from long-term original research on entomopathogenic nematodes (Nematoda: Rhabditida: Steinernematidae, Heterorhabditidae) in agroecosystems of Ukraine (conducted between 2016 and 2024), as well as current scientific literature by Ukrainian and international scholars on insect helminthodiagnostic methods. The study employed both general scientific and specialized research methods, including theoretical analysis, fieldwork, laboratory experiments, and mathematical-statistical techniques. **Results.** A scientific and methodological approach to helminthological analysis of insects (exemplified by *Galleria mellonella* L., 1758) within the context of insect infectious pathologies has been improved. This approach is based on the use of an original «entomohelminthological formula» for the assessment of the species composition and condition of helminths (Nematoda: Rhabditida) following a complete helminthological dissection of insects. **Conclusions.** The use of complete helminthological dissections in combination with the original «entomohelminthological formula» enables not only quantitative detailing but also qualitative characterization of pathological changes in insects (Insecta) associated with helminthic (nematode) infections (Nematoda). The results of the research can be applied in entomological studies after the collection and identification of insects infected with nematode parasites (pathogens).

insect pathology; entomopathogenic nematodes (EPN's); nematode infections; insect pests; tissue-organ specificity

Надійшла до редакції: 15.04.2025

Прийнята до друку: 29.05.2025

Надруковано й опубліковано онлайн:
 червень, 2025

ДІЯ ПРЕПАРАТІВ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ

насіння ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.) та урожайність зерна

Мета. Вивчити посівні якості насіння ячменю ярого залежно від передпосівної обробки насіння біопрепаратом, а також фунгіцидними, інсектицидними препаратами різних хімічних груп та їхніх сумішей. **Методи.** Дослідження проведено у дев'ятипільній паро-зерно-просапній сівозміні відділу рослинництва та сортовивчення Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН (східна частина Лісостепу України) протягом 2019—2020 рр. **Результати.** Вивчено посівні якості ячменю ярого залежно від передпосівної обробки насіння біопрепаратом Триходермін БТ, п. (спори гриба *Trichoderma viride*, штам Т-4, титр спор 5,0 млрд КУО/см³) і хімічними препаратами системної дії. У польових умовах фунгіциди Іншур Перформ FS, т.к.с. (трітіконазол, 80 г/л + піраклостробін, 40 г/л); Ламардор 400 FS, т.к.с. (протіоконазол, 250 г/л + тебуконазол, 150 г/л) та біопрепарат Триходермін БТ, п. підвищували показник схожості на 5—7%. Фунгіцид Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. еталон (карбоксин, 200 г/л + тирам, 200 г/л) та інсекто-фунгіцид Вайбранс Інтеграл 235 FS, ТН (седаксан, 25 г/л + флудиоксоніл, 25 г/л + тебуконазол, 10 г/л + інсектицид тіаметоксам, 175 г/л) знижували польову схожість на 9 та 5%, відповідно. У контролі (без захисту) польова схожість становила 91%. У варіанті застосування органо-мінеральних добрив та передпосівної обробки насіння інсекто-фунгіцидом Юнта Квадро 373,4 FS, т.к.с. (протіоконазол, 33,3 г/л + тебуконазол, 6,7 г/л, + імідаклоприд, 166,7 г/л + клотіанідин, 166,7 г/л) збережений урожай зерна становив 0,75 т/га. **Висновки.** Встановлено дію біологічного препарату та різних за хімічним складом протруйників насіння на енергію проростання, лабораторну схожість, стеблостій у польових умовах та урожайність зерна ячменю ярого.

ячмінь ярий; препарат; енергія проростання; лабораторна та польова схожість; урожайність

Н.В. КУЗЬМЕНКО,
кандидат біологічних наук

С.І. ПОПОВ,
доктор сільськогосподарських наук

Р.А. ГУТЯНСЬКИЙ,
кандидат сільськогосподарських наук

С.В. АВРАМЕНКО,
доктор сільськогосподарських наук

О.М. ГЛИБОКИЙ,
доктор філософії

В.О. СКИДАН,
кандидат сільськогосподарських наук
Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва
НААН,
просп. Героїв Харкова, 142, м. Харків,
61060, Україна

Обробку посівного матеріалу хімічними протруйниками проводять задля інтегрованого захисту рослин. Вона дозволяє захистити насіння та проростки від шкідливих організмів, які уражують насіння, корені та наземні частини рослин у ранніх фазах розвитку. Обробка насіннєвого матеріалу — запорука отримання здорових дружних сходів, рівномірного розподілу рослин по площі та високої урожайності, економічно та екологічно дуже ефективний захід [1].

Обробки насіння допомагають знизити навантаження патогенів і, таким чином, покращити стан рослин на найбільш ранніх стадіях розвитку, але вони можуть мати наслідки, які виходять за рамки основної захисної функції фунгіцидів [2].

У літературних джерелах висвітлено практичний досвід щодо дії препаратів різного походження за передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур на ріст і розвиток рослин

на початкових фазах онтогенезу. Встановлено позитивний вплив біологічно активних речовин на посівні якості насіння ярої твердої пшениці [3]. Застосування регуляторів росту, нанодобрив дало змогу збільшити енергію проростання насіння, лабораторну схожість та польову схожість насіння пшениці озимої [4—6]. Доведено, що мікродобрива карбоксилатів природних кислот та імуномодуляторів (стимулятори ростових процесів) позитивно впливають на проростання насіння озимих зернових злакових культур. Однак, вища концентрація водного розчину призводить до пригнічення проростання насіння [7]. За результатами проведених досліджень на кукурудзі зроблено висновок про стимулюючий вплив Nb-умісних наноконструктивів на основі сапонітів, які застосовано як мікродобрива, на посівні якості та ростові показники насіння кукурудзи [8].

Передпосівна бактеризація насіння пшениці озимої препаратами, що містять азотфіксуючі та фосфатомобілізуючі бактерії, завдяки діяльності мікроорганізмів, сприяла збільшенню польової схожості насіння [9]. Згідно з результатами досліджень, обробки насіння біологічними препаратами можуть покращити урожайність кукурудзи [10]. Встановлено позитивний вплив біологічних препаратів та композицій на лабораторну схожість насіння нуту [11]. Дослідження з впливу біопродуктів на насіння овочевих культур показали, що залежно від виду рослин, які культивують, та використаних доз біопродукти можуть викликати посилення росту рослин або фітотоксичні ефекти [12].

Для передпосівної обробки насіння застосовують препарати різного походження в комплексі. Протруєння насіння пшениці м'якої озимої біопрепаратом Триходермін БТ, п. (спори гриба *Trichoderma viride*, штам Т-4, титр спор 5,0 млрд КУО/см³) забезпечує вищу енергію проростання, лабораторну й польову схожість порівняно з хімічним протруйником Раксіл ультра 120 FS (діюча речовина тебуконазол, 120 г/л) і контролем, без обробки насіння [13]. Фунгіцидні та інсектицидні біологічні препарати, які застосовано для захисту кукурудзи цукрової від збудників захворювань та шкідників, збільшували схожість та енергію проростання насіння. Водночас був чітко зафіксований пригнічуючий вплив хімічних протруйників [14]. Згідно з дослідженнями щодо контролю фітосанітарного стану насіння сої, варіанти із застосуванням біопрепаратів мають більш вирівняні сходи, тоді як хімічний протруйник затримував схожість і ріст рослин навіть у порівнянні з контролем [15].

Дослідження з комплексного застосування препаратів різного походження показали, що передпосівна обробка насіння пшениці озимої сумішшю препаратів (хімічний фунгіцид для обробки насіння + регулятор росту рослин) сприяє збільшенню енергії проростання та лабораторної схожості [16].

За багаторічними експериментальними дослідженнями, в технології вирощування ярих колосових культур (тритикале, пшениці та ячменю) передпосівна інкрустація насіння водними розчинами рістстимулюючих і мікроелементних препаратів на хелатній основі в комплексі з протруйником забезпечує рослинам належний стартовий ріст на початковому етапі їхнього розвитку, сприяє поліпшенню біометричних показників та елементів структури врожайності [17]. При визначенні посівних якостей насіння пшениці ярої залежно від обробки протруйниками в комбінації з біологічним мікродобривом виявлено вищі

прирости урожайності зерна усіх сортів у варіантах із використанням інсектицидно-фунгіцидних протруйників разом з біологічним мікродобривом [18]. Застосування сумішей препаратів (регулятора росту рослин з мікробним препаратом та фунгіцидним протруйником) задля обробки насіння сої забезпечило вищі показники схожості порівняно з контролем [5]. Встановлено, що інкрустація насіння соняшника напівсинтетичним плівкоутворюючим регулятором росту рослин антистресової дії з застосуванням хімічних протруйників стимулює проростання, що засвідчує збільшення енергії проростання та лабораторної схожості відносно контролю [19].

За даними В.С. Чорноморця, препарати для обробки насіння пшениці озимої Кінто Плюс, КС (третіконазол, 33,3 г/л + флудиоксоніл, 33,3 г/л + Ксеміум, (флуксапіроксад, 33,3 г/л)) — 1,5 л/т; Вайбранс Інтеграл 235 FS, ТН (седаксан, 25 г/л + флудиоксоніл, 25 г/л + тебуконазол, 10 г/л + тіаметоксам, 175 г/л) — 2,0 л/т; Максим Форте 050 (азоксистробін, 10 г/л + тебуконазол, 15 г/л + флудиоксоніл, 25 г/л) — 2,0 л/т; Юнта Квадро 373,4 FS, т.к.с. (протіоконазол, 33,3 г/л + тебуконазол, 6,7 г/л + імідаклоприд, 166,7 г/л + клотіанідин, 166,7 г/л) — 2,5 л/т здатні позитивно впливати на схожість та енергію проростання насіння, а в кінцевому підсумку — на врожайність пшениці озимої [20].

Результати досліджень впливу різнокомпонентного протруйника Кантаріс, ТН (тіаметоксам, 250 г/л + прохлораз, 150 г/л + флутріафол, 50 г/л) на посівну якість насіння пшениці озимої показали, що передпосівна обробка знижує лабораторну схожість насіння [21].

Лабораторні аналізи показали, що інкубація насіння проса звичайного за постійної дії фунгіцидів та ністатину пригнічувала ріст проростків. За застосування 0,5% суспензії натаміцину безперервно або протягом однієї години інгібувався ріст проростків та знижувався індекс життєздатності.

Інкубація насіння 0,25% суспензією натаміцину впродовж однієї години була менш шкідливою для фізіології насіння [22].

Дослідження з підвищення посівних якостей насіння ячменю ярого показали, що замочування насіння у водному розчині природного бішофіту виявило стимулювання ростових процесів ячменю ярого вже на ранніх етапах онтогенезу, а також на подальший його ріст та розвиток, підвищення врожайності, кормових та харчових якостей зерна [23].

За результатами досліджень, мікродобрива карбоксилатів природних кислот Аватар-1 та імуномодуляторів (стимулятори ростових процесів) Йодіс-концентрат та Йодіс-концентрат + Se позитивно впливають на проростання насіння ячменю ярого навіть за підвищеної концентрації водного розчину [7].

За вирощування ячменю ярого у Західному Лісостепу України, обробка насіння регулятором росту Вимпел-К, в.р. (500 г/т) та мікродобривом Оракул насіння, р. (1,0 л/т) сприяла підвищенню урожайності та маси 1000 зерен [24].

Доведено, що завчасна обробка посівного матеріалу ячменю ярого біологічними препаратами сприяє збереженню посівних якостей насіння [25].

Застосування препарату Поліміксобактерин, р. основою якого є рістстимулююча бактерія *Paenibacillus polymyxa*, для покращення живильного режиму ґрунту приводило до покращення живлення рослин та підвищення урожайності ячменю ярого, залежно від попередника [26].

Передпосівна обробка насіння ячменю ярого біопрепаратами, грибними препаратами та регуляторами росту позитивно впливала на польову схожість насіння. Застосування грибних і бактеріальних препаратів та регуляторів росту рослин сприяло підвищенню урожайності зерна [27].

Помітно поліпшувалися показники структурних елементів урожайності ячменю ярого під впливом передпосівної інкрустації насіння ярих зернових куль-

тур баковою сумішшю трьох компонентів — протруйник Гранівіт, ТН (інгредієнти карбоксил, 200 г/л + тирам, 200 г/л), плівкоутворювач Марс EL, РК та комплексне мікродобриво на хелатній основі Реаком-С-зерно, р., складовими якого є необхідні рослинам мікроелементи (Zn, Mn, Cu, Co, Mo) у збалансованому співвідношенні [28].

Останні тенденції в рослинництві спрямовані на відмову від використання пестицидів. Замість цього у захисті рослин все більш популярними стають екологічно безпечні методи, які базуються на біологічних і фізичних заходах та є альтернативними стандартному хімічному протруюванню насіння пшениці озимої [29] і ячменю ярого [30–35].

Встановлено, що обробки насіння фунгіцидами мали значний ефект на схожість ячменю ярого та насінневу міць. Обробка насіння фунгіцидними композиціями мала різні уповільнюючі ефекти на схожість ячменю. Результати продемонстрували уповільнюючий ефект на сході з насіння, яке було оброблено тритіконазолом і сумішами з прохлораз. Сходи з насіння, яке було оброблено тебуконазолом, сумішами з протіоконазолом та флудіоксонілом більш швидко сходили на ґрунтах після різних попередників (ячменю ярого, пшениці та ріпаку олійного). Після попередника ріпак олійний спостерігали незначну різницю швидкості сходів між обробленим та необробленим насінням [36].

Обробки насіння ячменю ярого різними фунгіцидами (тирам, Argon star, Dунamic та пропіконазол) та покриття різними формуляціями (Genius Coat and Disco AG Blue L-237) зумовлювали значні різниці у днях схожості та цвітіння, кількості пагонів та в урожайності [37]. Досліджено вплив обробки насіння ячменю ярого речовинами з групи сукцинат-дегідрогенази [2].

Метою досліджень було вивчення посівних якостей насіння ячменю ярого залежно від передпосівної обробки насіння біопрепаратом, фунгіцидними, інсекти-

цидними препаратами різних хімічних груп та їхніми сумішами.

Матеріали та методи. Дослідження проводили у дев'ятипільній паро-зерно-просапній сівозміні відділу рослинництва та сортовивчення Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН (східна частина Лісостепу України) протягом 2019–2020 рр.

Ґрунт — чорнозем типовий середньогумусний на лесі з вмістом гумусу в орному шарі 5,4%.

Для захисту ячменю ярого від шкідників та хвороб насіння перед сівбою (за 1–8 діб) протруювали системними протруйниками різних хімічних груп і біопрепаратом [38, 39].

Схема досліджу:

1. Контроль, вода — 10,0 л/т;

Препарати фунгіцидного спектра дії:

2. Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (карбоксин, 200 г/л + тирам, 200 г/л), еталон — 3,0 л/т;
3. Вінцит Форте SC, КС (флутріафол, 37,5 г/л + імазаліл, 15 г/л + тіабендазол, 25 г/л) — 1,25 л/т;
4. Іншур Перформ FS, т.к.с. (тритіконазол, 80 г/л + піраклостробін, 40 г/л) — 0,5 л/т;
5. Ламардор 400 FS, т.к.с. (протіоконазол, 250 г/л + тебуконазол, 150 г/л) — 0,25 л/т;
6. Ламардор Про 180 FS, ТН (протіоконазол, 100 г/л + тебуконазол, 60 г/л, + флуопірам, 20 г/л) — 0,6 л/т;
7. Сценік 80 FS, ТН (флюоксастробін, 37,5 г/л + протіоконазол, 37,5 г/л + тебуконазол, 5,0 г/л) — 1,6 л/т;
8. Супервін, КС (флутріафол, 30 г/л + тіабендазол, 45 г/л) — 1,8 л/т;
9. Ультрасил Дуо, ТН (тебуконазол, 60 г/л + імазаліл, 100 г/л) — 0,5 л/т;
10. Максим Стар 025 FS, ТН (флудіоксоніл, 18,7 г/л + ципроконазол, 6,25 г/л) — 1,5 л/т;
11. Триходермін БТ, п., біопрепарат (спори гриба *Trichoderma viride*, штам

Т-4, титр спор 5,0 млрд КУО/см³) — 5,0 кг/т.

Препарат інсектицидного спектра дії:

12. Круїзер 350 FS, т.к.с. (тіаметоксам, 350 г/л) — 0,5 л/т.

Комбіновані інсекто-фунгіцидні препарати:

13. Вайбранс Інтеграл 235 FS, ТН (фунгіцидні седаксан, 25 г/л + флудіоксоніл, 25 г/л + тебуконазол, 10 г/л + інсектицидний тіаметоксам, 175 г/л) — 2,0 л/т;
14. Юнта Квадро 373,4 FS, т.к.с. (фунгіцидні протіоконазол, 33,3 г/л + тебуконазол, 6,7 г/л + інсектицидні імідаклопрід, 166,7 г/л + клотіанідин, 166,7 г/л) — 1,6 л/т.

Аналізували насінневий матеріал згідно з вимогами ДСТУ 4138 [40]. Ячмінь ярий (сорті Інклюзив у 2019 р. та Аграрій у 2020 р.) висівали у першій декаді квітня за норми висіву 4,5 млн схожих насінин на 1 га після попередника соя. Фон живлення — 6,6 т ґною на 1 га сівозмінної площі (післядія) з внесенням N₃₀P₃₀K₃₀. Площа облікової ділянки — 30 м². Повторення триразове. Агротехніка — загальноприйнята для зони вирощування.

Метод досліджень — лабораторно-польовий. Урожай зерна збирали комбайном «Samro-130». Оцінку достовірності отриманих даних виконали методом дисперсійного аналізу [41].

Весняно-літній період (квітень — липень) 2019 р. був спекотним і посушливим, тобто малосприятливим для вирощування ячменю ярого. Середньодобова температура повітря за квітень, травень і червень перевищила норму відповідно на 3,2; 2,9 і 5,4°C. Середньодобова температура липня була на рівні багаторічної норми — 21,4°C. Кількість опадів у квітні перевищила норму на 26%, у травні була майже на рівні багаторічної норми; у червні та липні — значно меншою від норми відповідно на 77% і 42%.

Весна 2020 р. була надмірно вологою та прохолодною. Середньодобова температура у квітні й травні була менше норми на

0,8°C та 2,6°C відповідно. Кількість опадів у квітні була менше норми на 61,2%, а в травні перевищила норму на 126,6%. У червні середньодобова температура була більше норми на 1,7°C, а кількість опадів — менше норми на 16,6%. У липні середньодобова температура та кількість опадів були більше норми на 1,4°C та на 59,6% відповідно. У цілому весняно-літній період 2020 р. можна охарактеризувати як достатньо зволожений та сприятливий для вирощування ячменю ярого.

Результати та обговорення. 2019 року в лабораторних умовах енергія проростання насіння ячменю ярого у контролі (без передпосівної обробки насіння) становила 97% (табл. 1). Суттєве зниження енергії відзначено у варіантах за обробки насіння протруйниками Вайбранс Інтеграл 235 FS, Сценік 80 FS та Іншур Перформ SC — на 12,0; 5,0 і 3,0% відповідно, порівняно з контролем, за $НІР_{05} = 2,5\%$. В інших варіантах показник був у межах 95—98%, що практично на рівні контролю або дорівнювало контролю. Лабораторна схожість у контролі становила 98%. У варіанті за обробки насіння препаратами Сценік 80 FS, Іншур Перформ SC та Вайбранс Інтеграл 235 FS показник становив 95; 96 і 96% відповідно, що нижче, порівняно з контролем, за $НІР_{05} = 2,0\%$. В інших варіантах лабораторна схожість була практично на рівні контролю або дорівнювала контролю — у межах 98—99%.

У 2020 р. суттєво знижували енергію проростання насіння препарати: Вітавакс 200 FF, еталон — на 38%; Вайбранс Інтеграл 235 FS — на 27; Максим Стар 025 FS — на 11; Сценік 80 FS — на 7,0; Ламардор Про 180 FS — на 4,0; Юнта Квадро 373,4 FS — на 4,0; Триходермін БТ, п. — на 3,0%, порівняно з контролем — 98% ($НІР_{05} = 3,0\%$). В інших варіантах показник був у межах 96—97%, що практично на рівні контролю. Лабораторна схожість у контролі становила 98%. Значно нижчий показник, порівняно з контролем, був у ва-

ріантах за обробки насіння Вайбранс Інтеграл 235 FS — на 11%; Вітавакс 200 FF — на 5,0% та Максим Стар 025 FS — на 5,0% ($НІР_{05} = 3,0\%$). В інших варіантах показник був у межах 96—98%, що практично на рівні контролю або дорівнювало контролю.

У середньому за 2019—2020 рр., енергія проростання у контролі становила 97%. Суттєве зниження енергії встановлено у варіантах за обробки насіння протруйниками Вітавакс 200 FF і Вайбранс Інтеграл 235 FS — на 19%, відповідно; Сценік 80 FS і Максим Стар 025 FS — на 6,0%, відповідно. В інших варіантах показник був у межах 95—96%, що практично на рівні контролю. Лабораторна схожість у контролі становила 98%. У варіанті за об-

робки насіння препаратом Вайбранс Інтеграл 235 FS відмічено суттєве зниження показника (на 7,0%), порівняно з контролем. У варіантах за обробки насіння протруйниками Вітавакс 200 ФФ, Сценік 80 FS та Максим Стар 025 FS лабораторна схожість становила 95%, що на 3% менше, ніж у контролі. В інших варіантах показник був у межах 97—98%, що практично на рівні контролю або дорівнювало контролю.

За даними С.В. Станкевич та ін. [34], обробка насіння ячменю ярого сортів Аспект і Виклик протруйником Вітавакс 200 ФФ за рекомендованої дози 2,5 л/т знижувала енергію проростання насіння. Згідно з нашими дослідженнями, враховуючи сортові характеристики ячменю, препа-

1. Енергія проростання та лабораторна схожість насіння ячменю ярого залежно від передпосівної обробки, %

Діюча речовина, г/л	Препарат	Енергія проростання			Лабораторна схожість		
		Роки					
		2019	2020	середнє	2019	2020	середнє
–	Контроль	97	98	97	98	98	98
Карбоксин, 200,0 + тирам, 200,0	Вітавакс 200 ФФ, в.с.к.	96	60	78	98	93	95
Флутриафол, 37,5 + імазаліл, 15,0 + тіабендазол, 25,0	Вінцит Форте SC, КС	96	96	96	98	98	98
Тритіконазол, 80,0 + піраклостробін, 40,0	Іншур Перформ FS, т.к.с.	94	96	95	96	98	97
Протіоконазол, 250,0 + тебуконазол, 150,0	Ламардор 400 FS, т.к.с.	96	96	96	99	98	98
Протіоконазол, 100,0 + тебуконазол, 60,0 + флуопірам, 20,0	Ламардор Про 180 FS, ТН	97	94	95	99	97	98
Флюоксастробін, 37,5 + протіоконазол, 37,5 + тебуконазол, 5,0	Сценік 80 FS, ТН	92	91	91	95	96	95
Флутриафол, 30,0 + тіабендазол, 45,0	Супервін, КС	96	97	96	98	98	98
Тебуконазол, 60,0 + імазаліл, 100,0	Ультрасил Дуо, ТН	95	96	95	98	98	98
Флудіоксоніл, 18,7 + ципроконазол, 6,25	Максим Стар 025 FS, ТН	96	87	91	98	93	95
Тіаметоксам, 350,0	Круїзер 350 FS, т.к.с.	97	96	96	98	98	98
Спори гриба <i>Trichoderma viride</i> , штам Т-4, титр спор 5,0 млрд КУО/см ³	Триходермін БТ, п.	98	95	96	99	96	97
Седаксан, 25,0 + флудіоксоніл, 25,0 + тебуконазол, 10,0 + тіаметоксам, 175,0	Вайбранс Інтеграл 235 FS, ТН	85	71	78	96	87	91
Протіоконазол, 33,3 + тебуконазол, 6,7 + імідаклопрід, 166,7 + клотіанідин, 166,7	Юнта Квадро 373,4 FS, т.к.с.	98	94	96	99	96	97
$НІР_{05}$		2,5	3,0	–	2,0	3,0	–

рат Вітавакс 200 ФФ мав негативну дію на лабораторні показники життєздатності та схожості.

У дослідженнях Г. Косилович та Ю. Голячук передпосівна обробка насіння ячменю ярого препаратом Вайбранс Інтеграл 235 FS за норми 2,0 л/т не мала негативного впливу на якість насіння, а навпаки, препарат забезпечив підвищення показників енергії проростання та лабораторної схожості [42]. Згідно з нашими вищенаведеними даними, протруйник Вайбранс Інтеграл 235 FS знижував ці показники. Автором В.С. Оліса встановлено, що на схожість насіння впливають різні фактори, серед яких генетичні фактори та навколишні умови середовища є переважаючими умовами для росту й розвитку рослини [43].

Згідно з дослідженнями параметрів життєздатності зерна ячменю, обробка насіння речовинами з групи сукцинат-дегідрогенази (седаксан та флуксапіроксад) не інгібували ріст проростків, а мали найвищі життєздатні індекси. Обробка насіння протіокназолом з тебуконазолом показала найбільш низьку лабораторну енергію та схожість, порівняно з іншими обробками насіння, які аналізували [2]. Таким чином, наші дані частково збіглися з даними авторів. Фунгіцидна суміш речовин протіокназол, 250 г/л + тебуконазол, 150 г/л (Ламардор 400 FS) не мала значного впливу на енергію та схожість насіння ячменю ярого. У той час суміш фунгіцидів протіокназол, 100 г/л + тебуконазол, 60 г/л + флуопірам, 20 г/л (Ламардор Про 180 FS), а також фунгіцидно-інсектицидна суміш протіокназол, 33,3 г/л + тебуконазол, 6,7 г/л + імідаклоприд, 166,7 г/л + клотіанідин, 166,7 г/л (Юнта Квадро 373,4 FS) знижували енергію схожості. Суміш фунгіцидів флюоксастробін, 37,5 г/л + протіокназол, 37,5 г/л + тебуконазол, 5,0 г/л (Сценік 80 FS) знижувала енергію схожості та лабораторну схожість. Фунгіцидно-інсектицидна суміш речовин седаксан, 25 г/л + флудіоксоніл, 25 г/л + тебуконазол, 10 г/л + тіаметоксам, 175 г/л (Вайбранс Інтеграл 235 FS) також знижувала ці показники. Суміш фунгіцидів тебуконазол, 60 г/л + імазаліл, 100 г/л (Ультрасил Дуо FS) незначно знижувала енергію проростання.

2019 року схожість рослин у польових умовах у контрольному варіанті становила 87% (табл. 2). У варіантах за застосування протруйників Вітавакс 200 ФФ, Вайбранс Інтеграл 235 FS і Круїзер 350 FS показник становив 68; 74 і 78% відповідно, що суттєво менше, порівняно з контролем ($HIP_{05} = 5,0\%$). У варіантах за обробки насіння препаратами Іншур Перформ SC, Ламардор 400 FS і Триходермін БТ, п. польова схожість становила 95; 96 і 99% відповідно, тобто на статистично достовірному рівні перевищила такий показник у контролі. Практично на рівні контролю або дорівнювала контролю польова схожість у варіантах за обробки насіння препаратами Вінцит Форте SC (92%); Юнта Квадро 373,4 FS (91%); Ламардор

Про 180 FS (83%); Сценік 80 FS (84%); Супервін SC (85%); Ультрасил Дуо FS (87%) та Максим Стар 025 FS (87%).

У 2020 р. по варіантах дослідження польова схожість була вищою, ніж у 2019 р., що пояснюємо більш сприятливими метеорологічними умовами для розвитку ячменю ярого. У варіантах за застосування протруйників цей показник був у межах 96–98%, на контролі — 96%.

У середньому за два роки встановлено, що суттєво знижували польову схожість протруйники: фунгіцид Вітавакс 200 ФФ, інсектицид Круїзер 350 FS та інсекто-фунгіцид Вайбранс Інтеграл 350 FS — до 82; 87 і 86% відповідно, порівняно з контролем — 91%. У варіантах застосування фунгіцидних препаратів Іншур Перформ SC, Ламардор 400 FS і бактеріального Триходермін БТ, п. польова схожість становила 96; 96 і 98% відповідно, що достовірно перевищило такий показник у контролі. Практично на рівні контролю або дорівнювала

2. Польова схожість ячменю ярого залежно від передпосівної обробки насіння, %

Діюча речовина, г/л	Препарат	Польова схожість		
		2019 р.	2020 р.	середнє
–	Контроль	87	96	91
Карбоксин, 200,0 + тирам, 200,0	Вітавакс 200 ФФ, в.с.к.	68	96	82
Флутриафол, 37,5 + імазаліл, 15,0 + тіабендазол, 25,0	Вінцит Форте SC, КС	92	96	94
Трипіконазол, 80,0 + піраклостробін, 40,0	Іншур Перформ FS, т.к.с.	95	97	96
Протіокназол, 250,0 + тебуконазол, 150,0	Ламардор 400 FS, т.к.с.	96	97	96
Протіокназол, 100,0 + тебуконазол, 60,0 + флуопірам, 20,0	Ламардор Про 180 FS, ТН	83	96	89
Флюоксастробін, 37,5 + протіокназол, 37,5 + тебуконазол, 5,0	Сценік 80 FS, ТН	84	97	90
Флутриафол, 30,0 + тіабендазол, 45,0	Супервін, КС	85	98	91
Тебуконазол, 60,0 + імазаліл, 100,0	Ультрасил Дуо, ТН	87	97	92
Флудіоксоніл, 18,7 + ципроконазол, 6,25	Максим Стар 025 FS, ТН	87	97	92
Тіаметоксам, 350,0	Круїзер 350 FS, т.к.с.	78	96	87
Спори гриба <i>Trichoderma viride</i> , штам Т-4, титр спор 5,0 млрд КУО/см ³	Триходермін БТ, п.	99	97	98
Седаксан, 25,0 + флудіоксоніл, 25,0 + тебуконазол, 10,0 + тіаметоксам, 175,0	Вайбранс Інтеграл 235 FS, ТН	74	98	86
Протіокназол, 33,3 + тебуконазол, 6,7 + імідаклоприд, 166,7 + клотіанідин, 166,7	Юнта Квадро 373,4 FS, т.к.с.	91	98	94
HIP_{05}	–	5,0	2,0	–

контролю польова схожість у варіантах за обробки насіння препаратами: фунгіцидами Ламардор Про 180 FS (89%); Сценік 80 FS (90%); Супервін SC (91%); Ультрасил Дуо FS (92%); Максим Стар 025 FS (92%); Вінцит Форте SC (94%); інсекто-фунгіцидом Юнта Квадро 373,4 FS (94%).

За опублікованими даними застосування біологічного препарату Триходермін БТ, п. підвищувало посівні якості насіння пшениці м'якої озимої [13], сої [15], нуту [11]. Наші дослідження підтвердили позитивну дію Триходермін БТ, п. на польову схожість насіння ячменю ярого.

Встановлено, що обробка насіння пшениці озимої імідаклопридом і клотіанідіном не впливала на схожість пшениці озимої [44]. Згідно з нашими дослідженнями на ячмені ярого, фунгіцидно-інсектицидна суміш протіоконазол, 33,3 г/л + тебуконазол, 6,7 г/л + імідаклоприд, 166,7 г/л + клотіанідин, 166,7 г/л (Юнта Квадро 373,4 FS) також не мала негативного впливу на польову схожість рослин.

У дослідженнях С.В. Станкевич та ін., після обробки насіння ячменю ярого протруйником Вітавакс 200 ФФ польова схожість у сортів Аспект і Виклик була значно вищою порівняно з контролем [34]. У наших дослідженнях, навпаки, Вітавакс 200 ФФ негативно впливав на польову схожість рослин ячменю ярого. Інші автори стверджують, що ріст та урожайність ячменю знаходяться під значним впливом середовища та генотипу [45].

Дослідження показали затримку схожості насіння, яке було оброблене сумішшю фунгіцидів тритіконазол з прохлораз. Ростки, які зійшли з насіння обробленого тритіконазолом, сумішшю з протіоконазолом та флудіоксонілом, швидше сходили на ґрунтах після різних попередників (ячменю ярого, пшениці та ріпаку) [46]. Наші дані частково збігаються з даними авторів. Суміш фунгіцидів тритіконазол, 80 г/л + піраклостробін, 40 г/л (Іншур Перформ FS), та протіоконазол, 250 г/л + тебуконазол,

150 г/л (Ламардор 400 FS) значно підвищувала схожість рослин у польових умовах. Фунгіцидна суміш флудіоксоніл, 18,7 г/л + ципроконазол, 6,25 г/л (Максим Стар 025 FS) та фунгіцидно-інсектицидна суміш протіоконазол, 33,3 г/л + тебуконазол, 6,7 г/л + імідаклоприд, 166,7 г/л + клотіанідин, 166,7 г/л (Юнта Квадро 373,4 FS) незначно підвищила цей показник. Суміш фунгіцидів протіоконазол, 100 г/л + тебуконазол, 60 г/л + флуопірам, 20 г/л (Ламардор Про 180 FS) не знижувала польову схожість. Фунгіцидна суміш флюоксастробін, 37,5 г/л + протіоконазол, 37,5 г/л + тебуконазол, 5,0 г/л (Сценік 80 FS) незначно знизила цей показник.

У фазі кушіння у 2019 р. найбільшу кількість пагонів сформували рослини у варіантах за обробки насіння протруйниками Юнта Квадро 373,4 FS, Круїзер 350 FS та Сценік 80 FS — 960; 990 і 1080 пагонів на 1 м² відповідно, що було на рівні тенденції (табл. 3). Кількість пагонів на 1 м² в інших варіантах варіювала від 780 (Вітавакс 200 ФФ, еталон) до 940 пагонів (Іншур Перформ FS, Вайбранс Інтеграл 235 FS), тобто практично на рівні контролю або дорівнювала контролю (870 пагонів).

У 2020 р. в контролі було 890 пагонів на 1 м². Найбільшою кількістю пагонів була у варіантах за обробки насіння протруйниками Ламардор 400 FS і Вінцит Форте

3. Загальна кушистість і густина стеблостою ячменю ярого у фазі кушіння залежно від передпосівної обробки насіння

Діюча речовина, г/л	Препарат	Загальна кушистість, пагонів на 1 рослину			Кількість пагонів на 1 м ²		
		2019 р.	2020 р.	середнє	2019 р.	2020 р.	середнє
–	Контроль	2,0	1,9	1,9	870	890	880
Карбоксин, 200,0 + тирам, 200,0	Вітавакс 200 ФФ, в.с.к.	2,6	3,1	2,8	780	970	870
Флутріафол, 37,5 + імазаліл, 15,0 + тіабендазол, 25,0	Вінцит Форте SC, КС	1,7	2,0	1,8	810	1070	940
Тритіконазол, 80,0 + піраклостробін, 40,0	Іншур Перформ FS, т.к.с.	2,0	2,1	2,0	940	870	905
Протіоконазол, 250,0 + тебуконазол, 150,0	Ламардор 400 FS, т.к.с.	2,0	2,2	2,1	860	1030	940
Протіоконазол, 100,0 + тебуконазол, 60,0 + флуопірам, 20,0	Ламардор Про 180 FS, ТН	2,2	2,2	2,2	870	1100	985
Флюоксастробін, 37,5 + протіоконазол, 37,5 + тебуконазол, 5,0	Сценік 80 FS, ТН	2,8	2,1	2,4	1080	930	1005
Флутріафол, 30,0 + тіабендазол, 45,0	Супервін, КС	1,6	1,8	1,7	790	850	820
Тебуконазол, 60,0 + імазаліл, 100,0	Ультрасил Дуо, ТН	2,1	2,0	2,0	910	980	945
Флудіоксоніл, 18,7 + ципроконазол, 6,25	Максим Стар 025 FS, ТН	1,7	1,7	1,7	830	780	805
Тіаметоксам, 350,0	Круїзер 350 FS, т.к.с.	2,4	1,9	2,1	990	960	975
Спори гриба <i>Trichoderma viride</i> , штам Т-4, титр спор 5,0 млрд КУО/см ³	Триходермін БТ, п.	1,9	1,8	1,8	860	950	905
Седаксан, 25,0 + флудіоксоніл, 25,0 + тебуконазол, 10,0 + тіаметоксам, 175,0	Вайбранс Інтеграл 235 FS, ТН	3,3	2,9	3,1	940	960	950
Протіоконазол, 33,3 + тебуконазол, 6,7 + імідаклоприд, 166,7 + клотіанідин, 166,7	Юнта Квадро 373,4 FS, т.к.с.	2,1	2,2	2,1	960	980	970
НІР ₀₅	–	1,0	0,5	–	246	203	–

SC — 1030 та 1070 пагонів на 1 м² відповідно (різниця з контролем на рівні тенденції) та Ламардор Про 180 FS — 1100 пагонів на 1 м² (різниця з контролем на значному рівні), за НІР₀₅ = 203 пагони. В інших варіантах кількість пагонів на 1 м² варіювала від 780 (Максим Стар 025 FS) до 980 (Ультрасил Дуо, ТН, Юнта Квадро 373,4 FS), що було практично на контрольному рівні.

У середньому за 2019—2020 рр. у контролі та за обробки насіння протруйником Вітавакс 200 ФФ було сформовано 870—880 пагонів на 1 м²; у варіантах за обробки насіння препаратами Максим Стар 025 FS та Супервін, КС — 805—820 пагонів; Іншур Перформ FS та Триходермін БТ, п. — 905 пагонів, відповідно; Вінцит Форте SC, Ламардор 400 FS, Ультрасил Дуо, ТН та Вайбранс Інтеграл 235 FS — 940—950 пагонів; Юнта Квадро 373,4 FS, Круїзер 350 FS та Ламардор Про 180 FS — 970—985 пагонів; Сценік 80 FS — 1005 пагонів. Загальна кущистість ячменю ярого у контрольному варіанті становила 1,9 пагонів на 1 рослину. У варіантах за застосування Вітавакс 200 ФФ і Вайбранс Інтеграл 235 FS показник був більшим на 47,4% та 63,2% відповідно, порівняно з контролем. У варіантах за обробки насіння протруйниками Ламардор Про 180 FS та Сценік 80 FS загальна кущистість перевищила показник у контролі на 15,8% та 26,3% відповідно. В інших варіантах загальна кущистість була у межах 1,7 (Супервін, КС; Максим Стар 025 FS) — 2,1 пагонів/росл. (Ламардор 400 FS, Круїзер 350 FS, Юнта Квадро 373,4 FS), тобто практично на рівні контролю.

Вважаємо, що передпосівна обробка насіння, як захисний захід, впливала на кількість пагонів. Згідно з нашими результатами, у 2019 р. інсектицидні діючі речовини тіаметоксам, 350 г/л (Круїзер 350 FS); імідаклоприд, 166,7 г/л + клотіанідин, 166,7 г/л (Юнта Квадро 373,4 FS) та тіаметоксам, 175 г/л (Вайбранс Інтеграл 235 FS) забезпечили захист рослин ячменю ярого у фазі 3—5 листків від жуків хлібної

блішки (*Phyllotreta vittula* Redt.) на рівні 40%, у контролі (без захисту та добрив) пошкодженість листя становила 1,5 бала [47].

У 2020 р. у фазі трубкування щодо зниження розвитку септоріозу на нижньому ярусі листя рослин фунгіцидні діючі речовини протруйників Ультрасил Дуо, ТН, Вінцит Форте SC, Вайбранс Інтеграл 235 FS, Вітавакс 200 ФФ, еталон, Триходермін БТ, п. БТ та Максим Стар 025 FS забезпечили технічну ефективність на рівні 60,1—64,4%. Технічна ефективність протруйників Іншур Перформ FS, Ламардор Про 180 FS, Сценік 80 FS, Супервін, КС та Юнта Квадро 373,4 FS становила 50,3—58,8%; Ламардор 400 FS — 40,1%. У контролі (без захисту і

добрив) розвиток септоріозу становив 32,6%. У фазу трубкування у зниженні розвитку темно-бурої плямистості (*Bipolaris sorokiniana* Shoem.) на нижньому ярусі листя рослин фунгіциди забезпечили технічну ефективність 45,0—46,3% (Сценік 80 FS та Вітавакс 200 ФФ, еталон); 50,4—57,7% (Супервін, КС, Ультрасил Дуо, ТН, Вайбранс Інтеграл 235 FS, Максим Стар 025 FS, Вінцит Форте SC); 61,0—67,6% (Ламардор Про 180 FS, Юнта Квадро 373,4 F, Іншур Перформ FS, Ламардор 400 FS і Триходермін БТ, п.). У контролі, без захисту і добрив, розвиток хвороби становив 24,4%.

2019 року у фазі воскової стиглості зерна за кількістю колосоносних стебел варіанти з об-

4. Продуктивна кущистість і густина стеблостою ячменю ярого у фазі воскової стиглості зерна залежно від передпосівної обробки насіння

Діюча речовина, г/л	Препарат	Коефіцієнт продуктивної кущистості			Кількість колосоносних стебел на 1 м ²		
		2019 р.	2020 р.	середнє	2019 р.	2020 р.	середнє
–	Контроль	1,6	1,8	1,7	680	790	735
Карбоксин, 200,0 + тирам, 200,0	Вітавакс 200 ФФ, в.с.к.	1,7	2,3	2,0	640	650	645
Флутріафол, 37,5 + імазаліл, 15,0 + тіабендазол, 25,0	Вінцит Форте SC, КС	1,5	1,6	1,5	710	820	765
Тритіконазол, 80,0 + піраклостробін, 40,0	Іншур Перформ FS, т.к.с.	1,6	1,8	1,7	650	910	780
Протіоконазол, 250,0 + тебуконазол, 150,0	Ламардор 400 FS, т.к.с.	1,5	1,9	1,7	790	840	815
Протіоконазол, 100,0 + тебуконазол, 60,0 + флуопірам, 20,0	Ламардор Про 180 FS, ТН	1,5	2,0	1,7	680	870	775
Флюоксастробін, 37,5 + протіоконазол, 37,5 + тебуконазол, 5,0	Сценік 80 FS, ТН	1,7	1,8	1,7	710	760	735
Флутріафол, 30,0 + тіабендазол, 45,0	Супервін, КС	1,4	1,5	1,4	730	900	815
Тебуконазол, 60,0 + імазаліл, 100,0	Ультрасил Дуо, ТН	1,5	1,6	1,5	590	790	690
Флудіоксоніл, 18,7 + ципроконазол, 6,25	Максим Стар 025 FS, ТН	1,4	1,7	1,5	720	750	735
Тіаметоксам, 350,0	Круїзер 350 FS, т.к.с.	1,8	1,9	1,8	700	790	745
Спори гриба <i>Trichoderma viride</i> , штам Т-4, титр спор 5,0 млрд КУО/см ³	Триходермін БТ, п.	1,6	1,4	1,5	750	820	785
Седаксан, 25,0 + флудіоксоніл, 25,0 + тебуконазол, 10,0 + тіаметоксам, 175,0	Вайбранс Інтеграл 235 FS, ТН	1,9	2,0	1,9	710	730	720
Протіоконазол, 33,3 + тебуконазол, 6,7 + імідаклоприд, 166,7 + клотіанідин, 166,7	Юнта Квадро 373,4 FS, т.к.с.	1,6	1,7	1,6	710	800	755
НІР ₀₅		0,8	0,7	–	138	119	–

робкою насіння незначно відрізнялися, за виключенням варіанту за обробки насіння Ультрасил Дуо, ТН, де стебел було на 13,2% менше, ніж у контролі (табл. 4). У контрольному варіанті було 680 колосоносних стебел на 1 м². За обробки препаратом Ламардор 400 FS кількість стебел була на 16,2% більшою, ніж у контролі.

У 2020 р. найменше стебел спостерігали у варіанті за обробки насіння препаратом Вітавакс 200 ФФ (650 колосоносних стебел на 1 м²), що склало різницю з контролем 17,7%. Найбільшою кількістю стебел на 1 м² була у варіанті за обробки насіння препаратами Іншур Перформ FS (910 стебел) та Супервін, КС (900 стебел), що склало різницю з контролем 15,2% та 13,9% відповідно. У контрольному варіанті було 790 колосоносних стебел на 1 м².

У середньому за два роки на контролі кількість колосоносних стебел на 1 м² становила 735 стебел. У варіанті за обробки насіння протруйником Вітавакс 200 ФФ (еталон) кількість колосоносних стебел на 1 м² становила 645 стебел, що на 12,2% менше, ніж у контролі. В інших варіантах з хімічною обробкою кількість колосоносних стебел на 1 м² була у межах 690 (Ультрасил Дуо, ТН) — 815 стебел (Ламардор 400 FS та Супервін, КС), тобто практично на рівні контролю або дорівнювала контролю. Продуктивна кущистість у контрольному варіанті становила 1,7 колосоносних стебел на рослину. В інших варіантах показник становив 1,4 (Супервін, КС) та 2,0 стебел на рослину (Вітавакс 200 ФФ, еталон), що було практично на рівні контролю або дорівнювало контролю.

Автори дійшли висновку, що підвищення урожайності залежить, головним чином, від покращання здоров'я насіння, тобто головною стратегією виробництва стабільної урожайності є здоров'я насіння [31]. Згідно з нашими дослідженнями, за метеорологічних умов та фітосанітарного стану, урожайність зерна у 2019 р. у контрольному

варіанті з застосуванням органо-мінеральних добрив становила 4,51 т/га (табл. 5). У варіантах за передпосівної обробки насіння протруйниками Ламардор Про 180 FS, Круїзер 350 FS та Юнта Квадро 373,4 FS урожайність була незначно вищою ніж у контролі — на 0,11—0,13 т/га. В інших варіантах показник був у межах помилки досліду — від 4,24 т/га (Вітавакс 200 ФФ, еталон) до 4,54 т/га (Максим Стар 025 FS).

У 2020 р. урожайність зерна становила 5,89 т/га (контроль). У варіанті за передпосівної обробки насіння протруйником Юнта Квадро 373,4 FS цей показник становив 7,27 т/га, що на 23,4% перевищило контроль (суттєвий приріст), за

НІР₀₅ = 0,49 т/га. В інших варіантах урожайність зерна була у межах 5,65 (Ламардор Про 180 FS) — 6,03 т/га (Триходермін БТ, п.), що практично на контрольному рівні.

У середньому за 2019—2020 рр., урожайність зерна у контролі становила 5,20 т/га. У варіанті за обробки насіння Юнта Квадро 373,4 FS отримано 5,95 т/га, тобто збережений урожай 0,75 т/га (суттєвий приріст). В інших варіантах урожайність зерна була в межах помилки досліду — 5,02 (Вінцит Форте SC) — 5,27 т/га (Круїзер 350 FS).

Автори встановили, що роль передпосівної обробки фунгіцидами насіння ячменю для підвищення урожайності зерна підлягає сумніву. Суміш металаксилу,

5. Урожайність зерна та маса 1000 насінин залежно від передпосівної обробки насіння

Діюча речовина, г/л	Препарат	Урожайність зерна, т/га			Маса 1000 насінин, г		
		2019 р.	2020 р.	середнє	2019 р.	2020 р.	середнє
–	Контроль	4,51	5,89	5,20	47,72	43,08	45,40
Карбоксин, 200,0 + тирам, 200,0	Вітавакс 200 ФФ, в.с.к.	4,24	5,85	5,04	50,58	44,68	47,63
Флутріафол, 37,5 + імазалілі, 15,0 + тіабендазол, 25,0	Вінцит Форте SC, КС	4,34	5,70	5,02	49,23	43,67	46,45
Тритіконазол, 80,0 + піраклостробін, 40,0	Іншур Перформ FS, т.к.с.	4,33	5,97	5,15	49,67	43,80	46,73
Протіоконазол, 250,0 + тебуконазол, 150,0	Ламардор 400 FS, т.к.с.	4,25	5,83	5,04	49,48	43,82	46,65
Протіоконазол, 100,0 + тебуконазол, 60,0 + флуопірам, 20,0	Ламардор Про 180 FS, ТН	4,62	5,65	5,13	49,58	44,10	46,84
Флюоксастробін, 37,5 + протіоконазол, 37,5 + тебуконазол, 5,0	Сценік 80 FS, ТН	4,31	5,89	5,10	49,00	44,30	46,65
Флутріафол, 30,0 + тіабендазол, 45,0	Супервін, КС	4,36	6,01	5,18	49,50	43,28	46,39
Тебуконазол, 60,0 + імазалілі, 100,0	Ультрасил Дуо, ТН	4,39	5,74	5,06	49,50	44,22	46,86
Флудіоксоніл, 18,7 + ципроконазол, 6,25	Максим Стар 025 FS, ТН	4,54	5,96	5,25	50,28	43,93	47,10
Тіаметоксам, 350,0	Круїзер 350 FS, т.к.с.	4,62	5,92	5,27	49,40	43,28	46,34
Спори гриба <i>Trichoderma viride</i> , штам Т-4, титр спор 5,0 млрд КУО/см ³	Триходермін БТ, п.	4,34	6,03	5,18	48,38	43,63	46,00
Седаксан, 25,0 + флудіоксоніл, 25,0 + тебуконазол, 10,0 + тіаметоксам, 175,0	Вайбранс Інтеграл 235 FS, ТН	4,46	5,91	5,18	51,90	44,77	48,33
Протіоконазол, 33,3 + тебуконазол, 6,7 + імідаклоприд, 166,7 + клотіанідин, 166,7	Юнта Квадро 373,4 FS, т.к.с.	4,64	7,27	5,95	49,62	44,22	46,92
НІР ₀₅		0,33	0,49	–	0,96	0,52	–

триадименолу, пропіконазолу, або деяких інших фунгіцидів знижувала урожайність ячменю ярого. Однак, застосування суміші карбоксину з толклофос-метилом для передпосівної обробки насіння ячменю ярого зумовило підвищення урожайності зерна на 10%, порівняно з необробленим насінням [48]. Згідно з нашими результатами, суміш фунгіцидів карбоксин, 200 г/л + тирам, 200 г/л у продукті Вітавакс 200 ФФ незначно зменшила урожайність.

У дослідженнях В.С. Чорноморець щодо передпосівної обробки насіння пшениці озимої, найкращі результати показали препарати, у складі яких фунгіцидні та інсектицидні речовини були в комплексі (Вайбранс Інтеграл 235 FS, Юнта Квадро 373,4 FS). Автор дійшов висновку, що препарати, які в своєму складі мають кілька діючих речовин, значно краще впливають на рослину як на початкових, так і на наступних фазах розвитку і, як результат, на збільшення врожайності та якості зерна [20]. За нашими даними достовірно більшу на статистичному рівні урожайність зерна ячменю ярого було отримано у варіанті за передпосівної обробки насіння Юнта Квадро 373,4 FS.

У середньому за два роки, у варіанті за обробки насіння препаратом Триходермін БТ, п. маса 1000 зерен перевищила показник у контролі на 0,60 г; у варіантах з передпосівною хімічною обробкою — на 0,94 (Круїзер 350 FS) — 2,93 г (Вайбранс Інтеграл 235 FS). Маса 1000 зерен у контролі дорівнювала 45,40 г.

За даними кореляційного аналізу встановлено: між кількістю продуктивних стебел та урожайністю існував середній позитивний кореляційний зв'язок ($r = 0,4$); між масою 1000 насінин та урожайністю — сильний від'ємний зв'язок ($r = -0,9$).

ВИСНОВКИ

У лабораторних умовах суттєво знижували енергію проростання насіння ячменю ярого суміші фунгіцидних препаратів: кар-

боксин, 200 г/л + тирам, 200 г/л (продукт Вітавакс 200 ФФ, еталон); флюоксастробін, 37,5 г/л + протіконазол, 37,5 г/л + тебуконазол, 5,0 г/л (Сценік 80 FS); флудіоксоніл, 18,7 г/л + ципроконазол, 6,25 г/л (Максим Стар 025 FS), порівняно з контролем. Суміш фунгіцидів седаксан, 25 г/л + флудіоксоніл, 25 г/л + тебуконазол, 10 г/л з інсектицидною речовиною тіаметоксам, 175 г/л (Вайбранс Інтеграл 235 FS) суттєво знижували енергію проростання насіння та лабораторну схожість.

У польових умовах (2019—2020 рр.) суттєво підвищували схожість суміші фунгіцидів триконазол, 80 г/л + піраклостробін, 40 г/л (Іншур Перформ FS); протіконазол, 250 г/л + тебуконазол, 150 г/л (Ламардор 400 FS), а також спори гриба *Trichoderma viride* (Триходермін БТ, п.). Фітотоксичну дію виявлено у протруйників Вітавакс 200 ФФ і Вайбранс Інтеграл 235 FS.

Урожайність зерна ячменю ярого в контролі (без передпосівної обробки) в органо-мінеральному блоці (6,6 т гною на сівозмінну площу, післядія, з $N_{30}P_{30}K_{30}$) становила 5,20 т/га. Збережений урожай одержано у варіанті за обробки насіння фунгіцидними препаратами протіконазол, 33,3 г/л + тебуконазол, 6,7 г/л з інсектицидними імідаклопрід, 166,7 г/л + клотіанідин, 166,7 г/л (продукт Юнта Квадро 373,4 FS) — 0,75 т/га або 14,4% (на суттєвому рівні).

Найбільшою масою 1000 зерен була у варіантах за обробки насіння інсектицидом тіаметоксам, 350 г/л (Круїзер 350 FS) та Вайбранс Інтеграл 235 FS порівняно з показником у контролі.

Розробка нових препаратів, їх норм потребує вивчення захисної дії щодо регулювання шкідливих організмів. Водночас необхідною складовою є дослідження з визначення фітотоксичності діючих речовин на рослини, що має безпосередній вплив на урожайність зерна культури.

Фінансування: фундаментальне дослідження виконано згідно

з тематикою «Розробити теоретичні основи та забезпечити надійний захист польових культур від шкідливих організмів в умовах Східного Лісостепу України» (ДР № 0116U001040).

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дитер Шпаар і др. Зерновые культуры: выращивание, уборка, хранение и использование. Киев: Издательский дом «Зерно», 2012. 704 с.
2. Radzikowska D., Grzanka M., Kowalczycki P., et al. Influence of SDHI Seed Treatment on the Physiological Conditions of Spring Barley Seedlings under Drought Stress. *Agronomy*. 2020. 10(5). 731. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10050731>
3. Chigrin O.V. Influence of seed pre-sowing treatment with growth activating preparations on the durum spring wheat productivity. *Вісник ХНАУ Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво*. URL: <https://visnykagro.knau.kharkov.ua/visn-hnau-ser-rosl-sel-nasinn-plodoovoivn-2021-issue-1-2-p-25-36.html>
4. Маренич М.М., Юрченко С.О. Вплив допосівної обробки насіння біологічно активними речовинами на ріст і розвиток рослин пшениці озимої на початкових стадіях. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. (1-2). С. 38-42. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.1-2-08>
5. Борзих О., Сергієнко В., Шита О. Підвищення ефективності та безпечності агротехнологій за використання гумінових препаратів. *Bulletin of Agricultural Science*. 2022. Том 100. № 12. С. 12-20. DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202212-02>
6. Slobodiansky H., Zhilyak L., Mostoviyak I., et al. Effectiveness of different groups of preparations for pre-sowing treatment of winter wheat seeds. *Scientific Horizons*. 2022. 25(9). 53-63. DOI: [https://doi.org/10.48077/scihor.25\(9\)53-63](https://doi.org/10.48077/scihor.25(9)53-63)
7. Каленська С.М., Новицька Н.В., Максін В.І., та ін. Вплив мікродобрив та імуномодельючих препаратів на лабораторну схожість насіння. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агрономія»*. 2018. № 294. С. 9—16. DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/agr2018.294.009>
8. Савчук М.В., Стародуб М.Ф. Вплив Nb-вмісних нанокompatитів на основі сапонітів на посівні якості насіння кукурудзи. *Карантин і захист рослин*. 2017. № 4-6. С. 5-7. URL: <https://kr.ipp.gov.ua/index.php/journal/issue/view/21/4-6-2017-pdf>
9. Волощук І.С. Урожайність та посівні якості пшениці озимої залежно від передпосівної бактеризації насіння в умовах західного Лісостепу України. *Зернові культури*. 2020. Том 4. № 1. С. 71-79. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0108>
10. Cano Camacho V., Potter Stephen W., McDaniel Marshall D., Licht Mark A. Impact of biological seed treatments on maize (*Zea mays* L.) and soil: Crop growth and yield. *Agronomy Journal*. 2023. 115(6). 2877-2887. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajg2.21445>
11. Поспелова Г.Д., Коваленко Н.П., Нечипоренко Н.І., та ін. Вплив передпосівної обробки на посівні якості та фітосанітар-



- ний стан насіння нуту. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2022. 2(2). С. 127-134. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.15>
12. Fragalà F., Castello I., Puglisi I., et al. New insights into municipal biowaste derived products as promoters of seed germination and potential antifungal compounds for sustainable agriculture. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 2022. 9. 69. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40538-022-00333-z>
13. Базалій В.В., Домарацький Є.О., Пічура В.І. Аналіз формування врожайності сортів пшениці м'якої озимої залежно від біопрепаратів і кліматичних умов. Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. 2012. № 82. С. 11-18.
14. Теличко Л.П. Схожість та епіфітна мікофлора насіння цукрової кукурудзи за умови дії біологічних та хімічних засобів захисту. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. (2). С. 65-71. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.08>
15. Поспелова Г.Д., Бараболя О.В., Морозова О.О. Вплив біологічних препаратів на фітосанітарний стан насіння сої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2018. (4). С. 37-42. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.05>
16. Грицюк Н.В., Дереча О.А., Бакалова А.В. та ін. Ефективність комплексного застосування препаратів різного походження проти фузаріозної кореневої гнилі пшениці озимої. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. (3). С. 57-64. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.07>
17. Гирка А.Д., Сидоренко Ю.А., Ільєнко О.В. та ін. Інкрустація насіння — важливий технологічний засіб підвищення урожайності зерна ярих колосових культур у Степу України. Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони НААН України. 2013. № 5. С. 125-130.
18. Сіроштан А.А., Заїма О.А., Кавунець В.П., Лісковський С.Ф. Вплив обробки насіння протруйниками і мікродобривом на посівні якості та врожайність пшениці ярої. *Зернові культури*. Том 5. № 2. 2021. С. 252-257. DOI: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0183>
19. Єременко О.А. Продуктивність соняшнику залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння за умов недостатнього зволоження. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. (3). С. 25-30. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2017.03.04>
20. Чорноморець В.С. Залежність якості та врожайності пшениці озимої від передпосівного протруювання насіння. Таврійський науковий вісник. Землеробство, рослинництво, овочівництво та баштанництво. 2020. № 112. С. 161-165. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.23>
21. Білоусова З.В., Кенева В.А., Кліпакова Ю.О. Посівна якість насіння пшениці озимої залежно від компонентного складу протруйників. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. Вип. 3(107). С. 79-86. DOI: [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-3\(107\)-10](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-3(107)-10)
22. Bochenek A., Gielwanowska I., Czermińska M., Wojarowska K. The effect of antifungal drugs and fungicides on the viability and vigour of barnyard millet (*Echinochloa crus-galli*) seeds. *Seed Science and Technology*. 2019. 47(2). 121-130(10). DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2019.47.2.01>
23. Горобець М.В., Міщенко О.В. Вплив біофіту на онтогенез сортів ячменю ярого. Вісник ПДАА. 2020. № 1. С. 25-32. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.01.02>
24. Veremeenko S., Tkachuk S., Trusheva S. The influence of microfertilizers and plant growth regulators on the yield and grain quality of spring barley. *Scientific Horizons*. 2020. 01(86). 14-21. DOI: <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-86-1-14-21>
25. Горщар О.А. Фунгіциди біологічного походження проти збудників пліснявиння насіння ярого ячменю. Бюлетень Інституту зернового господарства НААН України. 2010. № 39. С. 176-179.
26. Ищенко В. Козелец Х. Формирование продуктивности ярового ячменя в зависимости от инокуляции семян биопрепаратом и внекорневой подкормки в Степи Украины. *Агрология*. 2021. 4(4). 180-186. DOI: <https://doi.org/10.32819/021021>
27. Заярна О.Ю. Ефективність застосування біопрепаратів і регуляторів росту рослин проти кореневих гнилей ячменю ярого. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2011. № 2. С. 174-177.
28. Гирка А.Д., Сидоренко Ю.А., Ільєнко О.В. та ін. Інкрустація насіння — важливий технологічний засіб підвищення урожайності зерна ярих колосових культур у Степу України. Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони НААН України. 2013. № 5. С. 125-130.
29. Semenov A., Korotkova I., Sakhno T. et al. Effect of UV-C radiation on basic indices of growth process of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds in pre-sowing treatment was studied. *Acta agriculturae Slovenica*. 2020. 116/1. 49-58. DOI: <https://doi.org/10.14720/aas.2020.116.1.1563>
30. Perea-Brenes A., Luis Garcia J., Cantos M. et al. Germination and First Stages of Growth in Drought, Salinity, and Cold Stress Conditions of Plasma-Treated Barley Seeds. *ACS Agric. Sci. Technol*. 2023. 3. 9. 760-770. DOI: <https://doi.org/10.1021/acscagitech.3c00121>
31. Strejkova M., Bohata A., Oslan P. et al. Enhancement of the yield of crops by plasma and using of entomopathogenic and mycoparasitic fungi: from laboratory to large-field experiments. *Journal of Biomaterials and Tissue Engineering*. 2018. 8(6). 829-836.
32. Liatucas Ž., Suproniene S., Ruzgas V., Leistrumate A. Effects of organic seed treatment methods on spring barley seed quality, crop, productivity and disease incidence. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2019. 106(3). 241-248. DOI: <https://doi.org/10.13080/z-a.2019.106.031>
33. Rozman L. The effect of gamma radiation on seed germination of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Acta agriculturae Slovenica*. 2014. 103-2. 307-311. DOI: <https://doi.org/10.14720/aas.2014.103.2.15>
34. Stankevych S.V., Zayarna O.Yu., Horiainova V.V. et al. Laboratory and field germination of winter wheat and spring barley depending on the mode of irradiation with MWF of EHF and pre-sowing seed treatment. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11(2). 382-391. DOI: <https://doi.org/10.15421/2021.127>
35. Vasić P., Jakšić T., Đelić G. Impact of Pb, Ni and Cd on the germination of barley seeds, variety Jadran. *Bulletin of Natural Sciences Research*. 2020. 10(2). 1-6.
36. Sooväli P., Koppel M., Kangor T. Effectiveness of seed treatment against *Fusarium* spp. and *Cochliobolus sativus* of spring barley in different conditions. *Agronomy Research*. 2017. 15(1). 280-287.
37. Zegeye W., Dejene M., Ayalew D. Management of loose smut (*Ustilago nuda*) of barley (*Hordeum vulgare*) through seed dressing and coating materials on barley in Western Amhara Region, Ethiopia. *Seed Science and Technology*. 2017. 45(1). 56-71(16). DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2017.45.1.12>
38. Трибель С.О. Сігарьова Д.Д., Секун М.П. та ін. Методи випробування і застосування пестицидів. Київ: Світ, 2001. 448 с.
39. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Київ: Юнівест Медіа, 2018. 1040 с.
40. Насіння сільськогосподарських культур. Методика визначення якості: ДСТУ 4138-2002 [Чинний від 2003-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 173 с. (Нац. стандарти України).
41. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Методичні вказівки. Київ, 2007. 55 с.
42. Косилович Г., Голячук Ю. Ефективність нового протруйника насіння Вайбранс Інтеграл проти хвороб і шкідників на ячмені ярого. Вісник Львівського національного екологічного університету. 2023. Серія Агрономія. (27). 129-132. DOI: <https://doi.org/10.31734/agronomy2023.27.129>
43. Olisa B.S. Editorial: Seed Science and Technology. *Seed Science and Technology*. 2023. Vol. 51. Is. 1. P. 137-143. DOI: <https://doi.org/10.15258/sst.2023.51.1.11>
44. Zhang P., Zhang X., Zhao Y. et al. Effects of imidacloprid and clothianidin seed treatments on wheat aphids and their natural enemies on winter wheat. *Pest Management Science*. 2016. 72(7). 1141-1149. DOI: <https://doi.org/10.1002/ps.4090>
45. Al-Ragam O., Al-Menaie H.S., Al-Shatti A., Babu M.A. Enhancing food security through identification of best performing barley cultivars under arid conditions. *Indian Journal of Agricultural Research*. 2023. 57(6). 731-736. DOI: <https://doi.org/10.18805/IJAR.AF-784>
46. Sooväli P., Koppel M., Kangor T. Effectiveness of seed treatment against *Fusarium* spp. and *Cochliobolus sativus* of spring barley in different conditions. *Agronomy Research*. 2017. 15(1). 280-287.
47. Кузьменко Н.В., Гутянський Р.А., Попов С.І. та ін. Способи захисту польових культур від шкідливих організмів: методичні рекомендації. Харків: ПП «Стіль-Іздат», 2020. 31 с. URL: <https://yuriev.com.ua/ua/naukovividannya/navchalni-posibniki/>
48. Smiley R.W., Wilkins D.E., Case S.E. Barley Yields as Related to Use of Seed Treatments in Eastern Oregon. *Journal of Production Agriculture*. 1991. 4(3). 400-406. DOI: <https://doi.org/10.2134/jpa1991.0400>

Kuzmenko N.V.,

ORCID: 0000-0002-4373-0666

Popov S.I.,

ORCID: 0000-0002-1101-4454

Hutianskyi R.A.,

ORCID: 0000-0002-5953-9428

Avramenko S.V.,

ORCID: 0000-0003-4737-8441

Hlubokyi O.M.,

ORCID: 0000-0001-7589-5708

Skydan V.O.,

ORCID: 0000-0001-5592-2107

Yuriev Plant Production Institute NAAS,
142, Heroiv Kharkiv avenue, Kharkiv,
61060, Ukraine

Effect of preparations on the sowing quality of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) seeds and grain yield

Goal. To study the sowing qualities of spring barley seeds depending on pre-sowing treatment with a biopreparation, as well as fungicidal and insecticidal preparations from different chemical groups and their mixtures. **Methods.** The research was conducted in a nine-field fallow-grain-row crop rotation at the Department of Plant Production and Variety Study of the V.Ya. Yuriev Institute of Plant Production of the NAAS of Ukraine (eastern part of the Forest-Steppe of Ukraine) during 2019—2020. **Results.** The sowing qualities of spring barley seeds were studied depending on pre-sowing treatment with the biopreparation Trichodermin BT, wp (spores of

the fungus *Trichoderma viride*, strain T-4, spore titer 5.0 billion CFU/cm³) and systemic chemical preparations. Under field conditions, the fungicides Insure Perform FS, SC (triticonazole, 80 g/L + pyraclostrobin, 40 g/L), Lamardor 400 FS, SC (prothioconazole, 250 g/L + tebuconazole, 150 g/L), and the biopreparation Trichodermin BT, wp increased germination by 5—7%. The fungicide Vitavax 200 FF, EC (carboxin, 200 g/L + thiram, 200 g/L) and the insecto-fungicide Vibrance Integral 235 FS, SC (sedaxane, 25 g/L + fludioxonil, 25 g/L + tebuconazole, 10 g/L + thiamethoxam, 175 g/L) reduced field germination by 9% and 5%, respectively. In the control (without seed protection), field germination was 91%. In the variant with the application of organo-mineral fertilizers and pre-sowing seed treatment with

the insecto-fungicide Yunta Quattro 373.4 FS, SC (prothioconazole, 33.3 g/L + tebuconazole, 6.7 g/L + imidacloprid, 166.7 g/L + clothianidin, 166.7 g/L), the preserved grain yield was 0.75 t/ha. **Conclusions.** The influence of the biological preparation and seed treatments with different chemical compositions on germination energy, laboratory and field germination, lodging resistance under field conditions, and the yield of spring barley grain was established.

spring barley; preparation; germination energy; laboratory and field germination; yield

Надійшла до редакції: 27.03.2025

Прийнята до друку: 07.05.2025

Надруковано й опубліковано онлайн:
червень 2025



Вітаємо Ювіляра!

Виповнилося 70 років від дня народження і 40 років науково-педагогічної діяльності Яновського Юрія Петровича — вченого в галузі ентомології та захисту рослин, доктора сільськогосподарських наук, професора.

Закінчивши в 1977 р. факультет захисту рослин Української сільськогосподарської академії, Ю.П. Яновський проявив себе як висококваліфікований вчений і спеціаліст, впродовж тривалого часу обіймаючи різні посади на виробництві. Набутий науковий та виробничий досвід він успішно використовував у подальшій своїй роботі на керівних посадах у Мліївському інституті садівництва імені Л.П. Симиренка УААН, де і сформувався як талановитий вчений-дослідник. Свій розум і творчу енергію спрямовував

на проведення багатопланової науково-дослідної роботи з теоретичного обґрунтування та розробки інтегрованого управління розвитком шкідників розсадника зерняткових культур з урахуванням змін у технологіях вирощування плодкових рослин. Результати досліджень знайшли своє відображення в підготовлених та успішно захищених кандидатській («Еколого-біологічні особливості сисних шкідників яблуні та захист плодового розсадника від них в умовах Середнього Придніпров'я», 1992) і докторській («Агробіологічне обґрунтування інтегрованого захисту плодкових розсадників від основних шкідників зерняткових культур у Лісостепу України», 2003 р.) дисертаціях.

Працюючи з 2004 р. в Уманському національному університеті садівництва, Юрій Петрович більшою мірою проявив і нині проявляє талант як вченого, так і педагога. Він продовжує розпочаті раніше наукові дослідження з удосконалення заходів захисту багаторічних насаджень від шкідників. Робить також значний внесок у вдосконалення процесу підготовки кадрів на основі застосування сучасних методів, форм та засобів навчання, керує науковою роботою студентів. Автор та співавтор понад 300 опублікованих наукових праць, зокрема п'яти навчальних посібників, двох монографій, трьох патентів, 53-х рекомендацій виробництву, 24-х статей в іноземних виданнях. Підготував трьох кандидатів наук.

Ю.П. Яновський виконує також велику громадську роботу. Він є керівником замовленої Міністерством аграрної політики та продовольства України науково-дослідної програми «Оптимальне використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистеми Правобережного Лісостепу України», членом спеціалізованої вченої ради із захисту дисертаційних робіт при Інституті захисту рослин НААН, редколегії науково-виробничого журналу «Карантин і захист рослин», міжвідомчого тематичного наукового збірника «Фітосанітарна безпека», громадської організації «Українське ентомологічне товариство».

Колективи Уманського національного університету садівництва, Інституту захисту рослин НААН, колеги, учні щиро бажають Юрію Петровичу міцного здоров'я, благополуччя, родинного затишку, невичерпної енергії та оптимізму, творчих злетів і великих успіхів для блага України!



СТІЙКІСТЬ АГРОЦЕНОЗІВ РІЗНИХ сортів пшениці озимої до засміченості бур'янами в умовах степової зони України

Мета. Виявлення сортів пшениці озимої різних груп стиглості, що матимуть агроценотичну стійкість до бур'янів на базі сучасних резистентних сортів. **Методи.** Дослідження проводили у 2021—2023 рр. на демонстраційному полігоні Інституту зернових культур НААН України, що базується у дослідному господарстві «Дніпро» (м. Дніпро). Агротехнічні заходи з вирощування пшениці озимої відповідали загальноприйнятим рекомендаціям. Як попередню культуру висівали горох. У досліді використовували сорти пшениці озимої української селекції, серед яких ранньостиглі — Царичанка та Кошова; середньоранні — Олексіївка і Грація миронівська; середньостиглі — Вежа миронівська і Естафета миронівська. **Результати.** Вплив бур'янів на продуктивність посівів пшениці озимої визначали за їхньою кількістю та масою, які варіювали в межах 0,2—2,5 шт./м² та 0,1—5,7 г/м² відповідно. Напередодні збирання врожаю бур'яни в посівах пшениці озимої припиняли активний ріст, залишаючись у нижньому ярусі стеблостою, що мінімізувало негативний вплив на розвиток культури. Найкращі біометричні та структурні показники зафіксовано у ранньостиглих сортів пшениці озимої Царичанка та Кошова. Зокрема, середня висота рослин досягала 96,3 см, площа листової поверхні — 13,83 см², маса 1000 зерен — 42,3 г. Ранньостиглі сорти (Царичанка та Кошова) забезпечили найвищий рівень врожайності зерна — 6,4 т/га, що пояснюється їхньою здатністю до прискороного росту та адаптації до несприятливих погодних умов степової зони України. Середньоранні та середньостиглі сорти поступалися ранньостиглим за основними показниками продуктивності. **Висновки.** Для отримання максимального врожаю за мінімального рівня забур'яненості в умовах посушливого північного степу України доцільно вирощувати ранньостиглі сорти пшениці озимої, зокрема Царичанка (6,4 т/га) та Кошова (6,4 т/га).

В.Л. МАТЮХА,
доктор сільськогосподарських наук

О.І. ЦИЛЮРИК,
доктор сільськогосподарських наук

С.С. СЕМЕНОВ,
¹ДУ Інститут зернових культур
НААН України, вул. Володимира
Вернадського, 14, м. Дніпро,
49009, Україна
²Дніпровський державний
аграрно-економічний університет
МОН України, вул. Сергія Єфремова, 25,
м. Дніпро, 49009, Україна

фітоценотична стійкість; бур'яни; щільність стеблостою; сорти пшениці; біометричні показники; врожайність зерна

Визначення фітоценотичної стійкості агроценозів різних сортів пшениці озимої є важливим фактором, що впливає на здатність культурних рослин ефективно протистояти конкуренції з боку бур'янів. Кліматичні особливості степової зони України, зокрема, дефіцит вологи, високі літні температури та нерівномірний розподіл опадів, сприяють активному розповсюдженню небажаної рослинності. Проте грамотний підбір сортів пшениці озимої, адаптованих до цих умов, дає можливість знизити рівень негативного впливу бур'янів і забезпечити високу продуктивність культури [1—3].

Ключовою проблемою є висока пристосованість бур'янів до умов степової зони, це ускладнює їх контроль [4]. Саме тому важливо вирощувати сорти пшениці, здатні до ефективного пригнічення небажаної рослинності. Важливу роль у цьому відіграють такі сортові характеристики, як інтенсивний стартовий ріст, здат-

ність формувати щільний рослинний покрив та висока конкурентоспроможність у боротьбі за вологу й поживні речовини [5, 6].

Крім того, традиційні методи контролю бур'янів, включаючи механічний обробіток ґрунту та застосування гербіцидів, не завжди демонструють достатню ефективність, що вимагає комплексного підходу. Включення адаптованих сортів пшениці озимої до технологічних схем вирощування може суттєво підвищити стійкість агроценозів до засміченості [4].

Сорти пшениці озимої суттєво різняться за своєю здатністю конкурувати з бур'янами. Головними факторами, що впливають на цей показник, є морфологічні та фізіологічні характеристики. Наприклад, високорослі сорти з розвиненим листовим апаратом створюють щільне затінення ґрунту, перешкоджаючи проростанню бур'янів. Важливим параметром також є інтенсивність початкового розвитку культури, що дає їй перевагу у змаганні за ресурси, такі як світло, волога та поживні речовини [1, 7].

Останнім часом значно збільшилась кількість наукових досліджень, спрямованих на оцінку стійкості агроценозів пшениці озимої до засміченості бур'янами в степових регіонах України. Вчені звертають увагу на особливості різних сортів, зокрема їхню здатність формувати густий стеблостій, висоту рослин та інтенсивність початкового росту, що є важливими показниками конкурентоспроможності культури у контролюванні бур'янів [8, 9].

Використання сортів пшениці озимої, адаптованих до кліматичних умов степової зони, сприяє зниженню забур'яненості посівів

і покращенню їхньої фітоцено-тичної стійкості. Науковці наголошують на необхідності поєднання цих сортів із сучасними агротехнологіями, зокрема оптимізованими методами обробітку ґрунту та раціональним застосуванням гербіцидів [10].

Степові умови сприяють активному розвитку бур'янів, що зумовлює потребу у сортах, здатних ефективно конкурувати з ними. Наприклад, сорти Подільянка та Смуґлянка, завдяки своїм морфофізіологічним характеристикам, демонструють високу здатність до пригнічення бур'янів. Натомість сорти з меншою висотою або повільнішим стартовим ростом поступаються у конкурентній боротьбі [1, 2].

Наукові роботи Л.П. Матюхи та Ю.І. Ткаліча підкреслюють ефективність комплексного підходу до контролю забур'яненості, який враховує екологічні умови та генетичний потенціал сортів [5]. Дослідження підтверджують, що вирощування сортів із високою конкурентною здатністю дозволяє скоротити використання гербіцидів, водночас підвищуючи врожайність і екологічну стабільність посівів.

Праці С.М. Каленської та Є.О. Домарацького присвячено аналізу герботологічних стратегій з урахуванням агрокліматичних особливостей степової зони [11, 12]. Встановлено, що за умов підвищених температур і дефіциту вологи конкуренція між культурними рослинами та бур'янами стає інтенсивнішою. Вирощування сортів із потужною кореневою системою допомагає зменшити негативний вплив бур'янів і сприяє підвищенню продуктивності агроценозу.

Окрім сортових особливостей, важливими чинниками фітоцено-тичної стійкості є густота висіву та технології вирощування. Оптимальна щільність рослин створює мікроклімат, який перешкоджає розвитку бур'янів. Використання сучасних методів обробітку ґрунту, зокрема мінімального чи нульового обробітку із залишенням пожнивних решток, сприяє зменшенню поширення світлолюбних

бур'янів та уповільнює їхнє про-ростання [13, 14].

Польові дослідження, про-ведені у степовій зоні України, підтвердили, що правильний вибір сортів пшениці озимої у поєднанні з ефективними агро-технічними заходами значно під-вищує стійкість агроценозів до бур'янів. Це не лише знижує рівень забур'яненості, а й сприяє підвищенню врожайності куль-тури завдяки раціональному ви-користанню природних ресурсів. Таким чином, покращення фіто-ценотичної стійкості агроценозів є важливим аспектом забезпечен-ня сталого землеробства в умовах степової зони України [11, 12].

Мета дослідження полягає у виявленні сортів пшениці ози-мої різних груп стиглості, які ха-рактеризуються агроценотичною стійкістю до бур'янів на базі су-часних резистентних сортів.

Матеріали та методи дослі-дження. Дослідження проводили у 2021—2023 рр. на демонстрацій-ному полігоні Інституту зернових культур НААН України, що базу-ється у дослідному господарстві «Дніпро» (м. Дніпро).

Ґрунтовий покрив дослідних ділянок представлений звичай-ним чорноземом середньосугли-нового типу з невисоким рівнем гумусу. В орному шарі вміст гу-мусу становив 3,2—4,2%, валово-го азоту — 0,18—0,20, фосфору — 0,13—0,14, калію — 2,2—2,4%.

Агротехнічні заходи з вирощу-вання пшениці озимої відповіда-ли загальноприйнятим рекомен-даціям. Як попередню культуру висівали горох. У дослідях ви-користовували сорти пшениці ози-мої української селекції, серед яких ранньостиглі — Царичан-ка та Кошова; середньоранні — Олексіївка і Грація миронівська; середньостиглі — Вежа миронів-ська і Естафета миронівська.

Короткий опис сортів:

1. Царичанка (Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава) — ранньостиг-лий сорт із вегетаційним періодом 265—296 діб, ха-рактеризується середньою висотою рослин (92—102 см).

2. Кошова (Інститут зрошува-ного землеробства, м. Хер-сон) — ранньостиглий сорт, тривалість вегетації стано-вить 279—296 діб, середньо-рослий (75—103 см).

3. Олексіївка (Донецька сіль-ськогосподарська дослідна станція НААН, Донець-ка обл.) — середньоранній сорт із вегетаційним пе-ріодом 278—281 добу, має низькорослість (80—88 см).

4. Грація миронівська (Миро-нівський інститут пшениці, Київська обл.) — середньо-ранній сорт із вегетаційним періодом 279—283 доби, низькорослий (78—82 см).

5. Вежа миронівська (Миро-нівський інститут пшениці, Київська обл.) — середньо-стиглий сорт із вегетацій-ним періодом 273—280 діб, характеризується низько-рослістю (71—84 см).

6. Естафета миронівська (Ми-ронівський інститут пше-ниці, Київська обл.) — се-редньостиглий сорт, трива-лість вегетаційного періоду становить 275—284 доби, рослини середньої висоти (91—95 см).

Сівбу здійснювали 27—29 ве-ресня з нормою висіву 5,1 млн насінин на 1 га. Під час сівби вносили комплексні гранульовані добрива (амофоска, нітроамофос-ка) безпосередньо в рядки у до-зуванні Р₁₀₋₁₂. Для весняного під-живлення посівів (у березні) ви-користовували азотні добрива у вигляді аміачної селітри в нормі N₃₅. Збирали врожай у фазі пов-ної стиглості зерна (за вологості 14%) за допомогою малогабарит-ного комбайна «Сампо-500».

Кількісно-видовий склад бур'янів визначали перед внесен-ням гербіцидів (за потреби), а також перед збиранням урожаю. Для цього використовували облі-кову рамку площею 0,5 м², здій-снюючи облік у п'яти точках, розташованих по діагоналі до-слідної ділянки. Під час остан-нього обліку всі бур'яни вирива-ли для визначення маси надзем-ної біомаси в повітряно-сухому стані [15—17].

Відбір снопового матеріалу для аналізу структури врожаю проводили у фазі колосіння — повної стиглості. Висоту рослин пшениці озимої, площу листової поверхні, довжину та озерненість колоса, а також масу 1000 зерен визначали за загальноприйнятими методиками наукових досліджень [18, 19].

Облік врожаю здійснювали у фазі повної стиглості, за вологості зерна 14%, використовуючи малогабаритний комбайн «Сампо-500». Математичний аналіз отриманих показників урожайності здійснювали відповідно до загальноприйнятих методик дослідної справи [19].

Результати та обговорення.

Щільність стеблостою пшениці озимої залишалася на високому рівні та змінювалася в межах 95—98% норми (580 продуктивних стебел на 1 м²), залежно від фаз вегетаційного періоду (рис. 1). Від цієї характеристики значною мірою залежав рівень забур'яненості посівів.

Як зазначено раніше, найбільшу кількість бур'янів спостерігали у середньостиглих сортів (рис. 2), де щільність стеблостою становила 95%. Трохи нижчий рівень засміченості відзначено у середньоранніх сортів із щільністю стеблостою 96%. Найменша кількість бур'янів зафіксована в посівах ранньостиглих сортів із максимальною щільністю стеблостою 98%.

Результати обліку забур'яненості посівів пшениці озимої свідчать про переважання таких видів бур'янів: гірчиця польова (*Sinapis arvensis* L.), рутка лікарська (*Fumaria officinalis* L.), редька дика (*Raphanus raphanistrum* L.), талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.). Основна маса цих бур'янів розташовувалася у нижньому, рідше — у середньому ярусах стеблостою, що не створювало суттєвої загрози для формування врожаю. Завдяки інтенсивному розвитку рослин пшениці озимої бур'яни були

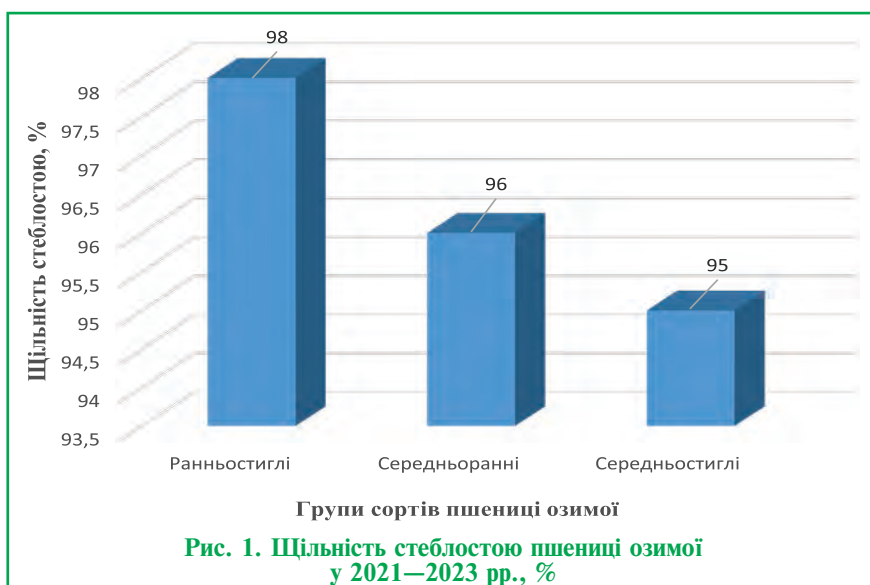


Рис. 1. Щільність стеблостою пшениці озимої у 2021—2023 рр., %



Рис. 2. Посіви середньостиглого сорту пшениці озимої Вежа миронівська

практично повністю затінені, що знижувало їхню конкурентоспроможність і усувало потребу застосування гербіцидів системної дії для контролю засміченості посівів (табл. 1).

1. Забур'яненість посівів пшениці озимої у 2022—2023 рр., шт./м²

Групи сортів пшениці озимої	Фаза розвитку, бур'яни											
	кущіння				колосіння — вихід в трубку				збирання врожаю			
	гірчиця польова (<i>Sinapis arvensis</i> L.)	рутка лікарська (<i>Fumaria officinalis</i> L.)	редька дика (<i>Raphanus raphanistrum</i> L.)	талабан польовий (<i>Thlaspi arvense</i> L.)	гірчиця польова (<i>Sinapis arvensis</i> L.)	рутка лікарська (<i>Fumaria officinalis</i> L.)	редька дика (<i>Raphanus raphanistrum</i> L.)	талабан польовий (<i>Thlaspi arvense</i> L.)	гірчиця польова (<i>Sinapis arvensis</i> L.)	рутка лікарська (<i>Fumaria officinalis</i> L.)	редька дика (<i>Raphanus raphanistrum</i> L.)	талабан польовий (<i>Thlaspi arvense</i> L.)
Ранньостиглі	5,0	5,3	4,2	6,8	0,7	1,2	0,4	1,0	0,4	0,6	0,4	0,4
Середньоранні	4,4	3,9	3,1	4,3	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,3	0,4
Середньостиглі	4,0	3,2	2,8	4,1	0,6	0,4	0,4	0,9	0,4	0,3	0,4	0,5
НІР _{0,5} , шт./м ²	0,3	0,6	0,7	0,6	0,2	0,5	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2	0,1

Аналіз даних таблиці 2 свідчить, що впродовж 2022—2023 рр. найбільший рівень забур'яненості спостерігався на посівах ранньостиглих сортів пшениці озимої, зокрема Царичанка і Кошова. Загальна чисельність бур'янів на цих ділянках становила 21,3 шт./м². У період весняної вегетації домінуючим видом бур'янів був талабан польовий (*Thlaspi arvense* L.), кількість якого досягала 6,8 шт./м². Основна маса бур'янових рослин зосереджувалася переважно в середньому ярусі стеблостою.

Найнижчу чисельність бур'янів зафіксовано на посівах середньостиглих сортів, зокрема Вежі миронівської, де вона становила 15,2 шт./м². Незважаючи на зниження рівня забур'яненості, ця кількість усе ще могла створювати потенційну загрозу для майбутнього врожаю за умови відсутності належних заходів хімічного захисту.

Облік повітряно-сухої маси бур'янів, проведений напередодні збирання врожаю пшениці озимої, виявив аналогічні тенденції, що й кількісний облік, зафіксувавши незначний рівень забур'яненості в межах 0,1—5,7 г/м² (рис. 3).

Ваговий облік бур'янів, проведений перед збиранням урожаю у 2021 р., засвідчив майже повну відсутність засміченості посівів пшениці озимої. Всі досліджувані сорти продемонстрували високу щільність змикання культурних рослин, яка досягала 98,0%. Це забезпечило формування ефективного стеблостою, що перешкоджав проростанню бур'янів до середнього ярусу. Інтенсивна конкуренція між рослинами пшениці озимої призвела до повного пригнічення бур'янів, не допустивши їхнього впливу на розвиток культури і формування врожайності зерна.

У 2022—2023 рр. посіви пшениці озимої характеризувалися наявністю забур'яненості, серед якої домінували підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.) та молокан татарський (*Lactuca tatarica* L.). Підмаренник чіпкий

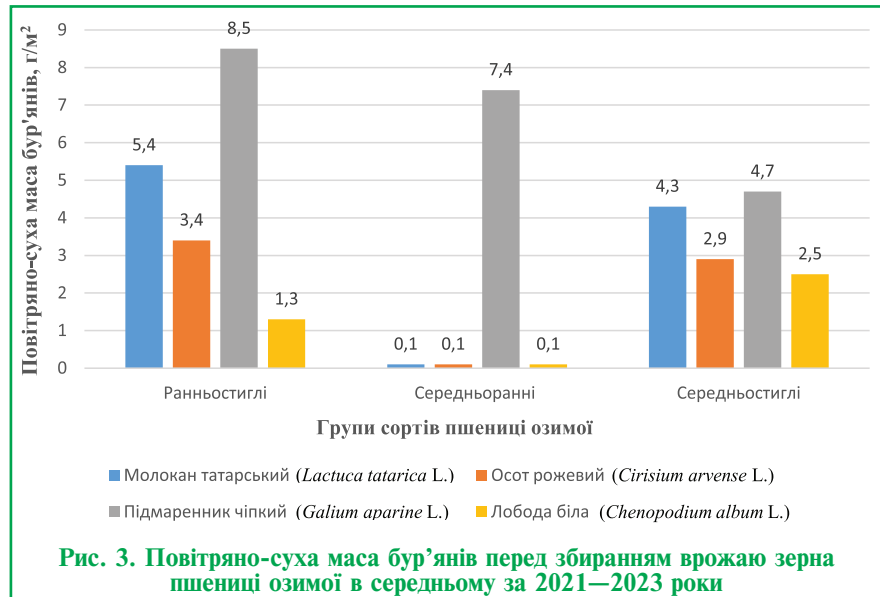


Рис. 3. Повітряно-суха маса бур'янів перед збиранням врожаю зерна пшениці озимої в середньому за 2021—2023 роки

мав найбільшу вагову частку серед бур'янових рослин, тоді як молокан татарський поступався йому, проте обидва види визначали специфіку засміченості посівів. У цей період агротип забур'яненості можна було класифікувати як молокано-підмаренниковий.

У посівах ранньостиглих сортів, зокрема Царичанка та Кошова, підмаренник чіпкий у період активного росту досягав середнього ярусу стеблостою. Завдяки високій щільності стеблостою культури та застосуванню системних гербіцидів відбулося ефективне пригнічення цих бур'янів. Підмаренник чіпкий не зміг прорости у верхній ярус посівів, а його вплив на кінцеву врожайність культури був мінімальним.

Для контролю вказаних бур'янів у дослідженнях використовували гербіцид системної дії Гранстар Голд 75, ВГ (трибенурон-метил, 562,5 г/кг + тифенсульфурон-метил, 187,5 г/кг) у дозуванні 30,0 г/га. Препарат вносили у фазу рослин від трьох

листіків до появи прапорцевого листка пшениці озимої з метою знищення дводольних бур'янів.

Застосування гербіциду продемонструвало високу ефективність. На етапі виходу культури в трубку та початку колосіння більшість бур'янів була повністю знищена. До моменту збирання врожаю бур'яни майже не виявлялися або не створювали загрози для врожайності. Залишкові рослини бур'янів залишалися у нижніх ярусах стеблостою, не конкуруючи з культурними рослинами і не впливаючи на їхній ріст та розвиток. Таким чином, використання Гранстар Голд 75, ВГ забезпечило ефективний контроль над забур'яненістю посівів та сприяло отриманню стабільного врожаю.

Найвищі біометрично-структурні показники рослин пшениці озимої спостерігали у ранньостиглих сортів (Царичанка і Кошова), зокрема площа листової поверхні становила 13,83 см², озерненість колоса — 34,0 зерна, а маса 1000 зернин — 42,3 г (табл. 2).

2. Біометричні показники пшениці озимої під дією бур'янів в середньому за 2021—2023 рр.

Групи сортів пшениці озимої	Висота, см	Довжина колоса, см	Озерненість колоса, шт./зернин	Площа листків, см ²	Маса 1000 зернин, г
Ранньостиглі	96,3	8,9	35	13,83	42,3
Середньоранні	91,4	8,6	31	13,65	39,2
Середньостиглі	88,5	8,2	33	12,91	38,9
НІР _{0,5} , шт./м ²	2,7	0,5	1,5	0,6	1,1

Дослідженнями з'ясовано, що кількість пагонів кушіння і вузлових коренів у пшениці озимої змінювалася залежно від сорту. Для ранньостиглих сортів характерним було формування від 2,5 до 3,6 пагона і від 4,5 до 6,5 вузлового кореня на одну рослину. У середньоранніх сортів ці показники варіювали в межах від 2,1 до 3,4 пагона і від 4,2 до 6,1 вузлового кореня.

Сорт Олексіївка виявив слабку стійкість до вилягання. Зокрема, у 2021 р. частка виляглих рослин досягала 33,0%, у 2022 р. цей показник знизився до 24,0%, проте у 2023 р. знову зріс до 38,0%. Інші сорти, що були задіяні в дослідженні, продемонстрували вищу стійкість до вилягання, адже середній рівень цього показника за три роки не перевищував 5,0–6,0%.

Морозні умови протягом періоду спостережень не мали суттєвого впливу на біометричні характеристики культури. Навіть у роки з мінімальною кількістю снігового покриву (2021 і 2023) рослини не зазнали значного стресу. Температура ґрунту на глибині вузлів кушіння знижувалася від $-8,3$ до $-9,4^{\circ}\text{C}$, що було вищим за критичний рівень вимерзання пшениці озимої, який для недостатньо розвинених рослин становить близько $-13,1$ — $-13,6^{\circ}\text{C}$. Завдяки цьому рослини успішно перезимували і зберігали потенціал для подальшого росту і розвитку.

Біометрично-структурні показники рослин сортів пшениці озимої суттєво впливали на формування врожаю зерна (табл. 3).

Середня врожайність зерна пшениці озимої за 2021–2023 рр. була різною, що зумовлено сортовими особливостями та впливом агрокліматичних умов. Найвищі показники стабільно демонстрували ранньостиглі сорти Царичанка та Кошова, їхня середня врожайність за три роки становила по 6,4 т/га. Такий високий рівень продуктивності даних сортів можна пояснити швидкою реакцією на зміну погодних умов і здатністю до ефективного використання наявної вологи та тепла в умовах Степу України.

Середньоранні сорти Олексіївка і Грація миронівська продемонстрували дещо нижчу врожайність. Для сорту Олексіївка середній трирічний показник склав 5,6 т/га, що пов'язано зі значними коливаннями врожайності: 5,7 т/га у 2023 р. та 7,1 т/га у 2022 р. Натомість Грація миронівська виявила кращу стабільність показників із середньою врожайністю 6,2 т/га.

Середньостиглі сорти Вежа миронівська та Естафета миронівська мали практично однаковий рівень продуктивності — 6,2 т/га і 6,1 т/га, відповідно. Їхні високі результати в 2022 і 2023 рр. свідчать про добру адаптацію до змінних погодних умов і здатність формувати стабільну врожайність за різних агрокліматичних умов.

Аналіз варіабельності врожайності між роками показав високу стабільність у більшості досліджуваних сортів. Найменші коливання спостерігалися у Царичанки і Кошової, що свідчить про їхню здатність до рівномір-

ного розвитку за різних умов вегетації. Водночас Олексіївка продемонструвала більшу чутливість до погодних факторів окремих років.

Рівень $\text{НІР}_{0,5}$ (0,8–1,1 т/га) вказує на статистично значущі відмінності між сортами, зумовлені впливом року та агротехнічних прийомів. Це підкреслює важливість правильного вибору сортів для конкретних умов вирощування з метою забезпечення стабільної та високої врожайності пшениці озимої.

ВИСНОВКИ

Шкідливий вплив бур'янів у посівах пшениці озимої визначався їхньою чисельністю та масою, що варіювали в межах 0,2–2,5 шт./ м^2 і 0,1–5,67 г/ м^2 відповідно. Напередодні збирання врожаю кількість бур'янів на полях відрізнялася, проте всі вони майже повністю припинили свій ріст, залишаючись у нижньому ярусі стеблостою і не спричиняючи шкоди культурним рослинам.

Найвищі значення основних біометрично-структурних показників були отримані при вирощуванні ранньостиглих сортів пшениці озимої — Царичанка і Кошова. Зокрема, середня висота рослин становила 96,2 см, площа листової поверхні — 13,83 см^2 , а маса 1000 зернин досягала 42,3 г.

Ранньостиглі сорти Царичанка і Кошова також продемонстрували найвищу середню врожайність зерна, яка складала 6,4 т/га. Максимальні показники врожайності пояснюються високою швидкістю розвитку та здатністю цих сортів адаптуватися до несприятливих погодних умов, характерних для північного Степу України. У порівнянні з ранньостиглими, середньоранні та середньостиглі сорти мали дещо нижчі біометричні й врожайні характеристики.

Для досягнення максимальної врожайності зерна при мінімальному рівні забур'яненості в умовах посушливого клімату північного Степу України доцільно віддавати перевагу вирощуванню ранньостиглих сортів, зокрема

3. Урожайність зерна пшениці озимої у 2021–2023 рр., т/га

Сорти пшениці озимої	Урожайність по роках, т/га			
	2021	2022	2023	середнє
Царичанка (ранньостиглий)	4,6	7,5	7,2	6,4
Кошова (ранньостиглий)	4,5	7,4	7,3	6,4
Олексіївка (середньоранній)	4,1	7,1	5,7	5,6
Грація миронівська (середньоранній)	4,4	7,0	7,3	6,2
Вежа миронівська (середньостиглий)	4,2	7,3	7,1	6,2
Естафета миронівська (середньостиглий)	4,2	7,0	7,2	6,1
$\text{НІР}_{0,5}$	0,8	0,5	1,1	–

Царичанка (6,4 т/га) і Кошова (6,4 т/га).

Фінансування: дослідження проведено в Інституті зернових культур НААН України за рахунок бюджетної тематики фінансування НДР, завдання фундаментальної теми 02.02.03.Ф «Розробити методологічні підходи і шляхи підвищення фітоценотичної стійкості агроценозів та зниження антропоного тиску на орних землях», ПНД 2 «Новітні системи землеробства і землекористування» Підпрограма 2 «Новітні системи землеробства зони Степу» за 2021—2023 роки Інституту зернових культур НААН України (держреєстрація № 0120U100237).

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шкатула Ю.М., Рац А.О. Оцінка впливу хімічних заходів на забур'яненість і урожайність пшениці озимої. Український журнал природничих наук. 2024. № 10. С. 197-205. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.10.2024.18>
2. Гутянський, Р.А., Попов С.І., Авраменко С.В., Кузьменко Н.В. Забур'яненість посівів пшениці озимої залежно від умов вирощування в паро-зерно-просапній сілвоміні. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агронімія і біологія». 2022. Т. 48. № 2. С. 51-58. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.8>
3. Tsyliuryk A.I., Tklich Yu.I., Masliiov S.V., Kozechko V.I. Impact of mulch tillage and fertilization on growth and development of winter wheat plants in clean fallow in Northern Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. V. 7. № 4. P. 511-516. https://doi.org/10.15421/2017_153
4. Циліурік О.І. Сучасні системи мультучувального обробітку ґрунту в Північному Степу: монографія. Одеса: Олді Плюс+, 2023. 344 с.
5. Матюха Л.П., Ткалич Ю.І. Захист пшениці озимої від бур'янів з урахуванням енергетичного балансу агрофітоценозів. Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. 2008. № 35. С. 22-27.
6. Грицюк Н.В., Довбиш Л.Л., Бакалова А.В. та ін. Вплив системи обробітку ґрунту та удобрення на забур'яненість посівів пшениці ярої в умовах Правобережного Лісостепу. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2024. № 2. С. 33-39. <http://dx.doi.org/10.32782/2310-0478-2024-2-34-39>
7. Чумак В.С., Явтушенко В.В., Циліурік О.І. Вплив погодних умов, попередників і добрив на продуктивність пшениці озимої. Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. 2002. № 18-19. С. 78-81.
8. Дідур І.М., Богомаз С.О. Формування

забур'яненості посіву пшениці озимої залежно від системи удобрення в умовах ФГ «ФЛОРА АА». Сільське господарство та лісівництво. 2022. № 3(26). С. 77-86. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-3-6>

9. Baslam M., Mitsui T., Hodges M. et al. Photosynthesis in a Changing Global Climate: Scaling Up and Scaling Down in Crops. *Frontiers in Plant Science*. 2020. V. 11. Article 882. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00882>

10. Ткачук О.П. Фітосанітарний стан агроценозів пшениці озимої залежно від попередників бобових багаторічних трав. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2021. № 1. С. 30-33. URL: <http://repository.vsu.org/getfile.php/29176.pdf>

11. Kalenska S., Novytska N., Kalenskiy V. et al. Management by formation of winter wheat resistant agroecosystems in the Forrester-Steppe of Ukraine. 1st International Wheat Congress: Abstract Proceeding: Poster Presentations. (Saskatoon, Saskatchewan, Canada, July 22-26, 2019). Saskatoon, Canada, 2019.

12. Домарацький Є.О. Подолання впливу стресових явищ під час вирощування пшениці озимої за умов глобальних кліматичних змін. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції за участі ФАО «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» (м. Київ, 13-14 березня 2018 р.). Київ, 2018. С. 227-232.

13. Yanev Mariyan et al. Control of mixed weed infestation in winter wheat. 2021. 350-357. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20220492426>

14. Shahzad, Muhammad et al. The impact of different crop rotations by weed management strategies' interactions on weed infestation and productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agronomy*, 2021, № 11. P. 2088. <https://doi.org/10.3390/agronomy11102088>

15. Методика визначення забур'янення. Пшениця: захист від посіву до збирання врожаю. ТОВ «Байер», Київ, 2010. С. 27-35.

16. Матюха В.Л. Економічний поріг шкодочинності бур'янів. Методики визначення та засоби захисту посівів озимої пшениці. Карантин і захист рослин, 2012. № 1. С. 1-3.

17. Пащенко Ю.М., Шевченко М.С., Матюха Л.П., Матюха В.Л. Методика обліку бур'янів у дослідках в виробничих умовах та визначення ефективності і агротехнічних заходів їх контролювання. Дніпропетровськ: ІЗГ УААН, 2009. С. 7-9.

18. Steel R.D., Torrie J.H., Dickey D. Principle and procedure of statistics. a biometrical approach. 3rd. ed. New York, McGraw-Hills Book. 1997. 466 p. URL: <https://www.scirp.org/reference/ReferencesPapers?ReferenceID=1855584>

19. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А. Методика польового дослідження: навчальний посібник, Одеса: Олді Плюс+, 2024. 448 с.

¹**Matyukha V.**,
ORCID: 0000-0002-5657-3524

²**Tsyliuryk O.**,
ORCID: 0000-0002-7479-8401

³**Semenov S.**,
ORCID: 0000-0001-8329-5438

¹*Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine, 14, Volodymyr Vernadskyi str., Dnipro, 49009, Ukraine*

²*Dnipro State Agrarian and Economic University of the MES of Ukraine, 25, Serhii Yefremov str., Dnipro, 49009, Ukraine*

The agroecotic resistance of different winter wheat varieties to weed infestation under the conditions of the Steppe zone of Ukraine

Goal. To identify winter wheat varieties of different maturity groups that exhibit agroecotic resistance to weeds, based on modern resistant cultivars. **Methods.** The research was conducted in 2021—2023 at the demonstration field of the Institute of Grain Crops of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, located at the Dnipro experimental farm (Dnipro city). Agrotechnical practices for winter wheat cultivation followed generally accepted recommendations. Peas were sown as the preceding crop. The experiments involved winter wheat varieties of Ukrainian breeding, including early-maturing varieties — Tsarychanka and Koshova; mid-early varieties — Oleksiivka and Hratiya Myronivska; and mid-maturing varieties — Vezha Myronivska and Estafeta Myronivska. **Results.** The effect of weeds on the productivity of winter wheat crops was assessed by their number and mass, which varied within the ranges of 0.2—2.5 plants/m² and 0.1—5.7 g/m², respectively. Before harvest, the weeds in the winter wheat crops ceased active growth, remaining in the lower layer of the crop stand, which minimized their negative impact on crop development. The best biometric and structural indicators were recorded in the early-maturing winter wheat varieties Tsarychanka and Koshova. In particular, the average plant height reached 96.3 cm, the leaf surface area — 13.83 cm², and the weight of 1000 grains — 42.3 g. These early-maturing varieties (Tsarychanka and Koshova) ensured the highest grain yield — 6.4 t/ha, which is attributed to their capacity for accelerated growth and adaptation to unfavorable weather conditions of the Steppe zone of Ukraine. Mid-early and mid-maturing varieties lagged behind the early-maturing ones in the main productivity indicators. **Conclusions.** To obtain the maximum yield under conditions of low weed infestation in the arid northern Steppe zone of Ukraine, it is advisable to grow early-maturing winter wheat varieties, particularly Tsarychanka (6.4 t/ha) and Koshova (6.4 t/ha).

agroecotic resistance; weeds; crop stand density; wheat varieties; biometric indicators; grain yield

Надійшла до редакції: 03.04.2025

Прийнята до друку: 21.04.2025

Надруковано й опубліковано онлайн: червень, 2025

ПОШИРЕННЯ КАРАНТИННИХ БУР'ЯНІВ В УКРАЇНІ

Мета. Проаналізувати динаміку й ареал поширення карантинних бур'янів в Україні (крім територій, на яких ведуться (велися) бойові дії або тимчасово окупованих російською федерацією) впродовж останніх десяти років. **Методи.** Інтерпретація офіційних даних Державної служби України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів щодо поширення карантинних бур'янів за допомогою аналітично-порівняльного методу. **Результати.** У 2015—2024 рр. на території України виявлено вогнища розмноження дев'яти видів і одного роду бур'янів, що мають статус обмежено поширених. Найбільші площі зайняті амброзією полинолистою, яка зареєстрована в усіх областях країни. Значні площі п'яти південних і східних областей також засмічені гірчаком повзучим. Паслін колючий у 2024 р. зареєстровано в одній області, сорго алепське — у двох, а ценхрус довгоголковий — у п'яти південних і в Київській областях. Із роду повитиць в Україні виявлено поширення повитиці польової, повитиці Лемана, повитиці одноствопчикової та повитиці хмельовидної із значним переважанням повитиці польової. З 2019 р. на території країни зареєстровано розвиток повитиці хмельовидної, а з 2021 р. — поширення *Cuscuta* spp., які в 2024 р. зареєстровані у трьох областях країни. Упродовж десяти останніх років спостерігається тенденція до скорочення площ, засмічених карантинними видами бур'янів, крім повитиць, зокрема повитиці Лемана. Площі під пасльоном колючим залишаються незмінними. **Висновки.** Розвиток і поширення карантинних бур'янів становить загрозу для економіки країни загалом і аграрної сфери зокрема, а також для здоров'я людей і тварин. Задля запобігання проникненню й поширенню по території країни карантинних видів бур'янів суб'єкти господарювання, діяльність яких пов'язана з рослинами та рослинною продукцією, повинні суворо дотримуватися законодавства у сфері карантину рослин.

Ю.С. ГОЛЯЧУК,

кандидат біологічних наук

Г.О. КОСИЛОВИЧ,

кандидат біологічних наук
Львівський національний
університет ветеринарної
медицини та біотехнологій імені
С.З. Гжицького (північний кампус),
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни,
Львівський р-н, Львівська обл.,
08381, Україна

карантин рослин; Перелік регульованих шкідливих організмів; список А-1; список А-2

Стаття присвячена аналізу поширення карантинних видів бур'янів в Україні в 2015—2024 рр. та завершує цикл публікацій щодо карантинного стану в Україні: «Поширення карантинних шкідників рослин в Україні», опубліковано у науково-виробничому журналі «Карантин і захист рослин» №2, 2024 р.; «Поширення карантинних хвороб рослин і фітонематод в Україні», — №1, 2025 р. [1, 2].

Бур'янами називають небажану трав'янисту рослинність, яка конкурує з культурними або місцевими рослинами за світло, воду й поживні речовини, а також сприяє поширенню шкідників і хвороб [3]. Бур'яни супроводжують людство з часів осілого землеробства, тобто понад 10000 років [4]. Нині світове землеробство налічує понад 200 видів небезпечних бур'янів, з яких 80 є особливо небезпечними [3]. В Україні зі ста найпоширеніших видів бур'янів 20 мають економічне значення, а шість видів є особливо шкідливими. Загальна шкода, якої завдають бур'яни українському аграрному сектору, становить 2,0—2,5 млрд грн [5].

Карантинні бур'яни небезпечні через здатність швидкої акліматизації та значні економічні збитки, яких можуть завдати в разі свого поширення по території країни [3].

У Переліку регульованих шкідливих організмів, затверженому Наказом Міністерства аграрної політики України № 397 від 16.07.2019 [6], налічується 14 видів і один рід бур'янів, що включені до списку А-1 (карантинні організми, відсутні на території України), та п'ять видів і один рід бур'янів зі списку А-2 (карантинні організми, обмежено поширені на території України).

Метою роботи було визначити динаміку й ареал поширення карантинних видів бур'янів в Україні (крім територій, на яких ведуться (велися) бойові дії або тимчасово окупованих російською федерацією) впродовж 2015—2024 рр.

Матеріали й методи. Динаміку й ареал поширення карантинних бур'янів на території України впродовж 2015—2024 рр. визначали за допомогою аналітично-порівняльного методу. Використовували дані, наведені в офіційних джерелах Державної служби України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів (далі — Держпродспоживслужба) [7].

Упродовж 2015—2024 рр. на території України інспекторами Держпродспоживслужби були виявлені осередки розмноження видів бур'янів, що належать до списку А-2 Переліку регульованих шкідливих організмів.

Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) — однорічний бур'ян із родини складноцвітих (Asteraceae), що походить із Північної Америки, звідки на-

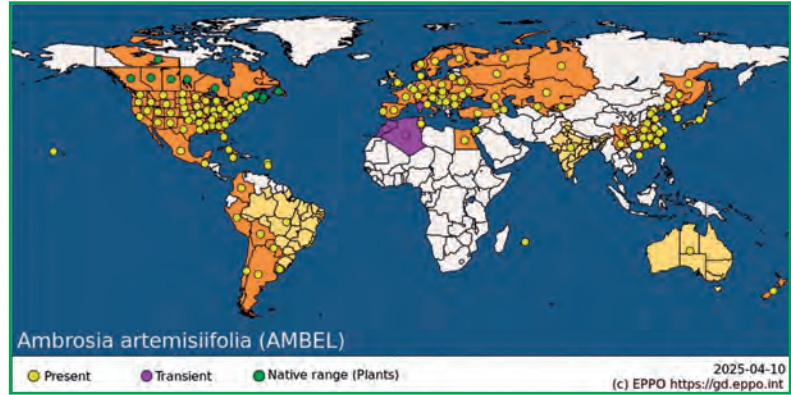


Рис. 1. Амброзія полинолиста: зліва — зовнішній вигляд рослини (фото Wietse den Hartog NVWA (NPPO the Netherlands)), справа — географія розповсюдження в світі [8]

прикінці XIX ст. поширився в країни Європи та Азії. Нині цей вид рослин реєструється також в Південній Америці, Австралії та кількох країнах Африки (рис. 1). В Європі амброзія полинолиста зустрічається вздовж автомагістралей, залізничних шляхів, на землях сільськогосподарського використання, пустищах. Поширенню бур'яну сприяє діяльність людини, зокрема сільськогосподарською технікою, косарками, під час транспортування ґрунту, гравію, будівельних матеріалів тощо. Швидке розповсюдження виду по території Європи є наслідком глобальних змін клімату. Небезпека поширення бур'яну також пов'язана з алергенністю його пилку для людини [8].

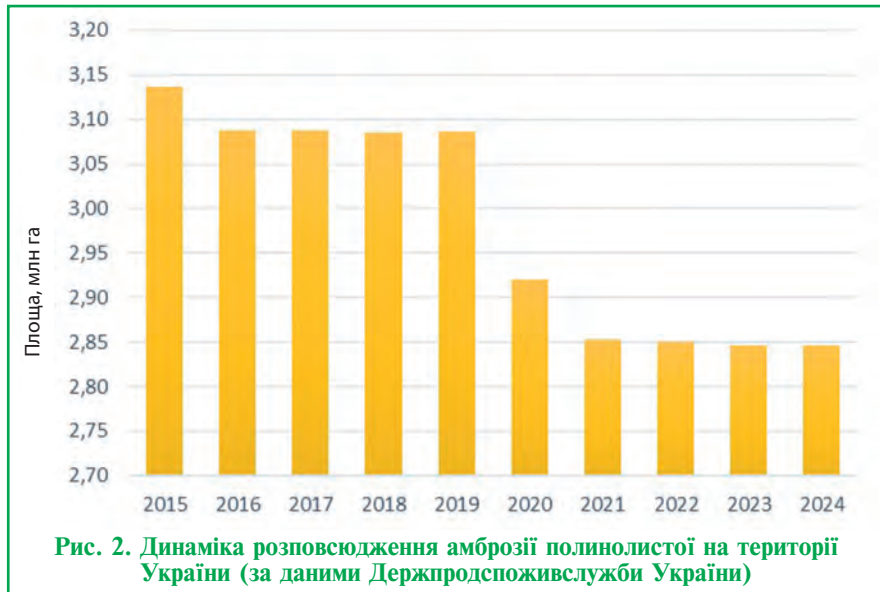


Рис. 2. Динаміка розповсюдження амброзії полинолістої на території України (за даними Держпродспоживслужби України)

На території України амброзію полинолісту вперше виявили в 1914 р. Після 50-х років XX ст. вид почав активно поширюватися по території України [9]. У 2015 р. бур'ян був виявлений в усіх областях України на загальній площі 3,136 млн га. У подальшому, незважаючи на поширення в усіх областях країни, площі, на яких реєстрували вогнища амброзії полинолістої, поступово скорочувалися й у 2024 р. вони становили 2,847 млн га (рис. 2).



Рис. 3. Ареал карантинних бур'янів в Україні станом на 01.01.2025 (по областях) (за даними Держпродспоживслужби України)

Найбільші площі, засмічені бур'яном у 2024 р., були в Миколаївській (816679 га), Запорізькій (717608 га) та Донецькій (609455 га) областях (рис. 3).

Гірчак повзучий, або степовий звичайний (*Acroptilon repens* (L.) de Candolle) — багаторічна коренепаросткова рослина з родини складноцвітих (Asteraceae), цен-

тром походження якої є Центральна Азія. Звідти вид поширився в інші країни Азії, Європу, Канаду, США, Аргентину, Австралію та ПАР (рис. 4). Бур'ян

може засмічувати посіви всіх культур, проте ареал його шкідливості, зазвичай, обмежується регіонами зі спекотним, сухим кліматом із річною кількістю опадів

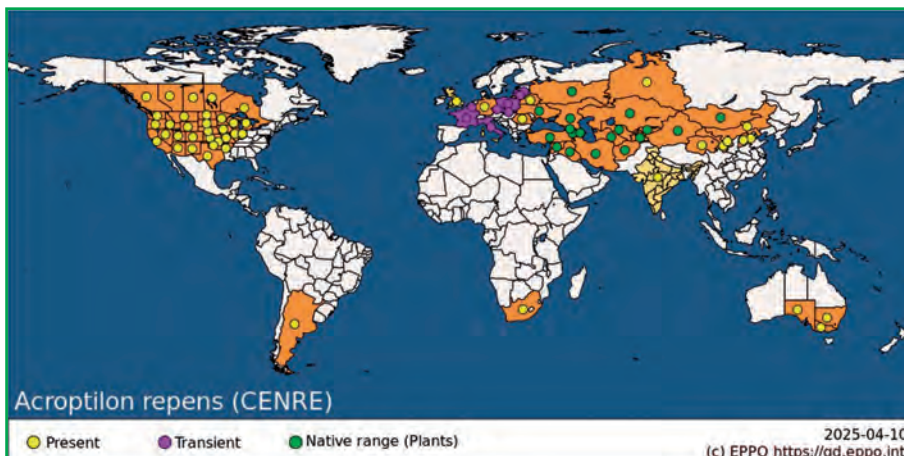


Рис. 4. Гірчак повзучий: зліва — зовнішній вигляд рослини [11], справа — географія розповсюдження в світі [10]

не більше 400 мм. В умовах помірного клімату, на зрошуваних землях, а також за інтенсивного ведення землеробства бур'ян не становить суттєвої загрози. Може засмічувати сади, виноградники, пасовища та узбіччя доріг. Небезпечне згодовування рослин тваринам, оскільки для деяких із них, особливо коней, вони є отруйними [10].

Упродовж 2015—2024 рр. спостерігалось поступове зменшення засмічених гірчаком повзучим площ на території України (рис. 5). Якщо в 2015 р. бур'ян реєстрували на загальній площі 227,6 тис. га у шести східних і південних областях України, то з 2016 р. по 2020 р. площі, засмічені гірчаком повзучим, скоротилися на 9,2 тис. га, а з 2017 р. вид не реєструють у Луганській області. Упродовж 2021—2023 рр. бур'ян був офіційно зареєстрований у п'яти областях на загальній площі 220,1 тис. га.

У 2024 р. гірчак повзучий зареєстровано на загальній площі 220,2 тис. га у Донецькій, Запорізькій, Одеській, Харківській і Херсонській областях (рис. 3). Найбільші площі під бур'яном відзначені в Херсонській області — 199,8 тис. га, або 90,8% від усієї засміченої видом площі.

Паслін колючий (*Solanum rostratum* Dunal) — однорічна рослина з родини пасльонових (Solanaceae), батьківщиною якої є Північна та Центральна Америка. Нині вид поширений на всіх континентах, крім Південної Америки. Бур'ян засмічує



Рис. 5. Динаміка розповсюдження гірчака повзучого на території України (за даними Держпродспоживслужби України)

сільськогосподарські культури, росте на узбіччях доріг, пасовищах і необроблювальних землях [12]. Рослини пасльону колючого, крім конкурування з культурними рослинами за воду й поживні речовини, є небезпечними для тварин, оскільки дов-

гими шипами (рис. 6) можуть пошкоджувати слизові оболонки й травну систему, а листки пасльону містять отруйні алкалоїди. Крім того, паслін колючий є первинною рослиною-живителем колорадського жука, а також резерватом інших шкідників



Рис. 6. Паслін колючий [12]

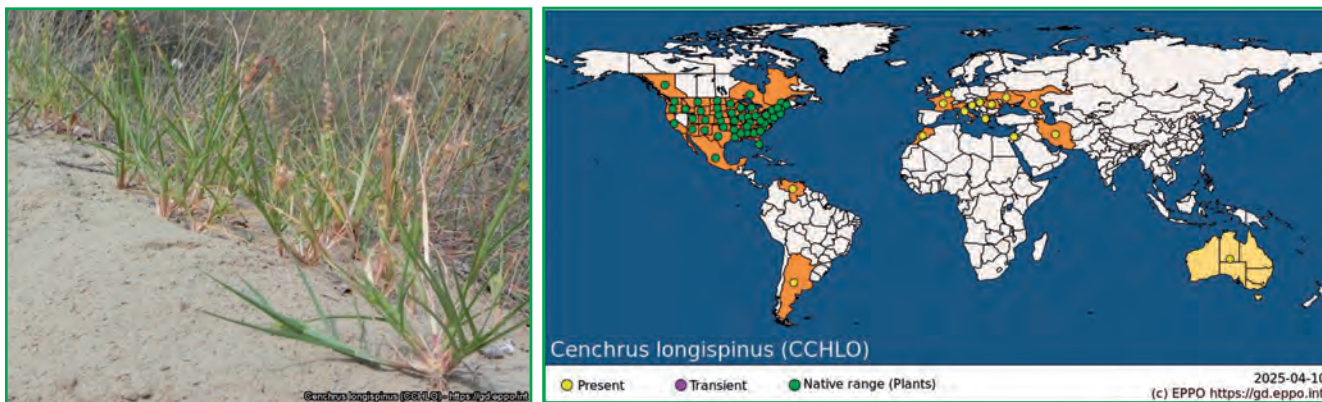


Рис. 7. *Ценхрус довгоголковий*: зліва — зовнішній вигляд рослини (фото Johan van Valkenburg), справа — географія розповсюдження в світі [14]

і збудників хвороб пасльонових культур [13].

З 2015 р. паслін колючий на території України зареєстровано в одному районі Херсонської області (Бериславський район, раніше — Великоолександрівський) на площі 134 га (рис. 3).

Ценхрус довгоголковий (*Cenchrus longispinus* (Hackel) Fernald) — однорічна або багаторічна з коротким періодом життя трав'яниста рослина з родини тонконогових (Poaceae), центром походження якої є Північна Америка, звідки бур'ян поширився в Мексику, Аргентину, Венесуелу, країни ЄС, Австралію, Марокко, Ізраїль, Іран, Росію (рис. 7) [14]. В Україні вперше вид був виявлений у 1950 р. у Скадовському районі Херсонської області [15]. Бур'ян віддає перевагу піщаним, добре осушеним ґрунтам, трапляється вздовж доріг, на перелогових землях, луках, пасовищах.

Загалом, види роду *Cenchrus* добре адаптовані до виживання в складних умовах навколишнього середовища [14]. *Ценхрус довгоголковий* засмічує переважно просапні культури, особливо кукурудзу, соняшник, овочеві, баштанні культури, та виноградники. Колючі колоски бур'яну раниють слизові оболонки тварин, шкіру ніг і рук людей [15].

У 2015—2016 рр. *ценхрус довгоголковий* було зареєстровано у східних і південних областях України: Дніпропетровській, Луганській, Миколаївській, Одеській, Харківській та Херсонській. Площа, засмічена бур'яном, зменшилася з 21641 га у 2015 р. до 20086 га у 2016 р. У 2017—2020 рр. площі, на яких реєстрували *ценхрус довгоголковий*, варіювали в межах 20085—20092 га, а в подальшому поступово збільшувалися від 20129 га у 2021 р. до 20132 га у 2023—2024 рр. (рис. 8). У 2017 р.

із переліку областей, де зареєстровано вогнища розмноження бур'яну, було виключено Луганську область, у 2019 р. було додано Запорізьку область, у 2020 р. виключено Харківську область, а в 2023 р. до переліку засмічених додали Київську область.

Станом на 01.01.2025 *ценхрус довгоголковий* зареєстровано у шістьох областях України із переважними площами засмічення в Херсонській області — 20052 га, або 99,6% усіх засмічених бур'яном площ країни (рис. 3).

Сорго алепське (*Sorghum halepense* (L.) Persoon) — багаторічний коренепаростковий бур'ян із родини тонконогових, який походить із Середземномор'я та Близького Сходу, звідки поширився на всі континенти (рис. 9) [16]. У 1969 р. Holm та Herberger включили його до переліку найзлісніших бур'янів світу [17]. В Україні вперше сорго алепське було виявлено в 2003 р. в Одеській області на площі 55 га. Бур'ян віддає перевагу пухким і родючим ґрунтам. Засмічує сільськогосподарські культури, пасовища, трапляється на перелогових землях, узліссях, берегах річок, уздовж доріг. Рослини сорго алепського можуть бути отруйними для коней і великої рогатої худоби через накопичення ціаністого водню в листках, що піддалися впливу заморозків або посухи [16].

Протягом 2015—2019 рр. сорго алепське було зареєстровано в Україні в шести районах Одеської області на площі 865 га. З 2020 р. засмічена бур'яном площа ско-



Рис. 8. Динаміка розповсюдження *ценхрису довгоголкового* на території України (за даними Держпродспоживслужби України)

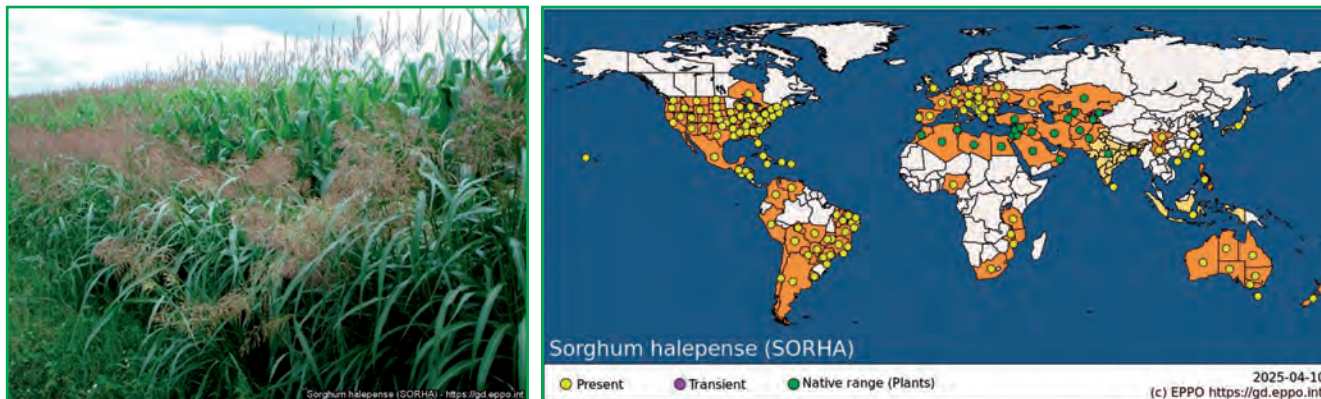


Рис. 9. Сорго алепське: зліва — посів кукурудзи, засмічений сорго алепським (фото Swen Follak), справа — географія розповсюдження в світі [18]

ротилася до 841 га, а в 2021 р. з’явилися осередки розмноження бур’яну в Запорізькій області на площі 2 га (рис. 10).

Станом на 01.01.2025 сорго алепське в Україні зареєстровано в Запорізькій та Одеській областях на загальній площі 843 га (рис. 3).

Повитиці (*Cuscuta* L.) — рід однорічних рослин із родини берізкових (*Convolvulaceae*), який об’єднує близько 200 видів, що ведуть паразитичний спосіб життя на стеблах рослин-живителів. Рід походить із Північної та Південної Америки, в яких майже 75% видів повитиць є широко поширеними. Ці паразитичні рослини пристосувалися до існування в різних умовах від помірних до тропічних широт. Від 15 до 20 видів роду мають важливе економічне значення як паразитичні бур’яни в посівах сільськогосподарських культур та в садах. У більшості країн світу ці види повитиць є карантинними [19]. Масове ураження культурних рослин повитицями може призвести до їх повної загибелі, а згодовування засміченого повитицями зеленого корму може спричинити хронічне отруєння і, навіть, загибель тварин [20].

Упродовж 2015—2024 рр. на території України реєстрували розвиток таких видів: **повитиця польова** (*Cuscuta campestris* Yuncker), **повитиця Лемана** (*Cuscuta lehmanniana* von Bunge), **повитиця одностовпчикова** (*Cuscuta monogyna* Vahl) та **повитиця хмельовидна** (*Cuscuta lupuliformis* Krockner) (рис. 11).



Рис. 10. Динаміка розповсюдження сорго алепського на території України (за даними Держпродспоживслужби України)



Рис. 11. Повитиці: зліва направо — повитиця польова [21]; повитиця Лемана [22]; повитиця одностовпчикова [23]; повитиця хмельовидна [24]

Серед усіх виявлених видів повитиць упродовж 2015—2024 рр. в Україні найбільші площі були засмічені повитицею польовою: 22153—23610 га (рис. 12). Спостерігається зменшення кількості областей країни, де реєструють повитицю польову. Якщо у 2015—2016 рр. вид було ідентифіковано у 19-ти областях, то з 2022 р. бур'ян реєструють у 13-ти областях України. Станом на 01.01.2025 повитиця польова не зустрічається в західних областях, Київській, Полтавській та Черкаській областях (рис. 3). Найбільш засміченими бур'яном є землі Запорізької (8860 га), а також Миколаївської та Херсонської (5242—5596 га) областей.

Повитицю Лемана з 2015 р. реєструють у двох областях України: Дніпропетровській та Луганській. У період з 2015 р. по 2020 р. загальна засмічена бур'яном площа становила 1,21—1,26 га із переважанням у Дніпропетровській області, а з 2021 р. ареал поширення виду збільшився втричі за рахунок розповсюдження в Луганській області (рис. 12). Станом на 01.01.2025 повитиця Лемана поширена на 3,76 га: 1,2 га — в Дніпропетровській області та 2,56 га — в Луганській області (рис. 3).

Повитицю одностовпчикову упродовж досліджуваного періоду виявляли з 2015 р. у Запорізькій, Луганській та Харківській областях на загальній площі 3,54 га. До 2020 р. площі, засмічені бур'яном, суттєво не змінювалися, проте в 2019 р. до переліку заражених областей було додано Донецьку область. З 2021 р. вид не виявляють у Харківській області й ареал поширення бур'яну обмежується 2,57 га (рис. 12). Станом на 01.01.2025 повитицю одностовпчикову зареєстровано в Донецькій, Запорізькій та Луганській областях (рис. 3).

З 2019 р. в Березівському районі Одеської області фіксується повитиця хмельовидна на площі 1 га (рис. 3, рис. 12). Крім того, з 2021 р. почали реєструвати поширення повитиць (*Cuscuta* spp.) спочатку в Миколаївській області (Баштанський р-н) на площі



Рис. 12. Динаміка розповсюдження повитиць на території України (за даними Держпродспоживслужби України)

626 га, з 2023 р. — у Львівській, а в 2024 р. — і в Черкаській областях (рис. 12). Станом на 01.01.2025 осередки розмноження повитиць (*Cuscuta* spp.) зареєстровано в одному районі Львівської, одному районі Черкаської та чотирьох районах Миколаївської областей на площі 83 га, 60 і 5286 га, відповідно.

ВИСНОВКИ

В Україні найбільш засміченими карантинними видами бур'янів є південні й східні області. З переліку видів, що мають статус обмежено поширених на території України і реєструвалися Держпродспоживслужбою в 2015—2024 рр. (крім територій, на яких ведуться (велися) бойові дії або тимчасово окупованих російською федерацією), найпоширенішим є амброзія полинолиста, вогнища розмноження якої фіксують в усіх областях країни. Серед виявлених фітосанітарними інспекторами видів загальна тенденція до зменшення засміченої площі відзначається для всіх карантинних бур'янів, крім повитиць, і, зокрема, повитиці Лемана, а площі під пасльоном колючим є незмінними впродовж останніх десяти років. Для запобігання проникненню та поширенню карантинних видів бур'янів усі суб'єкти, господарська діяльність яких пов'язана з виробництвом та обігом рослин і рослинних продуктів, мають

неухильно дотримуватися законодавства у сфері карантину рослин, зокрема виконувати фітосанітарні заходи.

Фінансування роботи: стаття має аналітичний характер.

Конфлікт інтересів: у статті використані офіційні дані Держпродспоживслужби України, Європейської та Середземноморської організації із захисту рослин (European and Mediterranean Plant Protection Organization), CAB International, розміщені у вільному доступі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Голячук Ю.С., Косилович Г.О. Поширення карантинних шкідників рослин в Україні. Карантин і захист рослин, 2024. №2. С. 21-28. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2024.2.21-28>
2. Голячук Ю.С., Косилович Г.О. Поширення карантинних хвороб рослин і фітонематод в Україні. Карантин і захист рослин, 2025. №1. С. 20-28. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2025.1.20-28>
3. Сикало О.О., Чернега Т.О. Карантинні бур'яни. Навчальний посібник. НУБіП України, 2015. 125 с. URL: <https://dglib.nubip.edu.ua/server/api/core/bitstreams/3ba7ccb8-2e76-4258-8918-6ff2f7b8a02f/content>
4. Zimdahl R.L. Fundamentals of weed science. 3th edition. Elsevier. 2007. 689 p. URL: <http://base.dnsgb.com.ua/files/book/Agriculture/Weed/Fundamentals-of-Weed-Science.pdf>
5. Сторчоус І.М. ТОП-8 найбільш шкочинних зимуючих бур'янів у посівах зернових. Агроном. 16.10.2020. URL: <https://www.agronom.com.ua/top-8-najbilsh-shkodochnykh-zymuyuchykh-bur-yaniv-uposivah-zernovyh/>
6. Про затвердження Переліку регульованих шкідливих організмів. Наказ Міністерства аграрної політики України № 716 від

29.11.2006 (зі змінами № 467 від 04.08.2010, № 397 від 16.07.2019). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1300-06#Text>

7. Огляд поширення карантинних організмів в Україні. Держпродспоживслужба України. URL: <https://dpss.gov.ua/fitosanitariya-kontrol-u-sferi-nasinnictva-ta-rozsadnictva/fitosanitarnij-kontrol/oglyad-poshirennya-karantinnih-organizmiv-v-ukrayini>

8. *Ambrosia artemisiifolia*. EPPO Global Database. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/AMBEL>

9. Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) небезпечний для людини та сільськогосподарства бур'ян. ДУ «Волинська обласна фітосанітарна лабораторія». URL: <https://www.fitolab.volyn.ua/informuiemo/360-ambroziiia-polynolysta-ambrosia-artemisiifolia-l-nebezpechnyi-dlia-liudyny-ta-silskoho-hospodars%20ta-burian>

10. *Acroptilon repens*. EPPO Global Database. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/CENRE/photos>

11. Гірчак повзучий — *Acroptilon repens* L. Державна установа «Черкаська обласна фітосанітарна лабораторія». URL: <https://fitolab-ck.dpss.gov.ua/girchak-povzuchyj-acroptilon-repens-l/>

12. *Datiles M.J. Solanum rostratum* (prickly nightshade). CABI Compendium, 2014. 50544. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.50544>

13. Паслін колючий (*Solanum rostratum* Dunal) — небезпечний карантинний бур'ян. ДУ «Волинська обласна фітосанітарна лабораторія». URL: <https://www.fitolab.volyn.ua/informuiemo/366-paslin-koliuchy-i-solanum-rostratum-dunal-nebezpechnyi-karantynnyi-burian>

14. *Cenchrus longispinus*. EPPO Global Database. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/CCHLO>

15. Ценхрус довгоголковий (*Cenchrus longispinus* Fernald.). ДУ «Волинська обласна фітосанітарна лабораторія». URL: <https://www.fitolab.volyn.ua/informuiemo/580-tsenkhrus-dovhoholkovyi-cenchrus-longispinus-fernal>

16. Сорго алевське (гумай) — небезпечна карантинна отруйна рослина. ДУ «Волинська обласна фітосанітарна лабораторія». URL: <https://www.fitolab.volyn.ua/informuiemo/444-sorho-alepske-humai-nebezpechna-karantynna-otruinna-roslyna>

17. Chandrasena N., Rao A.N. Asian-Pacific Weed Science Society: A Glimpse of the Past 50 Years and Perspectives. In: Chandrasena N., Rao A. N. (Eds.), Commemorating 50 Years (1967—2017). 50 th Anniversary Celebratory Volume. Asian-Pacific Weed Science Society

(APWSS); Indian Society of Weed Science (ISWS), India and The Weed Science Society of Japan (WSSJ), Japan. 2017. 208 pp. URL: https://www.researchgate.net/publication/320729171-Asian-Pacific_Weed_Science_Society_APWSS_50_Years_Celebratory_Volume

18. *Sorghum halepense*. EPPO Global Database. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/SORHA/photos>

19. Costea M., García M.A., Stefanović S. A phylogenetically based infrageneric classification of the parasitic plant genus *Cuscuta* (dodders, Convolvulaceae). Systematic Botany. 2015. 40. P. 269-285. <https://doi.org/10.1600/036364415X686567>

20. «Дружні» обійми повитиці. Головне управління Держпродспоживслужби в Рівненській області. URL: <https://www.rivneprod.gov.ua/2021/07/22/druzni-obijmy-povytytsi/>

21. Parker C. *Cuscuta campestris* (field dodder). CABI Compendium, 2008. 17111. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.17111>

22. *Cuscuta lehmanniana* Bunge. GBIF. URL: <https://www.gbif.org/species/3678394>

23. Duenas-Lopez M.A. *Cuscuta monogyna* (eastern dodder). CABI Compendium, 2020. 47506143. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.47506143>

Holiachuk Yu.,

ORCID: 0000-0002-2890-164X

Kosylovych H.,

ORCID: 0000-0001-5908-3312

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies of Lviv (north campus), 1, Volodymyr Velykyi str., Dubliany, Lviv district, Lviv region, Ukraine, 80381

Spread of quarantine weeds in Ukraine

Goal. To analyze the dynamics and distribution range of quarantine weed species in Ukraine (excluding territories affected by active or past hostilities and those temporarily occupied by the Russian Federation) over the past ten years. **Methods.** Interpretation of official data from the State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection regarding the spread of quarantine weeds using an analytical-comparative method. **Results.** Between 2015 and 2024, outbreaks of nine weed species and

one genus with the status of limited distribution were recorded in Ukraine. The largest infested areas are occupied by common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*), which has been reported in all regions of the country. Significant infestations of creeping knotweed (*Polygonum convolvulus*) were also recorded in five southern and eastern regions. In 2024, beaked nightshade (*Solanum rostratum*) was detected in one region, Aleppo millet grass (*Sorghum halepense*) in two, and long-spine sandbur (*Cenchrus longispinus*) in five southern regions and the Kyiv region. Within the genus *Cuscuta*, the spread of field dodder (*Cuscuta campestris*), Lehmann's dodder (*Cuscuta lehmanniana*), Mediterranean tree dodder (*Cuscuta epithymum*), and hop dodder (*Cuscuta lupuliformis*) has been observed, with field dodder being the most prevalent. Since 2019, hop dodder has been officially recorded in Ukraine, and since 2021, the spread of *Cuscuta* spp. has been noted. As of 2024, *Cuscuta* spp. were registered in three regions. Over the past decade, there has been a general trend of decreasing areas infested with quarantine weed species, with the exception of *Cuscuta* species, particularly Lehmann's dodder. The infested area of beaked nightshade has remained unchanged. **Conclusions.** The development and spread of quarantine weeds pose a serious threat to the national economy, particularly the agricultural sector, as well as to human and animal health. In order to prevent the introduction and spread of quarantine weed species across the country, business entities involved in the cultivation, handling, or trade of plants and plant products must strictly adhere to plant quarantine legislation.

plant quarantine; list of regulated harmful organisms; A1 list; A2 list

Надійшла до редакції: 14.04.2025

Прийнята до друку: 05.05.2025

Надруковано й опубліковано онлайн: червень, 2025





Навчали вчитися!

Вшанування пам'яті видатних вчених аграрної науки та до 90-річчя від дня народження

Нещодавно в Інституті захисту рослин НААН відбулися науково-практичні конференції:

- **«Інтегрований захист рослин — запорука стабільності фітосанітарного стану агроценозів України»**, присвячена 90-річчю від дня народження доктора біологічних наук, професора, академіка НААН, лауреата Державної премії в галузі науки і техніки, заслуженого діяча науки і техніки України М.П. Лісового;
- **«Ентомологічні читання пам'яті відомих вчених-ентомологів С.О. Трибеля та М.П. Секун»**.

Ці події зібрали не тільки учнів вчених-наставників, а й молодих науковців, нинішніх аспірантів, колег, однодумців. Учасників конференції тепло привітали президент Національної академії аграрних наук України академік НААН Гадзало Ярослав Михайлович, директор Інституту захисту рослин, академік НААН Борзих Олександр Іванович, в.о. академіка-секретаря Відділення рослинництва НААН України академік НААН Хареба Володимир Васильович та інші почесні гості. У роботі конференції брали участь син та онук С.О. Трибеля — Георгій Станіславович та Артем Георгієвич.

Цікавими були виступи початківців і «китів» науки, було бурхливе обговорення доповідей, під час якого народжувалися нові ідеї і завдання. Здавалося, що Михайло Павлович Лісовий, Станіслав Олександрович Трибель та Микола Павлович Секун були присутні в залі.

Цікаво згадували колишні аспіранти своїх керівників та їхні настанови, що пройшли перевірку багаторічним життєвим досвідом. Головне, що наставники дали своїм молодим колегам, — *навчили вчитися* — з вдячністю говорять вони.

Закарбувалася в пам'яті Юрія Дяка, учня Михайла Павловича Лісового, порада: *«Перш ніж зайти в двері — подумай як ти звідти вийдеш»*. Також не забуваються його слова: *«Розум людини визначається її вчинками»*, *«Доля людини — результат її вибору»*. Учениці М.П. Лісового Леся Голосна та Юлія Голячук вдячні йому, перш за все, за науку вчитися і пораду — *«Навчіться себе захищати»*.

Доєднувалися в онлайн-режимі до роботи конференцій колеги вчених. Зокрема Л.Т. Міщенко, доктор біологічних наук, професор тепло згадувала роботу з Михайлом Павловичем і його слова: *«Завжди чомусь підучуємося»*.



Пригадував Віталій Петрович Федоренко роботу Станіслава Олександровича у полі із сачком, а особливо із лопатою у пошуках ґрунтових шкідників. Саме особистий сачок Станіслава Олександровича, підколінник та карти поля, як цінну пам'ять від свого колеги, він демонстрував присутнім.

«Микола Павлович Секун — перш за все людина» — так характеризувала свого колишнього керівника Ольга Григорівна Власова, пригадуючи виїзди лабораторії в експедиції. Микола Павлович піклувався і про виконання завдання, і про побут колег, і про можливість передати вісточку сім'ї.

Гості вшанували пам'ять вчених, відзначили вагомий внесок у формування цілої генерації фахівців, які продовжують справу своїх учителів і сьогодні.





Вітаємо!

Виповнилося 75 років від дня народження Олександра Івановича Борзих — директора Інституту захисту рослин Національної академії аграрних наук України, доктора сільськогосподарських наук, академіка НААН, першого віце-президента Аграрної Палати України

О.І. Борзих є відомим вченим у галузі захисту рослин та екології. По закінченні в 1976 році Кримського сільськогосподарського інституту він проявив себе як кваліфікований спеціаліст і талановитий організатор, працюючи протягом 15-ти років на аграрному виробництві. Набувши виробничого досвіду та отримавши кваліфікацію юриста, впродовж тривалого часу успішно розгортав свою діяльність на політичній

ниві нашої країни. Будучи народним депутатом п'яти скликань, секретарем та членом Комітету Верховної Ради України з питань аграрної політики та земельних відносин, приклав багато зусиль для проведення реформ в аграрній галузі. Великий організаторський талант він також проявив, працюючи в Державній службі з карантину рослин.

Впродовж останніх 14-ти років О.І. Борзих очолює Інститут захисту рослин НААН. Набутий життєвий досвід та творчу енергію спрямовує на розв'язання важливих питань щодо екологічно безпечного захисту рослин. Він теоретично обґрунтував та розробив екологічні основи оптимізації фітосанітарного стану агроценозів польових та овочевих культур здійсненням моніторингу розвитку шкідливих, зокрема карантинних, організмів, встановленням чинників їх надмірного розвитку і поширення в Україні, розкрив нові шляхи обмеження їхньої чисельності в агроєкосистемах. Рекомендує виробництву оптимальні рішення з контролю фітосанітарного стану агроценозів для отримання додаткової й високоякісної продукції і разом із тим вирішення продовольчих, екологічних та соціальних проблем.

Автор і співавтор близько 250-ти опублікованих наукових праць, серед яких 10 монографій, 6 книг та брошур, довідник, підручник, 24 методичні рекомендації, 25 патентів та свідоцтв про реєстрацію авторського права на твір, шести сортів картоплі. Підготував трьох кандидатів наук, нині здійснює керівництво двома аспірантами й консультує докторанта.

Олександр Іванович є членом Президії Національної академії аграрних наук України, головою Вченої ради та методичної комісії Інституту захисту рослин НААН, координаційної ради Науково-методичного центру «Захист рослин», членом спеціалізованої вченої ради із захисту дисертацій, головним редактором науково-виробничого журналу «Карантин і захист рослин» та міжвідомчого тематичного наукового збірника «Фітосанітарна безпека». Організатор і учасник багатьох міжнародних та всеукраїнських конференцій, семінарів, круглих столів та нарад.

За трудові заслуги Олександра Івановича Борзих нагороджено орденом Трудового Червоного Прапора, медаллю «За трудову доблесть», орденом «За заслуги» 3-х ступенів. Йому також присвоєно почесне звання заслуженого працівника сільського господарства України.

Колективи Інституту захисту рослин, інших установ НААН щиро вітають Олександра Івановича із Ювілеєм та бажають міцного здоров'я, бадьорості, благополуччя, родинного затишку та щастя, невичерпної енергії та оптимізму, нових творчих успіхів для блага України!



