

JOURNAL OF APPLIED RESEARCH Vol. 21, No 4 '2025

PLANT VARIETIES STUDYING

AND PROTECTION

PRINT ISSN 2518-1017
ONLINE ISSN 2518-7457

VARIETY STUDYING
AND VARIETY SCIENCE

PLANT PRODUCTION

PLANT VARIETIES
PROTECTION



Журнал — фаховий

Наказ МОН України № 975 від 11 липня 2019 р.
(сільськогосподарські та біологічні науки)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

С. М. Каленська (головний редактор)

Д. Б. Рахметов (заступник головного редактора)

В. І. Файт (заступник головного редактора)

С. І. Мельник (шеф-редактор)

Ю. С. Данюк (відповідальний секретар)

М. З. Антонюк

Б. Барнабас (Угорщина)

Я. Бріндза (Словацька Республіка)

Р. А. Вожегова

В. Й. Войніч (Угорщина)

Н. Е. Волкова

О. В. Галаєв

Б. В. Дзюбецький

О. В. Дубровна

А. Лаздінш (Латвія)

В. М. Меженський

П. Монтеро Гарсія-Ноблехас (Іспанія)

Л. М. Присяжнюк

О. І. Присяжнюк

О. І. Рибалка

Р. Роса (Республіка Польща)

В. М. Соколов

Б. В. Сорочинський

С. М. Хоменко

С. В. Чеботар

В. Ю. Черчель

В. В. Швартау



УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ЕКСПЕРТИЗИ СОРТІВ РОСЛИН

СЕЛЕКЦІЙНО-ГЕНЕТИЧНИЙ
ІНСТИТУТ – НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР
НАСІННЄЗНАВСТВА
ТА СОРТОВИВЧЕННЯ НААН
ІНСТИТУТ ФІЗІОЛОГІЇ РОСЛИН
І ГЕНЕТИКИ НАН УКРАЇНИ

Журнал виходить чотири рази на рік
Заснований у 2005 р.

Ідентифікатор медіа
R 30-01984

За достовірність викладених
у публікаціях фактів відповідають
автори

Рекомендовано до друку
Вченою радою Українського інституту
експертизи сортів рослин
(Протокол № 15 від 23.12.2025)

Адреса редакційної колегії:
Український інститут
експертизи сортів рослин,
вул. Горіхуватський шлях, 15,
м. Київ, 03041, Україна

<http://journal.sops.gov.ua>
e-mail: journal@sops.gov.ua
Тел.: +38 044 290-40-45

Наукові редактори: Б. В. Сорочинський,
В. М. Гудзенко
Технічний редактор Ю. А. Кравченко
Літературний редактор А. І. Сидорчук
Комп'ютерне верстання Н. О. Бойко

Підписано до друку 30.12.2025
Формат 60×84 1/8. Папір офсетний.
Ум.-др. арк.
Наклад 50 прим. Зам.

Друкарня
ТОВ «ТВОРИ»
вул. Немирівське шосе, 62а,
м. Вінниця, 21034, Україна
Тел.: 0(800) 33-00-90
e-mail: info@tvoru.com.ua
<http://www.tvoru.com.ua>

Передплатний індекс 89273

ISSN 2518-1017

Мова видання:
українська, англійська

© Український інститут експертизи
сортів рослин, оформлення, оригінал-
макет, 2025

© Селекційно-генетичний інститут –
Національний центр насіннєзнавства
та сортівивчення, 2025

© Інститут фізіології рослин і генетики
НАН України, 2025

Journal – specialized publications

Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine
No. 975 as of July 11, 2019
(agricultural and biological sciences)

EDITORIAL BOARD

S. Kalenska (Head editor)

D. Rakhmetov (Deputy leading editor)

V. Fait (Deputy leading editor)

S. Melnyk (Editor-in-Chief)

Yu. Daniuk (Executive Secretary)

M. Antonyuk

B. Barnabas (Hungary)

J. Brindza (Slovak Republic)

R. Vozhehova

V. J. Vojnich (Hungary)

N. Volkova

O. Halaiev

B. Dziubetskyi

O. Dubrovna

A. Lazdiņš (Latvia)

V. Mezhenskyi

P. Montero García-Noblejas (Spain)

R. Rosa (Poland)

L. Prysiazhniuk

O. Prysiazhniuk

O. Rybalka

V. Sokolov

B. Sorochynskyi

S. Khomenko

S. Chebotar

V. Cherchel



UKRAINIAN INSTITUTE FOR PLANT
VARIETY EXAMINATION

PLANT BREEDING & GENETICS
INSTITUTE – NATIONAL CENTER
OF SEEDS AND CULTIVAR
INVESTIGATION

INSTITUTE OF PLANT PHYSIOLOGY
AND GENETICS, NATIONAL ACADEMY
OF SCIENCES OF UKRAINE

Published 4 times a year

Media identifier
R 30-01984

The authors are responsible for the
reliability of the information in the
materials published in the Journal

Recommended for publication by
Academic Board of the Ukrainian
Institute for Plant Variety Examination
(Record No. 15, 23.12.2025)

Editorial Board contacts:
Ukrainian Institute for Plant Variety
Examination,
15 Horihuvatskyi shliakh St.,
Kyiv 03041, Ukraine

<http://journal.sops.gov.ua/>
e-mail: journal@sops.gov.ua
Phone: +38 044 290-40-45

Science editors: B. V. Sorochynskyi,
V. M. Hudzenko
Technical editor Yu. A. Kravchenko
Literary editor A. I. Sydorчук
Computer-aided
makeup N. O. Boyko

Signed to print 30.12.2025
Format 60×84 1/8. Offset Paper.
Conventional printed sheet.
50 numbers of copies.

Printing office
LLC «TVORY»
62a Nemyrivske highway
Vinnytsia 21034, Ukraine
Phone: 0(800) 33-00-90
e-mail: info@tvoru.com.ua
<http://www.tvoru.com.ua>

Ukrainian subscription index
of the print version: 89273
ISSN 2518-1017

Languages of publication:
Ukrainian, English

© Ukrainian Institute for Plant Variety
Examination, formatting, makeup, 2025

© Plant Breeding & Genetics Institute –
National Center of Seeds and Cultivar
Investigation, 2025

© Institute of Plant Physiology and
Genetics, National Academy of Sciences
of Ukraine, 2025

ЗМІСТ

CONTENTS

СОРТОВИВЧЕННЯ ТА СОРТОЗНАВСТВО

VARIETY STUDYING AND VARIETY SCIENCE

**Дутова Г. А., Києнко З. Б., Хоменко Т. М.,
Ткачик С. О., Павлюк Н. В.**

Оцінювання пластичності та стабільності врожайності сортів пшениці м'якої озимої в різних ґрунтово-кліматичних зонах України

170 Assessment of plasticity and yield stability of soft winter wheat varieties in different soil and climatic zones of Ukraine

**Рахметов Д. Б., Лещук Н. В., Корабльова О. А.,
Бондарчук О. П., Рахметова С. О., Гаврилюк О. М.,
Газнюк М. О.**

Колекційний фонд рослин роду *Nigella* L. у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України

180 **Rakhmetov D. B., Leschuk N. V., Korablova O. A.,
Bondarchuk O. P., Rakhmetova S. O., Havryliuk O. M.,
Gazniuk M. O.**
Collection of plants of the genus *Nigella* L. at the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine

РОСЛИННИЦТВО

PLANT PRODUCTION

Куртєв К. К., Домарацький Є. О.

Забур'яненість посівів і продуктивність гібридів соняшнику у процесі вирощування за класичною та Clearfield-технологією

189 **Kurtiev K. K., Domaratskyi Ye. O.**
Weed infestation of crops and productivity of sunflower hybrids when grown using conventional and Clearfield technologies

Мільяр Б. С., Близнюк Б. В.

Урожайність пшениці м'якої ярої залежно від норм висіву та застосування біологічних препаратів

197 **Miliar B. S., Blyzniuk, B. V.**
Yield of soft spring wheat depending on sowing rates and the use of biological preparations

**Новицька Н. В., Лемешик А. В., Доктор Н. М.,
Кипила В. Й., Мартинов О. М.**

Формування симбіотичного потенціалу та врожайності сої під впливом ширини міжряддя та норми висіву насіння

207 **Novytska N. V., Lemeshyk A. V., Doktor N. M.,
Kypyla V. Y., Martynov O. M.**
Formation of symbiotic potential and soybean yield under the influence of row spacing and seeding density

Сіроштан А. А., Листуха М. М.

Особливості формування врожайності та посівних якостей насіння пшениці м'якої озимої залежно від попередника, строку сівби та добрив

215 **Siroshtan A. A., Lystukha M. M.**
The peculiarities of the formation of yield and sowing qualities of soft winter wheat seeds depending on the preceding crop, sowing date and fertilisers

ОХОРОНА ПРАВ НА СОРТИ РОСЛИН

PLANT VARIETIES PROTECTION

**Кічігіна О. О., Глущенко Л. А., Смутьська І. В.,
Дем'янюк О. С., Цибро Ю. А.**

Нормативно-правове забезпечення у сфері насінництва лікарських рослин: Україна та ЄС

224 **Kichigina O. O., Hlushchenko L. A., Smulska I. V.,
Demyanyuk O. S., Tsybro Y. A.**
Regulatory framework for medicinal plant seed production: Ukraine and the EU

Оцінювання пластичності та стабільності врожайності сортів пшениці м'якої озимої в різних ґрунтово-кліматичних зонах України

Г. А. Дутова*, З. Б. Києнко, Т. М. Хоменко, С. О. Ткачик, Н. В. Павлюк

Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Горіхуватський шлях, 15, м. Київ, 03041, Україна,
*e-mail: 2021dutova@gmail.com

Мета. Оцінити адаптивність та екологічну стабільність сортів пшениці м'якої озимої за показниками врожайності у трьох природно-кліматичних зонах України (Степу, Лісостепу та Поліссі) на основі дворічних польових спостережень (2022/23–2023/24 рр.). **Методи.** Дослідження, предметом яких були 28 сортів пшениці м'якої озимої, проводили впродовж двох сезонів на полях 17 дослідних пунктів Українського інституту експертизи сортів рослин. Закладання дослідів та збирання врожаю виконували відповідно до Методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин. **Результати.** Урожайність пшениці озимої істотно залежала від ґрунтово-кліматичної зони: найвищий усереднений показник зафіксовано в Лісостепу для сорту 'ДСВ 2129120' – 8,98 т/га. Встановлено значну диференціацію сортів за рівнем адаптивності та екологічної пластичності, підвищені коефіцієнти якої ($b_i > 1,15$) виявлено в 'Сага', 'ЛГ Арагоніт', 'Київська 20' та 'Антік'. Це свідчить про їхню інтенсивність і здатність формувати максимальну продуктивність у сприятливому середовищі. Натомість сорти 'ДСВ 2129120', 'АФК Фентезі' та 'АФК Юніон' характеризувалися нижчими значеннями b_i (0,72–0,86), що вказує на більшу стабільність урожайності у стресових або обмежених умовах. Максимальну екологічну стабільність ($S^2 d_i < 0,04$) відмічено в рослин сортів 'Білоцерківчанка' ($b_i = 1,03$; $S^2 d_i = 0,02$); 'Хаптер' ($b_i = 1,02$; $S^2 d_i = 0,03$); 'Звенигора' ($b_i = 1,02$; $S^2 d_i = 0,03$); 'Валлонія' ($b_i = 0,93$; $S^2 d_i = 0,04$); 'Вікторія Поліська' ($b_i = 0,86$; $S^2 d_i = 0,05$); 'Ягідка одеська' ($b_i = 1,10$; $S^2 d_i = 0,05$). Високі показники маси 1000 зерен зафіксовано в зоні Лісостепу для сортів 'Вальтер' – 48,1 г; 'ЛГ Стрімач' – 47,5 г; 'Сопілка' – 47,4 г; 'Антік' – 47,1 г; 'Хаптер' – 47,0 г. **Висновки.** Параметри продуктивності, адаптивності та екологічної стабільності суттєво різняться в досліджуваних сортах пшениці м'якої озимої. Найбільшу й водночас стабільну врожайність за відмітних погодних умов сформували 'ЛГ Арагоніт', 'ДСВ 2129120' та 'Валлонія'. Це дає підстави рекомендувати вказані культивари для розширення обсягів вирощування на тлі кліматичної мінливості. Відповідно до методики Ебергарда – Рассела підтверджено значну диференціацію сортів за адаптивним потенціалом: 'Сага', 'ЛГ Арагоніт', 'Київська 20' та 'Антік' є перспективними для високоресурсного Лісостепу, а 'ДСВ 2129120', 'АФК Фентезі' та 'АФК Юніон' забезпечують стабільну продуктивність у стресових умовах Степу. Найвищою екологічною стабільністю характеризувалися 'Білоцерківчанка', 'Хаптер', 'Звенигора', 'Валлонія' та 'Ягідка одеська', що свідчить про їхню придатність для широкого використання у різних агрокліматичних зонах. Маса 1000 зерен істотно варіювала залежно від агрокліматичної зони, а найсприятливіші умови для її формування склалися в Лісостепу; високостійкими за цим параметром виявилися 'Вальтер', 'ЛГ Стрімач', 'Антік' та 'Сопілка'. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення селекційних програм і формування оптимальної структури сортових посівів у різних природно-кліматичних регіонах України.

Ключові слова: пшениця м'яка озима; адаптивність; екологічна пластичність; стабільність; урожайність; маса 1000 зерен.

Halyna Dutova
<https://orcid.org/0000-0002-7987-5840>

Zina Kyienko
<https://orcid.org/0000-0001-7749-0296>

Tetiana Khomenko
<https://orcid.org/0000-0001-9199-6664>

Svitlana Tkachyk
<https://orcid.org/0000-0002-2402-079X>

Вступ

Сучасні зміни клімату та зростання частоти екстремальних погодних явищ зумовлюють необхідність створення сортів пшениці

Nataliia Pavliuk
<https://orcid.org/0000-0003-2532-7301>



© The Author(s) 2025. Published by Ukrainian Institute for Plant Variety Examination.
This is an open access article distributed under the terms of the license CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.), здатних забезпечувати стабільно високу продуктивність у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Саме тому вчені дедалі більше зосереджуються на дослідженні екологічної пластичності, адаптивних можливостей і селекційних стратегій, які дають змогу підвищити ефективність використання генетичного потенціалу культури. Водночас система державного випробування сортів вимагає їхнього комплексного оцінювання, що включає аналіз реакції на абіотичні та біотичні фактори, параметри стабільності та придатності для вирощування в конкретних регіонах.

Параметри екологічної пластичності та стабільності є ключовими критеріями для добору сортів, здатних забезпечувати стабільну продуктивність за контрастних умов років і регіонів [1]. Встановлено, що варіювання температурного режиму та кількості опадів суттєво впливає на формування елементів структури врожаю, а сортові особливості визначають рівень адаптивної реакції рослин [2].

Результати досліджень, проведених у різних частинах Лісостепу та Степу України, свідчать про вагомий роль такого агротехнічного чинника, як попередники, у формуванні маси 1000 зерен і натури зерна [3]. Його якісні параметри та врожайність істотно залежать від генетичних особливостей сортів та їхньої здатності підтримувати продуктивність за контрастних умов вирощування [4]. Зауважено, що селекція на агроекологічну адаптивність – це базовий напрям створення нових культиварів озимої пшениці, що характеризуються високою стійкістю проти абіотичних стресів і стабільною врожайністю [5].

Питання екологічної пластичності вивчали також у системі багаторічних польових випробувань. Це дало змогу встановити різницю між сортами за реакцією на зміну агрокліматичних умов та визначити їхній стабілізаційний потенціал [6]. Дослідження пластичності сучасних культиварів озимої пшениці в Україні підкреслюють їхні значні відмінності залежно від регіональних особливостей середовища [7].

Значна варіабельність кліматичних показників у Південному Степу загострює проблему добору сортів із високим адаптивним потенціалом. Зокрема, рівень пристосованості до дефіциту вологи може значною мірою визначати варіювання врожайності [8, 9]. Схожі висновки отримано й для нових культиварів пшениці, технологічні та продуктивні властивості яких змінюються залежно від умов регіону вирощування [10].

Іноземні дослідження підтверджують високу чутливість пшениці до попередника, системи обробітку ґрунту та ґрунтово-кліматичних умов, що спричиняє значні відмінності у врожайності та якості зерна [11]. Одними з ключових причин варіабельності продуктивності в межах сорту лишаються фактори взаємодії «генотип × середовище», або G × E взаємодії. Методи її статистичного аналізу ефективно застосовують для оцінювання стабільності сортів [12].

Вітчизняні та закордонні автори зазначають, що ефективний добір сортів має базуватися на поєднанні високого врожайного потенціалу, стійкості проти стресів і можливості синхронно реагувати на різні екологічні фактори [13–15]. Встановлено, що адаптивний потенціал нових культиварів пшениці озимої в південних регіонах визначається не лише їхньою спекотністю та посухостійкістю, а й здатністю забезпечувати стабільний рівень продуктивності за дії комплексного стресу [16]. Це підтверджує необхідність удосконалення селекційних програм для степової зони, спрямованих на розширення адаптивних можливостей рослин на тлі кліматичних змін [17]. Актуальними залишаються питання сорто-випробування, що дає змогу визначити ступінь реалізації генетичного потенціалу сортів у різних едафокліматичних умовах [18], а дані багаторічних досліджень підкреслюють варіабельність адаптивних властивостей і продуктивності нових генотипів [19].

Адаптивність пшениці широко вивчали у різних агрокліматичних зонах України [8–10, 17–20]. Було встановлено значні сортові відмінності за показниками стабільності, пластичності та реакцією на водний режим, що є критичним фактором, особливо для Південного Степу.

Результати досліджень продуктивності та елементів структури врожаю за різних умов вирощування показали, що такі погодні фактори, як температура й дефіцит вологи, суттєво впливають на реалізацію потенціалу сучасних сортів [2, 3, 6, 13, 16, 20]. Дуже важливо зважати на мінливість температур під час наливу зерна, що визначає масу 1000 зерен – одного з ключових показників стабільності продуктивності пшениці.

Отже, аналіз літературних джерел свідчить про важливість комплексного підходу до оцінювання сортів пшениці м'якої озимої на основі параметрів пластичності та стабільності. Це особливо актуально в умовах щораз більших кліматичних ризиків.

Мета досліджень – визначити показники пластичності та стабільності врожайності но-

вих сортів пшениці м'якої озимої та сформува-ти рекомендації щодо їх використання в межах різних природно-кліматичних зон України.

Матеріали та методика досліджень

Досліджували 28 сортів пшениці м'якої озимої вітчизняної та іноземної селекції. А саме: 'АФК Юніон', 'АФК Преміум', 'АФК Фентезі' (ТОВ «Агрофірма "Колос"»); 'Вікторія польська' (ННЦ «Інститут землеробства НААН»); 'Шамбері', 'Антик', 'Авіньйон' (ТОВ «Українське насіння»); 'Звенигора', 'Родослава', 'Київська 20', 'Адама' (Інститут фізіології рослин НАНУ); 'Бурштин Носівський' (Носівська селекційно-дослідна станція Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла НААН); 'Королева одеська', 'Олімпія одеська', 'Савеліна', 'Сага', 'Фаворитка одеська', 'Ягідка одеська' (Селекційно-генетичний інститут – НЦНС); 'Білоцерківчанка', 'Сопілка' (Білоцерківська дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН); 'ДСВ 2129119', 'ДСВ 2129120' (Deutsche Saatveredelung AG); 'ЛГ Стрімак', 'ЛГ Арагоніт' (Limagrain Europe); 'Вальтер', 'Хаптер', 'Інвіктус', 'Валлонія' (Strube Research GmbH & Co.KG).

Кваліфікаційну експертизу на придатність сорту для поширення проводили впродовж 2022/23 та 2023/2024 рр. на 17 дослідних пунктах Українського інституту експертизи сортів рослин, розташованих у трьох ґрунтово-кліматичних зонах України: Степу (Дніпропетровська, Кіровоградська, Одеська філії УІЕСР), Лісостепу (Вінницька, Сумська, Тернопільська, Харківська, Черкаська, Чернівецька філії УІЕСР, Білоцерківський відділ польових досліджень Київської спеціалізованої філії УІЕСР) та на Поліссі (Волинська, Закарпатська, Івано-Франківська, Львівська, Рівненська, Чернігівська філії УІЕСР та Іванівський відділ польових досліджень Хмельницької філії УІЕСР). У процесі досліджень послуговувалися методиками [21, 22]. Ґрунти дослідних ділянок характерні для відповідної зони вирощування. Їхня облікова площа – 25 м², розміщення рендомізоване, повторність чотириразова.

Для опрацювання результатів польових досліджень використовували методи описової статистики. Отриманий показник урожайності сорту порівнювали з умовним стандартом – середнім значенням урожайності сортів відповідного ботанічного таксона, які пройшли державну реєстрацію, за п'ять останніх років. Його визначають щороку для конкретних ґрунтово-кліматичної зони та блоку дослідження.

Для аналізу пластичності використовували модель лінійної регресії за методикою Ебергарда – Рассела [23]:

$b_i = 1$ – середня реакція сорту на зміни середовища;

$b_i > 1$ – сорт чутливий, ліпше реалізує потенціал у сприятливих умовах;

$b_i < 1$ – сорт менш чутливий, придатний для умов інтенсивного стресу.

Стабільність визначали за показником дисперсії відхилень від регресійної лінії ($S^2 di$): чим менше його значення, тим стабільніший сорт.

Результати досліджень

Погодні умови вегетаційних періодів пшениці м'якої озимої 2022/23–2023/24 років у зонах Степу, Лісостепу та Полісся характеризувалися значними відхиленнями від середніх багаторічних показників, підвищеним температурним фоном і нерівномірним розподілом опадів, що узгоджується із сучасними тенденціями до посилення кліматичної мінливості (табл. 1). Всі ці фактори визначили особливості росту, розвитку та продуктивності рослин культури.

Середньодобова температура повітря в зоні Степу протягом більшості місяців перевищувала усереднені багаторічні значення, особливо восени 2023-го та навесні 2024 року. Вересень – листопад 2023 року були теплішими на 3–5 °С, а квітень 2024-го – на 6–7 °С, як порівняти з нормою, що сприяло швидкому проростанню та інтенсивному осінньому куццю рослин. Однак висока температура червня – липня (на 3–5 °С вища за норму) могла зумовити прискорення фенологічних фаз і скорочення періоду наливу зерна. Дефіцит опадів у цій природно-кліматичній зоні впродовж ключових стадій весняно-літнього розвитку впливав на формування продуктивної вологи, що обмежувало потенційну врожайність.

Показники температури повітря в зоні Лісостепу перевищували середні багаторічні, однак із менш вираженою амплітудою відхилень. Осінь 2023 року була на 2–4 °С теплішою, порівнюючи з нормою. Це сприяло ліпшому розвитку пшениці до входження в зиму. Зимовий період 2023/24 років супроводжувався частими відлигами, що за умов недостатнього снігового покриву могло підвищити ризик випрівання рослин та погіршення їхньої зимостійкості. Водночас кількість опадів у літній період 2023/24 років здебільшого відповідала нормі або переважала її, що могло частково компенсувати вплив підвищених температур на формування зернової продуктивності.

Таблиця 1

**Середньодобова температура повітря та кількість опадів у період вегетації
пшениці м'якої озимої (2022/23–2023/24 рр.)**

Веgetаційний рік	Місяці										
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII
Середньодобова температура повітря, °C											
Степ											
2022–2023 рр.	16	9,9	4,3	1,9	0,6	0,5	6	9,1	16,5	20,9	23,3
2023–2024 рр.	20,3	13,9	6,5	2,7	–0,5	4,4	5,6	15,1	16,1	23	26,7
СБП*	16	9	2	–2	–4	–4	0	8	15	19	22
Лісостеп											
2022–2023 рр.	13,3	9,4	2,3	–0,6	0,1	–0,7	5	8	14,7	18,3	20,7
2023–2024 рр.	18	11,3	3,8	0,3	–2,6	4,1	5,4	12,8	15,6	21	24
СБП	13	7	1	–4	–6	–5	–1	7	14	17	19
Полісся											
2022–2023 рр.	12,5	8,5	1,9	–0,2	1,7	0,3	4,8	8,2	13,8	16,4	20,3
2023–2024 рр.	18	12	3,7	0,9	–1,7	5,3	5,7	11,9	15,4	19,6	21,8
СБП	13	8	2	–2	–5	–4	0	7	14	17	19
Кількість опадів, мм											
Степ											
2022–2023 рр.	58,1	14,1	42,2	72,7	14,8	22,5	26,6	57,7	16,8	34,9	44,8
2023–2024 рр.	5,6	40,4	104	35,3	58,3	18,9	53,5	46,2	16,9	40,6	22,4
СБП	30	35	35	35	30	25	25	30	40	55	45
Лісостеп											
2022–2023 рр.	107	46,5	38,8	56,2	22,4	38,5	36,1	74,3	10	79,2	69,8
2023–2024 рр.	25	63,9	75,4	49	62,6	50,5	31,4	63,4	21,8	65	74,8
СБП	40	40	38	35	30	25	30	40	55	70	75
Полісся											
2022–2023 рр.	158	19,6	22,1	52,6	38,2	42	122	69,4	21,8	106	133
2023–2024 рр.	29,9	66,2	50	43,1	70,2	46,5	53,1	51,9	25,2	95	108
СБП	50	40	40	35	30	30	30	40	60	80	85

*СБП – середній багаторічний показник.

На Поліссі обидва вегетаційні роки характеризувалися надлишком опадів та підвищеним температурним фоном. Особливо теплою була осінь 2023 року з на 5–6 °C більшими за норму середньодобовими показниками. Значна кількість опадів у весняно-літній період, зокрема в червні – липні, створювала умови для стабільного водозабезпечення, проте одночасно посилювала ризики ураження рослин грибними хворобами та можливого вилягання посівів. Надмірне зволоження в окремі місяці могло також негативно вплинути на якість зерна, а саме: на натуру та склоподібність.

Загалом погодні умови обох досліджуваних вегетаційних сезонів можна схарактеризувати як теплі та нестабільні за розподілом опадів. Це ускладнювало ріст і розвиток пшениці м'якої озимої. Підвищені температури восени сприяли накопиченню біомаси, однак тепла зима з частими відлигами знижувала потенційну морозостійкість рослин. Дефіцит опадів у Степу та надлишок на Поліссі визначили різновекторний вплив на формування продуктивності залежно від зони. Такі умови підкреслюють необхідність добору сортів із підвищеною адаптивністю до теплового та водного стресу, а також актуальність встановлення їхньої екологічної пластичності та стабільності в різних агроекологічних регіонах.

Проведений аналіз свідчить, що врожайність пшениці м'якої озимої істотно варіювала залежно від погодних умов вегетаційних періодів 2022/23–2023/24 рр. та природно-кліматичних зон. У кожній з них спостерігали підвищення середньодобових температур, як порівняти з багаторічною нормою, та нерівномірний розподіл опадів: дефіцит у Степу, відносно збалансованість у Лісостепу й надлишок на Поліссі.

Найменші середні врожаї сортів (6,10 т/га) отримано в зоні Степу, що відповідає загальному дефіциту атмосферної вологи, особливо під час критичних фаз весняного кущення, виходу в трубку та наливу зерна. Усереднені показники знизилися з 6,60 т/га у 2023 р. до 5,70 т/га у 2024-му. Це узгоджується з погодними аномаліями сезону 2023/24 рр., зокрема підвищенням температур у квітні – липні та нестачею опадів восени й навесні. Найменші врожаї у 2024 р. зафіксовано в чутливих до теплового та вологісного стресу сортів 'АФК Преміум' (4,59 т/га), 'ЛГ Стрімек' (4,86 т/га) та 'Інвіктус' (4,85 т/га); більші – в 'ЛГ Арагоніт' (5,50 т/га), 'ДСВ 2129120' (6,72 т/га) та 'Валлонія' (6,00 т/га), які зберігали порівняно високі значення навіть за посушливих умов.

Максимальна середня врожайність була в Лісостепу (8,40 т/га). Варіація між сортами лишалася відносно стабільною ($R = 1,8$ т/га). Це

Урожайність сортів пшениці м'якої озимої залежно від зони вирощування, т/га (2022/23–2023/24 рр.)

Назва сорту	Степ			Лісостеп			Полісся		
	2023 р.	2024 р.	середнє	2023 р.	2024 р.	середнє	2023 р.	2024 р.	середнє
'АФК Юніон'	6,07	5,13	5,60	7,31	7,55	7,43	7,05	7,33	7,19
'АФК Преміум'	7,21	4,59	5,90	8,52	8,14	8,33	7,12	7,76	7,44
'АФК Фентезі'	6,07	5,33	5,70	7,18	7,24	7,21	7,11	7,23	7,17
'Вікторія поліська'	6,50	5,98	6,24	7,89	8,43	8,16	7,41	7,81	7,61
'Шамбері'	6,63	6,57	6,60	8,42	9,14	8,78	7,23	7,27	7,25
'Антік'	6,02	5,46	5,74	8,2	8,56	8,38	7,23	7,85	7,54
'Авіньйон'	6,24	6,02	6,13	8,56	8,96	8,76	7,63	7,93	7,78
'ЛГ Стрімак'	6,80	4,86	5,83	8,52	7,46	7,99	7,88	7,56	7,72
'ЛГ Арагоніт'	7,18	5,50	6,34	8,93	8,67	8,80	7,98	8,18	8,08
'Звенигора'	6,71	5,73	6,22	8,17	8,73	8,45	7,80	7,76	7,78
'Родослава'	7,02	6,42	6,72	8,61	8,93	8,77	7,66	7,48	7,57
'Київська 20'	6,38	5,04	5,71	8,12	8,28	8,20	7,78	7,56	7,67
'Адама'	6,65	6,19	6,42	7,89	8,71	8,30	7,74	7,60	7,67
'Бурштин носівський'	6,51	5,83	6,17	8,00	8,82	8,41	7,28	7,00	7,14
'Королева одеська'	6,30	6,04	6,17	8,34	8,62	8,48	7,44	7,40	7,42
'Олімпія одеська'	6,30	6,40	6,35	8,45	8,87	8,66	7,32	7,54	7,43
'Савеліна'	6,79	5,63	6,21	7,9	8,76	8,33	6,93	7,09	7,01
'Сага'	6,39	5,81	6,10	8,65	9,07	8,86	7,35	7,49	7,42
'Фаворитка одеська'	6,15	5,79	5,97	8,26	8,24	8,25	6,78	7,68	7,23
'Ягідка одеська'	6,17	5,71	5,94	8,39	8,65	8,52	7,35	7,49	7,42
'ДСВ 2129119'	6,89	5,43	6,16	8,50	7,92	8,21	7,46	7,56	7,51
'ДСВ 2129120'	7,72	6,72	7,22	9,13	8,83	8,98	7,82	8,12	7,97
'Білоцерківчанка'	6,00	5,34	5,67	7,98	8,12	8,05	6,86	7,12	6,99
'Сопілка'	6,86	5,30	6,08	8,22	8,74	8,48	6,98	7,72	7,35
'Вальтер'	6,84	5,28	6,06	8,12	8,76	8,44	7,29	7,35	7,32
'Хаптер'	6,61	5,71	6,16	8,54	8,38	8,46	7,28	7,66	7,47
'Інвіктус'	6,77	4,85	5,81	7,71	8,05	7,88	7,42	7,68	7,55
'Валлонія'	7,12	6,00	6,56	8,19	8,87	8,53	7,63	8,03	7,83
Середнє	6,6	5,7	6,1	8,2	8,5	8,4	7,4	7,6	7,5
R (max–min)	1,7	2,1	1,6	2,0	1,9	1,8	1,2	1,2	1,1
Min	6,0	4,6	5,6	7,2	7,2	7,2	6,8	7,0	7,0
Max	7,7	6,7	7,2	9,1	9,1	9,0	8,0	8,2	8,1
НІР _{0,05}	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1

зумовлено рівномірнішим надходженням опадів, особливо у 2024 р., коли їхня кількість протягом більшості місяців переважала середньобагаторічний рівень. Підвищений температурний фон не мав суттєвого негативного впливу завдяки достатньому вологозабезпеченню. Найбільші показники врожайності в середньому за роки продемонстрували сорти 'ЛГ Арагоніт' (8,80 т/га), 'Сага' (8,86 т/га) та 'ДСВ 2129120' (8,98 т/га), що свідчить про їхній значний адаптивний потенціал у помірно теплих і вологих умовах регіону.

На Поліссі усереднена врожайність становила 7,5 т/га. Це також узгоджується з підвищеним рівнем опадів у цій зоні. Надмірне зволоження в окремі місяці могло стримувати формування врожаїв через ризик розвитку хвороб та зниження аерації ґрунту, що частково пояснює менші показники, порівнюючи з Лісостепом. Найнижча варіація між сортами ($R = 1,1$ т/га) вказує на стабільніші умови вирощування. Максимальну продуктивність без істотних втрат забезпечили культивари 'ЛГ Арагоніт' (8,08 т/га), 'Валлонія' (7,83 т/га) та 'ДСВ 2129120' (7,97 т/га), що підтверджує їхню здатність ефективно використовувати вологі ресурси.

Підвищення температури восени сприяло ліпшому росту пшениці, втім тепла зима з частими відлигами могла знижувати зимостійкість. Отже, погодні умови двох досліджуваних сезонів суттєво впливали на реалізацію продуктивного потенціалу сортів. На Поліссі у високопродуктивних культиварів її подекуди стримував надлишок вологи, а в Степу, навпаки, дефіцит опадів був основним лімітувальним фактором урожайності. Її максимальні середні показники отримано в Лісостепу, де склалися найсприятливіші умови – помірний тепловий режим і достатнє вологозабезпечення.

Високопродуктивними та найстабільнішими за різних погодних умов виявилися сорти 'ЛГ Арагоніт' (8,80 т/га), 'Сага' (8,86 т/га) та 'ДСВ 2129120' (8,98 т/га). Їх можна рекомендувати для розширення обсягів вирощування на тлі кліматичної мінливості та нестабільного водозабезпечення.

Оцінювання пластичності та стабільності врожайності є важливим етапом селекційних досліджень, який дає змогу визначити адаптивний потенціал сортів пшениці м'якої озимої. Пластичність характеризує здатність сорту реагувати на зміни умов середовища, а

стабільність – це можливість підтримувати відносно постійний рівень урожайності незалежно від коливань факторів довкілля.

Для встановлення адаптивного типу сортів пшениці м'якої озимої було проведено регресійний аналіз за методикою Ебергарда – Рассела, який передбачає оцінювання коефіцієнта пластичності (b_i) та дисперсії відхилення від регресії (S^2di). Значення $b_i \approx 1$ свідчить про універсальну реакцію сорту на зміну умов вирощування, $b_i > 1$ – про інтенсивний тип, здатний максимально реалізувати потенціал у сприятливому середовищі, тоді як $b_i < 1$ вказує на стабільну, але менш пластичну реакцію.

Отримані результати свідчать, що середня врожайність варіювала від 6,69 до 8,06 т/га. Її найвищі значення продемонстрував 'ДСВ

2129120' (8,06 т/га), з чого можна зробити висновок про високий потенціал його продуктивності в різних регіонах. Найнижчі показники сформували 'АФК Фентезі' (6,69 т/га) та 'АФК Юніон' (6,74 т/га). Стандартне відхилення варіювало в межах 0,86–1,38, що означає відмінності в реакції сортів на зміну умов середовища (табл. 3).

Коефіцієнт варіації (V) характеризував стабільність урожайності. Найнижчі показники ($< 13\%$) були в сортів 'ДСВ 2129120' (10,96%), 'Адама' (12,82%) та 'АФК Фентезі' (12,86%), що свідчить про значну сталість їхньої продуктивності. Натомість 'Антик' (18,68%), 'Сага' (18,50%) та 'Київська 20' (18,23%) виявили підвищену варіабельність, тобто сильну залежність від умов середовища (табл. 3).

Таблиця 3

Параметри екологічної пластичності та стабільності сортів пшениці м'якої озимої (2022/23–2023/24 рр.)

Сорти	Середня врожайність, т/га	Стандартне відхилення (σ)	Коефіцієнт варіації (V , %)	Пластичність (b_i)	Стабільність (S^2di)
'АФК Юніон'	6,74	0,99	14,76	0,87	0,08
'АФК Преміум'	7,22	1,23	17,02	1,22	0,37
'АФК Фентезі'	6,69	0,86	12,86	0,72	0,10
'Вікторія поліська'	7,34	0,99	13,48	0,86	0,05
'Шамбері'	7,54	1,12	14,84	0,88	0,26
'Антик'	7,22	1,35	18,68	1,16	0,07
'Авіньйон'	7,56	1,33	17,59	1,11	0,10
'ЛГ Стрімак'	7,18	1,18	16,39	1,05	0,48
'ЛГ Арагоніт'	7,74	1,26	16,34	1,16	0,10
'Звенигора'	7,48	1,14	15,29	1,02	0,03
'Родослава'	7,69	1,03	13,40	0,87	0,07
'Київська 20'	7,19	1,31	18,23	1,16	0,10
'Адама'	7,46	0,96	12,82	0,83	0,08
'Бурштин носівський'	7,24	1,12	15,52	0,97	0,13
'Королева одеська'	7,36	1,16	15,72	0,97	0,07
'Олімпія одеська'	7,48	1,16	15,45	0,93	0,17
'Савеліна'	7,18	1,07	14,90	0,96	0,14
'Сага'	7,46	1,38	18,50	1,17	0,08
'Фаворитка одеська'	7,15	1,14	15,97	0,97	0,12
'Ягідка одеська'	7,29	1,29	17,75	1,10	0,05
'ДСВ 2129119'	7,29	1,04	14,29	0,96	0,13
'ДСВ 2129120'	8,06	0,88	10,96	0,79	0,07
'Білоцерківчанка'	6,90	1,19	17,27	1,03	0,02
'Сопілка'	7,30	1,20	16,44	1,13	0,09
'Вальтер'	7,27	1,19	16,37	1,11	0,07
'Хаптер'	7,36	1,15	15,67	1,02	0,03
'Інвіктус'	7,08	1,11	15,71	1,05	0,20
'Валлонія'	7,64	1,00	13,07	0,93	0,04

Отримані результати демонструють значні відмінності між сортами за рівнем екологічної пластичності та стабільності. Деякі культури відзначилися високою адаптивною здатністю ($b \approx 1$ та низький S^2), що вказує на універсальність використання, а інші мали підвищену чутливість до поліпшення умов вирощування.

Двофакторне оцінювання врожайності пшениці м'якої озимої впродовж 2022/23–2023/24 рр. у зонах Степу, Лісостепу та По-

лісся дало змогу встановити відмінності між сортами за адаптивною здатністю. Виокремити їхні групи за коефіцієнтом пластичності (b_i) та дисперсією відхилень стабільності (S^2di) вдалося, розрахувавши параметри адаптивності відповідно до методики Ебергарда – Рассела. Значну диференціацію сортів за здатністю реагувати на зміну умов середовища відобразило варіювання одержаних значень b_i від 0,72 до 1,22. Високими – 1,15–1,22 – вони були в 'Саги', 'ЛГ Арагоніту',

‘Київської 20’, ‘Антику’ та ‘АФК Преміум’, що свідчить про їхню інтенсивність та ліпшу реакцію на сприятливі фактори вирощування. Найінтенсивніші сорти: ‘Сага’ – 1,17; ‘ЛГ Арагоніт’ – 1,16; ‘Київська 20’ – 1,16; ‘Антик’ – 1,16; ‘АФК Преміум’ – 1,22. Універсальні ($0,90 \leq b_i \leq 1,10$): ‘Валлонія’ – 0,93; ‘Олімпія одеська’ – 0,93; ‘Савеліна’ – 0,96; ‘ДСВ 2129119’ – 0,96; ‘Бурштин носівський’ – 0,97; ‘Королева одеська’ – 0,97; ‘Фаворитка одеська’ – 0,97; ‘Звенигора’ – 1,02; ‘Авіньйон’ – 1,11 тощо. Вони можуть забезпечувати рівномірно високі показники за сталих та помірних умов. Найбільш пластичні сорти ($b_i < 0,9$): ‘АФК Фентезі’ – 0,72; ‘ДСВ 2129120’ – 0,79; ‘Адама’ – 0,83; ‘Вікторія поліська’ – 0,86; ‘АФК Юніон’ – 0,87; ‘Родослава’ – 0,87; ‘Шамбері’ – 0,88, орієнтовані на стабільне формування врожаю у менш сприятливому середовищі.

Найбільш передбачуваними, незалежно від умов, є сорти з мінімальним показником S^2di . Максимально вирівняні параметри показали ‘Білоцерківчанка’ – 0,02; ‘Хаптер’ – 0,03; ‘Звенигора’ – 0,03; ‘Валлонія’ – 0,04; ‘Вікторія поліська’ – 0,05, що свідчить про їхню значну екологічну стабільність. Високі значення S^2di виявлено в ‘ЛГ Стрімак’ – 0,48, ‘АФК Преміум’ – 0,37, ‘Інвіктус’ – 0,20, ‘Шамбері’ – 0,26, які демонстрували істотну варіабельність реакції на зміни середовища.

Як вже зазначалося, для оцінювання реакції сортів пшениці м’якої озимої на контрастні умови вирощування було проведено регресійний аналіз за методом Ебергарда – Рассела, який ґрунтується на визначенні двох ключових параметрів: коефіцієнта пластичності (b_i) та дисперсії відхилення від регресії (S^2di). Перший характеризує здатність сорту адекватно реагувати на поліпшення чи погіршення умов середовища, тоді як другий – стабільність прояву ознаки та відповідність фактичних значень урожайності математичній моделі.

Згідно з розрахунками, найбільш збалансовані за пластичністю та стабільністю сорти мають близький до одиниці b_i та мінімальні значення S^2di . Це ‘Білоцерківчанка’ ($b_i = 1,03$; $S^2di = 0,02$); ‘Хаптер’ ($b_i = 1,02$; $S^2di = 0,03$); ‘Звенигора’ ($b_i = 1,02$; $S^2di = 0,03$); ‘Валлонія’ ($b_i = 0,93$; $S^2di = 0,04$); ‘Ягідка одеська’ ($b_i = 1,10$; $S^2di = 0,05$). Вони належать до універсального типу, вирізняються передбачуваною реакцією на зміну агрофону, тому рекомендовані до широкої адаптації та цінні для виробництва в різних зонах.

Отже, оцінювання пластичності та стабільності пшениці м’якої озимої за показниками врожайності в різних природно-кліма-

тичних зонах України дало змогу визначити інтенсивні сорти, які доцільно вирощувати в умовах високої забезпеченості вологою та елементами живлення, оскільки вони характеризуються максимальною віддачею у сприятливому середовищі. А саме: ‘Сага’, ‘ЛГ Арагоніт’, ‘Київська 20’ та ‘Антик’. Пластичні та стрес-толерантні ‘ДСВ 2129120’, ‘АФК Фентезі’ та ‘АФК Юніон’ рекомендовано для зон із підвищеним ризиком абіотичного стресу. Найбільш стабільні культивари ‘Білоцерківчанка’, ‘Хаптер’, ‘Валлонія’, ‘Звенигора’ та ‘Ягідка одеська’ варто використовувати як базові для одержання прогнозованої врожайності.

Маса 1000 зерен є одним із важливих індикаторів якості зерна пшениці м’якої озимої, що визначає потенціал її продуктивності. Аналіз отриманих даних свідчить про виражений вплив агрокліматичних умов зони вирощування на формування цього показника в досліджуваних сортів. Усі вони в середньому демонстрували меншу масу 1000 зерен у Степу, тоді як найбільшу – в Лісостепу, що можна пояснити оптимальним поєднанням теплових ресурсів і вологозабезпечення в цій зоні. На Поліссі зазначений показник також був високим, проте поступався отриманому в Лісостепу для кількох сортів через менш сприятливий температурний режим (табл. 4).

У зоні Лісостепу максимальну масу 1000 зерен сформували ‘Вальтер’ – 48,1 г; ‘ЛГ Стрімак’ – 47,5 г; ‘Сопілка’ – 47,4 г; ‘Антик’ – 47,1 г; ‘Хаптер’ – 47,0 г; мінімальну – ‘Сага’ (42,7 г) та ‘Звенигора’ (42,9 г). Загалом більшість сортів демонстрували зростання вказаного показника, порівнюючи зі Степом, що свідчить про значну реакцію на поліпшення умов зволоження.

У поліських умовах найвищою масою 1000 зерен характеризувалися ‘Вальтер’ – 48,4 г (максимальний показник серед усіх сортів і зон); ‘ЛГ Стрімак’ – 47,6 г; ‘Сопілка’ – 46,4 г; ‘Валлонія’ – 46,5 г. У деяких сортів (наприклад, ‘Савеліна’, ‘Королева одеська’, ‘Адама’) показники були нижчими, ніж у Лісостепу, що вказує на певну залежність їхнього потенціалу від теплового режиму.

За результатами аналізу даних виявлено чітку закономірність: найбільша маса 1000 зерен формувалася в Лісостепу, найменша – у Степу, що відповідало загальним тенденціям впливу кліматичних чинників на процеси наливу зерна. Лише для окремих сортів (наприклад, ‘Вальтер’, ‘ЛГ Стрімак’) поліські умови виявилися не менш сприятливими, ніж лісостепові.

Таблиця 4

Середні показники маси 1000 зерен
сортів пшениці м'якої озимої
за 2022/23–2023/24 рр.

Назва сорту	Ґрунтово-кліматична зона		
	Степ	Лісостеп	Полісся
'АФК Юніон'	40,5	42,9	44,1
'АФК Преміум'	39,6	46,8	45,4
'АФК Фентезі'	39,9	43,1	44,4
'Вікторія поліська'	41,7	45,0	45,6
'Шамбері'	42,2	44,8	43,4
'Антік'	42,5	47,1	44,0
'Авіньйон'	38,6	46,3	42,9
'ЛГ Стрімак'	43,7	47,5	47,6
'ЛГ Арагоні'	39,5	43,5	43,7
'Звенигора'	39,4	42,9	41,9
'Родослава'	45,3	45,9	45,1
'Київська 20'	42,4	46,8	44,2
'Адама'	40,2	43,8	41,5
'Бурштин носівський'	40,1	45,0	43,7
'Королева одеська'	42,4	45,0	42,4
'Олімпія одеська'	42,7	45,4	44,0
'Савеліна'	42,8	45,9	42,9
'Сага'	39,4	42,7	39,7
'Фаворитка одеська'	39,1	43,2	43,3
'Ягідка одеська'	38,6	44,6	40,0
'ДСВ 2129119'	41,1	43,4	43,3
'ДСВ 2129120'	43,1	43,9	41,7
'Білоцерківчанка'	40,9	45,4	44,9
'Сопілка'	42,5	47,4	46,4
'Вальтер'	43,1	48,1	48,4
'Хаптер'	40,8	47,0	45,9
'Інвіктус'	39,4	43,2	42,6
'Валлонія'	42,4	46,7	46,5
Середнє	41,21	45,12	43,91
R (max-min)	6,70	5,40	8,70
Min	38,60	42,70	39,70
Max	45,30	48,10	48,40
НІР ₀₀₅	0,33	0,31	0,39

Сорти 'Вальтер', 'ЛГ Стрімак', 'Сопілка' та 'Антік' продемонстрували високу пластичність і стабільність маси 1000 зерен у різних екологічних умовах, що робить їх перспективними для вирощування в широкій зоні адаптації. Натомість 'Сага', 'Звенигора', 'Ягідка одеська' характеризувалися нижчими абсолютними значеннями та вищою варіабельністю показника.

Отже, маса 1000 зерен істотно залежала від агрокліматичної зони, а найсприятливіші умови для її формування склалися в Лісостепу. Сорти 'Вальтер', 'ЛГ Стрімак', 'Антік' та 'Сопілка' вирізнялися високими значеннями цього показника та його стабільністю в різних зонах.

Степові умови обмежили реалізацію потенціалу більшості сортів, тому необхідно використовувати ті, що характеризуються стійкістю проти абіотичних стресів. Поліська зона загалом була сприятливою для формування високої маси зерна, проте в окремих культиварів спостерігалася залежність від теплового режиму, що обмежило продуктивність.

Висновки

Високопродуктивними та найбільш стабільними за різних погодних умов виявилися сорти 'ЛГ Арагоні' (7,74 т/га), 'ДСВ 2129120' (8,06 т/га) та 'Валлонія' (7,56 т/га). Їх можна рекомендувати для розширення обсягів вирощування на тлі кліматичної мінливості та нестабільного водозабезпечення.

За методикою Ебергарда – Рассела встановлено суттєву диференціацію сортів пшениці м'якої озимої за показниками адаптивності та екологічної стабільності. 'Сагу', 'ЛГ Арагоні', 'Київську 20' та 'Антік' доцільно рекомендувати для вирощування у високоресурсних умовах Лісостепу та зонах достатнього зволоження. Пластичні сорти 'ДСВ 2129120', 'АФК Фентезі' та 'АФК Юніон' забезпечують стабільну врожайність за стресових умов і можуть слугувати базовими для ризикованих зон Степу. Найвищі показники стабільності продемонстрували 'Білоцерківчанка' ($b_i = 1,03$; $S^2 d_i = 0,02$), 'Хаптер' ($b_i = 1,02$; $S^2 d_i = 0,03$), 'Звенигора' ($b_i = 1,02$; $S^2 d_i = 0,03$), 'Валлонія' ($b_i = 0,93$; $S^2 d_i = 0,04$) та 'Ягідка одеська' ($b_i = 1,10$; $S^2 d_i = 0,05$), що свідчить про їхню значну екологічну стабільність і придатність до широкого використання в різних агрокліматичних зонах України. Встановлені параметри адаптивності мають важливе значення для селекційних програм, спрямованих на створення екологічно пластичних сортів та оптимізацію структури сортових посівів.

Маса 1000 зерен істотно залежала від агрокліматичної зони, а найсприятливіші умови для її формування склалися в Лісостепу. Сорти 'Вальтер' (48,1 г), 'ЛГ Стрімак' (47,5 г), 'Антік' (47,1 г) та 'Сопілка' (47,4 г) вирізнялися високими значеннями цього показника та його стабільністю в різних зонах. Степові умови обмежили реалізацію потенціалу більшості сортів, тому необхідно використовувати ті, що характеризуються стійкістю проти абіотичних стресів. Поліська зона загалом була сприятливою для формування високої маси зерна, проте в окремих культиварів спостерігалася залежність від теплового режиму, що обмежило продуктивність.

References

- Ivantsova, L., & Fedorenko, M. (2024). Properties of spring wheat varieties yield formation by plasticity and stability parameters. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 75(2), 64–74. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(75\)-2-6](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(75)-2-6) [In Ukrainian]
- Hasanova, I. I., Nozdrina, N. L., Yerashova, M. V., & Pedash, O. O. (2022). Influence of weather conditions and varietal characteristics on the formation of structural elements of soft winter

- wheat yield in the Northern Steppe. *Grain Crops*, 6(1), 82–90. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0210> [In Ukrainian]
3. Pravdziva, I. V., Vasylenko, N. V., Khoroshko, N. M., & Shevchenko, T. V. (2024). Influence of preceding crops on 1,000 kernel weight and test weight of *Triticum aestivum* L. in the conditions of the central part of the Forest Steppe of Ukraine. *Grain Crops*, 8(1), 137–146. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0322> [In Ukrainian]
 4. Fanin, Ya. S., & Lytvynenko, M. A. (2023). Yield and grain quality parameters in domestic and foreign varieties of soft winter wheat. *Grain Crops*, 7(1), 129–137. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0268> [In Ukrainian]
 5. Bazalii, V. V., Domaratskyi, Ye. O., Bazalii, H. H., Korkhova, M. M., Larchenko, O. V., Kyrychenko, N. V., & Panfilova, A. V. (2024). *Scientific foundations of winter wheat breeding for agroecological adaptability*. Mykolaiv National Agrarian University. [In Ukrainian]
 6. Lozinska, T., & Khryk, M. (2021). Ecological plasticity and yield stability of spring common wheat varieties under the conditions of the Bila Tserkva NAU biostationary. *SCIENTIA*. <https://ojs.ukrlogos.in.ua/index.php/scientia/article/view/15322> [In Ukrainian]
 7. Kyrylchuk, A. M., Dutova, H. A., Hryniy, S. M., Orlenko, O. B., Bezprozvana, I. V., Kulyk, T. Ye., & Makarchuk, B. M. (2024). Yield plasticity of new varieties of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in different soil and climatic conditions of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 20(1), 58–68. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.1.2024.297224>
 8. Bilousova, Z. V. (2018). Evaluation of adaptive potential of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties in the conditions of southern steppe of Ukraine. *Scientific Reports of NULES of Ukraine*, 3. <https://doi.org/10.31548/dopovid2018.03.013> [In Ukrainian]
 9. Zaiets, S. O., Muzyka, V. Ye., Nyzheholenko, V. M., & Rudik, O. L. (2021). Evaluation of adaptability and stability of soft winter wheat varieties under different conditions of moisture supply in the South of Ukraine. *Irrigated Agriculture*, 76, 17–21. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.76.3> [In Ukrainian]
 10. Dutova, H. A., Kyienko, Z. B., & Pavliuk, N. V. (2024). Yield and quality of new varieties of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under different soil and climatic conditions. *Plant Varieties Studying and Protection*, 20(4), 227–233. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.4.2024.321923> [In Ukrainian]
 11. Gawęda, D., & Haliniarz, M. (2021). Grain Yield and Quality of Winter Wheat Depending on Previous Crop and Tillage System. *Agriculture*, 11(2), Article 133. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020133>
 12. Kaya, Y., & Akcura, M. (2014). Effects of genotype and environment on grain yield and quality traits in bread wheat (*T. aestivum* L.). *Food Science and Technology (Campinas)*, 34(2), 386–393. <https://doi.org/10.1590/fst.2014.0041>
 13. Sabella, E., Aprile, A., Negro, C., Nicoli, F., Nutricati, E., Vergine, M., Luvisi, A., & De Bellis, L. (2020). Impact of Climate Change on Durum Wheat Yield. *Agronomy*, 10(6), Article 793. <https://doi.org/10.3390/agronomy10060793>
 14. Khare, V., Shukla, R. S., Pandey, S., Singh, S. K., & Singh, C. (2024). Exploring the genotype-environment interaction of bread wheat in ambient and high-temperature planting conditions: a rigorous investigation. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53052-w>
 15. Ghafoor, A. Z., Ceglińska, A., Karim, H., Wijata, M., Sobczyński, G., Derejko, A., Studnicki, M., Rozbicki, J., & Cacak-Pietrzak, G. (2024). Influence of Genotype, Environment, and Crop Management on the Yield and Bread-Making Quality in Spring Wheat Cultivars. *Agriculture*, 14(12), Article 2131. <https://doi.org/10.3390/agriculture14122131>
 16. Korkhova, M. M., Nikonchuk, N. V., & Panfilova, A. V. (2021). Adaptive potential of new winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 122, 48–55. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.7> [In Ukrainian]
 17. Lyfenko, S., Nakonechnyj, M., & Nargan, T. (2021). Peculiarities of the selection of soft winter steppe ecotype wheat varieties in connection with climate change in the conditions of Southern Ukraine. *Bulletin of Agricultural Science*, 99(3), 53–62. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202103-07> [In Ukrainian]
 18. Panfilova, A. V., & Korkhova, M. M. (2023). Variety testing of winter soft wheat in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Agrarian Innovations*, 21, 176–182. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.26> [In Ukrainian]
 19. Samojlyk, M., Ustynova, G., Lozinsk'kyj, M., Korhova, M., & Ulich, O. (2023). Assessment of yield and adaptive properties of new varieties of soft winter wheat. *Bulletin of Agricultural Science*, 101(2), 34–42. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202302-05> [In Ukrainian]
 20. Shakalii, S. M., Bahan, A. V., Yurchenko, S. O., & Golovash, L. M. (2022). Influence of various winter wheat variety properties on productivity variability. *Scientific Progress & Innovations*, 1, 11–17. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.01> [In Ukrainian]
 21. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Methods of conducting qualification tests of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. General part* (4rd ed., rev. and enl.). FOP Korzun D. Yu. <https://press.sops.gov.ua/catalog/book/1031> [In Ukrainian]
 22. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2016). *Methodology for examination of plant varieties of the cereal, cereal and leguminous groups for suitability for distribution in Ukraine*. FOP Korzun D. Yu. <https://press.sops.gov.ua/catalog/book/1030> [In Ukrainian]
 23. Eberhart, S. A., & Russell, W. A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6(1), 36–40. <https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>

UDC 633:631

Dutova, H. A.*, Kyienko, Z. B., Khomenko, T. M., Tkachyk, S. O., & Pavliuk, N. V. (2025). Assessment of plasticity and yield stability of soft winter wheat varieties in different soil and climatic zones of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 21(4), 170–179. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.4.2025.346233>

*Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Horikhuvatskyi Shliakh St., Kyiv, 03041, Ukraine, *e-mail: 2021dutova@gmail.com*

Purpose. To assess the adaptability and ecological stability of soft winter wheat varieties in terms of yield indicators across three natural and climatic zones of Ukraine (Steppe, Forest-Steppe and Polissia), using two years of field observations (2022/23 and 2023/24). **Methods.** The research involved 28 varieties of soft winter wheat and was conducted over two seasons in the fields of 17 experimental stations belonging to the Ukrainian Institute for Plant Variety Examination. Experiments were set up and harvests were carried out in accordance with the methodology for conducting the

qualification examination of plant varieties. **Results.** The yield of winter wheat depended significantly on the soil and climatic zone. The highest average yield was recorded in the Forest-Steppe for the 'DSV 2129120' variety – 8.98 t/ha. Significant differentiation of varieties in terms of adaptability and ecological plasticity was established; increased coefficients ($bi > 1.15$) were found in the varieties 'Saga', 'LG Aragonit', 'Kyivska 20' and 'Antika'. This indicates their intensity and ability to maximise productivity in favourable conditions. By contrast, the varieties 'DSV 2129120',

'AFK Fentesy' and 'AFK Union' exhibited lower b_i values (0.72–0.86), indicating greater yield stability under stressful or limited conditions. Maximum ecological stability ($S^2di < 0.04$) was observed in plants of the following varieties: 'Bilotserkivchanka' ($b_i = 1.03$; $S^2di = 0.02$); 'Haptera' ($b_i = 1.02$; $S^2di = 0.03$); 'Zvenyhora' ($b_i = 1.02$; $S^2di = 0.03$); 'Vallonia' ($b_i = 0.93$; $S^2di = 0.04$); 'Viktoriia Polisska' ($b_i = 0.86$; $S^2di = 0.05$); and 'Yahidka Odeska' ($b_i = 1.10$; $S^2di = 0.05$). High 1,000-grain weight values were recorded in the Forest-Steppe zone for the following varieties: 'Walter' (48.1 g); 'LG Strimak' (47.5 g); 'Sopilka' (47.4 g); 'Antik' (47.1 g); and 'Hapter' (47.0 g). **Conclusions.** It was established that the productivity, adaptability and ecological stability parameters differ significantly between the varieties of soft winter wheat studied. The varieties 'LG Aragonit', 'DSV 2129120' and 'Valloniya' produced the highest and most stable yields under distinctive weather conditions. These results support the recommendation of these varieties for increased cultivation in the context of climate variability. According

to the Ebergard–Russell method, significant differentiation of the varieties in terms of their adaptive potential was confirmed. 'Saga', 'LG Aragonit', 'Kyivska 20' and 'Antik' are promising in the high-resource Forest-Steppe region, while 'DSV 2129120', 'AFK Fentesy' and 'AFK Union' demonstrate stable productivity in the stressful conditions of the Steppe region. 'Bilotserkivchanka', 'Hapter', 'Zvenyhora', 'Valloniia' and 'Yahidka Odeska' exhibited the highest ecological stability, indicating their suitability for wide use in different agro-climatic zones. The 1,000-grain weight varied significantly depending on the agro-climatic zone; the most favourable conditions for its formation were found in the Forest-Steppe. 'Walter', 'LG Strimak', 'Antik' and 'Sopilka' exhibited high resistance in this regard. These results can be used to improve breeding programmes and optimise the composition of crop varieties in different natural and climatic regions of Ukraine.

Keywords: *soft winter wheat; adaptability; ecological plasticity; stability; yield; 1,000-grain weight.*

Надійшла / Received 11.10.2025
Погоджено до друку / Accepted 05.12.2025

Collection of plants of the genus *Nigella* L. at the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine

D. B. Rakhmetov, N. V. Leschuk, O. A. Korablova, O. P. Bondarchuk, S. O. Rakhmetova, O. M. Havryliuk*, M. O. Gazniuk

M. M. Gryshko National Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, 1 Sadovo-Botanichna St., Kyiv, 01103, Ukraine, *e-mail: kuivska13@gmail.com

Purpose. To justify the stages of formation, maintenance and use of a collection of various species of *Nigella* plants for a test of distinctness. **Methods.** Field (phenological observations, study of biological yield, productive properties of seeds); laboratory (determination of sowing properties of seeds); descriptive (identification of plant diversity by biological and morphological characteristics); determination of quantitative parameters of morphological and economically valuable characteristics; statistical (to assess the reliability of the research results obtained). **Results.** Following introduction and breeding studies, the Department of Cultural Flora at the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine has established a valuable collection of 70 taxa of the *Nigella* genus, including representatives of six species: *N. damascena* L. (32 taxa); *N. sativa* L. (17 taxa); *N. orientalis* L. (4 taxa); *N. nigellastrum* L. (1 taxon); *N. hispanica* L. (3 taxa); and *N. arvensis* L. (4 taxa). Studying the gene pool of the *Nigella* genus allowed us to identify a set of morphological characteristics that can be used as diagnostic and grouping criteria when testing for distinctness, uniformity, and stability. The morphological and biological characteristics of *Nigella* plants have been determined, and the most valuable genotypes with significant economic and breeding attributes have been identified. Enriching the collection with new varieties, lines and wild forms provides more comprehensive coverage of phenotypic and genotypic diversity. This creates a scientific basis for improving the system of morphological criteria and increasing the effectiveness of breeding and genetic research within the *Nigella* genus. **Conclusions.** Samples of varieties have been identified and recommended that clearly represent the decorative morphological characteristics of flowers and fruits, such as the colour and number of sepals and the shape of the fruit. These varieties have important prospects for use in breeding practice with the aim of creating new decorative varieties.

Keywords: plants of the genus *Nigella* L.; varietal, species and morphological diversity; collections; samples; phenological phases; biometry; morphological descriptions; characteristic.

Introduction

Conserving plant resources is one of the key tasks of modern biological science. This is because the plant world forms the basis of the biosphere, determines the stability of ecosystems, and ensures the vitality of humanity. However, under the influence of anthropogenic factors and climate change, biodiversity is declining rapidly, including rare, endemic and economically valuable plant species. It is crucial to pay special attention to conserving both natural populations and cultivated plants, as they con-

stitute the phylogenetic fund for breeding, biotechnology and sustainable development in all areas of economic activity [1].

Modern strategies for protecting the plant world integrate *in situ* and *ex situ* approaches, applying biotechnological methods and creating genetic resource banks. They also involve implementing programmes for the introduction and repatriation of species. In this context, research aimed at evaluating the status, reproduction and sustainable use of plant resources to ensure ecological safety, food security and the preservation of plant diversity is particularly relevant [2].

For around 80 years, the Department of Cultural Flora at the M. M. Gryshko National Bo-

Dzhamal Rakhmetov

<https://orcid.org/0000-0001-7260-3263>

Nadiia Leschuk

<https://orcid.org/0000-0001-6025-3702>

Olha Korablova

<https://orcid.org/0000-0001-6656-4640>

Oleksandr Bondarchuk

<https://orcid.org/0000-0001-6367-9063>

Svitlana Rakhmetova

<https://orcid.org/0000-0002-0357-2106>

Oleksandr Havryliuk

<https://orcid.org/0009-0003-1914-0046>

Mariia Gazniuk

<https://orcid.org/0009-0008-0388-0302>



© The Author(s) 2025. Published by Ukrainian Institute for Plant Variety Examination. This is an open access article distributed under the terms of the license CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

tanical Garden of the NAS of Ukraine has been working to introduce, acclimatise and breed new, lesser-known and non-traditional crops for agricultural production. A valuable collection of over 2,500 taxa of promising introductions has been assembled, and over 150 varieties have been created for introduction into cultivation to meet the needs of the population [3, 4]. Over the past 20 years, research has developed significantly, becoming more diverse in line with global scientific trends and the challenges facing humanity. This has led to a significant increase in the quality and quantity of the living plant collection and the creation of specialised collections [4, 5]. The collection focuses on species, genera and families of plants, categorised by their properties (e.g. food, medicine, energy, oil, sugar and aromatics). Currently, there are 236 gene banks in Europe. A significant amount of research on these collections is carried out within the European Cooperative Programme on Plant Genetic Resources [8]. In Ukraine, scientific principles for conserving and enriching the diversity of useful plants have been developed [1, 2]. Several domestic scientific centres, including botanical gardens, are involved in preserving and maintaining collections of cultivated plant seeds. The M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine is one of the leading institutions in this regard, with a significant collection of living plants and seed stock. Along with conservation, an important task of botanical plant collections is to search for and mobilise new, little-known and rare plants in order to expand the range of valuable plant resources and meet important societal needs [9].

The development of the concept of biotic intensification is a pressing task. This concept involves improving crop rotation structures by taking into account allelopathic interactions and plant compatibility, as well as introducing new and uncommon phytoenergetic, aromatic, medicinal, fodder and technical cultivated species [10]. Representatives of the *Nigella* genus are well-known aromatic plants native to the Mediterranean and Central Asia. They possess a wide range of biologically active compounds and are important to the agricultural, food, pharmaceutical, perfume and cosmetics, and ornamental horticulture industries. They are widespread in the natural flora of Europe, Asia, the Caucasus and India. They are widely distributed and cultivated in France, Belgium and the Netherlands. In Ukraine, some species can be found in a feral state in the Forest-Steppe, Steppe and Crimea [11].

Both domestic and foreign scientists have determined that the tribe *Nigelleae* belongs to

the *Ranunculaceae* family and is a small group within it. According to POWO data (2025), the *Nigella* genus comprises 25 plant species. Five species are widespread in Ukraine: *N. segetalis* Bieb.; *N. arvensis* L.; *N. damascena* L.; *N. sativa* L.; and *N. nigellastrum* (L.) Willk. (syn. *Garidella nigellastrum* L.). *Nigella* occupies an important place among promising niche plants. Six species are being studied in Ukraine. Some *Nigella* species are valuable sources of medicinal, essential oils and spices with a wide range of therapeutic properties. The seeds of *N. sativa* and, more recently, *N. damascena* are widely used in the food, pharmaceutical and decorative industries. The plants have economic and practical cultivation prospects [1].

One of the richest collections of *Nigella* in Ukraine is currently housed in the Department of Cultural Flora at the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine. The collection comprises 70 specimens representing six species of *Nigella* genus [2].

It should be noted that the geographical and climatic region in which the seeds are cultivated plays an important role in shaping their chemical composition, leading to changes in pharmacological activity [10, 13, 14]. Species of the *Nigella* genus are good nectar producers. Turkey (Burdur) and Egypt have the highest levels of honey production from these plants [13]. Black cumin honey is a well-known source of antioxidants, containing polyphenols, flavonoids and vitamin C. Thanks to these components, black cumin honey has antibacterial, antiviral, antioxidant and antifungal properties, and can be used to enhance the quality of food products and medicines [11].

The flowers of various species in the *Nigella* genus are distinguished by their wide range of colours and shades. This morphological feature is key to creating ornamental species for gardening and landscaping purposes [12, 15].

Today, several varieties are widespread in Ukraine, including 'Demetra', 'Berehynia', 'Zaporizka Zoria' and 'Diana', among others [16]. For a variety to be disseminated, it must comply with the criteria of distinctness, uniformity and stability [17]. The collection of *Nigella* plants at the NBG allows us to identify varieties with reference characteristics for testing uniformity and stability based on morphological features. Morphological identification of different *Nigella* species requires scientific justification, study and analysis, and is highly relevant.

The aim of the research is to substantiate the stages involved in forming, maintaining and using a collection of different species of *Nigella* plant for testing purposes.

Materials and research methods

The research material consisted of various species, varieties and forms of *Nigella* plants of different ecological and geographical origins, collected between 1999 and 2025 from the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine Department of Cultural Flora collection fund. The study focused on the biological and morphological characteristics of the development of various *Nigella* species during the vegetation period, covering all stages of organogenesis. The study focused on the vegetative and generative organs of the species of *Nigella* examined. Comparative studies of around 70 introduced and cultivated specimens of this genus were conducted in the field and in laboratories at the National Botanical Garden. The location and layout of the experimental plots met the requirements of the research.

Seeds were sown annually in the second or third week of April using the row method, with a row spacing of 45 cm, a seeding rate of 1.0–1.5 g/m², and a planting depth of 2–3 cm. Seeds usually germinate at temperatures between 4 and 10 °C, with seedlings appearing 10–12 days (up to 23 days) after sowing. When the plants had 1–2 true leaves, they were thinned for the first time by 4–5 cm in a row. The second thinning was carried out when the plants have 5–6 leaves, leaving 10–12 cm between them. The seeds were harvested when the leaves and stems turned yellow and the pods turn brown. The plants are then mown, dried and threshed. During phenological observations, the following were noted: emergence and full emergence; the beginning and full flowering; the beginning of ripening; and full seed ripeness. The following were also taken into account: the height of the plants, their density and evenness, the uniformity of flowering and seed ripening, the degree of damage to the plants caused by harmful organisms, and their resistance to lodging and seed shedding [18, 19].

The following observations and assessments were made during the study of the collection samples:

Phenological: emergence of seedlings, full emergence, onset (10%), full flowering, onset of seed ripening and full seed ripening.

Morphological: anthocyanin colouration of seedlings, leaf position, number of rosette leaves, plant height, stem position and colour, branching, leaf colour intensity, flower size and type, petal colour and fruit size. Leaves were examined before stem formation; stems, flowers and fruits were examined during flo-

wering and fruit formation (on the main shoot and first-order shoots, respectively). Plant height and habit were determined during full flowering [20, 21].

The main phenological phases of plants of the *Nigella* genus according to the BBCH scale:

(Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt i Chemical Industrial Federal Agency for the Environment and Chemical Industry)

• 0 (Germination):

- o 00: Dry seeds.
- o 03: Seeds begin to swell.
- o 05: First root appears.
- o 07: Hypocotyl appears.
- o 09: Seedlings appear (cotyledons appear above the soil surface).

• 1 (Leaf development):

- o 11: First pair of true leaves.
- o 13: Three pairs of true leaves.
- o 19: Number of leaves increases.

• 2 (Stem formation):

- o 21: Start of stem elongation (appearance of the first node).
- o 29: Flowering stem formed.

• 3 (Shoot formation / branching):

- o 31: Start of branching.
- o 39: Branching.

• 5 (Appearance of inflorescences):

- o 51: Appearance of buds.
- o 59: Budding.

• 6 (Flowering):

- o 61: Beginning of flowering (appearance of the first flowers).
- o 65: Full flowering.
- o 69: End of flowering.

• 7 (Fruit development / Fruiting):

- o 71: Start of fruit formation.
- o 79: Fruit reaches final size.

• 8 (Fruit and seed ripening):

- o 81: Beginning of ripening.
- o 89: Full ripening.

• 9 (Ageing, beginning of dormancy):

- o 91: Leaves begin to turn yellow.
- o 99: End of the growing cycle (plant dies).

According to the BBCH scale, the phenological phases of plant development in the *Nigella* genus describe the main stages of their ontogeny, from seed germination to fruit and seed ripening. The BBCH scale uses a two-digit code to define each phase (micro- and macrostages), where the first digit indicates the main stage and the second digit indicates a more specific stage within it [20, 21].

The BBCH scale enables the precise determination of the stage of plant development, which is crucial for the implementation of agronomic practices such as fertilisation and protection

against pathogens and pests. Varieties, forms and lines of *Nigella* were identified using morphological descriptions in phenological phases (see Table 1).

Table 1
Codes for plant growth and development phases in which phenological observations and biometric measurements are recommended

Codes	Growth and development phase
09	Sprouting
61	Start of flowering
65	Full flowering
79	Fruit reaches final size
89	Full ripeness

Favourable soil, climate and agrotechnical conditions allowed the plants of the *Nigella* genus to grow and develop well during the growing season, enabling a full assessment of their potential based on morphological characteristics, plant productivity indicators, seed quality and the varieties adaptive characteristics. A good moisture supply enabled the plants to develop their characteristic growth habit and realise their potential in terms of plant height. During the research period, July was dry and hot. August and September were favourable for seed formation, but the ripening period was prolonged.

Research methods: Field (phenological observations, study of biological yield, productive properties of seeds); laboratory (determination of seed sowing properties); descriptive (identification of plant diversity based on biological and morphological characteristics); determination of quantitative parameters of morphological and economically valuable characteristics; statistical (to assess the reliability of the research results obtained).

Research results

The collection of plants of the *Nigella* genus of the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine includes representatives of six species: *Nigella damascena* L. (Nd); *N. sativa* L. – (Ns); *N. orientalis* L. – (No); *N. nigellastrum* L. – (Nn); *N. hispanica* L. – (Nh); *N. arvensis* L. – (Na) (Table 2).

Table 2
Taxonomic composition of the collection fund of plants of the *Nigella* genus

Species	Number of taxa
<i>Nigella damascena</i> L.	32
<i>Nigella sativa</i> L.	17
<i>Nigella orientalis</i> L.	4
<i>Nigella nigellastrum</i> L.	1
<i>Nigella hispanica</i> L.	3
<i>Nigella arvensis</i> L.	13
Total	70

The *Nigella* genus collection fund comprises breeding varieties, local varieties and forms, breeding lines and wild related forms. Collection samples are stored in an electronic database containing information about their origin, Ukrainian and Latin names, place of collection, biological status, originator, variety authors and sample collectors. Each sample is assigned a corresponding number.

To identify material with stable, economically valuable morphological characteristics, seeds from collection samples were selected for initial study. The algorithm for forming a collection of *Nigella* species, varieties and forms with reference characteristics involves compiling a list of samples to be studied, forming a seed fund, studying plant phenotypes, identifying morphological characteristics, and comparing and analysing them. It also involves selecting varieties with reference characteristics and including them in the DUS testing methodology, as well as maintaining the collection fund.

Based on scientific research into the enrichment, preservation, maintenance and study of the *Nigella* plant collection, as well as its proper functioning, it was possible to identify and supplement groups of morphological characteristics for testing for distinctness and uniformity. A number of valuable economic characteristics were also identified in representatives of the *Nigella* genus.

A visual and measurement-based description of 27 morphological characteristics (qualitative, quantitative and pseudo-qualitative) of the vegetative and generative organs of various *Nigella* species was carried out (Table 3).

Table 3
Number of morphological characteristics described during the identification of plants of the *Nigella* genus

	Subject of study	Number of features
	Seedling	2
Plant	2	
Leaf	5	
Stem	4	
Flower	7	
Fruit	6	
Seed	1	

Morphological description is an important element in the work of breeders and seed scientists for identifying varieties, and is traditionally carried out on the basis of characteristics observed during field inspection. Additionally,

most characteristics vary significantly depending on growing conditions.

The plants in the *Nigella* genus collection were divided into groups to facilitate the assessment of variety characteristics. Characteristics that either do not vary or vary very little within a variety were used for grouping.

The following characteristics are recommended for grouping:

- plant: height (characteristic 3);
- sepals: colour (characteristic 14);
- sepals: number of rows (characteristic 15);
- fruit: shape (characteristic 21);
- plant: time of flowering onset (characteristic 25).

It is quite difficult to identify plant varieties of the *Nigella* genus at the initial stage of their growth and development. Therefore, only characteristics that vary slightly, are almost independent of growing conditions and are considered genetically determined were used for this purpose. These characteristics were included in the grouping of varieties for the distinctness test.

The results of the studies determined the upper height limits of *Nigella* plants in the flowering phase and established reference varieties for this trait – Plant: height (QN – quantitative trait, VG – single measurement of unmarked plants, 65 – full flowering phase) (Table 4).

Table 4

Codes of manifestation of signs of *Nigella* plants by height in the full flowering phase

Low (up to 30 cm)	3	'Baby Blue' (Nd), 'Dwarf Moody Blue' (Nd)
Medium (31–59 cm)	5	'Miss Jekyll Rose' (Nd), 'Ivolga' (Nd), 'Charivnytsia' (Nd)
High (over 60 cm)	7	'Cambridge Blue' (Nd), 'Berehynia' (Nd)

The flower is one of the important generative organs of plants of the genus *Nigella*, whose formula is $*K5C5-8A\infty G2-10$. The flowers are actinomorphic (radially symmetrical) or zygomorphic (hemicyclic), solitary or gathered in cymose inflorescences, with a double perianth and a calyx (in Nd) consisting of five long pinnately

dissected into bristle-like segments. The calyx consists of five petal-like sepals narrowed to the base. The corolla consists of 5–8 nectary petals, darker than the sepals and much shorter than them, bilabiate with short claws. The stamens are numerous, longer than the petals, but shorter than the sepals, with long anthers. Depending on the plant species, the flowering period lasts from May to September (late-flowering species – until October). For different genotypes of *Nigella*, a gradation of the period from full germination to the beginning of the flowering phase was established. The time of flowering onset (QN, MG, 65) for *Nigella* plants was determined: early, medium and late (Table 5).

Table 5

Duration of the interphase period between seedling and the beginning of flowering in black cumin plants

Early (up to 45 days)	3	'Baby Blue' (Nd)
Medium (46–50 days)	5	'Ivolga' (Nd), 'Charivnytsia' (Nd)
Late (over 50 days)	7	'Cambridge Blue' (Nd)

Flowering began when 15% of the plants had at least one bud with one row of sepals bent back. Full flowering was recorded when 50% of the plants had at least one open flower with the sepals in a horizontal position and the stylodes bent into a loop. Figure 1 shows areas of *Nigella* in the full flowering phase.

During the flowering period, varieties of species within the *Nigella* genus with high decorative characteristics were identified, particularly with regard to the colour of the sepals and the number of rows of petals. The colour of the sepals of the *Nigella* flower was included in the group of traits for the distinctness test. To determine the correct colour and shade, the international biological colour scale RHS was used: (group number). The colour of the sepals (PQ – pseudo-qualitative trait, VS – visual assessment, 65 – full flowering phase) is shown in Figure 2.

The varieties with the best decorative characteristics were selected to most fully meet production requirements and user needs. The assort-



Fig. 1. Experimental breeding plots of *Nigella* genus representatives during the generative development period



1 – white
'Albina' (Nd)



2 – blue
'Cambridge Blue' (Nd),
'Berehynia' (Nd), 'Ivolga' (Nd)



3 – navy blue
'Rizdviana Zirochka' (Nd)



4 – purple



5 – 'Shahrezada' (Nd)



6 – red 'Miss Jekyll Rose' (Nd)



7 – yellow
ЧСр-4 (No)

Fig. 2. Colour of sepals of flowers of different species and varieties of *Nigella* genus

ment was formed to cover all typical colours and shades, and to include early, medium and late ripening varieties, in order to extend the flowering period as much as possible. The number of petals is one of the most important morphological characteristics of decorative plants in floriculture, phytodesign and landscape construction [22]. The number of rows of sepals (QN, MS, 65) is one of the characteristics included in the group for testing for distinctness (Fig. 3).

For decorative purposes, flower growers and designers use the fruits of *Nigella damascena*. This is a hemisyncarpous, five-leaved plant with smooth, swollen leaves and long stylodia that open along the midribs and abdominal sutures. The different shapes of *Nigella* fruits are reflected in the 'fruit' attribute: by shape (QL, VS, 79) in Figure 4.

Using a working collection of ecotype diversity of *Nigella* representatives provides

optimal conditions for testing the distinctiveness of *Nigella* varieties. The morphological code formula of the variety (the official description used for state registration), entered by the examination institution into a special database in the examination software for the DUS, allows for comparison of the codes of morphological characteristic manifestation of the candidate variety, enabling the distinctive characteristics to be established during testing.

A variety meets the condition of distinctiveness if, by the identification of characteristics, it is clearly distinguishable from any other variety that is common knowledge before the date on which the application is deemed to have been filed [18]. The examination for distinctiveness is carried out after receiving the results of the morphological description of the first year. If the candidate variety can be distinguished from the common knowledge varieties by comparing their descriptions, then it is distinct. When it is impossible to clearly distinguish the candidate variety from the common knowledge varieties by the morphological code formula, it must be compared in a field experiment the following year.

Thus, the results of the research show that weather conditions during the growing season enabled the plants of the *Nigella* genus to develop optimal growth habits and inflorescence architecture. This allowed the source of the genetically marked morphological traits



3 – small 'Ivolga' (Nd)



5 – medium 2–4 rows, 'Cambridge Blue' (Nd), 'Miss Jekyll Rose'

7 – large > 4 rows, 'Berehynia' (Nd), 'Charivnytsia' (Nd)

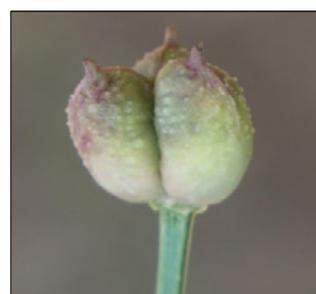
Fig. 3. Number of sepal rows in the *Nigella* flower



1 – spherical 'Diana' (Ns), 'Faraon' (Ns)

2 – oval 'Charivnytsia' (Nd)

3 – oval-elongated 'Rizdviana Zirochka' (Nd)



4 – ovoid 'Miss Jekyll Rose' (Nd)

5 – obovate ovoid 'Demetra' (Nd)

6 – heart-shaped *N. nigellastrum*



7 – funnel-shaped CHPU-1 (Na), ЧСр-1 (No)

Fig. 4. The shape of the fruits of different *Nigella* varieties

of the different species and varieties of *Nigella* to be isolated, and codes to be formed for the manifestation of these traits in the test for distinctness. Ultimately, modern breeding research aims to deepen our understanding of the inheritance of quantitative and qualitative traits, increase the resistance of plants to environmental stress factors and use the results obtained and new scientific knowledge to create source material for selecting highly productive plant varie-

ties adapted to specific growing conditions. Testing new varieties for distinctness ensures the quality of state registration and integrity in breeding practice.

Conclusions

Following many years of introduction and breeding research, the Department of Cultural Flora at the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine has formed a valuable collection of 70 taxa of the *Nigella* genus, including representatives of six species: *N. damascena* (32 taxa); *N. sativa* (17 taxa); *N. orientalis* (4 taxa); *N. nigellastrum* (1 taxon); *N. hispanica* (3 taxa); and *N. arvensis* (4 taxa).

Comprehensive research is being conducted on the basis of the *Nigella* collection fund to study the biological, ontomorphological and biochemical features of the plants, their seasonal growth and development rhythm, the dynamics of aboveground and underground organ formation, yield and productive potential, and their relationship with the growing season conditions. As part of a scientific object that constitutes the National Heritage, this collection fund is enriched and maintained annually to guarantee the preservation of the genetic diversity of plants. Significant research is being conducted into the seed fund of *Nigella* plants in order to preserve important varietal characteristics, serve as a source for their further reproduction and create new valuable breeding specimens with high ecological and productive potential.

Studying the gene pool of the *Nigella* genus enabled us to identify a set of morphological characteristics that can be used for diagnosis and grouping when testing for distinctiveness, uniformity and stability. Expanding the collection fund to include new varieties, lines and wild forms provides more comprehensive coverage of phenotypic diversity. This creates a scientific basis for improving the morphological criteria system and increasing the efficiency of *Nigella* breeding and genetic research. Samples of varieties that clearly exhibit the decorative morphological characteristics of the flower and fruit (colour of sepals, number of sepals and fruit shape) have been identified and recommended for further breeding practices, with the aim of creating new decorative varieties.

References

- Zaimenko, N. V., & Rakhmetov, D. B. (Eds.). (2022). *Fundamental and applied aspects of plant introduction and conservation in the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine*. Lira-K. https://files.nas.gov.ua/PublicMessages/Documents/0/2023/01/NBG_garden_plants_monograph_2022.pdf [In Ukrainian]
- Rakhmetov, D. B., & Zaimenko, N. V. (Eds.). (2022). *Resistance of introduced and rare plants under conditions of climate change in Ukraine*. Lira-K. https://files.nas.gov.ua/PublicMessages/Documents/0/2023/01/NBG_plants_resistance_monograph_2022.pdf [In Ukrainian]
- Rakhmetov, D. B., Korablova, O. A., Stadinchuk, N. O., Smilianets, N. M., Hlabets, V. Kh., & Moroz, P. A. (2003). *Catalog of completed scientific developments of the Department of New Crops*. Nora-Druk. [In Ukrainian]
- Rakhmetov, D. B. (Ed.). (2015). *Catalog of plants of the Department of New Crops*. Fitosotsiotsentr. [In Ukrainian]
- Rakhmetov, D. B. (Ed.). (2020). *Collection fund of energy, aromatic and other useful plants of M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine*. Palyvoda A. V. [In Ukrainian]
- Novak, Zh. M., & Kotsiuba, S. P. (2017). History of creation and current status of genetic banks of plants. *Plant Genetic Resources*, 21, 116–122. <http://genres.com.ua/assets/files/21/12.pdf> [In Ukrainian]
- Riabchun, V. K., & Bohuslavskiy, R. L. (2007). Plant genetic resources and their role in breeding. In *Theoretical foundations of field crop breeding* (pp. 363–398). Yuriev Plant Production Institute of NAAS. [In Ukrainian]
- Food and Agriculture Organization. (n.d.). *International treaty on plant genetic resources for food and agriculture*. <https://www.fao.org/plant-treaty/en/>
- Drozdova, A. A., & Moisiienko, V. V. (2023). Fatty acid composition of *Nigella* (*Nigella* L.) seeds depending on species and varietal characteristics. *Taurian Scientific Herald*, 129, 79–86. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2023.129.11> [In Ukrainian]
- Korablova, O. A., Rakhmetov, D. B., Shanaida, M. I., Svydenko, L. V., Hazniuk, M. O., & Bahatska, T. S. (2023). Importance of the introduction of spicy-aromatic plants in enriching the cultivated flora of Ukraine. In *Plant Breeding and Genetic Science and Education. Pariiev Readings: Materials of the XII International Scientific and Practical Conference* (pp. 99–104). Uman. <https://genetics.udau.edu.ua/assets/files/01.01.2021-2022-konferen-pariiev-chitannya-pariievichitannya-10.05.2023.pdf> [In Ukrainian]
- Svitelskyi, M. M., Fediuchka, M. I., & Rybalchenko, S. L. (2009). Introduction *Nigella sativa* L. under Botanical nursery Zhytomyr National Agroecological University. *Bulletin National University of Water and Environmental Engineering*, 1, 10–17. <http://ir.znau.edu.ua/handle/123456789/3637> [In Ukrainian]
- Royal Botanic Gardens, Kew. (n.d.). *Plants of the World Online*. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:33199-1>
- Holovash, L. M., Bondus, R. O., Bahan, A. V., & Shakalii, S. M. (2024). Formation and maintenance of *Nigella* L. collection at Ustymivka Experimental Station of Plant Production. *Plant Genetic Resources*, 35, 65–78. <https://doi.org/10.36814/pgr.2024.35.06> [In Ukrainian]
- Rakhmetov, D. B., Kovtun-Vodianytska, S. M., & Bondarchuk, O. P. (2024). *Fundamental aspects of adaptation of new crops in Ukraine*. Lira-K. <https://doi.org/10.59647/978-617-14-0283-6/1> [In Ukrainian]
- Ford, B. A. (2003). *Nigella* Linnaeus. In *Flora of North America*. Missouri Botanical Garden & Harvard University Herbaria. <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-4000026121>
- Honcharskyi, I. L., & Landar, O. I. (2018). Studying the productivity of Devil-in-the-bush species depending on the farming practices of cultivation in the South of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 100(1), 30–34. [In Ukrainian]
- Korablova, O., Rakhmetov, D., Shanaida, M., Bondarchuk, O., & Vakulenko, T. (2024). Collection fund of species and cultivars of plants *Nigella* L. genus in M. M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine. In *Genetics, Physiology and Plant Breeding: Materials Proceedings of International Scientific Conference* (pp. 364–369). [In Ukrainian]
- Nikolova, N. C., & Danyliv, S. I. (2022). Analysis of fatty oil *Nigella sativa* L. produced in Ukraine and Bulgaria. *Bulletin*

- of *Medical and Biological Research*, 4(1), 80–83. <https://doi.org/10.11603/bmbr.2706-6290.2022.1.12831> [In Ukrainian]
19. Drozdova, A. A., & Moisiienko, V. V. (2023). Peculiarities of the growth and development of nigella plants (*Nigella L.*) depending on the elements of cultivation technology. *Taurida Scientific Herald*, 132, 59–65. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.132.8> [In Ukrainian]
 20. Kryvets, D. O., & Pozniak, O. V. (2016). Methodology for conducting examination of *Nigella sativa L.* varieties for distinctness, uniformity and stability. In S. O. Tkachyk (Ed.), *Methodology for conducting an examination of plant varieties of the medicinal and essential oil group for distinctiveness, uniformity and stability* (pp. 813–822). Nilan-LTD. [In Ukrainian]
 21. Kryvets, D. O., Pozniak, O. V., Kutsenko, N. I., Demianyuk, O. S., Hlushchenko, L. A., Kutsenko, O. O., Kostenko, N. P., & Likar, S. P. (2024). Methodology for conducting examination of *Nigella (Nigella L.)* varieties for distinctness, uniformity and stability. In *Methodology for conducting examination of plant varieties of the medicinal and essential oil group for distinctness, uniformity and stability* (pp. 820–840). Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. [In Ukrainian]
 22. Kutsenko, N. (2016). Prospects for the selective investigations of medicinal and essential oil plants in Ukraine. *Agroecological Journal*, 2, 85–92. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2016.248700> [In Ukrainian]

УДК 633.8: 631.52

Рахметов Д. Б., Лещук Н. В., Корабльова О. А., Бондарчук О. П., Рахметова С. О., Гаврилук О. М.*, Газнюк М. О. Колекційний фонд рослин роду *Nigella L.* у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2025. Т. 21, № 4. С. 180–188. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.4.2025.346234>

Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, вул. Садово-Ботанічна, 1, м. Київ, 01103, Україна, *e-mail: kuivska13@gmail.com

Мета. Обґрунтувати етапи формування, підтримання та використання колекції рослин різних видів чорнушки (*Nigella*) для тесту на відмінність. **Методи.** Польовий (фенологічні спостереження, вивчення біологічної врожайності, продуктивних властивостей насіння); лабораторний (встановлення посівних властивостей насіння); описовий (ідентифікація різноманіття рослин за біолого-морфологічними ознаками); визначення кількісних параметрів морфологічних і господарсько-цінних характеристик; статистичний (для оцінювання достовірності отриманих результатів). **Результати.** За результатами інтродукційних і селекційних досліджень у відділі культурної флори НБС імені М. М. Гришка НАН України сформовано цінну колекцію рослин роду *Nigella* (70 таксонів), яка складається з представників шести видів: *Nigella damascena L.* – 32 таксони; *N. sativa L.* – 17; *N. orientalis L.* – 4; *N. nigellastrum L.* – 1; *N. hispanica L.* – 3; *N. arvensis L.* – 4 таксони. Внаслідок вивчення генофонду цього роду виокремлено комплекс морфологічних ознак, що можуть бути використані як

діагностичні та групувальні за тестування на відмінність, однорідність і стабільність. Встановлено морфолого-біологічні особливості досліджуваних рослин і виділено найбільш цінні генотипи з важливими господарськими та селекційними ознаками. Збагачення колекційного фонду новими сортами, лініями та дикими формами забезпечує повніше охоплення фенотипового та генотипового різноманіття, що створює наукову основу для вдосконалення системи морфологічних критеріїв і підвищення ефективності селекційно-генетичних досліджень роду *Nigella*. **Висновки.** Визначено та рекомендовано сортозразки, які чітко репрезентують декоративні морфологічні ознаки квітки та плодів (забарвлення чашолистків, кількість їхніх рядів і форма плоду) і мають значні перспективи для застосування в селекційній практиці з метою створення нових сортів декоративного напрямку.

Ключові слова: рослини видів роду *Nigella L.*; сортове, видове та формове різноманіття; колекція; зразок; фенологічні фази; біометрія; морфологічний опис; ознака.

Надійшла / Received 11.11.2025
Погоджено до друку / Accepted 08.12.2025

Забур'яненість посівів і продуктивність гібридів соняшнику у процесі вирощування за класичною та Clearfield-технологією

К. К. Куртєв¹, Є. О. Домарацький²

¹Одеський державний аграрний університет, вул. Пантелеймонівська, 13, м. Одеса, 65012, Україна

²Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннезнавства та сортовивчення, Овідіопольська дорога, 3, м. Одеса, 65036, Україна, e-mail: jdomar1981@gmail.com

Мета. Установити ефективність класичної та Clearfield-технології для контролю забур'яненості посівів і визначити продуктивність соняшнику за різних умов вирощування. **Методи.** Дослідження проводили впродовж 2023–2025 рр. у зоні центрального Степу на полях товариства з обмеженою відповідальністю «Колос» Роздільнянського району Одеської області за схемою двофакторного польового дослідження. Для вирощування згідно з класичною технологією використовували гібрид соняшнику 'NK Kondi' (оригінація – Syngenta), а для технології Clearfield – 'P64LP130' (оригінація – Pioneer). Обидва належать до середньостиглої групи лінолевого спрямування. Обробіток ґрунту виконували дискуванням агрегатом Qualidisc (контроль) і комплексом Mzuri Pro-till 6T, Horsch Tiger 6MT, Salford 700. У процесі культивування рослин та догляду за ними послуговувалися загальноприйнятими методами рослинництва. **Результати.** Встановлено, що технологія Clearfield забезпечує ліпший захист посівів від бур'янів, але ця різниця не є визначальною. У сприятливіші роки на 6,9–10,1% більші врожаї одержано завдяки класичній технології, а в посушливому 2025-му перевагу на 17,6% мала Clearfield. **Висновки.** Результати проведених досліджень свідчать про можливість і доцільність використання обох технологій. Обирати ту чи ту варто залежно від ступеня забур'яненості та умов вологозабезпечення.

Ключові слова: гібриди соняшнику; класична технологія; Clearfield технологія; дискування ґрунту; Strip-till обробіток ґрунту; забур'яненість; урожайність.

Вступ

Одним із найважливіших елементів технологічного циклу є контроль забур'яненості посівів. Його ефективність зумовлює кінцевий результат, а відсутність чи слабкість можуть спричинити недоцільність вирощування культурних рослин [1, 2].

Для більшості сільськогосподарських угідь України потенційна забур'яненість полів є вкрай високою. Вона визначається істотною засміченістю насінням і вегетативними органами (кореневищами, бульбами, цибулинами) бур'янів та вимірюється кількістю зачатків на 1 м² або млн шт./га у шарі 0–30 см.

Від рівня потенційної забур'яненості залежить вибір системи контролю цього негативного чинника. Сучасні інноваційні технології дають змогу ефективно відстежувати стан засміченості бур'янами та звести до мінімуму їхнє накопичення в агроценозах, утім повністю позбутися їх неможливо [3–5].

Упродовж останнього десятиріччя насіння соняшнику має сталий попит в Україні. Це пов'язано передусім із розбудовою значної кількості його переробних потужностей. Також потреба в ньому зумовлена експортом олії з мінімальною реалізацією на зовнішніх ринках насіння, що свідчить про високу ліквідність на внутрішньому [6, 7].

Вирощування вказаної культури є доволі рентабельним для сільськогосподарських товаровиробників і не потребує значних додаткових витрат. В Україні воно відбувається за класичною безгербіцидною схемою

Kostiantyn Kurtiev
<https://orcid.org/0009-0000-7709-4541>

Yevhenii Domaratskiy
<https://orcid.org/0000-0003-3912-1611>



© The Author(s) 2025. Published by Ukrainian Institute for Plant Variety Examination. This is an open access article distributed under the terms of the license CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

або ж розповсюдженими нині технологіями Clearfield, Express-sun та A.I.R. Останні базуються на застосуванні гербіцидів широкого спектра дії, дають змогу ефективно контролювати бур'яни, не завдаючи шкоди соняшнику, та забезпечують швидке розкладання використаних препаратів у ґрунті, що робить їх гнучкими для подальшого висівання різних сільськогосподарських культур. Для вирощування соняшнику згідно із зазначеними технологіями використовують спеціально створені гібриди з генетичною стійкістю проти гербіцидів групи імідазолінонів, до яких належить широковживаний Євролатнінг з діючими речовинами імазапір та імазамокс; трибенурон-метил – Гранстар / Експрес тощо. Саме ці гербіциди застосовуються для боротьби з різноманітними дводольними бур'янами під час вегетації та здатні контролювати навіть проблемних нетребу, амброзію або циклохему. Нові технології поступово витісняють класичну, засновану на використанні таких ґрунтових гербіцидів, як Промекс, що є базовим, у поєднанні зі страховими гербіцидами на основі галауксифек-метилу (Максі, Харума, Луазит).

Деякі фахівці небезпідставно вважають, що класична технологія втрачає актуальність і поступово зникає [8, 9]. Водночас окремі дослідники зазначають, що пристосовані до неї гібриди соняшнику мають вищий від імі-стійкого потенціал і за певних умов можуть бути ефективнішими [10–12]. У будь-якому разі відмовлятися від класичної схеми доцільно, лише якщо буде експериментально доведено перевагу Clearfield. Тому порівняльне оцінювання ефективності класичної та інноваційних технологій вирощування є актуальним напрямом польових досліджень. Важливість обраної теми посилюється тим, що в більшості наукових робіт вивчається рівень фактичної забур'яненості без урахування потенційної. Остання передбачає встановлення кількості насіння або вегетативних частин бур'янів (кореневищ, уламків стебел), що зберігаються в ґрунті та можуть прорости за сприятливих умов. Її визначають способом взяття проб ґрунту для підрахунку насіння та вегетативних органів на одиницю площі. Потенційна забур'яненість – джерело подальшого фактичного засмічення посівів, тому визначення цього показника є важливим для планування заходів боротьби з бур'янами.

Мета досліджень – установити ефективність класичної та Clearfield-технології для контролю забур'яненості посівів і визначити

продуктивність соняшнику за різних умов вирощування.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили впродовж 2023–2025 рр. в умовах Роздільнянського району Одеської області на полях товариства з обмеженою відповідальністю «Колос». Схема двофакторного дослідження передбачала вивчення технологій вирощування соняшнику – класичної, що включала комплекс традиційних операцій із механічного обробітку ґрунту, та Clearfield із використанням гербіциду групи імідазолінонів (фактор А). Фактором В слугували різні способи обробітку ґрунту: дискування (дискатор Qualidisc – контроль), Strip-till (посівний комплекс Mzurti Pro-til 6T), Verti-till (агрегат Horsch Tiger 6MT) і стерньовий культиватор Salford 700.

Для дослідження використовували два близьких за характеристиками гібриди соняшнику:

'P64LP130' (Pioneer, Clearfield Plus) – середньостиглий гібрид (113–115 діб), стійкий проти імідазолінонів та іржі, високопосухостійкий, із підвищеним вмістом лінолевої кислоти. Стебло – 170–190 см, діаметр – 3–4 см, 27–28 листків загальною площею 4,5–4,8 тис. см².

Оцінки за 10-бальною шкалою: посухостійкість – 8, олійність – 9, стійкість проти хвороб: фомозу – 6, білої гнилі – 7, вертицильозу – 9, пероноспорозу – 9. Урожайність – 2,7–5,1 т/га; рекомендована густина – 45–55 тис. рослин/га. Підходить для сівби у ранні строки, оптимально – 10–20 квітня, основний попередник – озима пшениця [16].

'NK Kondi' (Syngenta) – середньостиглий гібрид (116–120 діб) інтенсивного типу, лінолевий (52–54% олії), стійкий проти фомозу, фомопсису, білої гнилі та вовчка (А–Е). Середньорослий (160–175 см), рекомендована норма висіву – 65 тис. насінин/га, до збирання – 55–58 тис. рослин. Має високу екологічну пластичність. Недолік – нижча посухостійкість, у досліді майже не проявляється [17].

Повторність дослідження – триразова. Посівна площа ділянки першого порядку становила 268 м², облікової – 220 м². Сівбу соняшнику здійснювали за попередником пшеницею озимою. Агротехніка, крім досліджуваних факторів, була загальноприйнятою для зони Степу. Всі обліки та спостереження виконували відповідно до методик із проведення польових дослідів у рослинництві та сортопробуванні, методичних рекомендацій Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН [13, 14], чинних ДСТУ.

Результати досліджень

Мета роботи полягала в порівняльному оцінюванні класичної та Clearfield-технології вирощування соняшнику з погляду ефективності контролю забур'яненості за традиційного обробітку ґрунту дисковим агрегатом та інноваційною системою Strip-till (смуговий, не суцільний обробіток). Передбачалося розв'язання таких завдань:

- визначення потенційного рівня забур'яненості ґрунту з ідентифікацією найпоширеніших видів;
- порівняльне оцінювання фактичної забур'яненості залежно від технології та обробітку ґрунту;
- демонстрація рівня реалізації потенційної продуктивності за обома технологіями;
- аналіз умов, за яких реалізується перевага тієї чи іншої технології;
- обчислення економічної доцільності обох технологій.

Рівень вологозабезпечення суттєво відрізнявся в роки досліджень. Погода 2023 року була доволі сприятливою, зі значним природним зволоженням, тому рослини соняшнику сформували максимальний урожай. Задовільну його кількість вдалося отримати й в

умовах 2024 року, хоча атмосферних опадів у цей період, як порівняти з попереднім, було дещо менше. 2025 рік виявився гостропосушливим: із 15 червня до 10 вересня зафіксовано лише 15 мм опадів, або 18% від середньобогаторічної норми. Такий дефіцит природного зволоження спостерігали на тлі вкрай високої температури повітря з його низькою відносною вологістю.

У цьому дослідженні визначали потенційну забур'яненість за шарами ґрунту 0–10 та 10–20 см способом його відмивання від насіння та вегетативних органів розмноження бур'янів (табл. 1). Фактичну забур'яненість встановлювали, обчислюючи кількість бур'янів на майданчиках розміром 1 м² (143 × 70 см), із подальшим їх висушуванням до постійної ваги та перерахуванням на відсоток сухої біомаси до загального врожаю фітоценозу.

Рівень реалізації потенційної продуктивності обчислювали як співвідношення кількості утворених повноцінних насінин у сформованих трубчастих квітках, що виражено у відсотках. Фактичну врожайність визначали методом прямого комбайнування зернозбиральним комбайном Claas з перерахунком фактичної вологості насіння до базового показника (8%).

Таблиця 1

Потенційна забур'яненість за шарами ґрунту

Рік	Шар ґрунту					
	0–10 см		10–20 см		0–20 см	
	насіння, тис. шт./м ²	вегетативні органи, тис. шт./м ²	насіння, тис. шт./м ²	вегетативні органи, тис. шт./м ²	насіння, тис. шт./м ²	вегетативні органи, тис. шт./м ²
2023	28,3	0,17	12,9	0,10	41,2	0,27
2024	30,4	0,11	23,9	0,03	54,3	0,14
2025	20,9	0,21	18,9	0,12	39,8	0,33
Середнє	26,5	0,16	18,6	0,08	45,1	0,25

Наведені дані свідчать про те, що потенційний рівень забур'яненості дослідних ділянок майже вдвічі нижчий, ніж середньостатистичні показники. Безумовно, ця обставина вплинула на кінцеві результати, тому на неї необхідно зважати за остаточного оцінювання.

В основу аналізу потенційної забур'яненості покладено встановлення не тільки кількісного, а й якісного складу бур'янів, що дає змогу визначити їхню видову структуру (табл. 2).

Крім бур'янів, включених до таблиці, представники ще 24 видів формували незначну частку в забур'яненості, а сім траплялися як поодинокі рослини. Попри значне різноманіття видового складу, основу засміченості становили лише 11 видів, з-поміж яких вісім –

однорічних, а три – багаторічні. Серед них найбільш шкочинними, такими, що з'являлися щороку, були осот рожевий і берізка польова. Осот жовтий у проведених дослідях зафіксовано лише 2024 року.

З-поміж однорічних бур'янів значну частку в загальній кількості формували щиріця та мишій (до 60%), а серед багаторічних – осот рожевий (до 55%). Рослини таких видів, як амброзія трироздільна (*Ambrosia trifida*) та плоскуха звичайна [*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.], з'явилися лише у другу хвилю забур'яненості. Для обробітку гібрида 'NK Kondi' застосували ґрунтовий гербіцид, тому спектр наявних бур'янів був дещо ширшим. Фактичний рівень засміченості за фазами вегетації наведено в таблиці 3.

Таблиця 2

Видовий склад бур'янів на дослідних ділянках

Вид (speciens)		Рід (genus)		Родина (familia)	
Назва					
українська	латинська	українська	латинська	українська	латинська
однорічні бур'яни					
загнута біла	retroflexus	щириця	amarantus	амарантові	amarantaceae
трироздільна	album	лобода	chenopodium	амарантові	amarantaceae
в'юнка	trifida	амброзія	ambrosia	айстрові	asteraceae
звичайна	convolvulus	гречка	fallopian	гречкові	poligonaceae
зелений	strumarium	нетреба	xantium	айстрові	asteraceae
сизий	viridis	мишій	setaria	тонконогові	poaceae
звичайна	glauca	мишій	setaria	тонконогові	poaceae
	erus-gali	плоскуха	echinochloa	тонконогові	poaceae
багаторічні					
рожевий	arvense	осот	cirsium	айстрові	asteraceae
польова	arvensis	берізка	convolvulus	берізкові	Convolvulaceae
жовтий	arvensis	осот	cirsium	айстрові	asteraceae

Таблиця 3

Забур'яненість соняшнику залежно від систем обробітку ґрунту та технології вирощування (середнє за 2023–2025 рр.), шт./м²

Агрегат для обробки ґрунту	Початок формування кошика		Цвітіння		Повна стиглість	
	однорічні	багаторічні	однорічні	багаторічні	однорічні	багаторічні
Clearfield-технологія						
Horsch Tiger 6MT	5,0	0,3	4,0	0,3	6,0	1,3
Salford 700	4,7	1,0	4,0	0,3	5,7	0,7
Qualidisc 7000	7,6	2,0	5,3	0,7	7,0	0,7
Mzuri Pro-til 6T	6,0	1,3	4,0	0	5,3	0,7
Класична технологія						
Horsch Tiger 6MT	6,0	2,7	6,3	2,0	7,7	1,7
Salford 700	6,3	2,0	5,7	2,7	8,0	2,3
Qualidisc 7000	9,7	4,3	11,3	4,3	12,5	3,0
Mzuri Pro-til 6T	6,7	1,7	8,3	2,7	7,0	1,3

Аналіз результатів спостережень свідчить, що обидві технології були доволі ефективними з погляду контролю забур'яненості, але перевагу мала Clearfield зі внесенням 1,1 л/га Євролайтінгу. Рівень засміченості та видовий склад бур'янів виявилися значно меншими, як порівняти з класичною схемою, в якій застосовували ґрунтовий гербіцид.

Способи обробітку ґрунту значного впливу на забур'яненість не мали, втім до помітного її збільшення (особливо чисельності багаторічних видів) призводило дискування. Для повнішої характеристики було проведено не лише кількісний облік бур'янів, а й визначено їхню біомасу (табл. 4).

Таблиця 4

Біомаса бур'янів залежно від технології вирощування у фазі цвітіння (середнє за 2023–2025 рр.)

Технологія	Тип бур'янів	Маса бур'янів, г/м ²	Агрегат для обробітку ґрунту			
			Horsch Tiger 6MT	Salford 700	Qualidisc 7000	Mzuri Pro-til 6T
Clearfield	однорічні	сіра	36,2	32,4	48,2	30,6
		суха	10,4	10,0	17,7	8,4
	багаторічні	сіра	13,5	12,1	20,4	–
		суха	4,8	3,8	7,0	–
Класична	однорічні	сіра	51,3	48,4	98,1	60,1
		суха	16,2	11,4	33,0	18,0
	багаторічні	сіра	54,4	62,8	112,0	56,6
		суха	16,6	19,2	34,4	17,0

Кількість бур'янів на одиницю площі за класичної схеми була близькою до одержаної з використанням Clearfield-технології. Проте за біологічною масою різниця простежувалася набагато суттєвіше. На такому незначному

рівні забур'яненості розбіжність навіть у 2–3 рази не є вирішальною з погляду впливу на продуктивність фітоценозу. Різниця в засміченості може бути зумовлена передусім рівнем конкурентоспроможності культурних

рослин, які за Strip-till системою мали більший габітус, а тому їхній опір бур'янам був значнішим.

На рисунку 1 наведено інформацію про рівень забур'яненості посівів за використання різних систем обробітку ґрунту.

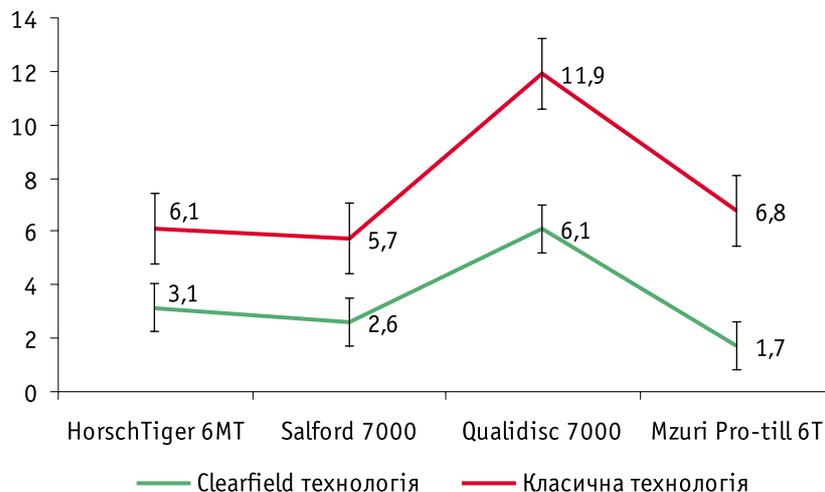


Рис. 1. Частка сухої біомаси бур'янів у загальному врожаї фітоценозу (%) за використання різних систем обробітку ґрунту

Частка біомаси бур'янів у загальній біомасі фітоценозу за класичної технології, як порівняти з Clearfield, була у два рази вищою (3,37 проти 7,62%). Стосовно систем обробітку ґрунту, то помітну перевагу мали Verti-till та Strip-till.

За їх застосування у класичній схемі вирощування в середньому формувалося 4,1% маси

бур'янів від загальної фітомаси проти 9,0% у контролі. Очевидно, що ступінь і характер забур'яненості вплинули на продуктивність соняшнику. Її потенційний показник за різних технологій вирощування і систем обробітку ґрунту визначили обчисленням кількості трубчастих квіток та утворених повноцінних насінин (табл. 5).

Таблиця 5

Потенційна продуктивність соняшнику за різних технологій контролю забур'яненості (середнє за 2023–2025 рр.)

Технологія	Система обробітку ґрунту	Кількість на одну рослину, шт.		Відношення повноцінних до трубчастих, %
		трубчастих квіток	повноцінних насінин	
Clearfield	Horsch Tiger 6MT	1493	941	63,0
	Salford 700	1543	1081	70,1
	Qualidisc 7000	1464	952	63,2
	Mzuri Pro-til 6T	1571	1126	71,4
Класична	Horsch Tiger 6MT	1534	1065	69,4
	Salford 700	1591	1111	69,8
	Qualidisc 7000	1532	1066	64,1
	Mzuri Pro-til 6T	1594	1157	71,5

Як видно з таблиці 4, перевага вирощеного відповідно до класичної технології соняшнику за кількістю трубчастих квіток становила 13,6%, а за утвореними насінинами – 7,3%.

Вищу ефективність з погляду реалізації потенційної продуктивності одержано за використання системи обробітку ґрунту Strip-till. Її переважання над контролем для гібрида 'P64LP130' становило 8,2%, а для 'NK Kondi' – 7,4%.

Різниця між 100-відсотковим і фактичним рівнем реалізації потенціалу була зумовлена утворенням недорозвинених (незапліднених) насінин і варіювала в межах 28,5–36,8%. Тобто третина всіх трубчастих квіток не сфор-

мувала повноцінного насіння. Інформацію про кількість закладених трубчастих квіток, утворених повноцінних насінин та відсоток пустозерності наведено на діаграмі (рис. 2).

Мінімальні показники утворення недорозвинених насінин отримано завдяки використанню посівного комплексу Mzuri Pro-till 6T – 28,6–30,3% проти 36,8% у контрольному варіанті. Подібні результати спостерігали й для рослин, культивованих за класичною технологією.

Підвищення потенціалу продуктивності сприяло збільшенню фактичної врожайності соняшнику за різних технологій вирощування (табл. 6).

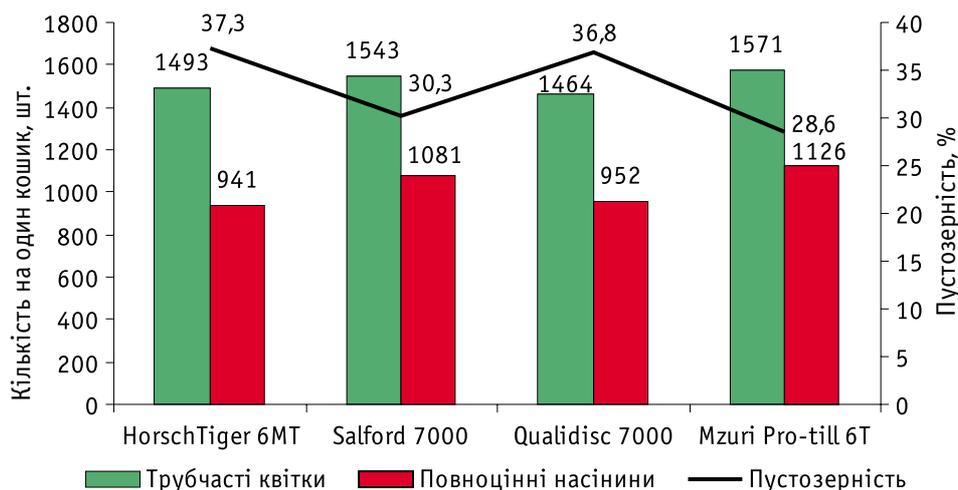


Рис. 2. Співвідношення трубочастих квіток, повноцінних насінин і пустозерності для гібрида 'P64LP130' (середнє за 2023–2025 рр.)

Урожайність соняшнику залежно від технологій вирощування і способів обробітку ґрунту, т/га

Таблиця 6

Технологія (фактор А)	Система обробітку ґрунту (фактор В)	Рік			Середнє
		2023	2024	2025	
Clearfield	Horsch Tiger 6MT	2,62	2,06	1,69	2,12
	Salford 700	2,97	2,69	1,88	2,51
	Qualidisc 7000	2,74	2,37	1,73	2,28
	Mzuri Pro-till 6T	3,02	2,70	2,01	2,58
	Середнє за фактором А	2,88	2,54	1,87	2,43
Класична	Horsch Tiger 6MT	3,05	2,60	1,39	2,35
	Salford 700	3,21	2,58	1,67	2,58
	Qualidisc 7000	3,04	2,48	1,40	2,31
	Mzuri Pro-till 6T	3,30	2,94	1,78	2,67
	Середнє за фактором А	3,17	2,71	1,59	2,49
НІР _{0,05}		0,17	0,21	0,12	–

Варто зазначити, що в більш сприятливі 2023 та 2024 рр. переважала класична технологія (на 0,17–0,29 т/га), а в гостропосушливих умовах 2025 року – Clearfield (на 0,28 т/га, або 17,6%).

Одержані результати свідчать про можливість і доцільність використання обох технологій. Класична може бути особливо ефективною на полях з високим рівнем агротехніки та достатньою родючістю, а Clearfield переважатиме за сильної забур'яненості та слабого природного зволоження.

Застосування Strip-till системи обробітку ґрунту забезпечувало ліпші результати продуктивності впродовж усіх років дослідження та за обох технологій. Цікаво, що максимальний ріст урожайності спостерігали в екстремально несприятливих умовах. Якщо у 2023–2024 рр. на тлі Clearfield-технології переважання над контролем було 10,2–13,9%, то у гостропосушливому 2025-му воно досягало 16,2%. За класичної схеми показники становили відповідно 8,6–18,5 та 27,0%.

Для посушливіших умов Півдня України така система обробітку ґрунту є особливо важливою.

Економічне оцінювання вирощування соняшнику за використання класичної та Clearfield-технологій (середнє за 2023–2025 рр.)

Таблиця 7

Технологія	Урожай, т/га	Вартість продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Чистий прибуток, грн/га	Собівартість продукції, грн/т	Рівень рентабельності, %
Clearfield	2,43	54 675	34 750	19 925	14 300	57,3
Класична	2,49	56 025	36 800	19 225	14 779	52,4

Щоб остаточно визначити пріоритетність, здійснили економічне оцінювання Clearfield та класичної схеми, порівнявши обсяг виробничих витрат і вартість одержаної продукції.

За результатами розрахунків для обох технологій встановлено близькі показники, тому визначальним лишається рівень урожайності використаних гібридів (табл. 7).

Через такі близькі значення важко віддати перевагу одній із технологій, оскільки головний показник (чистий прибуток) відрізняється лише на 479 грн/га, що еквівалентно 20 кг насіння.

Висновки

Потенційна забур'яненість ґрунту дослідних ділянок упродовж років спостережень

становила 39,8–41,2 тис. шт./м² насінин та 0,14–0,33 тис. вегетативних органів розмноження. За використання Clearfield-технології середня кількість однорічних бур'янів була на рівні 6,0 проти 8,8 шт./м² у класичній схемі; а багаторічних – 0,8 проти 2,1 шт./м². Ще більшу перевагу Clearfield спостерігали за показником сухої біомаси бур'янів: 1,7–6,1 проти 6,1–11,9% від загальної біомаси фітоценозу. Рівень засміченості за умови високої загальної окультуреності дослідних ділянок не став визначальним чинником продуктивності соняшнику: середню за роки проведення досліджень урожайність було сформовано з використанням класичної технології. Саме вона у сприятливіші 2023–2024 рр. забезпечила на 6,9–10,1% більшу продуктивність. А от у посушливому 2025-му перевагу на 17,6% мала Clearfield.

Результати проведених досліджень свідчать про можливість і доцільність використання обох технологій. Обирати ту чи ту варто залежно від ступеня забур'яненості та умов вологозабезпечення.

Впровадження сучасних технологій обробітку, зокрема таких комбінованих методів, як Clearfield разом зі Strip-till, є ключовим фактором для підвищення ефективності та сталості сільськогосподарського виробництва, що мінімізує втрати ґрунту, забезпечує збереження вологи та збільшення продуктивності. Класична система дає змогу отримати стабільний урожай, але потребує значних витрат ресурсів і може призвести до ерозії. Clearfield-технологія гарантує високу ефективність контролю бур'янів, знижує потребу в хімічних засобах, однак вимагає використання спеціалізованих сортів і техніки. Strip-till сприяє збереженню структури ґрунту, зменшенню втрат вологи та енергії, підвищує врожайність у посушливих умовах, але потребує точного добору техніки.

References

- Hrytsaienko, Z. M., & Pidan, L. F. (2014). Effect of complex application of herbicides dual gold 960 Fusilad Forte 150 whith Radostim on productivity and weed control of sunflower plantations. *Bulletin of the Uman National University of Horticulture*, 1, 54–60. [In Ukrainian]
- Trybel, S. O., & Stryhun, O. O. (2013). Plant protection – a real direction for increasing crop production. *Plant Protection and Quarantine*, 59, 324–336. [In Ukrainian]
- Gutyansky, R., Popov, S., Kostromitin, V., Kuzmenko, N., & Gluboky, O. (2021). The influence of the main tillage and fertilization on weediness of sunflower crops. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*, 25(1), 60–68. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1\(109\)-8](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-1(109)-8)
- Tkalich, I. D., Gyrka, A. D., Bochevar, O. V., & Tkalich, Yu. I. (2018). Agrotechnical measures for increasing the cropyield of sunflower in conditions of the Steppe of Ukraine. *Grain Crops*, 2(1), 44–52.
- Havruluk, Yu., & Matsai, N. (2019). Harmfulness of weeds in sunflower sowings in the conditions of Left-Bank Steppe of Ukraine. *Bulletin of the Lviv National Agrarian University. Agronomy*, 23, 61–66. <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.061>
- Domaratskyi, Ye. O., & Kozlova, O. P. (2020). Economic substantiation of use of environmentally friendly preparations in technological schemes of cultivation of sunflower. *Taurian Scientific Herald*, 111, 60–68. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.8> [In Ukrainian]
- Matiukhov, D. V., Petik, P. F., Papchenko, V. Yu., & Lebedev, V. V. (2025). Sunflower seeds as a promising raw material resource for the processing industry. *Bulletin of Agricultural Science*, 4, 75–86. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202504-08> [In Ukrainian]
- Laslo, O. O., Onipko, V. V., & Panchenko, K. S. (2025). Herbicide technology of sunflower protection under unstable moisture conditions. *Podilian Bulletin: Agriculture Engineering Economics*, 46, 84–89. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1.11> [In Ukrainian]
- Shkatula, Yu. M., & Kravets, A. O. (2024). The effectiveness of the action of Euro-Land on the processes of formation of sunflower productivity. *Agrarian Innovations*, 26, 126–131. <https://doi.org/10.32848/agar.innov.2024.26.18> [In Ukrainian]
- Domaratskyi, E. O., Dobrovolskyi, A. V., Bazalii, V. V., Pichura, V. I., & Domaratskyi, O. O. (2020). *Sunflower: Ecological ways to optimize its nutrition*. Oldi-Plus. [In Ukrainian]
- Tkachuk, O. P., & Bondaruk, N. V. (2023). Factors of intensification and greening of sunflower cultivation. *Agrarian Innovations*, 18, 120–127. <https://doi.org/10.32848/agar.innov.2023.18.17>
- Pichura, V. I., Potravka, L. O., Breus, D. S., Domaratskyi, E. O., & Kartashova, O. G. (2022). *Agroecological justification of organic farming in the conditions of southern Ukraine*. Oldi-Plus. [In Ukrainian]
- Kyrychenko, V. V., Chekhov, A. V., & Petrenkova, V. P. (2012). *Determination of optimal parameters of oilseed production*. V. Ya. Yuryev Institute of Plant Production NAAS. [In Ukrainian]
- Popov, S. I., Kyrychenko, V. V., & Kozubenko, L. V. (2014). *Determination of biological yield of corn and sunflower*. V. Ya. Yuryev Institute of Plant Production NAAS. [In Ukrainian]
- Ushkarenko, V. O., Nikishenko, V. L., Holoborodko, S. P., & Kokovikhin, S. V. (2008). *Dispersion and correlation analysis of field experiment results*. Ailant. [In Ukrainian]
- Kokhan, A. V., Totskyi, V. M., Len, O. I., & Samoilenko, O. A. (2020). Sunflower yield depending on weather conditions and hybrid composition. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 28, 164–172. <https://doi.org/10.47414/np.28.2020.211069> [In Ukrainian]
- Matusevych, G. D., Kichigina, O. O., Smulska, I. V., & Shatsman, D. O. (2024). Yield and quality of sunflower hybrid seeds NK Condi under different cultivation technologies. *Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice*, 1, 107–114. [In Ukrainian]

UDC 633.11:631.51:631.559:631.582:631.811.1/.2 (477)

Kurtiev, K. K., & Domaratskyi, Ye. O. (2025). Weed infestation of crops and productivity of sunflower hybrids when grown using conventional and Clearfield technologies. *Plant Varieties Studying and Protection*, 21(4), 189–196. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.4.2025.346229>

¹*Odesa State Agrarian University, 13 Panteleimonivska St., Odessa, 65012, Ukraine*

²*Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation, 3 Ovidiopolska Doroha, Odessa, 65036, Ukraine, e-mail: jdomar1981@gmail.com*

Purpose. To evaluate the effectiveness of conventional and Clearfield technologies for controlling weeds in crops, and to assess sunflower productivity under different growing conditions. **Methods.** A two-factor field experiment design was used to conduct the study during 2023–2025 in the central steppe zone on the fields of Kolos LLC in the Rozdilnianskyi district of the Odesa region. 'NK Kondi' (Syngenta) and 'P64LP130' (Pioneer) sunflower hybrids were cultivated using classic and Clearfield technologies, respectively. Both varieties belong to the medium-maturing linoleic group. Soil cultivation was performed using a Qualidisc disc harrow (control) and a Mzuri Pro-Till 6T/Horsch Tiger 6MT/Salford 700 complex. Generally accepted

methods of crop production were used during the cultivation and care of the plants. **Results.** It was established that Clearfield technology offers more effective weed control, but the difference was not significant. In favourable years, conventional technology yielded 6.9–10.1% more, while Clearfield had a 17.6% advantage in the dry year of 2025. **Conclusions.** The results of the studies indicate the possibility and feasibility of using both technologies. The choice between them depends on the degree of weed infestation and moisture conditions.

Keywords: sunflower hybrids; conventional technology; Clearfield technology; soil discing; strip-till soil cultivation; weed infestation; yield.

Надійшла / Received 10.11.2025
Погоджено до друку / Accepted 01.12.2025

Урожайність пшениці м'якої ярої залежно від норм висіву та застосування біологічних препаратів

Б. С. Мільяр, Б. В. Близнюк*

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН, вул. Центральна, 68, с. Центральне, Обухівський р-н, Київська обл., 08853, Україна, *e-mail: kolomyets359@gmail.com

Мета. Визначити вплив елементів агротехнології (норм висіву та препаратів біологічного походження з фунгіцидною дією) на продуктивність сортів пшениці м'якої ярої в умовах Лісостепу України та оцінити роль основних дослідних факторів у варіації цього показника. **Методи.** Дослідження проводили в умовах Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН у 2023–2025 рр. за багатофакторною схемою: норма висіву (4,0 і 5,5 млн нас./га), передпосівна обробка та позакореневе підживлення [контроль і варіанти з Планриз М (обприскування посівів у фазах ВВСН 32 та ВВСН 55 у нормі 2 л/га) + Кормін Імпульс (передпосівна обробка насіння в нормі 1 л/т), Триходермін М (обприскування посівів у фазах ВВСН 32 та ВВСН 55 у нормі 1 л/га) + Кормін Імпульс (передпосівна обробка насіння в нормі 1 л/т), Кормін Імпульс (обприскування посівів у фазі ВВСН 32 в нормі 1 л/га)]. Дослід закладали в чотириразовій повторності, методом рендомізованих розщеплених блоків. Рівень достовірності в ньому та вплив чинників визначали за допомогою дисперсійного аналізу, розраховуючи F , p , частки впливу та $НІР_{0,05}$. Матеріалом для досліджень слугували п'ять сортів пшениці м'якої ярої миронівської селекції: 'Елегія миронівська' (стандарт), 'МІП Олександра', 'Дубравка', 'Оksamит миронівський' і 'МІП Веснянка'. **Результати.** Найбільше на варіацію рівня врожайності вплинули елементи технології: біопрепарат (55,7%), норма висіву (8,1%) та сорт (6,8%). Стабільно вищу продуктивність фіксували за норми 4,0 млн нас./га, як порівняти з 5,5 млн нас./га ($F = 523,4$; $p < 0,001$), особливо в посушливому 2025 році ($ГТК = 0,75$), коли різниця переважала $НІР_{0,05}$. Частка впливу чинника «біопрепарат» на загальну варіацію врожайності становила 55–64%; максимальні середні значення отримано внаслідок використання комбінації Планриз М + Кормін Імпульс за обох норм висіву. Значний рівень продуктивності формували сорти 'Оksamит миронівський' і 'Дубравка'. У підвбірці 4,0 млн нас./га відзначено сильнішу взаємодію фактору «рік × біопрепарат», що вказує на чутливість до контрастних погодних умов, а за 5,5 млн нас./га – посилення взаємодії «біопрепарат × сорт», з огляду на важливість добору пари «сорт × препарат» на густіших посівах. **Висновки.** В умовах Лісостепу України оптимальною є норма висіву 4,0 млн нас./га, за якої більшість сортів демонстрували максимальний рівень урожайності. Дієвий технологічний чинник формування продуктивності для екологізованої технології вирощування пшениці ярої – це впровадження комплексу препаратів біологічного походження з фунгіцидною дією (Планриз М або Триходермін М) у поєднанні з позакореневим підживленням органо-мінеральним добривом Кормін Імпульс.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L.; норма висіву; біопрепарат; Планриз М; Триходермін М; Кормін Імпульс; урожайність; екологізація; стійкість агроєкосистем.

Вступ

Пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.) – одна з провідних культур зернового клину України, яка є важливою для продовольчої безпеки держави. Пшениця м'яка яра поступається озимій за часткою у структурі зернових, утім все одно лишається важливою як гнучкий резерв для коригування посівних площ, стабілізації виробництва зерна в роки складної перезимівлі озимини та мінімізації ризиків її пересіву. Тому доцільним є перегляд страхової ролі цієї культури для вітчиз-

няного зернового балансу й надання їй статусу стратегічної. Це сприятиме посиленню продовольчої безпеки та диверсифікації джерел якісного зерна [1].

Сучасні сорти пшениці м'якої ярої мають високий біологічний потенціал продуктивності та значну екологічну адаптивність, що дає змогу впроваджувати їх у більшості ґрунтово-кліматичних зон України. Розширення площ під такими культурами створить передумови для формування стійкого внутрішнього ринку якісного продовольчого зерна та сприятиме імпортозаміщенню, зменшуючи залежність країни від зовнішніх постач [2]. В умовах глобальних кліматичних змін, здорожчання ресурсів і через вимоги до екологічної сталості агровиробництва особливого значення набуває пошук технологій, що по-

Bohdan Miliar

<https://orcid.org/0009-0000-5582-5673>

Bohdana Blyzniuk

<https://orcid.org/0000-0001-7462-886X>



© The Author(s) 2025. Published by Ukrainian Institute for Plant Variety Examination. This is an open access article distributed under the terms of the license CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

еднують високу продуктивність із мінімальним антропогенним впливом на довкілля [3].

Згідно з аналітичними оглядами FAO [4] та Європейської комісії [5, 6], надмірне застосування хімічних засобів захисту рослин призводить до деградації ґрунтів, втрати біорізноманіття й забруднення агроєкосистем. Тому стратегічним пріоритетом сучасного землеробства є біологізація технологій – упровадження мікробіологічних препаратів, регуляторів росту та біофунгіцидів, здатних підвищувати продуктивність культур без додаткового пестицидного навантаження.

Міжнародні дослідження доводять високу ефективність мікроорганізмів родів *Trichoderma* та *Pseudomonas* як біоконтрольних агентів. Їхнє застосування сприяє формуванню системної стійкості, активації кореневої системи та поліпшенню засвоєння елементів живлення [7–9]. Так, завдяки обробці насіння *Trichoderma atroviride* зменшується ураження кореневими гнилями та збільшується врожайність пшениці [8]. Водночас *Pseudomonas fluorescens* захищає від *Rhizoctonia cerealis* і стимулює ріст рослин [9].

Ефективність біологічного захисту істотно залежить від параметрів агротехніки, насамперед густоти посіву, що визначає площу живлення, рівень конкуренції та використання вологи [10]. Взаємодія таких чинників, як біофунгіциди, сортові особливості та норма висіву, може змінювати структуру врожаю й підвищувати його стабільність за контрастних погодних умов Лісостепу [11, 12].

У контексті вищесказаного актуальним є дослідження біологічних елементів технології вирощування пшениці м'якої ярої (комплексу препаратів біологічного походження з фунгіцидною дією та норми висіву) з огляду на сортові особливості та кліматичні ризики зони. Такі підходи повністю узгоджуються з цілями Європейського зеленого курсу та стратегії «Farm to Fork», спрямованими на скорочення обсягів використання пестицидів і забезпечення сталого агровиробництва [13].

Кліматичні фактори є одними з основних під час вирощування сільськогосподарських культур, оскільки безпосередньо впливають на всі процеси в екосистемі [14, 15]. У сучасному сільському господарстві потенціал агрометеорологічних ресурсів використовується лише на 40–60% залежно від розвитку землеробства, що зумовлює необхідність удосконалення адаптивних агротехнологій [16].

У 2020–2025 рр. інтерес до біологізації технологій вирощування зернових стабільно зростає. Це відображено у політико-регуляторних документах і фахових публікаціях.

Європейська стратегія «Farm to Fork» задає вектор на скорочення обсягів використання пестицидів і моніторинг прогресу державчленів. У глобальному вимірі FAO акцентує на переході до практик, що зменшують зовнішні екологічні та соціальні витрати агровиробництва [17].

За результатами систематичних оглядів і польових досліджень встановлено, що норма висіву – це один з основних інструментів контролю продуктивності пшениці: оптимум залежить від потенціалу кушення й ресурсного забезпечення агроєкосистеми, тоді як перевищення оптимальної густоти призводить до посилення внутрішньовидової конкуренції та втрат ефективності [18]. Додатково показано, що синхронізація строків сівби та густоти стояння рослин стимулює фотосинтетичну активність і накопичення сухої речовини, забезпечуючи збільшення рівня врожайності та відповідність показників якості для сильноглютенових типів пшениці [19].

Низка робіт із біологічного захисту підтверджує доцільність включення мікробних агентів до системи вирощування пшениці. Насіння, оброблене *Trichoderma atroviride*, змінює структуру грибної спільноти ризосфери, зменшуючи частку патогенів і сприяючи продуктивності посівів. *Trichoderma* також розглядають як чинник «успадкованого праймінгу» проти комплексу некротрофних збудників хвороб, зокрема й *Bipolaris sorokiniana*. Це узгоджується із сучасною стратегією сталого захисту. Для бактеріальних біоконтролерів доведено антагоністичну дію *Pseudomonas fluorescens* проти *Rhizoctonia cerealis* (збудник стрічкової гнилі стебла у пшениці) з позитивним впливом на ріст рослин. Узагальнювальні огляди підкреслюють, що мікробні інокулянти та інші екологічно орієнтовані практики є релевантним компонентом інтегрованих технологій підвищення й стабілізації врожайності культури.

Дані експериментальних досліджень доводять істотний вплив елементів технології (живлення, обробки, норми висіву) на структуру врожаю та показники якості зерна пшениці ярої [20]. Викладені у відповідних рекомендаціях узагальнені науково-методичні підходи деталізують вимоги до строків сівби та норм висіву, передпосівної підготовки й інтегрованого захисту. Це відповідає ідеології біологізації вітчизняного зерновиробництва, узгодженій із сучасними методами біологізації технологій вирощування зернових культур [21]. Водночас результати регіональних спостережень свідчать про стійкий фітопатологічний тиск збудників септоріозу на посіви ярої пше-

ниці, що зумовлює необхідність впровадження безпечних механізмів контролю [22].

Отже, можна зробити такі практичні висновки: оптимізація норми висіву та строків сівби є головною умовою реалізації сортового потенціалу [23]; інтеграція біофунгіцидів на основі *Trichoderma* та *Pseudomonas* до технології здатна знижувати патогенний тиск і підтримувати продуктивність; імплементація цих рішень у конкретних умовах Лісостепу, з огляду на локальний фітосанітарний фон і кліматичну варіабельність, лишається необхідною для стабільної врожайності й екологічної безпеки [24].

Мета дослідження – визначити вплив норм висіву та біологічних препаратів на формування врожайності пшениці м'якої ярої в умовах Лісостепу України та встановити параметри їхнього застосування для підвищення ефективності й екологічності зерновиборництва.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили впродовж 2023–2025 рр. на базі Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (МІП), розташованому в південно-східній частині Київської області на водорозділі річок Рось і Росава. Ґрунтовий покрив – чорноземи слабко-, середньо- та сильновилугувані з потужністю гумусового горизонту 38–40 см. Карбонатний шар залягав на глибині 45–65 см, а ґрунтоутворювальною породою був лес легкосуглинкового складу. Водопроникність ґрунту низька (0,3–0,4 мм/хв), що зумовило поверхневий стік під час злив. Об'ємна маса орного шару становила 1,27–1,29 г/см³, реакція ґрунтового розчину слабкокисла (рН 5,3–6,4). Вміст гумусу – 3,6–4,5%, гідролізованого азоту – 55–64 мг/кг, рухомого фосфору – 190–271 мг/кг, обмінного калію – 112–180 мг/кг, що відповідало середній і підвищеній забезпеченості [25, 26].

Об'єктом дослідження слугували п'ять сортів пшениці м'якої ярої миронівської селекції: 'Елегія миронівська' (стандарт), 'МІП Олександра', 'Дубравка', 'Оксамит миронівський' і 'МІП Веснянка'.

Попередник – соя, агротехніка – загальноприйнята для Лісостепу. Сівбу здійснювали сівалкою СН-10ц з нормами висіву 4,0 та 5,5 млн нас./га. Дослід закладали в чотириразовій повторності, методом рендомізованих блоків; площа облікової ділянки становила 10 м².

З метою визначення ефективності використання фунгіцидів біологічного походження й органо-мінерального добрива, встановлення впливу норм висіву в різні роки вирощування

(2023–2025) та для оцінювання сортів пшениці м'якої ярої за елементами продуктивності було проведено багатофакторний дослід.

Фактори досліду:

– А – сорт ['Елегія миронівська' (стандарт), 'МІП Олександра', 'Дубравка', 'Оксамит миронівський' та 'МІП Веснянка'];

– В – норма висіву (4,0; 5,5 млн схожих насінин/га);

– С – препарат [контроль і варіанти з Планриз М (обприскування посівів у фазах ВВСН 32 та ВВСН 55 у нормі 2 л/га) + Кормін Імпульс (передпосівна обробка насіння в нормі 1 л/т), Триходермін М (обприскування посівів у фазах ВВСН 32 та ВВСН 55 у нормі 1 л/га) + Кормін Імпульс (передпосівна обробка насіння в нормі 1 л/т), Кормін Імпульс (обприскування посівів у фазі ВВСН 32 в нормі 1 л/га)] (табл. 1);

– D – рік дослідження (2023, 2024, 2025).

Польові експерименти виконували відповідно до Методики проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні [27]. Облік урожаю здійснювали методом прямого комбайнування з перерахунком на стандартну вологість зерна (14%). Якісні показники насіння визначали за ДСТУ 4138-2002 та Методикою [28]. Фенологічні спостереження й морфологічні вимірювання проводили згідно з методичними рекомендаціями [29, 30].

Математичну обробку результатів здійснювали методами дисперсійного, регресійного та кореляційного аналізів відповідно до [31], використовуючи програму Statistica 12.0. Достовірність різниць між варіантами встановлювали за критерієм Фішера, а найменшу істотну різницю ($HP_{0,05}$) – послуговуючись методикою селекційного експерименту [32].

Для характеристики гідротермічного режиму обчислювали гідротермічний коефіцієнт (ГТК) як відношення суми опадів за період із середньодобовою температурою понад +10 °С до однієї десятої суми середньодобових температур цього періоду [33]. Умови зволоження та теплового забезпечення істотно різнилися між вегетаційними циклами, що зумовило варіабельність фактичного рівня врожайності за роками досліджень (рис. 1).

У 2023 р. спостерігали надмірне зволоження на початкових етапах вегетації пшениці м'якої ярої (ГТК = 3,47), посуху – під час колосіння (ГТК = 0,73), знову надлишок опадів – у період наливу зерна (ГТК = 1,97). Сумарний гідротермічний коефіцієнт за рік становив 1,34, що відповідає оптимальному рівню вологозабезпечення.

Характеристика біопрепаратів і добрива-біостимулятора, використаних у дослідженнях

Активний агент / склад	Титр активних агентів	Препаративна форма	Виробник
Триходермін М			
<i>Trichoderma viride</i> (<i>lignorum</i>) – живі спори та міцелій гриба-антагоніста; комплекс біологічно активних речовин і метаболітів	$\geq 2,5 \times 10^9$ КУО/мл	Культуральна рідина	ТОВ «БІО ЦЕНТР», Україна (сертифікований для органічного виробництва)
Планриз М			
<i>Pseudomonas fluorescens</i> штам AP-33; метаболіти бактерій (феназини, сидерофори, цитокініни тощо)	$\geq 4,0 \times 10^9$ КУО/см ³	Культуральна рідина	ТОВ «БІО ЦЕНТР», Україна (внесений до переліку засобів для органічного виробництва)
Кормін Імпульс			
Орґано-мінеральний комплекс: MgO (4,05%), Cu (1,32%), SO ₃ (16,87%), Mn (1,23%), Fe (1,96%), Zn (1,97%), Mo (0,35%), Co (0,30%), B (1,75%), Na ₂ O (53,5%), Se (0,005%), SiO ₂ (1,10%); бурштинова кислота – 142 ррт; фітогормони та біостимулятор – 591 ррт; комплекс амінокислот і вітамінів.	–	Рідке орґано-мінеральне добриво - біостимулятор	Лінійка «Кормін», компанія «Згода Лано», Україна

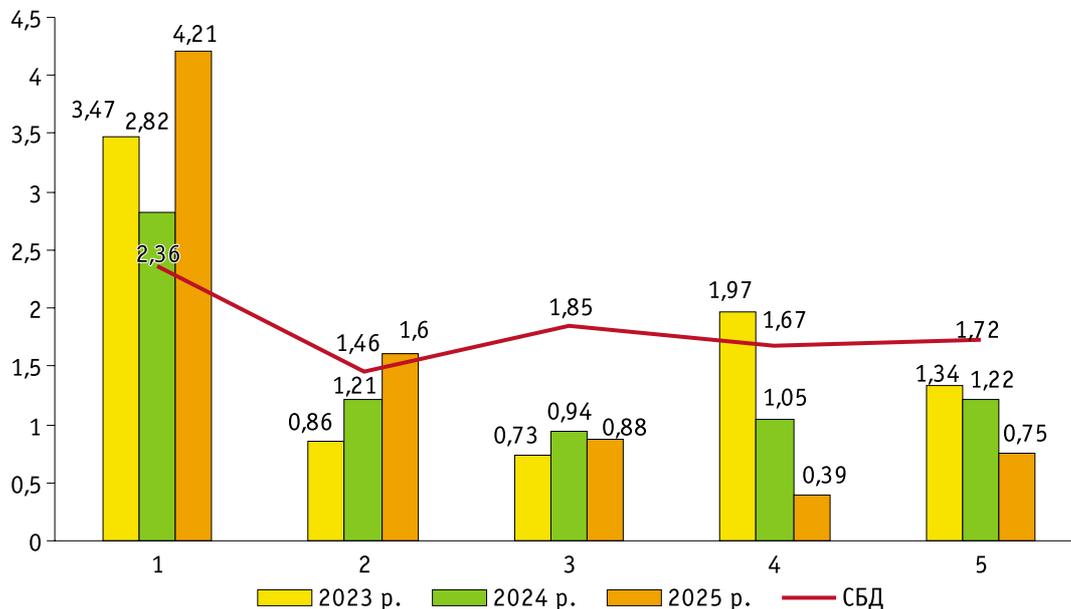


Рис. 1. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за міжфазними періодами вегетації пшениці м'якої ярої (2023–2025 рр.)

Примітки. 1 – ВВСН 00–09; 2 – ВВСН 10–29; 3 – ВВСН 30–59; 4 – ВВСН 61–89; 5 – ВВСН 10–89. СБД – середні багаторічні дані.

У 2024 р. умови були рівномірнішими. На етапі сходів – виходу у трубку ГТК дорівнював 1,21, а за весь період вегетації – 1,22, що свідчить про оптимальний гідротермічний режим.

2025 рік характеризувався різкою контрастністю: весняне перезволоження (ГТК = 4,21) змінювалося літньою посухою (ГТК = 0,39). ГТК у середньому становив 0,75, що вказує на посушливі умови.

Критичним «вузьким місцем» виявилася фаза колосіння – повної стиглості: у 2023 р. – надмірне зволоження (ГТК = 1,97), у 2025-му – дуже сильна посуха (ГТК = 0,39). Ці фонові варіювання визначили різну вираженість реакції культури на технологічні фактори.

Загалом середньодобова температура впродовж вегетації змінювалася в межах 8,3–22,7 °С, а кількість опадів – 42,3–199,2 мм залежно від фази розвитку. Такі контрастні погодні умови забезпечили репрезентативність експерименту.

Результати досліджень

Узагальнений дисперсійний аналіз засвідчив, що найважливішу роль у варіації врожайності відіграє комбінація препаратів Триходермін М + Кормін Імпульс та Планриз М + Кормін Імпульс (біопрепарат): $F_{\text{факт.}} = 1202,5$; $p < 0,001$; частка впливу $\approx 55,7\%$. Достовірними також були норма висіву ($F = 523,4$; $p < 0,001$; 8,1%), сорт ($F = 109,4$; $p < 0,001$;

6,8%) і фактор року ($F = 93,3$; $p < 0,001$; 2,9 %). Значущі взаємодії рік \times норма, рік \times біопрепарат, норма \times біопрепарат, рік \times сорт та біопрепарат \times сорт вказують на взаємозалежність впливу чинників (табл. 2).

Таблиця 2

Структура факторного впливу на рівень урожайності за даними дисперсійного аналізу (2023–2025 рр.)

Фактор / взаємодія	$F_{\text{факт.}}$	p	Частка впливу, %	$F_{\text{крит.}}$	$НІР_{0,05}$
Рік	93,3	< 0,001	2,9	3,04	0,039
Норма висіву	523,4	< 0,001	8,1	3,88	0,032
Біопрепарат	1202,5	< 0,001	55,7	2,65	0,046
Сорт	109,4	< 0,001	6,8	2,42	0,051
Рік \times Норма висіву	12,3	0,000008	0,4	3,04	0,056
Рік \times Біопрепарат	6,9	0,000001	0,6	2,14	0,079
Норма висіву \times Біопрепарат	17,4	< 0,001	0,8	2,65	0,064
Рік \times Сорт	59,6	< 0,001	7,4	1,98	0,088
Норма висіву \times Сорт	4,8	0,000921	0,3	2,42	0,072
Біопрепарат \times Сорт	24,9	< 0,001	4,6	1,80	0,102
Рік \times Норма висіву \times Біопрепарат	11,0	< 0,001	1,0	2,14	0,111
Рік \times Норма висіву \times Сорт	7,3	< 0,001	0,9	1,98	0,125
Рік \times Біопрепарат \times Сорт	11,4	< 0,001	4,2	1,57	0,176
Норма висіву \times Біопрепарат \times Сорт	5,7	< 0,001	1,1	1,80	0,144
Рік \times Норма висіву \times Біопрепарат \times Сорт	4,1	< 0,001	1,5	1,57	0,249

Примітки. $НІР_{0,05}$ – найменша істотна різниця; обчислено за загальною середньоквадратичною похибкою ($MSE = 0,024$) за $df = 240$ (ступені свободи похибки). Значення p , подані як «< 0,001», відповідають значенням, що були нижчими за межу машинного округлення.

Межі $НІР_{0,05}$ для головних ефектів становили 0,032–0,051 т/га, що дало змогу трактувати відмінності між середніми як статистично значущі за перевищенням цих порогів. Для порівняння конкретних повних комбінацій факторів застосовано $НІР_{0,05} = 0,249$ т/га (df похибки = 240).

Щоб забезпечити оптимальне поєднання густоти стояння та продуктивного кущення пшениці м'якої ярої у зоні Лісостепу, рекомендовано використовувати норму висіву в межах 4,0–5,0 млн нас./га [32, 34]. Однак можливе її збільшення до 5,5–6,0 млн нас./га, особливо для сортів із менш інтенсивним кущенням, про що йдеться у дослідженнях [35–37].

Хоча літературні рекомендації переважно охоплюють стандартні межі, з огляду на високий потенціал продуктивності досліджуваних сортів, сприятливі агрокліматичні умови центральної частини Лісостепу, інтенсивні технології вирощування та необхідність визначити діапазон реагування рослин на ущільнення посіву, до схеми було включено норму 5,5 млн нас./га. Таке розширення спектра експериментальних варіантів дало змогу оцінити можливість додаткового приросту рівня врожайності.

Ефект року виявився статистично значущим (табл. 2), але його вплив на дисперсію врожайності був суттєво меншим, ніж у технологічних чинників. За обох норм висіву найвищі середні значення зафіксовано у 2024 р., дещо нижчі – у 2023-му, ще нижчі – у

2025 р. через дефіцит вологи під час фази наливу зерна (рис. 2).

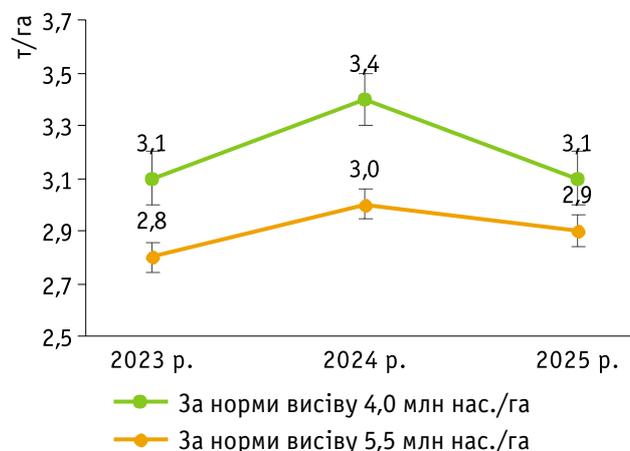


Рис. 2. Середня врожайність за роками залежно від норм висіву насіння

Значуща взаємодія «рік \times норма висіву» ($F = 12,3$; $p < 0,001$) вказує на вираженішу перевагу меншої густоти в більш посушливих умовах 2025 року, коли міжрослинна конкуренція за вологу посилювалася. Різниця між середніми для 4,0 і 5,5 млн нас./га стабільно перевищувала межі $НІР_{0,05}$ головних ефектів (0,032–0,051 т/га). Застосування комбінації препаратів Кормін Імпульс і Планриз М протягом перших двох років досліджень найліпше вплинуло на сорт 'Оксамит миронівський'. Приріст його врожайності, порівнюючи з контролем, у 2023 р. становив 1,67 т/га (4,0 млн нас./га) та 1,53 т/га (5,5 млн нас./га), а у

2024-му – 2,10 та 1,80 т/га відповідно. Водночас за посушливих умов 2025 року на використання препаратів найкраще реагував сорт ‘Дубравка’. Перевага над контролем у нього дорівнювала 0,49 т/га (4,0 млн нас./га) та 1,46 т/га (5,5 млн нас./га).

Щодо норми висіву, то вищу врожайність одержано за 4,0 млн нас./га, як порівняти з 5 млн нас./га ($F = 523,4$; $p < 0,001$). Перевага

простежувалася в усі роки й для більшості сортів (рис. 2 та 3). Подібна реакція властива ярій пшениці: за меншої густоти й відповідно ліпшого водо- та світлозабезпечення формуються стебла з вищою продуктивністю колоса; за більшої – зростають конкуренція та ризик депресії наливу зерна, що особливо проявляється в умовах дефіциту вологи [38].

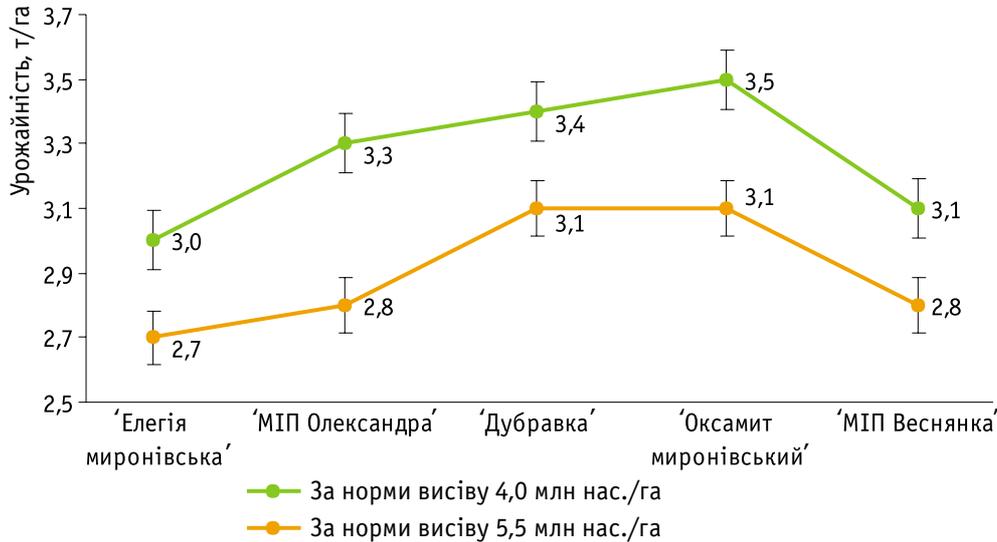


Рис. 3. Середня врожайність сортів залежно від норм висіву насіння (2023–2025 рр.)

Фактор сорту мав значущий, але помірний самостійний вплив ($F = 109,4$; $p < 0,001$; 6,8%). Високим рівнем урожайності в більшості схем застосування препаратів відзначилися ‘Оксамит миронівський’ і ‘Дубравка’, середнім – ‘МІП Олександра’, нижчим – ‘Елегія миронівська’ та ‘МІП Веснянка’ (рис. 3). Взаємодія «рік × сорт» ($F = 59,6$; $p < 0,001$) підкреслила адаптивну специфіку генотипів: за надмірного зволоження 2023 р. переваги окремих із них нівелювалися, тоді як у посушливому 2025 р. ліпші результати показали більш пластичні та посухостійкі. Вагомість поєднання чинників «біопрепарат × сорт» ($F = 24,9$; $p < 0,001$) відображала різну реакцію сортів на застосування біологічних засобів; у більшості варіантів природи за комбінаціями Планриз М + Кормін Імпульс і Триходермін М + Кормін Імпульс перевищували мінімальну істотну різницю.

Найбільшу частку варіації зумовив фактор «біопрепарат» ($F = 1202,5$; $p < 0,001$; 55,7%). За обох норм висіву комбінація Планриз М + Кормін Імпульс забезпечувала максимальні середні значення врожайності. Поєднання Триходермін М + Кормін Імпульс незначно поступалося, але достовірно переважало як контроль, так і варіант лише з мікродобривом

Кормін Імпульс (рис. 4). Найвищий рівень урожайності продемонстрував ‘Оксамит миронівський’ у 2024 р. – 4,74 т/га за норми висіву 4,0 млн нас./га та 4,18 т/га за 5,5 млн нас./га – у варіанті з дворазовим застосуванням комбінації Планриз М + Кормін Імпульс. Поєднання Триходермін М + Кормін Імпульс знижувало показники вказаного сорту на 0,39 та 0,61 т/га відповідно, що свідчить про його диференційовану реакцію на різні біологічні препарати. Втім зазначена комбінація однозначно перевищувала контроль на 1,71 т/га (4,0 млн нас./га) та 1,19 т/га (5,5 млн нас./га).

Значущі взаємодії «рік × біопрепарат» і «норма висіву × біопрепарат» (табл. 2) свідчать, що ефективність комбінацій фунгіцид + органо-мінеральне добриво посилювалася в роки зі сприятливими для розвитку хвороб умовами (надмірне зволоження під час фази колосіння – стиглості у 2023 р.) та у варіанті з нижчою нормою висіву (4,0 млн нас./га). Така реакція узгоджується з відомими механізмами дії *Pseudomonas* та *Trichoderma* – антагонізмом щодо збудників листових хвороб і стимуляцією фізіолого-біохімічних процесів рослин [39, 40].

Щоб порівняти два конкретні поєднання рівнів факторів, використовували НІР_{0,05},

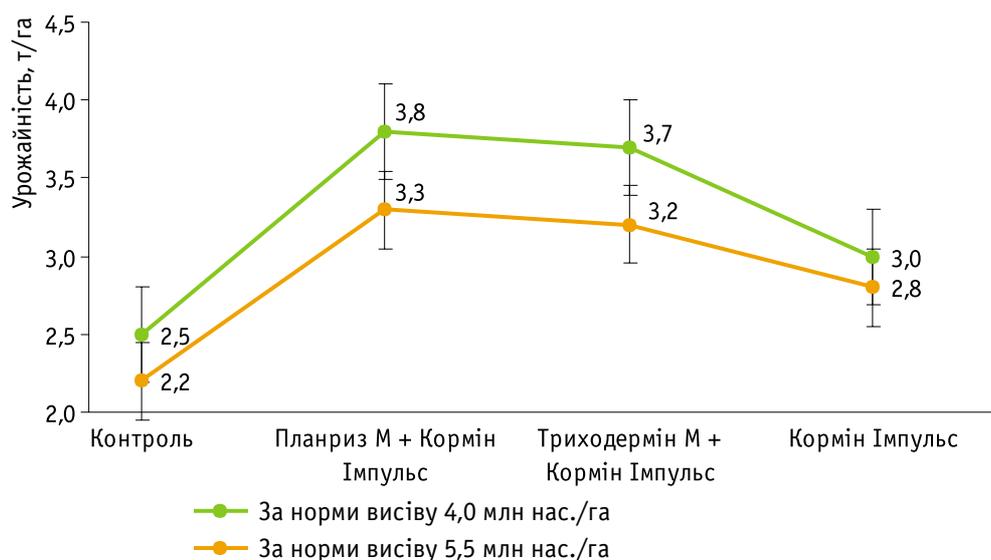


Рис. 4. Середня врожайність залежно від варіантів біологічного захисту та норм висіву насіння (2023–2025 рр.)

розраховану для повного факторіального експерименту (0,249 т/га; df похибки = 240). Це забезпечило коректне трактування локальних різниць на графіках (рис. 2–4): наприклад, комбінація Планриз М + Кормін Імпульс за норми висіву 4,0 млн нас./га для більшості сортів і років достовірно переважала контроль і варіант лише з Кормін Імпульс; за 5,5 млн/га превалювання зберігалося, але часто зменшувалося, що відпові-

дає суттєвій взаємодії «норма висіву × біопрепарат».

Для відокремлення ефекту норми висіву було проведено дисперсійний аналіз у підвибірках 4,0 та 5,5 млн нас./га (табл. 3). В обох основним чинником лишався біопрепарат (частка впливу – 59,7–64,2%). Взаємодія «рік × біопрепарат» була сильнішою за норми 4,0 млн, порівнюючи з 5,5 млн: $F = 13,02$; $p < 0,001$ проти $F = 3,12$; $p = 0,007$.

Таблиця 3

Дисперсійний аналіз урожайності пшениці м'якої ярої за норм висіву 4,0 та 5,5 млн нас./га

Фактор / взаємодія	4,0 млн нас./га				5,5 млн нас./га			
	$F_{\text{факт.}}$	p	Частка впливу, %	$НІР_{0,05}$	$F_{\text{факт.}}$	p	Частка впливу, %	$НІР_{0,05}$
Рік	70,92	< 0,001	4,7	0,060	26,97	< 0,001	1,8	0,051
Біопрепарат	597,08	< 0,001	59,7	0,070	628,31	< 0,001	64,2	0,059
Сорт	57,95	< 0,001	7,7	0,078	55,87	< 0,001	7,6	0,066
Рік × Біопрепарат	13,02	< 0,001	2,6	0,121	3,12	0,007	0,6	0,102
Рік × Сорт	35,52	< 0,001	9,5	0,135	30,57	< 0,001	8,3	0,114
Біопрепарат × Сорт	12,50	< 0,001	5,0	0,156	19,33	< 0,001	7,9	0,132
Рік × Біопрепарат × Сорт	8,53	< 0,001	6,8	0,271	6,63	< 0,001	5,4	0,229

Примітки. $НІР_{0,05}$ – найменша істотна різниця, обчислена за загальною середньоквадратичною похибкою: $MSE = 0,028$ (4,0 млн нас./га) та $MSE = 0,020$ (5,5 млн нас./га). $НІР_{0,05}$ для повних комбінацій: 0,271 (4,0 млн) та 0,229 (5,5 млн). Частка впливу – % внеску фактору в загальну варіацію.

Результати узагальнення графічних матеріалів (рис. 2–3) у комплексі з даними часткового дисперсійного аналізу врожайності пшениці м'якої ярої за нормами висіву (табл. 2) свідчать, що структура факторного впливу була подібною як за 4,0, так і за 5,5 млн нас./га. Обробка біопрепаратами стабільно забезпечувала найбільшу частку варіації врожайності (59,7–64,2%), що узгоджується із зафіксованою на рисунках перевагою комбінацій Планриз М + Кормін Імпульс і Триходермін М + Кормін Імпульс. У межах обох норм висіву чинник «сорт» зберігав помір-

ний, але стійкий вплив (7,6–7,7 %) і відповідав різниці між генотипами, відображеній на рисунку 3.

Взаємодії з фактором «рік» відігравали вагомішу роль у підвибірці 4,0 млн нас./га, що співвідноситься з більшою амплітудою міжрічних варіювань, зафіксованих на рисунку 2. Водночас вплив поєднання чинників «біопрепарат × сорт» був виразнішим за густоти 5,5 млн нас./га. Це підтверджує структурні відмінності між препаратами (рис. 4) та підсилену диференціацію сортів зі збільшеною нормою висіву.

Отже, застосування комбінацій біофунгіцидів та органо-мінерального добрива було головним фактором варіації рівня врожайності за обох норм висіву. Різниця полягала передусім у силі взаємодій чинників «рік» і «сорт», а відображена на рисунках динаміка повністю корелювала з результатами дисперсійного аналізу.

Висновки

Погодні фактори та контрастні гідротермічні умови 2023–2025 рр. зумовлювали зміни рівня врожайності сортів пшениці м'якої ярої. Втім, за результатами дисперсійного аналізу, найбільший вплив на варіацію цього показника мали елементи технології вирощування. Чинник «біопрепарат» забезпечив 55,7% загальної дисперсії врожайності, «норма висіву» – 8,1%, «сорт» – 6,8%, а «рік» – 2,9%.

Найвищі усереднені показники продуктивності в більшості варіантів досліджу демонстрували сорти 'Оksamит миронівський' (3,5 т/га) і 'Дубравка' (3,4 т/га). Середнім рівнем урожайності (3,3 т/га) відзначився сорт 'МПП Олександра', тоді як 'Елегія миронівська' (стандарт) та 'МПП Веснянка' мали нижчу продуктивність (3,0; 3,1 т/га). Взаємодії чинників «рік × сорт» та «біопрепарат × сорт» вказують на диференційований відгук генотипів за зміни погодних умов і застосування комбінацій біологічних засобів з органо-мінеральним добривом.

Виявлено, що для отримання максимального рівня врожайності пшениці м'якої ярої за обох норм висіву оптимальним є дворазове використання біологічного препарату фунгіцидної дії Планриз М у поєднанні з позакореневим підживленням органо-мінеральним добривом Кормін Імпульс. Обробка у фазах ВВСН 32 та ВВСН 55 зі внесенням Планриз М у нормі 2 л/га та Кормін Імпульс у фазі ВВСН 32 в нормі 1 л/га в середньому забезпечила формування врожаїв на рівні 3,8 т/га за густоти 4,0 млн нас./га та 3,3 т/га за 5,5 млн нас./га. Вказані показники переважали контроль (на 1,3 та 1,1 т/га) і варіант лише з Кормін Імпульс (на 0,8 і 0,5 т/га відповідно). Застосування Триходермін М за аналогічної схеми також сприяло одержанню врожайності, стабільно вищої, ніж контрольна (на 1,2 т/га за норми висіву 4,0 млн нас./га та 1,0 т/га за 5,5 млн нас./га), однак нижчої, порівнюючи з варіантом із Планриз М.

References

1. Mazniev, H. Ye. (Ed.). (2015). *Innovative resource-saving technologies: Efficiency under different financial conditions of agri-*

cultural enterprises. Maidan. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/8095> [In Ukrainian]

- Uthayakumar, S., & Wrigley, C. (2017). Wheat: Grain-quality characteristics and management of quality requirements. In *Cereal grains: Assessing and managing quality* (2nd ed., pp. 91–134). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100719-8.00005-X>
- Kabato, W., Getnet, G. T., Sinore, T., Nemeth, A., & Molnár, Z. (2025). Towards climate-smart agriculture: Strategies for sustainable agricultural production, food security, and greenhouse gas reduction. *Agronomy*, 15(3), Article 565. <https://doi.org/10.3390/agronomy15030565>
- FAO. (2023). *Pesticides use and trade, 1990–2021*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/pesticides-use-and-trade-1990-2023/en>
- European Commission. (2020). *Farm to Fork Strategy: For a fair, healthy and environmentally-friendly food system (Action Plan)*. https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf
- European Commission. (2025). *Pesticide reduction targets – Progress tracking under the Sustainable Use of Pesticides Directive*. Food Safety Directorate. https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/sustainable-use-pesticides/pesticide-reduction-targets-progress_en
- Bastos, L. M., Carciochi, W., Lollato, R. P., Jaenisch, B. R., Rezende, C. R., Schwalbert, R., Vara Prasad, P. V., Zhang, G., Fritz, A. K., Foster, C., Wright, Y., Young, S., Bradley, P., & Ciampitti, I. A. (2020). Winter wheat yield response to plant density as a function of yield environment and tillering potential: A review and field studies. *Frontiers in Plant Science*, 11, Article 54. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00054>
- Sui, L., Li, J., Philp, J., Yang, K., Wei, Y., Li, H., Li, J., Li, L., Ryder, M., Toh, R., Zhou, Y., Denton, M. D., Hu, J., & Wang, Y. (2022). *Trichoderma atroviride* seed dressing influenced the fungal community and pathogenic fungi in the wheat rhizosphere. *Scientific Reports*, 12, Article 9677. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-13669-1>
- Tiwari, M., Singh, R., Jha, R., & Singh, P. (2022). Heritable priming by *Trichoderma*: A sustainable approach for wheat protection against *Bipolaris sorokiniana*. *Frontiers in Plant Science*, 13, Article 1050765. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1050765>
- Yi, Y., Hou, Z., Shi, Y., Zhang, C., Zhu, L., Sun, X., Zhang, R., & Wang, Z. (2023). *Pseudomonas fluorescens* RB5 as a biocontrol strain for controlling wheat sheath blight caused by *Rhizoctonia cerealis*. *Agronomy*, 13(8), Article 1986. <https://doi.org/10.3390/agronomy13081986>
- Rebouch, N. Y., Khugaev, C. V., Utkina, A. O., Isaev, K. V., Mohamed, E. S., & Kucher, D. E. (2023). Contribution of eco-friendly agricultural practices in improving and stabilizing wheat crop yield: A review. *Agronomy*, 13(9), Article 2400. <https://doi.org/10.3390/agronomy13092400>
- Vakhniy, S. P., & Voytko, A. V. (2024). Yield structure and grain quality of spring soft wheat depending on the elements of cultivation technology. *Taurian Scientific Herald*, 138, 22–33. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.3> [In Ukrainian]
- Silva, V., Yang, X., Fleskens, L., Ritsema, C. J., & Geissen, V. (2022). Environmental and human health at risk – Scenarios to achieve the Farm to Fork 50% pesticide reduction goals. *Environment International*, 165, Article 107296. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107296>
- Olijnyk, K., & Jula, V. (2019). Morphophysiological features of formation of productivity of summer wheat in conditions of climate fluctuation. *Bulletin of Agricultural Science*, 11, 32–41. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201911-05> [In Ukrainian]
- Hernandez-Ochoa, I. M., Asseng, S., Kassie, B. T., Xiong, W., Robertson, R., Luz Pequeno, D. N., Sonder, K., Reynolds, M., Barber, M. A., Molero Milan, A., & Hoogenboom, G. (2018). Climate change impact on Mexico wheat production. *Agricultural and*

- Forest Meteorology*, 263, 373–387. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2018.09.008>
16. Voloshchuk, I. S. (2018). Weather conditions as a factor in determining zones of ecological seed growing of winter wheat. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 64, 31–43. [https://doi.org/10.32636/01308521.2018-\(64\)-3](https://doi.org/10.32636/01308521.2018-(64)-3) [In Ukrainian]
 17. FAO. (2023). *The State of Food and Agriculture 2023: Revealing the true cost of food to transform agrifood systems*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/cc7724en>
 18. Choqiri, A., Aboudrare, A., Bouabid, R., Drissi, S., Fagroud, M., & Zine el Abidine, A. (2025). Effects of seeding rate on growth parameters and yield components of soft wheat in a no-till system in the Saïs area of Morocco. *Moroccan Journal of Agricultural Sciences*, 6(2), 85–91. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.15466118>
 19. Chen, G., Yu, W., Zheng, Y., Zhang, L., Si, J., Zhao, K., Li, R., Zhao, D., Qu, L., Zhang, B., Li, S., Kong, L., Yang, Z., & Li, H. (2025). Optimizing sowing time and density can synergistically improve the productivity and quality of strong-gluten wheat in different ecological regions of Shandong Province. *Plants*, 14(3), Article 372. <https://doi.org/10.3390/plants14030372>
 20. Barabolia, O. V., & Latysh, A. A. (2025). Impact of agro-climatic factors and fertilization systems on yield and grain quality of hard spring wheat in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 28(1), 81–87. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.01.14>
 21. Demydov, O. (Ed.). (2024). Influence of agrotechnical cultivation measures on the seed production of spring wheat: Methodological recommendations. Myronivka Institute of Wheat. https://mip.com.ua/images/2025/Metodrekomensii/The_influence_of_agrotechnical_cultivation_measures_on_the_seed_production_of_spring_wheat.pdf [In Ukrainian]
 22. Sirenko, A. S. (2023). Septoria of spring wheat and its control in the conditions of Kharkiv region. BTU. <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/51623> [In Ukrainian]
 23. Jarecki, W. (2024). Response of winter wheat to diversified sowing date and sowing density. *Journal of Central European Agriculture*, 25(4), 945–954. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/25.4.4131>
 24. Lapchynskyi, V. V., Kyselov, O. M., & Lakusta, A. A. (2025). Assessment of the effectiveness of organic methods in growing cereal crops under climate change. *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*, 49, 79–85. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-4.12> [In Ukrainian]
 25. Zubets, M. V. (Ed.). (2010). Natural resources of the Forest-Steppe and prospects for land use optimization. In *Scientific foundations of agro-industrial production in the Forest-Steppe zone of Ukraine* (pp. 15–37). Ahrarna nauka. [In Ukrainian]
 26. Shevchenko, O. I., Kryvda, Yu. I., & Demydenko, V. H. (2009). Degradation of typical chernozem in crop rotations of the Myronivka Institute. *Scientific and Technical Bulletin of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of the Ukrainian Academy of Agrarian Sciences*, 9, 292–300. [In Ukrainian]
 27. Livandovskiy, A. A., Khomenko, T. M., Smulska, I. V., Dzhulaj, N. P., & Barban, O. B. (2016). (2016). *Methodology for the examination of cereal, goat, and leguminous crop varieties for suitability for distribution in Ukraine* (S. O. Tkachyk, Ed.). Ukrainian Institute for Plant Variety Examination. [In Ukrainian]
 28. Makrushyn, M. M. (1994). *Seed science of field crops*. Urozhai. [In Ukrainian]
 29. Yeshchenko, V. O., Kopytko, P. H., Opryshko, V. P., & Kostohryz, P. V. (2014). *Fundamentals of scientific research in agronomy* (V. O. Yeshchenko, Ed.). Edelveis i K. [In Ukrainian]
 30. Didora, V. H., Smahlii, O. F., Ermantraut, E. R., Hudz, V. P., Moiseienko, V. V., Manko, Yu. P., Trofymenko, P. I., Saiuk, O. A., Derebon, I. Yu., & Khraپیichuk, P. P. (2013). *Methodology of scientific research in agronomy: A textbook*. Tsentr navchalnoi literatury. <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/3892> [In Ukrainian]
 31. Bakhrushyn, V. Ye. (2011). *Methods of data analysis*. Klyasychnyi Pryvatnyi Universytet. [In Ukrainian]
 32. Ermantraut, E. R., Hoptsi, T. I., Kalenska, S. M., Kryvoruchenko, R. V., Tupchynova, N. P., & Prysiashniuk, O. I. (2014). *A method of breeding experiment (in plant growing)*. Kharkiv National Agrarian University named after V. V. Dokuchaev. [In Ukrainian]
 33. Hydrothermal moisture coefficient. <https://superagronom.com/slovník-agronoma/gidrotermichniy-koeficiyent-zvolozhennya-id20236> [In Ukrainian]
 34. Demydov, O. A. (Ed.). (2024). *Technology of cultivating spring wheat varieties of Myronivka breeding in the Forest-Steppe of Ukraine: Methodical recommendations*. The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS of Ukraine. [In Ukrainian]
 35. Holzapfel, Ch. (2016). *Optimal seeding rates for wheat with and without plant growth regulators*. Agricultural Demonstration of Practices and Technologies (ADOPT) Program. <https://iharf.ca/wp-content/uploads/2024/02/Seeding-Rates-for-Wheat-with-and-without-Plant-Growth-Regulators.pdf>
 36. Radchenko, M., Trotsenko, V., Butenko, A., Hotvianska, A., Gulenko, O., Nozdrina, N., Karpenko, O., & Rozhko, V. (2024). Influence of seeding rate on the productivity and quality of soft spring wheat grain (*Triticum aestivum* L.). *Agriculture and Forestry*, 70(1), 91–103. <https://doi.org/10.17707/AgricultFor-est.70.1.06>
 37. Ozturk, A., Caglar, O., & Bulut, S. (2006). Growth and yield response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 192(1), 10–16. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2006.00187.x>
 38. Liu, Y., Liao, Y., & Liu, W. (2021). High nitrogen application rate and planting density reduce wheat grain yield by reducing filling rate of inferior grain in middle spikelets. *The Crop Journal*, 9(2), 412–426. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2020.06.013>
 39. Patel, J. S., Sarma, B. K., Singh, H. B., Upadhyay, R. S., Kharwar, R. N., & Ahmed, M. (2016). *Pseudomonas fluorescens* and *Trichoderma asperellum* enhance expression of G α subunits of the pea heterotrimeric G-protein during *Erysiphe pisi* infection. *Frontiers in Plant Science*, 6, Article 1206. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.01206>
 40. Yendyo, Sh., Ramesh, G. C., & Pandey, B. R. (2018). Evaluation of *Trichoderma* spp., *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis* for biological control of *Ralstonia* wilt of tomato [Version 3]. *F1000Research*, 6, Article 2028. <https://doi.org/10.12688/f1000research.12448.3>

UDC 633.111:631.5:631.8

Miliar, B. S., & Blyzniuk, B. V.* (2025). Yield of soft spring wheat depending on sowing rates and the use of biological preparations. *Plant Varieties Studying and Protection*, 21(4), 197–206. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.4.2025.346236>

*The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat, NAAS of Ukraine, 68 Tsentralna St., Tsentralne village, Obukhiv district, Kyiv region, 08853, Ukraine, *e-mail: kolomyets359@gmail.com*

Purpose. To determine the influence of agrotechnological elements (sowing rates and biological fungicides) on the productivity of soft spring wheat varieties in Forest-Steppe of Ukraine and to assess the role of the main research factors in the variation of this indicator. **Methods.** The study was conducted in the conditions of the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of the NAAS in 2023–2025 according to a multifactorial scheme: seeding rate (4.0 and 5.5 million seeds/ha), pre-sowing treatment and foliar feeding [control and variants with Planriz M (spraying of crops in the BBCH 32 and BBCH 55 phases at a rate of 2 l/ha) + Kormin Impuls (pre-sowing treatment of seeds at a rate of 1 l/t), Trichodermin M (spraying of crops in the BBCH 32 and BBCH 55 phases at a rate of 1 l/ha) + Kormin Impuls (pre-sowing treatment of seeds at a rate of 1 l/t), Kormin Impuls (spraying of crops in the BBCH 32 phases at a rate of 1 l/ha)]. The experiment was set up in quadruplicate, using the randomized split block method. The level of reliability in it and the influence of factors were determined using variance analysis, calculating F, p, influence shares and $LSD_{0.05}$. The material for the research was five varieties of soft spring wheat of Myronivka breeding: 'Elehiiia Myronivska' (standard), 'MIP Oleksandra', 'Dubravka', 'Oksamyt Myronivskyi' and 'MIP Vesnianka'. **Results.** The level of variation in yield was most influenced by technological factors: biopreparation (55.7%), seeding rate (8.1%) and variety (6.8%). Stably higher productivity was recorded at a

seeding rate of 4.0 million seeds/ha compared to 5.5 million seeds/ha ($F = 523.4$; $p < 0.001$), particularly in the dry year of 2025 ($GTC = 0.75$), when the difference exceeded the $LSD_{0.05}$ threshold. The influence of the factor "biopreparation" accounted for 55–64% of the total variation in yield; the maximum average values were obtained using the Planriz M + Kormin Impuls combination at both seeding rates. Significant productivity levels were achieved with the varieties 'Oksamyt Mironivskyi' and 'Dubravka'. In the subsample of 4.0 million seeds/ha, a stronger interaction between the factors "year \times biopreparation" was noted, indicating sensitivity to contrasting weather conditions. For 5.5 million seeds/ha, a stronger interaction between "biopreparation \times variety" was noted, highlighting the importance of selecting the "variety \times parathion" pair in denser crops. **Conclusions.** In the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine, the optimal seeding rate is 4.0 million seeds/ha, at which point most varieties demonstrated maximum yield levels. In the ecologized technology of growing spring wheat, the introduction of a complex of biological preparations with fungicidal action (e.g. Planriz M or Trichodermin M) combined with organo-mineral fertiliser Kormin Impuls for foliar feeding is an effective technological factor in productivity formation.

Keywords: *Triticum aestivum L.*; seeding rate; biological preparation; Planriz M; Trichodermin M; Kormin Impuls; yield; ecologization; sustainability of agroecosystems.

Надійшла / Received 12.11.2025
Погоджено до друку / Accepted 05.12.2025

Формування симбіотичного потенціалу та врожайності сої під впливом ширини міжряддя та норми висіву насіння

Н. В. Новицька^{1*}, А. В. Лемешик¹, Н. М. Доктор²,
В. Й. Кипила², О. М. Мартинов³

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна, *e-mail: novytska@ukr.net

²ВСП «Мукачівський фаховий коледж НУБіП України», вул. Т. Масарика, 32, м. Мукачеве, Закарпатська обл., 89600, Україна

³Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Горіхуватський шлях, 15, м. Київ, 03041, Україна

Мета. Установити особливості формування симбіотичного потенціалу та врожайності сої залежно від ширини міжряддя і норми висіву насіння в умовах Правобережного Лісостепу України. **Методи.** Польові дослідження проводили у 2021–2023 рр. на типовому малогумусному чорноземі за схемою трифакторного дослідження. Вивчали сорти сої різних груп стиглості ('Жаклін', 'Сірелія', 'Сайдіна', 'Вишиванка') за трьох способів сівби (19 см, 19 + 38 см, 38 см) та норм висіву 450, 600 і 750 тис. шт./га. Методом Г. С. Посипанова встановлювали кількість і масу активних бульбочок, тривалість симбіозу та активний симбіотичний потенціал посівів. Урожайність обліковували подільською з перерахунком на стандартну вологість та чистоту насіння. **Результати.** Ширина міжряддя 19 + 38 см сприяла збільшенню кількості активних бульбочок. Вона становила 39,0 і 38,9 шт. на рослину в сортів 'Сірелія' та 'Сайдіна' та 36,9 і 36,7 шт. – у 'Вишиванки' та 'Жаклін' за норми висіву 450 тис. насінин/га. Найвищий симбіотичний потенціал спостерігали за стрічковою сівби (міжряддя – 19 + 38 см). Максимальні показники було зафіксовано в 'Сірелії' – 10,24 кг-діб/га (600–750 тис. шт./га), 'Сайдіні' – 10,11 кг-діб/га (450 тис. шт./га), 'Вишиванки' – 10,07 кг-діб/га (600 тис. шт./га), 'Жаклін' – 10,02 кг-діб/га (450 тис. шт./га). Найбільша врожайність сорту 'Сірелія' становила 2,92 т/га, 'Сайдіна' – 2,82 т/га, 'Вишиванка' – 2,74 т/га, 'Жаклін' – 2,72 т/га. Усі вони досягли таких значень за стрічкового способу сівби з міжряддям 19 + 38 см. Утім норма висіву була різною: 750 тис. шт./га – в 'Сірелії' та 'Жаклін', 600 тис. шт./га – у 'Вишиванки', 450 тис. шт./га – в 'Сайдіні'. **Висновки.** Стрічкова сівба з міжряддям 19 + 38 см та нормою висіву 600–750 тис. шт./га сприяла підвищенню кількості активних колоній бульбочкових бактерій і симбіотичного потенціалу посівів сої. Максимальну врожайність сортів одержано завдяки тим самим способу сівби та ширині міжряддя, проте за різної норми висіву. Для 'Сірелії' та 'Жаклін' вона становила 750 тис. насінин/га, для 'Вишиванки' й 'Сайдіні' – 600 та 450 тис. насінин/га відповідно.

Ключові слова: соя; сорт; спосіб сівби; кількість насінин на одиницю площі; кількість активних бульбочок; маса активних бульбочок; урожайність.

Вступ

Соя [*Glycine max* (L.) Merr.] є однією зі стратегічних бобових культур, які вирощують у 95 країнах світу. Вона посідає четверте місце після пшениці, рису та кукурудзи за посівними площами [1, 2]. Останні впродовж 2015–2024 рр. істотно зросли й у структурі вітчизняного виробництва – від 2,08 до 2,42 млн га, а рівень урожайності збільшився до 2,60 т/га [3].

Формуванню значного рівня врожайності сої сприяє засвоєння нею до 450 кг/га біологічного азоту завдяки симбіотичній (біологічній) фіксації атмосферного. Висока активність цього процесу зумовлена низкою агро-технологічних чинників, серед яких ключову роль відіграють вибір сорту, норма висіву насіння, строки сівби, удобрення та захист рослин [4, 5]. Різні комбінації норм висіву та ширини міжряддя дають змогу регулювати показники симбіотичної продуктивності, створювати ліпші умови для розвитку сої та формування вищої врожайності [6]. Встановлено, що приріст кількості та маси бульбочок на коренях із підвищенням норми висіву ставав дедалі меншим через скорочення площі живлення рослин унаслідок їхнього ущільнення в рядках і збільшення міжряддя. Якщо ширина останніх становила 19 см, формувалася максимальна чисельність бульбочок із вищою масою на коренях десяти рослин, а от за 45 см відбувалося суттєве зниження цих по-

Nataliia Novytska
<https://orcid.org/0000-0002-7645-4151>

Anna Lemeshyk
<https://orcid.org/0009-0007-8696-5610>

Natalii Doctor
<https://orcid.org/0000-0002-8887-898X>

Valentyna Kypyla
<https://orcid.org/0000-0002-8887-898X>

Oleksii Martynov
<https://orcid.org/0000-0001-7680-7490>



© The Author(s) 2025. Published by Ukrainian Institute for Plant Variety Examination. This is an open access article distributed under the terms of the license CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

казників. Їхній приріст також поступово зменшувався зі збільшенням норми висіву від 800 до 1200 тис. шт./га [7, 8].

Учені [9] виявили, що зі збільшенням норми висіву з 500 до 800 тис. шт./га кількість загальних та активних бульбочок на коренях однієї рослини сої 'Устя' зменшувалася. Так, у фазі повної бутонізації – на 7,4 та 5,8 шт. відповідно, повного цвітіння – на 10,1 та 9,8 шт., збиральної стиглості – на 6,0 і 2,7 шт. відповідно. Підвищення норми з 300 до 700 тис. шт./га спричиняло зниження кількості та маси бульбочок на коренях окремої рослини, втім їхні загальні показники на гектарі зростали завдяки ущільненню посівів [10]. На відміну від сої, інша бобова культура – квасоля звичайна – за широкорядної сівби (ширина міжрядь – 45 см) формувала активний симбіотичний апарат. Найбільшим він був у сорту 'Біла Білосніжка' – 16,3–21,6 шт./рослину активних бульбочок із масою 0,29–0,38 г/рослину [11].

Корегуючи норму висіву та ширину міжрядь, можна ефективно впливати на симбіотичну продуктивність рослин сої, створюючи сприятливі умови для їхнього росту та розвитку та забезпечуючи формування вищої врожайності. На основі кореляційно-регресійного аналізу дослідниками [12] встановлено сильні зворотні зв'язки між кількістю активних бульбочкових бактерій ($r = -0,713$), їхньою масою ($r = -0,649$), активним симбіотичним потенціалом ($r = -0,714$) і шириною міжрядь.

Загалом розширені міжряддя (понад 19 см) можуть шкодити симбіозу, оскільки загущення посівів спричиняє пригнічення фотосинтезу та зниження кількості стеблових вузлів на рослині [13, 14]. Зменшення міжрядної відстані та збільшення норми висіву позитивно впливає на структуру врожайності, сприяє зростанню чисельності та сухої маси кореневих бульбочок, а також поліпшує показники флуоресценції хлорофілу. Водночас загущення посівів призводить до протилежного ефекту [15].

Мета досліджень – установити вплив ширини міжрядь і норми висіву на особливості формування симбіотичного потенціалу та врожайності сої в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили протягом 2021–2023 рр. на полях відокремленого підрозділу НУБіП України «Агрономічна дослідна станція». Ґрунт дослідного поля – чорнозем типовий малогумусний. Уміст гумусу в орному шарі (за Тюрнімом) – 4,39–4,53%; рН сольової

витяжки – 6,9–7,3; ємність поглинання – 30,7–32,0 мг-екв на 100 г ґрунту. Уміст легкогідролізованого азоту – 100–101 мг/кг ґрунту, мінерального (нітратний, амонійний) – 20–30 мг/кг, обмінного фосфору – 33–34 мг/кг, обмінного калію – 98–103 мг/кг ґрунту, що відповідає середньому рівню забезпеченості орних ґрунтів основними елементами живлення.

Метеорологічні умови років проведення досліджень характеризувалися істотною варіабельністю за основними погодними показниками. Зокрема, вегетаційний цикл 2021 року відзначився нерівномірним зволоженням, а 2022-го – стійким дефіцитом опадів та істотним перевищенням температурного режиму впродовж весняно-літнього періоду, що посилювало прояв ґрунтової та повітряної посухи й негативно впливало на розвиток кореневої системи та формування симбіотичного потенціалу сої. Погодні умови 2023 року були найбільш сприятливими для вирощування культури, активного утворення бульбочок та одержання високої врожайності.

Дослідження виконували за схемою трифакторного польового дослідження (табл. 1). Загальна площа ділянки становила 84 м², облікова – 52,8 м², повторність дослідження чотириразова.

Таблиця 1

Схема дослідження

Фактор А – сорт	Фактор В – ширина міжряддя, см	Фактор С – норма висіву насіння, тис. шт./га
'Жаклін' (ранньостиглий)		
'Сірелія' (середньоранній)	19	450
'Сайдіна' (середньостиглий)	19 + 38	600
'Вишиванка' (середньостиглий)	38	750

Вивчали чотири сорти сої, внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, та рекомендовані до вирощування у зоні Лісостепу. А саме: 'Сайдіна' (зареєстрований у 2017 р.) та 'Сірелія' (2019 р.) – іноземної селекції від компанії RAGT (Франція); 'Вишиванка' (2019 р.) та 'Жаклін' (2020 р.) – вітчизняної селекції, оригінатори – ННЦ «Інститут землеробства НААН», СП «Інтерагро Сквіра».

Технологія вирощування сої – загальноприйнята для ґрунтово-кліматичної зони проведення досліджень. Попередник – ячмінь ярий. Система удобрення культури передбачала внесення 100 кг/га нітроамофоски (N₁₆P₁₆K₁₆). Обробку насіння інокулянтном Хістік Соя (BASF), що містить у своєму складі штам бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium* 532с, у нормі 400 г препарату на 120 кг на-

сіння проводили в день сівби. Її розпочинали, коли температура ґрунту на глибині загортання насіння становила 10–12 °С, сівалкою Great Plains на кінцеву густоту. Збирання та облік урожаю виконували за повної стиглості рослин (ВВСН 99), поділянково, комбайном «Sampro-130».

Добір проб для визначення розмірів симбіотичного апарату здійснювали методом монолітів у міжфазний період активного функціонування симбіотичного потенціалу (від початку цвітіння до формування й наливу бобів) [17–20]. Кількість та масу активних бульбочок і тривалість активного симбіозу встановлювали методом Г. С. Посипанова (1991), з подальшою біометрією на 50 рослинах із кожного варіанту досліджу. Активний симбіотичний потенціал (АСП) посівів сої обчислювали за формулою:

$$АСП = M_{акт} \times T,$$

де $M_{акт}$ – маса активних бульбочок, г/рослину; T – тривалість функціонування симбіозу, діб.

Отримане значення перераховували на одиницю площі:

$$СА = АСП \times N,$$

де N – кількість рослин на 1 га, і виражали в кг • діб/га.

Урожай обліковували поділянково з перерахунком на стандартну вологість та повну чистоту зерна. Статистичний аналіз результатів досліджень виконували, використовуючи програму Statistica 10 [21].

Результати досліджень

До фази завершення цвітіння спостерігали найінтенсивніше наростання активних (рожевих) бульбочок. На пізніх стадіях росту та розвитку сої кількість і маса бульбочок різко знижувалися через уповільнення процесів транслокації асимілятів до них і коренів із листків та послаблення здатності до перемі-

щення фотоасимілятів [8–10]. За результатами проведених у 2021–2023 рр. досліджень встановлено, що сортові особливості, ширина міжрядь та норма висіву істотно впливали на формування чисельності активних бульбочок. Вона варіювала в межах 30,0–39,0 шт. на рослину, а маса становила 0,65–0,69 г. Це свідчить про достатній рівень функціональної активності симбіотичного апарату в усіх варіантах досліджу.

Найсприятливіші умови для формування активних бульбочок склалися за стрічкового способу сівби з міжряддям 19 + 38 см. Така схема просторового розміщення рослин та норма висіву 450 тис. шт./га зумовили формування максимальних значень вказаного показника у сортів ‘Сірелія’ та ‘Сайдіна’ (39,0 та 38,9 шт. на рослину) та дещо нижчих – у ‘Вишиванки’ й ‘Жаклін’ (36,9 та 36,7 шт.) (табл. 2).

Кількість активних бульбочок за рядкового способу сівби з міжряддям 19 см була трохи меншою, ніж за стрічкового з комбінованим варіантом міжрядь (19 + 38 см), але більшою, порівнюючи з широкорядним способом. Так, норма висіву 450 тис. шт./га забезпечувала формування 38 активних бульбочок у сортів ‘Сірелія’ й ‘Сайдіна’ та 35,0–36,0 – у ‘Вишиванки’ й ‘Жаклін’. Найменші значення цього показника зафіксовано за ширини міжрядь 38 см – 30,0–35,9 шт. на рослину залежно від сорту та норми висіву. Водночас чітко виражену тенденцію до зниження кількості бульбочок спостерігали за підвищення норми висіву для будь-якого з культурварів до 750 тис. шт./га.

Отримані результати підтверджують, що ефективність симбіотичної азотфіксації сої значною мірою визначається просторовою організацією посіву та щільністю стояння рослин. Згідно з [22, 23], якщо їхнє розміщення забезпечує рівномірний розвиток кореневої системи та послаблює конкуренцію за асиміляти, формуються оптимальні умови для роз-

Таблиця 2

Кількість та маса активних бульбочок у сортів сої під час фази цвітіння залежно від ширини міжрядь та норми висіву (середнє за 2021–2023 рр.)

Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Сорт							
		‘Жаклін’		‘Сірелія’		‘Сайдіна’		‘Вишиванка’	
		1	2	1	2	1	2	1	2
19	450	35,0	0,66	38,0	0,67	38,0	0,68	36,0	0,66
	600	37,1	0,67	37,8	0,68	37,0	0,67	35,1	0,68
	750	34,0	0,68	34,6	0,68	35,1	0,67	32,0	0,66
19 + 38	450	36,7	0,67	39,0	0,68	38,9	0,69	36,9	0,67
	600	36,0	0,67	38,2	0,69	38,1	0,68	36,1	0,68
	750	35,0	0,68	37,2	0,69	35,9	0,67	33,9	0,66
38	450	32,9	0,65	35,9	0,65	34,9	0,67	34,1	0,65
	600	31,0	0,66	34,1	0,66	33,0	0,67	32,1	0,66
	750	30,0	0,67	33,0	0,66	30,9	0,66	30,0	0,65
НІР _{0,05}		для 1, шт.: сорту – 1,1; ширини – 1,2; норми – 1,6; загальна – 1,4 для 2, г: сорту – 0,02; ширини – 0,01; норми – 0,01; загальна – 0,05							

Примітка. 1 – кількість активних бульбочок, шт.; 2 – маса активних бульбочок, г.

витку бульбочкових бактерій. Встановлена у цій роботі перевага стрічкового способу сівби з міжряддям 19 + 38 см узгоджується з даними інших досліджень [24], які свідчать, що ліпшій аерації ґрунту, інтенсивнішому росту коренів і підвищенню активності ризобіального симбіозу сприяє поєднання вузьких і ширших міжрядь. Водночас їхнє надмірне розширення до 38 см може бути причиною зниження щільності кореневого шару та менш ефективного використання ґрунтового простору, що також підтверджено в нашій публікації.

Виявлено тенденцію до зменшення кількості активних бульбочок зі збільшенням чисельності рослин на одиницю площі. Це узгоджується з даними [25, 26], які пов'язують вказане явище з обмеженням постачання вуглеводів до бульбочок за умов посиленої міжрослинної конкуренції. Зниження фотосинтетичної активності окремої рослини за загущення посівів негативно впливає на енергозабезпечення процесу біологічної фіксації азоту.

Відомості про генетичну детермінованість симбіотичної активності сої підтверджуються зафіксованими в досліді сортовими відмінностями. Вони, згідно з [27, 28], полягають у різній здатності до утворення ефективного симбіозу з бульбочковими бактеріями. Це зумовлено особливостями кореневих ексудатів, архітектонікою кореневої системи та швидкістю росту рослин на ранніх етапах органогенезу. Вищі показники активного симбіозу в сортів 'Сірелія' та 'Сайдіна' свідчать про потенційно більшу здатність до біологічної азотфіксації.

Період активного функціонування симбіотичного потенціалу сої, коли відбувається інтенсивне азотфіксування бульбочковими бактеріями, триває від початку цвітіння до утворення й наливу бобів, з піком у фазах масового цвітіння та зав'язування бобів. Це є критичним для забезпечення рослини до-

ступним азотом та формування високого врожаю насіння. Саме тоді соя найактивніше співпрацює з ризобіями, засвоюючи атмосферний азот [4].

За результатами досліджень, проведених упродовж 2021–2023 рр., встановлено, що симбіотичний потенціал сортів культури істотно залежить від їхніх особливостей, ширини міжрядь та норми висіву й виражається у кг діб/га. Показник характеризує інтегральну здатність посіву до біологічної фіксації азоту протягом вегетації та відображає сумарну ефективність функціонування симбіотичної системи «рослина – бульбочкові бактерії». Його значення в середньому за роки досліджень у період активного функціонування змінювалися в межах 9,58–10,24 кг діб/га, що свідчить про помірну варіабельність залежно від поєднання чинників, які вивчали. Найвищий симбіотичний потенціал відзначено за стрірковою сівби з шириною міжрядь 19 + 38 см, а саме: 10,24 кг діб/га (за норми 600–750 тис. шт./га) – у сорту 'Сірелія'; 10,11 кг діб/га (за 450 тис. шт./га) – у сорту 'Сайдіна'; 10,07 кг діб/га (за 600 тис. шт./га) – у 'Вишиванки'; 10,02 кг діб/га (за норми 450 тис. шт./га) – у 'Жаклін' (табл. 3).

За рядкового способу сівби з міжряддям 19 см симбіотичний потенціал був дещо нижчим, ніж за стрічкового, проте стабільно перевищував показники широкорядного. Значення в цьому варіанті дослідів змінювалися в межах 9,71–10,08 кг діб/га, а тенденцію до їхнього зростання спостерігали з підвищенням норми висіву до 600–750 тис. шт./га для більшості досліджуваних сортів.

Найнижчий симбіотичний потенціал – 9,58–9,85 кг • діб/га залежно від сорту та норми висіву – зафіксовано за міжряддя 38 см. Таке надмірне розширення менше сприяло формуванню та тривалому функціонуванню бульбочкового апарату. Також відмічено вплив норми висіву на вказаний показник.

Таблиця 3

Симбіотичний потенціал сортів сої у період його активного функціонування залежно від ширини міжрядь та норми висіву, кг • діб/га (середнє за 2021–2023 рр.)

Ширина міжрядь, см	Норма висіву насіння, тис. шт./га	Сорт			
		'Сірелія'	'Сайдіна'	'Вишиванка'	'Жаклін'
19	450	9,87	9,96	9,72	9,71
	600	10,04	9,93	9,97	9,85
	750	10,08	9,93	9,74	10,01
19+38	450	9,97	10,11	9,78	9,84
	600	10,24	10,09	10,07	9,92
	750	10,24	9,91	9,73	10,02
38	450	9,58	9,85	9,60	9,58
	600	9,70	9,81	9,75	9,70
	750	9,69	9,67	9,58	9,83
НІР _{0,05}		для сорту – 0,07; ширини – 0,08; норми – 0,20; загальна – 0,11			

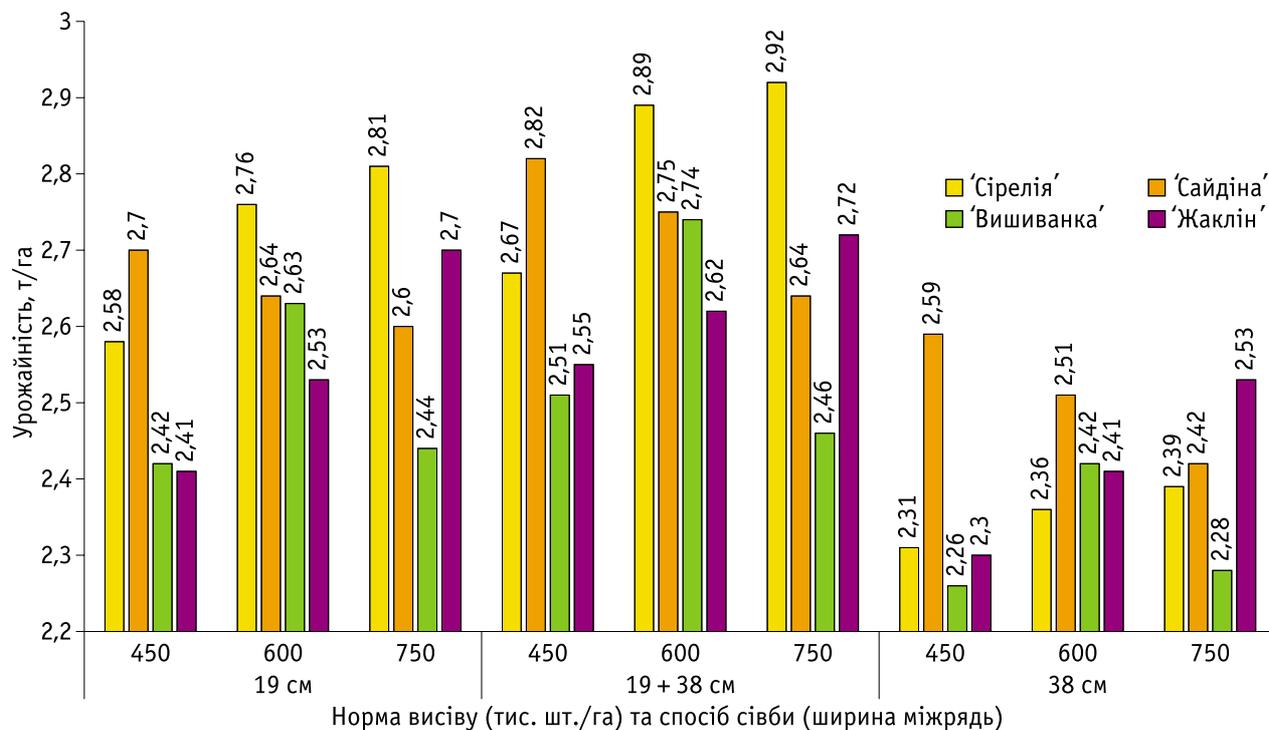
Зокрема, за 600 тис. шт./га фіксували його максимальні або близькі до максимальних значення, тоді як подальше загушення до 750 тис. шт./га не забезпечувало істотного приросту, а в окремих варіантах призводило до стабілізації чи незначного зниження. Сортові відмінності були чітко вираженими. Так, вищим рівнем симбіотичного потенціалу в усіх варіантах досліджуваного характеризувалися 'Сірелія' та 'Сайдіна', дещо нижчим – 'Вишиванка' й 'Жаклін'.

Отримані результати підтверджують сучасні уявлення про те, що симбіотичний потенціал сої є інтегральним показником, який відображає кількість і масу бульбочок, тривалість та інтенсивність їхнього функціонування впродовж вегетації, а також, за даними [26, 29], найбільш достовірно характеризує реальний вплив біологічної фіксації азоту на азотний баланс агроценозу. Встановлена нами перевага комбінованого варіанту міжрядь (19 + 38 см) за стрічкового способу сівби узгоджується з результатами інших досліджень [30], в яких зазначено, що оптимальна просторова структура посіву допомагає рівномірному розвитку кореневої системи, поліпшує аерацію ґрунту та створює сприятливі умови для пролонгованої активності бульбочкових бактерій. Це своєю чергою забезпечує вищі інтегральні значення симбіотичного потенціалу.

Зниження симбіотичного потенціалу за широкорядного способу сівби (38 см) може бути пов'язане з менш ефективним викорис-

танням ґрунтового простору та неоднорідним розвитком кореневої системи, що обмежує тривалість активної азотфіксації. Схожі закономірності наведено у працях [31, 32], де підкреслено важливість оптимального поєднання щільності стояння рослин і ширини міжрядь для підтримання симбіотичної активності. Також виявлений оптимум симбіотичного потенціалу за норми висіву 600 тис. шт./га узгоджується з даними іноземних вчених [33, 34], які вказують, що надмірне загушення посівів призводить до конкуренції за фотоасиміляти, необхідні для енергозабезпечення процесу азотфіксації, тоді як занадто розріджені не забезпечують достатньої сумарної симбіотичної активності на одиницю площі.

Відомо, що від забезпеченості рослин біологічно фіксованим азотом під час критичних фаз органогенезу (бутонізації, цвітіння та наливу насіння) значною мірою залежить урожайність сої. Стабільно більшою, як показав порівняльний аналіз, вона була у варіантах із вищим симбіотичним потенціалом (рис.). Це підтвердило визначальну роль симбіотичної азотфіксації в системі живлення культури. Особливо чітко такий зв'язок простежувався в сортів 'Сірелія' та 'Сайдіна'. Вони поєднували значну інтенсивність бульбочкоутворення, підвищений симбіотичний потенціал та ліпшу реалізацію врожайного потенціалу. Водночас у варіантах зі зниженим симбіотичним потенціалом, спричиненим або надмірним



НІР_{0,05} сорту – 0,31 т/га; ширини – 0,08 т/га; норми – 0,12 т/га; загальна – 0,14 т/га

Рис. Урожайність сортів сої залежно від ширини міжрядь та норми висіву, т/га (середнє за 2021–2023 рр.)

розширенням міжрядь, або загущенням посівів, спостерігали зменшення врожайності.

Оптимальне поєднання ширини міжрядь (19 + 38 см) та норми висіву (450–600 тис. шт./га) забезпечує інтенсивний розвиток кореневої системи й утворення максимальної кількості активних бульбочок. Це своєю чергою зумовлює формування підвищеного симбіотичного потенціалу (кг діб/га) впродовж вегетації, який сприяє повноцінному одержанню рослинами біологічно фіксованого азоту у критичні фази органогенезу, що збільшує врожайність сої.

За ширини міжрядь 19 см середньоранній сорт 'Сірелія' мав урожайність на рівні 2,72 т/га, середньостиглі 'Сайдіна' й 'Вишиванка' – 2,65 та 2,49 т/га, ранньостиглий сорт 'Жаклін' – 2,55 т/га. Достовірно підвищення показника, а саме: на 0,11 т/га – в 'Сірелії', на 0,09 т/га – в 'Сайдіні', на 0,08 т/га – у 'Вишиванки', на 0,08 т/га – у 'Жаклін', у більшості випадків забезпечив стрічковий спосіб сівби з міжряддям 19 + 38 см. Утім розширення до 38 см спричинило зниження врожайності всіх сортів на 0,36; 0,14; 0,17 та 0,13 т/га відповідно.

Норма висіву також впливала на рівень урожайності. Якщо вона становила 450 тис. шт./га, то сорт 'Сірелія' формував 2,52 т/га врожаю, 'Сайдіна' – 2,70, 'Вишиванка' – 2,40, а 'Жаклін' – 2,42 т/га. Зі збільшенням норми до 600 тис. шт./га зростання показника спостерігали в 'Сірелії', 'Вишиванки' та 'Жаклін' – на 0,16; 0,20 та 0,10 т/га відповідно, а зниження – на 0,07 т/га – в 'Сайдіні'.

Середньоранній сорт 'Сірелія' сформував найвищу врожайність (2,92 т/га) за стрічкової сівби із шириною міжрядь 19 + 38 см та норми висіву 750 тис. шт./га. Це максимальний показник з-поміж усіх у досліді. Середньостиглий сорт 'Сайдіна' був єдиним, який продемонстрував значну продуктивність за відносно низької – 450 тис. шт./га – норми висіву. Вона разом зі стрічковим способом сівби сприяла одержанню найбільшої для цього культувару врожайності – 2,82 т/га.

Оптимальними для максимальної реалізації біологічного потенціалу середньостиглого сорту 'Вишиванка' були ширина міжрядь 19 + 38 см та норма висіву 600 тис. шт./га. Ці умови забезпечили формування врожайності на рівні 2,74 т/га. Найвищого показника для ранньостиглого сорту 'Жаклін' – 2,72 т/га – було досягнуто за стрічкового способу сівби та норми висіву 750 тис. шт./га. Також ефективною для нього виявилася ширина міжрядь 19 см (за тієї самої норми), яка сприяла одержанню 2,70 т/га врожаю.

Урожайність сортів 'Жаклін' (ранньостиглий) та 'Сірелія' (середньоранній) із підвищен-

ням норми висіву до 750 тис. шт./га за досліджуваних способів сівби достовірно зростала завдяки збільшенню кількості рослин на одиницю площі. Втім подальше надмірне підвищення чисельності висіяного насіння до 800–900 тис. шт./га може виявитися негативним, оскільки призведе до загущення посівів, сильної конкуренції рослин за світло, вологу та поживні речовини (що спричинить зниження врожайності, особливо на менш родючих ґрунтах та за посушливих умов), затінення нижніх ярусів і сприятиме розвитку хвороб [35].

Проведений кореляційний аналіз дав змогу встановити тісний позитивний зв'язок між кількістю активних бульбочок і симбіотичним потенціалом ($r = 0,62$). Це означає, що інтенсивність бульбочкоутворення є важливою передумовою формування інтегральної азотфіксувальної здатності посіву сої (табл. 4). Водночас такий зв'язок не є абсолютним, оскільки симбіотичний потенціал визначається не лише кількістю бульбочок, а й тривалістю та інтенсивністю їхнього функціонування.

Таблиця 4

Кореляція між показниками симбіотичної продуктивності та врожайністю сої (середнє за 2021–2023 рр.)

Показник*	Симбіотичний потенціал	Урожайність
Кількість активних бульбочок	0,62	0,62
Симбіотичний потенціал	–	0,99

Примітка. Значення коефіцієнтів кореляції $r \geq 0,60$ відповідають тісному зв'язку, $r \geq 0,90$ – дуже тісному (майже функціональному). За обсягом вибірки зв'язки є статистично достовірними ($p \leq 0,05$).

Виявлена тісна позитивна кореляція ($r = 0,62$) між кількістю активних бульбочок і врожайністю підтверджує значущість морфологічних ознак симбіозу для формування продуктивності сої, проте за силою поступається зв'язку між симбіотичним потенціалом і врожайністю. Він є надзвичайно тісним ($r = 0,99$) та свідчить про майже функціональну залежність між зазначеними показниками. Це означає, що симбіотичний потенціал найбільш повно відображає реальний вплив біологічної фіксації азоту на формування врожаю, інтегруючи як морфологічні, так і фізіологічні складники симбіозу.

Отримані результати доводять, що симбіотичний потенціал є ключовим узагальнювальним показником ефективності симбіотичної системи сої, а оптимізація елементів технології вирощування (ширини міжрядь та норми висіву насіння) дає змогу цілеспрямовано керувати процесами біологічної азотфіксації та реалізацією врожайного потенціалу культури.

Висновки

Завдяки оптимальному поєднанню ширини міжрядь (19 + 38 см) та норми висіву (450–600 тис. шт./га) досліджувані сорти сої сформували максимум активних бульбочок (до 38–39 шт. на рослину). Збільшення їхньої кількості та маси зумовило підвищення симбіотичного потенціалу до 10,07–10,24 кг діб/га, що свідчить про пролонговану та інтенсивну азотфіксувальну активність посівів. За їхнього загушення до 750 тис. шт./га та широкорядного способу сівби (38 см) зафіксовано зниження чисельності активних бульбочок і симбіотичного потенціалу до 9,58–9,85 кг діб/га.

Максимальна врожайність сорту ‘Сірелія’ становила 2,92 т/га, ‘Сайдіна’ – 2,82 т/га, ‘Вишиванка’ – 2,74 т/га, ‘Жаклін’ – 2,72 т/га. Усі вони досягли таких значень за стрічкового способу сівби з міжряддям 19 + 38 см. Утім норма висіву була різною: 750 тис. шт./га – в ‘Сірелії’ та ‘Жаклін’, 600 тис. шт./га – у ‘Вишиванки’, 450 тис. шт./га – у ‘Сайдіні’.

Між кількістю активних бульбочок і симбіотичним потенціалом встановлено прямий тісний кореляційний зв’язок, що підтверджує їхню функціональну єдність. Найбільш тісний позитивний зв’язок виявлено між симбіотичним потенціалом та врожайністю сої. Це свідчить про вагомий роль біологічної фіксації азоту у формуванні врожаю.

References

- Mizernykh, D. (2024). Current state and prospects for soybean cultivation in the world and Ukraine. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 76(1), 36–47. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(76\)-1-4](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(76)-1-4) [In Ukrainian]
- Korobko, A. A. (2021). Dynamics of soybean production in Ukraine and the world. *Balanced Nature Using*, 4, 125–134. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.4.2021.253098> [In Ukrainian]
- Didur, I. M., & Holovanyuk, A. B. (2025). Status and prospects of soybean production in Ukraine. *Agricultural Innovations*, 30, 193–196. <https://doi.org/10.32848/agr.ar.innov.2025.30.27> [In Ukrainian]
- Zabolotnyi, H. M., Mazur, V. A., Tsyhanska, O. I., Didur, I. M., Tsyhanskyi, V. I., & Pansyryeva, H. V. (2020). *Agrobiological principles of soybean cultivation and ways of maximum realization of its productivity*. Vinnytsia National Agrarian University. <http://socrates.vsau.edu.ua/repository/card.php?lang=en&id=27706> [In Ukrainian]
- Zabarna, T. A., & Chereshnyuk, V. V. (2023). Biological nitrogen fixation as a way of increase yield of soy. *Agriculture and Forestry*, 3, 76–91. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2023-3-6> [In Ukrainian]
- Lemeshyk, A. V., & Novytska, N. V. (2024). Formation of yield and seed quality of soybean varieties depending on the nutrition area in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. *Advanced Agritechologies*, 12(2). <https://doi.org/10.47414/na.12.2.2024.304338> [In Ukrainian]
- Mikheeva, O. O., Rozhkov, A. O., & Mikheev, V. G. (2020). Nodule number and weight on soybean roots depending on seeding rates and row spacings. *Plant Breeding and Seed Production*, 117, 186–198. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2020.207170> [In Ukrainian]
- Shevnikov, M., Milenko, O., Lotysh, I., Shevnikov, D., & Kostenko, M. (2022). The formation of symbiotic potential and yields of soybean depending on elements of growing technology. *Global Journal of Botanical Science*, 10, 39–45. <https://doi.org/10.12974/2311-858X.2022.10.05>
- Panasyuk, R. M., Lykhochvor, V. V., & Panasyuk, O. V. (2011). The influence of seeding rates on the formation of symbiotic and grain productivity of soybean varieties under conditions of western Forest-Steppe of Ukraine. *Feeds and Feed Production*, 69, 133–140. <https://fri-journal.com/index.php/journal/article/view/916> [In Ukrainian]
- Tkalich, I. D., & Shepilova, T. P. (2010). The influence of sowing methods, sowing rates and bacterial preparations on the formation of nodule bacteria and soybean yield. *Bulletin of the Institute of Grain Economy*, 38, 108–111. http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2010_38_25 [In Ukrainian]
- Sinchenko, V., & Furman, P. (2023). Symbiotic productivity and yield of common beans depending on technological methods of cultivation. *Feeds and Feed Production*, 96, 63–71. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202396-06> [In Ukrainian]
- Yurchenko, Y., & Chorna, V. (2025). Formation and functioning of the symbiotic apparatus of soybean depending on the sowing method in conditions. *Feeds and Feed Production*, 99, 65–76. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202599-06> [In Ukrainian]
- Jańczak-Pieniżek, M., Buczek, J., Bobrecka-Jamro, D., Szpunar-Krok, E., Tobiasz-Salach, R., & Jarecki, W. (2021). Morphophysiology, productivity and quality of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cv. Merlin in response to row spacing and seeding systems. *Agronomy*, 11(2), Article 403. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020403>
- Yang, J., Peng, X., Ren, J., Yang, X., Zhang, K., Li, Y., & Yong, T. (2025). Optimal interspecific distance maintains soybean yield by promoting canopy–root synergy in a maize–soybean relay strip cropping system. *The Crop Journal*. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2025.10.002>
- Jumrani, K., Bhatia, V. S., Hussain, S., Kataria, S., Yang, X., & Brestic, M. (2024). Effect of shading on leaf anatomical structure, photosynthesis characteristics and chlorophyll fluorescence of soybean (*Glycine max*). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 210(6), Article e12783 <https://doi.org/10.1111/jac.12783>
- Taran, V. G., Kalenska, S. M., Novytska, N. V., & Daniliv, P. O. (2018). Stability and plasticity of corn hybrids in depending on fertilizing system and density of plant stand in the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Biological Resources and Nature Management*, 10(3–4), 147–156. <https://doi.org/10.31548/bio2018.03.019> [In Ukrainian]
- Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M., Puzik, L. M., Popov, S. I., Muzafarov, N. M., Bukhalo, V. Ya., & Kryshchop, E. A. (2016). *Research work in agronomy. Book 1. Theoretical aspects of research work* (A. O. Rozhkov, Ed.). Maidan. [In Ukrainian]
- Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M., Puzik, L. M., Popov, S. I., Muzafarov, N. M., Bukhalo, V. Ya., & Kryshchop, E. A. (2016). *Research work in agronomy. Book 2. Statistical processing of the results of agronomic research* (A. O. Rozhkov, Ed.). Maidan. [In Ukrainian]
- Volkodav, V. V. (2001). *Methodology of state variety testing of agricultural crops (cereals, cereals and leguminous crops)*. Kyiv. [In Ukrainian]
- Volkodav, V. V. (Ed.). (2000). *Methodology of state variety testing of agricultural structures. 1. General part*. State Commission of Ukraine for testing and protection of plant varieties. [In Ukrainian]
- Physiazhniuk, O. I., Karazhbei, H. M., Leshchuk, N. V., Tsyba, S. V., Mazhuha, K. M., Brovkin, V. V., Symonenko, V. A., & Maslechkin, V. V. (2016). *Statistical analysis of agronomic research data package Statistica 10. Guidelines*. Nilan-Ltd. [In Ukrainian]

22. Graham, P. H., & Vance, C. P. (2003). Legumes: Importance and constraints to greater use. *Plant Physiology*, 131(3), 872–877. <https://doi.org/10.1104/pp.017004>
23. Herridge, D. F., Peoples, M. B., & Boddey, R. M. (2008). Global inputs of biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Plant and Soil*, 311, 1–18. <https://doi.org/10.1007/s11104-008-9668-3>
24. Hungria, M., Nogueira, M. A., Campos, L. J. M., Menna, P., Brandi, F., & Ramos, Y. G. (2020). Seed pre-inoculation with *Bradyrhizobium* as time-optimizing option for large-scale soybean cropping systems. *Agronomy Journal*, 112(6), 5222–5236. <https://doi.org/10.1002/agj2.20392>
25. Kaschuk, G., Nogueira, M. A., de Luca, M. J., & Hungria, M. (2016). Response of determinate and indeterminate soybean cultivars to basal and topdressing N fertilization compared to sole inoculation with *Bradyrhizobium*. *Field Crops Research*, 195, 21–27. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.05.010>
26. Alves, B., Urquiaga, S., Boddey, R., Dakora, F., Bhattarai, S., Maskey, S. L., Sampet, C., Rerkasem, B., Khan, D., Hauggaard-Nielsen, H., & Jensen, E. (2009). The contributions of nitrogen-fixing crop legumes to the productivity of agricultural systems. *Symbiosis*, 48, 1–17. <https://doi.org/10.1007/BF03179980>
27. Adediran, B. O., Ayo-Vaughan, M. A., Ariyo, O. J., Sakariyawo, O. S., Aremu, C. O., & Ibitoye, D. O. (2023). Genotype by environment interaction in soybean and its implications for crop improvement. *International Journal of Plant & Soil Science*, 35(18), 162–173. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2023/v35i183280>
28. Sinclair, T. R., & Ghanem, M. E. (2023). Realistic physiological options to increase grain legume yield under drought. *Plants*, 12(17), 31–37. <https://doi.org/10.3390/plants12173137>
29. Carciocchi, W., Schwalbert, R., Andrade, F., Corassa, G., Carter, P., Gaspar, A., Schmidt, J., & Ciampitti, I. (2019). Soybean seed yield response to plant density by yield environment in North America. *Agronomy Journal*, 111(4), 1923–1932. <https://doi.org/10.2134/agronj2018.10.0635>
30. Ciampitti, I. A., & Salvagiotti, F. (2018). New insights into soybean biological nitrogen fixation. *Agronomy Journal*, 110(4), 1185–1196. <https://doi.org/10.2134/agronj2017.06.0348>
31. Wang, J. (2025). *Root dynamics and nitrogen interactions in wheat/faba bean mixtures: The effect of nutrient availability, light signaling and relative emergence time* [Doctoral dissertation, Wageningen University and Research]. <https://doi.org/10.18174/677209>
32. Tang, L., Song, J., Cui, Y., Fan, H., & Wang, J. (2025). Research progress on a wide and narrow row cropping system for crops. *Agronomy*, 15(1), Article 248. <https://doi.org/10.3390/agronomy15010248>
33. Gaspar, A. P., Mourtzinis, S., Kyle, D., Galdi, E., Lindsey, L. E., Hamman, W. P., Matcham, E. G., Kandel, H. J., Schmitz, P., Stanley, J. D., Schmidt, J. P., Mueller, D. S., Nafziger, E. D., Ross, J., Carter, P. R., Varenhorst, A. J., Wise, K. A., Ciampitti, I. A., Carciocchi, W. D., ... Conley, S. P. (2020). Defining optimal soybean seeding rates and associated risk across North America. *Agronomy Journal*, 112(3), 2103–2114. <https://doi.org/10.1002/agj2.20203>
34. Hungria, M., Nogueira, M., & Araujo, R. (2015). Soybean seed co-inoculation with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense*: A new biotechnological tool to improve yield and sustainability. *American Journal of Plant Sciences*, 6(6), 811–817. <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.66087>
35. Senyk, I. I. (2020). Influence of sowing norm and row of row rows on soybean yield in conditions of Western Forest Steppe. *Plant and Soil Science*, 11(3), 43–50. <https://doi.org/10.31548/agr2020.03.043>

UDC 631.461:631.8:633.34

Novytska, N. V.¹, Lemeshyk, A. V.¹, Doktor, N. M.², Kypyla, V. Y.², & Martynov, O. M.³ (2025). Formation of symbiotic potential and soybean yield under the influence of row spacing and seeding density. *Plant Varieties Studying and Protection*, 21(4), 207–214. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.4.2025.346237>

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine, *e-mail: novytska@ukr.net

²Separated Structural Unit "Mukachevo Professional College of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine", 32 T. Masaryka St., Mukachevo, Zakarpattia Region, 89600, Ukraine

³Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Horikhuvatskyi shliakh St., Kyiv, 03041, Ukraine

Purpose. To establish the characteristics of symbiotic potential formation and soybean yield depending on row spacing and seeding rate under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** Field studies were conducted in 2021–2023 on typical low-humus chernozem following a three-factor experimental design. Soybean varieties of different maturity groups ('Zharlin', 'Sirelia', 'Saydina', 'Vyshyvanka') were studied across three sowing methods (19 cm, 19 + 38 cm, 38 cm) and seeding rates of 450, 600, and 750 thousand units/ha. The G. S. Posypanov method was used to determine the number and weight of active nodules, the duration of symbiosis, and the active symbiotic potential of the crops. Yield was recorded per plot and recalculated to standard seed moisture and purity. **Results.** A row spacing of 19 + 38 cm contributed to an increase in the number of active nodules. It amounted to 39.0 and 38.9 units per plant for the 'Sirelia' and 'Saydina' varieties and 36.9 and 36.7 units for 'Vyshyvanka' and 'Zharlin' at a seeding rate of 450 thousand seeds/ha. The highest symbiotic potential was observed with band sowing (row spacing – 19 + 38 cm). Maximum values were recorded for 'Sirelia' – 10.24 kg-days/ha (600–750 thousand units/ha),

'Saydina' – 10.11 kg-days/ha (450 thousand units/ha), 'Vyshyvanka' – 10.07 kg-days/ha (600 thousand units/ha), and 'Zharlin' – 10.02 kg-days/ha (450 thousand units/ha). The highest yield for the 'Sirelia' variety was 2.92 t/ha, 'Saydina' – 2.82 t/ha, 'Vyshyvanka' – 2.74 t/ha, and 'Zharlin' – 2.72 t/ha. All achieved these values using the band sowing method with 19 + 38 cm row spacing. However, the seeding rate differed: 750 thousand units/ha for 'Sirelia' and 'Zharlin', 600 thousand units/ha for 'Vyshyvanka', and 450 thousand units/ha for 'Saydina'. **Conclusions.** Band sowing with 19 + 38 cm row spacing and a seeding rate of 600–750 thousand units/ha contributed to an increase in the number of active nodule bacteria colonies and the symbiotic potential of soybean crops. Maximum variety yields were obtained using the same sowing method and row spacing, but with different seeding rates. For 'Sirelia' and 'Zharlin', it was 750 thousand seeds/ha; for 'Vyshyvanka' and 'Saydina', it was 600 and 450 thousand seeds/ha, respectively.

Keywords: soybean; variety; sowing method; number of seeds per unit area; number of active nodules; weight of active nodules; yield.

Надійшла / Received 06.09.2025
Погоджено до друку / Accepted 24.11.2025

The peculiarities of the formation of yield and sowing qualities of soft winter wheat seeds depending on the preceding crop, sowing date and fertilisers

A. A. Siroshstan*, M. M. Lystukha

*The V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat, NAAS of Ukraine, 68 Tsentralna St., Tsentralne village, Obukhiv district, Kyiv region, 08853, Ukraine, *e-mail: siroshtanandriy@gmail.com*

Purpose. To identify the features of the formation of yield and sowing qualities of soft winter wheat seeds depending on a pre-crop, sowing date and different doses of nitrogen fertilizer in the conditions of the central part of the Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** The study was conducted from 2021/22 to 2023/24 at the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of the NAAS. The influence of different nitrogen fertilizer (UAN-32) norms [25, 50 and 75 kg/ha of active substance (a.s.)], sowing dates (5 and 15 October) and precrops (sunflower and soybean) on the yield and sowing qualities of three soft winter wheat varieties ('MIP Assol', 'Estafeta Myronivska' and 'MIP Dniprianka') was established. The sowing qualities of soft winter wheat seeds were determined according to generally accepted methods in different variants of the experiment. **Results.** It was determined that the conditions in a given year had a significant influence on yield, 1,000-seed weight, conditioned seed yield and sprouting activity. The indicators of germination energy and laboratory seed germination remained relatively stable under different growing conditions. In drier growing conditions in 2021/22, significantly lower values of yield (3.81 t/ha) and 1,000-seed weight (42.6 g), as well as significantly higher seed sprouting activity (87%), were observed compared to in 2022/23 and 2023/24. The highest conditioned seed yield (75.9%) was obtained in 2023/24. The highest average yield values (4.79–5.04 t/ha), 1,000-seed weight values (43.5–44.9 g) and conditioned seed yield values (72.9–75.2%) were obtained after sowing soybeans. Higher yields (4.07–5.38 t/ha) and 1,000-seed weights (43.9–45.8 g) were found when sowing on 5 October. No significant effect of sowing dates on the yield of conditioned seeds was found. It was determined that fertilising the plants with UAN-32 at an application rate of 75 kg/ha a.s. contributed to significantly higher yields and maximum 1,000-seed weights (43.1–47.4 g) and conditioned seed yields (74.5–81.6%) compared to other nutritional standards. No significant effects of sowing dates, precrops or different fertilising rates on sprouting activity, germination energy or laboratory seed germination were found. Over the years, stable direct relationships ($r = 0.70–0.92$) were found between yield and 1,000-seed weight, as well as between yield and conditioned seed yield. **Conclusions.** To obtain higher yields, it is worth sowing soft winter wheat varieties on 5 October after a soybean precrop with UAN-32 nutrition at a rate of 75 kg/ha a.s.

Keywords: *Triticum aestivum L.*; yield; 1,000-seed weight; yield of conditioned seeds; sprouting activity; germination energy; laboratory germination.

Introduction

Grain cultivation is a key factor in shaping the agricultural sector, which in turn determines the level of development of Ukraine's agrarian economy in modern conditions [1]. Winter wheat is the most important food crop among the most important grain crops in Ukraine [2]. Increasing wheat production in Ukraine remains a priority.

Research conducted by a number of scientists has found that the yield of winter wheat depends on soil and climatic conditions during

certain periods of plant development [3, 4]. Each weather element has a specific effect on plant growth and development when combined with the agrotechnical measures used in winter crop cultivation [5]. The genetic potential of modern crop varieties, particularly winter wheat, can be realised by improving agricultural cultivation technologies [6, 7].

In areas with unstable moisture levels, the impact of weather conditions on winter wheat productivity is 30–40%. The most important factor is the use of various agricultural techniques, particularly mineral fertilisers [8]. Using mineral nutrients positively affects the productive stem density of winter wheat. Properly selected doses of mineral fertiliser contribute to balanced plant nutrition, significantly increasing crop productivity [9]. The greatest effect on

Andrii Siroshstan

<https://orcid.org/0000-0003-3246-2907>

Mykhailo Lystukha

<https://orcid.org/0000-0002-6476-7521>



© The Author(s) 2025. Published by Ukrainian Institute for Plant Variety Examination. This is an open access article distributed under the terms of the license CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

grain yield is achieved through the use of nitrogen fertilisers [10].

Among the special measures to prevent the effects of adverse weather conditions, particularly drought, adhering to scientifically based crop rotation is important. The choice of preceding crop for winter wheat and its position in the crop rotation are the most important factors in increasing production of this important crop. These factors must be considered alongside soil and climatic conditions, as well as organisational, economic, and agrotechnical measures [11]. Only scientifically sound crop rotations can provide winter wheat with suitable pre-crops, prevent the mass spread of pests and diseases, and reduce the level of weed contamination in crops [12]. Therefore, when choosing pre-crops for winter wheat, many factors must be considered, primarily soil and climatic conditions, as well as the requirements of relevant scientifically based cultivation technologies [13].

The optimal sowing dates for winter crops are a controversial topic. Sowing dates affect the degree of plant development, winter hardiness and productivity [14]. To obtain high, stable yields, winter cereals should be sown at the optimal time, depending on previous crops, the weather in a given year, soil conditions, moisture content, and other factors [15]. Sowing dates also vary depending on the variety's biological characteristics. Depending on the sowing date, plants encounter different growth and development conditions and accumulate reserve substances in their leaves and tillering nodes at different rates. This affects their resistance to low and high temperatures, diseases and pests, and accordingly their yield potential. Therefore, in the context of climate change and warming temperatures, it is crucial to determine changes in the optimal sowing dates for winter wheat, as this is one of the most important aspects of agricultural technology and a key factor in sustainable food grain production [16].

Therefore, in the current economic conditions, the most effective way to increase winter wheat yields is to introduce high-yielding varieties and improve scientifically based cultivation technologies in Ukraine's natural and climatic conditions [17, 18]. It has also been established that grain crop yield increases by 20–25% thanks to the use of high-quality new variety seeds [19]. When producing seeds, their quality is typically evaluated based on varietal and sowing qualities [20].

The aim of the research is to identify the characteristics of soft winter wheat varieties in terms of yield formation and sowing qualities, depending on the preceding crop, sowing

date, and different doses of nitrogen fertiliser, in the central part of the Forest-Steppe zone of Ukraine.

Materials and research methods

The research was conducted at the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of the National Academy of Agrarian Sciences (MIW) during 2021/22–2023/24. The influence of different nitrogen fertiliser application rates [UAN-32 at 25, 50 and 75 kg/ha of active substance (a.s.)], sowing dates (1 October and 15 October) and crop rotations (sunflower and soybean) on the yield and sowing qualities of three soft winter wheat varieties ('MIP Assol', 'Estafeta Myronivska' and 'MIP Dniprianka') was investigated. The sowing qualities of soft winter wheat seeds were determined for different experimental variants in accordance with generally accepted methods [21, 22].

The soil cover of the MIW fields is deep black soil (38–42 cm), low in humus and slightly alkaline. The humus content in the 20 cm soil layer is 3.6–4.0%, readily available nitrogen – 0.006%, phosphorus – 0.025% and exchangeable potassium – 0.011–0.018%, pH – 5.3–6.4, total absorbed bases – 0.23–0.29 mg-eq per 1 kg of soil, degree of base saturation – 86.2–94.4%.

Soft winter wheat was cultivated using the standard method for the forest-steppe region of Ukraine [23]. Sowing was carried out using the SN-10 C seeder at a depth of 4–5 cm with a rate of 5 million viable seeds per hectare. The area of the experimental plots recorded was 10 m². There were four replications. The grain from the experimental plots was harvested using a Sampo-130 combine harvester.

The experimental data obtained was analysed using descriptive statistical methods [24]. To interpret the Pearson correlation coefficients (r), Chaddock's scale [25] was used:

- $0 < r < 0.09$: no correlation
- $0.10 < r < 0.29$: weak correlation
- $0.30 < r < 0.49$: moderate correlation
- $0.50 < r < 0.69$: significant correlation
- $0.70 < r < 0.89$: strong correlation
- $0.90 < r < 0.99$: very strong correlation
- $r = 1.00$: functional correlation

Research results

The years of the study showed contrasting air temperatures, with significant monthly variations in precipitation and uneven distribution throughout the year (see Table 1). The average annual air temperature was 9.3 °C in 2021/22, 9.7 °C in 2022/23 and 11.6 °C in 2023/24, compared to a long-term average of 8.3 °C. Thus, during the research period, an increase in the

average annual air temperature of 1.0–3.3 °C above the long-term average (LTA) was observed. A significant increase in the average monthly air temperature of 0.8–6.5 °C from the LTA was observed every year in November, December, January, February, March, June and July. The months of September, October, April and July in the 2023/24 period were also abnormally warm, with average temperatures exceeding the normal range by 3.6–4.2 °C. A significant decrease in air temperature of 1.3–1.6 °C below the LTA was observed in September 2021/22 and 2022/23. In terms of precipitation, the 2021/22 growing season was characterised

by dry conditions (469 mm, or 80% of the LTA). In contrast, conditions in 2022/23 were characterised by excessive moisture (773 mm, 132% of the LTA). In 2023/24, 544 mm of precipitation fell, which was 93% of the LTA. Critically low precipitation (less than 50% of the long-term average) was recorded in September and February 2021/22, January and May 2022/23, and August, September, May and July 2023/24. An abnormally high amount of precipitation ($\geq 150\%$ of the LTA) was recorded in April and August 2021/22, and in April, July, August, September and November 2022/23 and March, April, October and November 2023/24.

Table 1

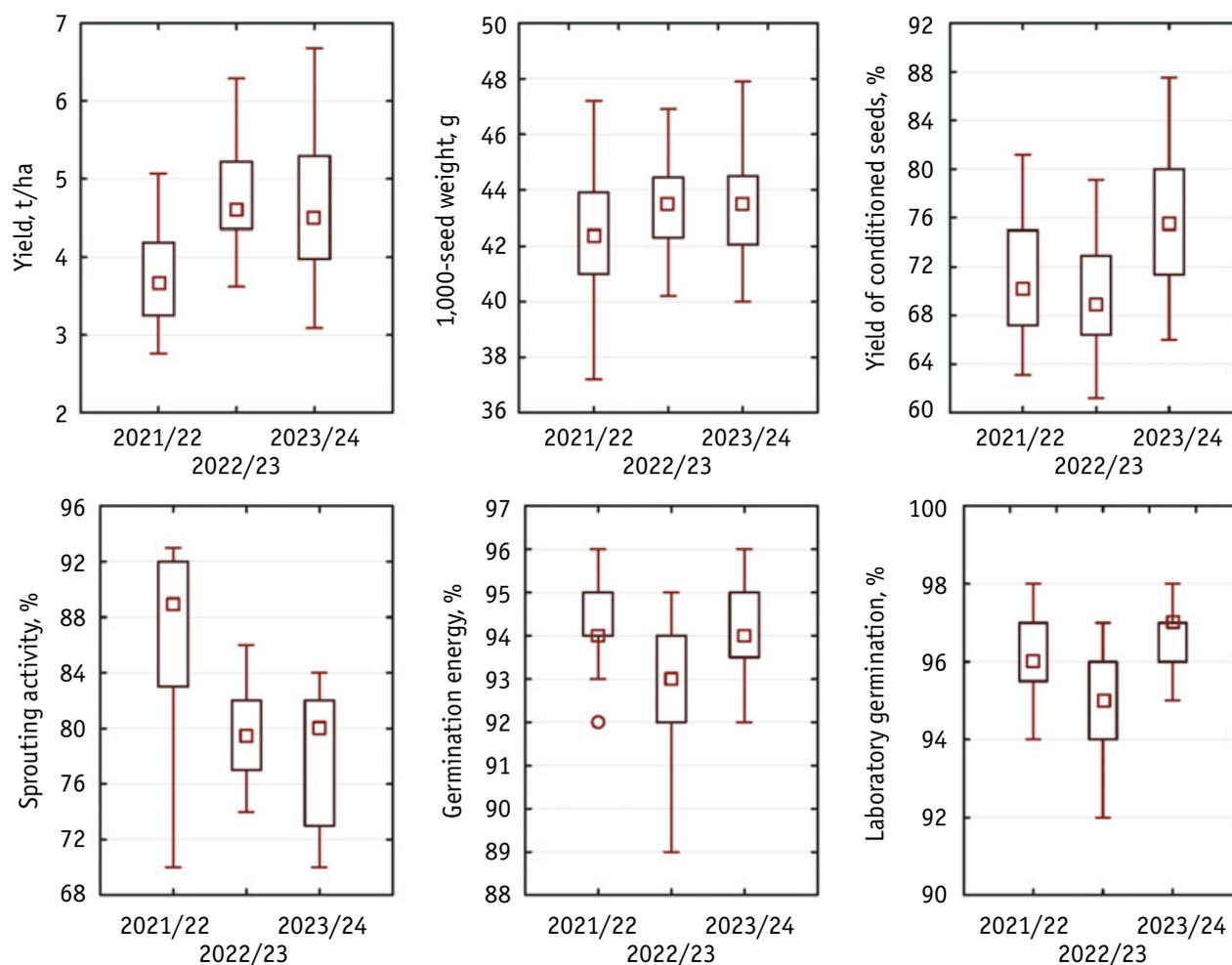
Average daily air temperature and precipitation by month during the study period

Vegetation year	Month												Per year
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Air temperature, °C													
2021/22	20.5	13.2	7.6	4.8	-1.1	-1.2	1.7	2.3	8.4	14.6	20.7	20.4	9.3
2022/23	21.6	12.9	8.2	3.8	0.2	-0.1	-0.5	5.2	9.3	15.5	19.7	20.9	9.7
2023/24	22.8	18.4	12	4.5	0.9	-1.9	3.3	4.4	13.1	15.9	21.4	24.5	11.6
R	2.3	5.5	4.4	1.0	2.0	1.8	3.8	2.9	4.7	1.3	1.7	4.1	2.3
LTA	19.6	14.5	8.3	2.3	-2.2	-4.4	-3.4	1.5	9.1	15.3	18.7	20.2	8.3
Precipitation, mm													
2021/22	88	19	18	26	63	23	9	11	86	29	42	55	469
2022/23	88	118	30	81	43	11	28	45	85	21	39	184	773
2023/24	5	8	51	79	60	23	44	86	72	6	103	7	544
R	83	110	33	55	20	12	35	75	14	23	64	177	304
LTA	59	51	34	40	43	36	31	34	44	52	79	81	583

Note. R – range of variation, LTA – long-term average value.

The test results revealed the variable impact of years with different hydrothermal regimes on the yield and sowing qualities of soft winter wheat seeds (see Fig. 1). In the drier year of 2021/22 compared to 2022/23 and 2023/24, significantly lower average yield values (3.81 t/ha, $LSD_{0.05} = 0.36$ t/ha) and 1,000-seed weight (42.6 g, $LSD_{0.05} = 1.2$ g) were obtained, but significantly higher average seed sprouting activity (87%, $LSD_{0.05} = 4.0\%$) was observed. In 2022/23 and 2023/24, the average yield and 1,000-seed weight were higher than in 2021/22. However, no significant difference was found between these two years. A significantly higher yield of conditioned seeds (75.9%, $LSD_{0.05} = 3.9\%$) was noted in 2023/24. There was no significant influence of growing conditions on average germination energy (92–94%, $LSD_{0.05} = 3\%$) or laboratory seed germination (95–97%, $LSD_{0.05} = 3\%$), indicating a weak dependence on weather conditions. The greatest variation in yield, condition seed yield, 1,000-seed weight, and seed germination activity was obtained in 2023/24; the greatest variation in germination energy and laboratory seed germination was obtained in 2022/23.

On average, from 2021/22 to 2023/24, the yield of soft winter wheat varieties ranged from 3.18 to 5.99 t/ha, depending on the pre-crop, sowing date and nutritional requirements (see Fig. 2). The soft winter wheat varieties in the study produced a higher yield of 0.04–1.05 t/ha when sown on 5 October compared to 15 October, for all fertiliser application options and after both pre-crops. Higher yields of 0.46–1.27 t/ha were also observed after soybean compared to sunflower in terms of other factors. When nitrogen fertiliser was applied, an increase in yield of 0.08–1.45 t/ha was observed compared to the control variant. Only an insignificant increase in yield was observed in the 'MIP Dniprianka' (0.08 t/ha) and 'Estafeta Myronivska' (0.20 t/ha) varieties when sown on 15 October after sunflowers, with the application of 25 kg/ha a.s. of UAN-32. Fertilising plants with UAN-32 at a rate of 75 kg/ha a.s. of active ingredient resulted in a significantly higher yield of the studied soft winter wheat varieties than the control and lower fertiliser rates, when taking into account the sowing dates and pre-crops. The lowest yields were obtained for the varieties 'MIP Assol' (3.40 t/ha), 'Estafeta Myronivska' (3.18 t/ha) and 'MIP Dniprianka' (3.43 t/ha) when sown on



Notes. □ – average; ▭ – 25–75%; I – range of variation; ○ – outliers (values that differ significantly from other values in the sample).

Fig. 1. Variation in yield and sowing qualities of soft winter wheat seeds during the study years

15 October after sunflowers in the control variant (no fertiliser application), while the highest values (5.87, 5.90 and 5.99 t/ha, respectively) were obtained when sown on 5 October after soybeans with UAN-32 fertiliser at a rate of 75 kg/ha a.s. On average, across years, pre-crops, sowing dates and fertiliser rates, the 'MIP Dniprianka' variety had a higher yield (4.61 t/ha) than the other varieties studied.

Significant variations in 1,000-seed weight (39.9–47.7 g) and the yield of conditioned seeds (63.9–81.6%) were observed in soft winter wheat varieties, depending on the influencing factors (see Table 2). The 1,000-seed weight was found to be 0.6–2.1 g higher when sown on 5 October compared to 15 October. A significant increase in this trait was observed when sown on 5 October in the varieties 'Estafeta Myronivska' and 'MIP Dniprianka' after both pre-crops and in variety 'MIP Assol' after sunflower only. No significant effect of sowing dates on the yield of conditioned seeds was found. However, higher values of this trait were noted by 1.0–

2.8% when sowing on 5 October in the varieties 'Estafeta Myronivska' and 'MIP Dniprianka', compared to the second sowing date. This was taken into account alongside the pre-crops and nutrition options. On average for the nutrition options, a higher weight of 1,000 seeds by 0.5–1.8 g and a higher yield of conditioned seeds by 2.5–3.5% were obtained after soybeans as a pre-crop compared to sunflowers. The soft winter wheat variety showed maximum values of 1,000-seed weight (43.1–47.4 g) and yield of conditioned seeds (74.5–81.6%) when fertilised with UAN-32 at a rate of 75 kg/ha a.s. On average across all variants of the experiment, the 'MIP Dniprianka' variety had a higher 1000-seed weight (44.1 g) and yield of conditioned seeds (73.7%).

On average, for 2021/22–2023/24, taking into account varieties, pre-crops, sowing dates and nutrition options, the activity of soft winter wheat seed sprouting varied from 72 to 86%, seed germination energy – from 92 to 96%, and laboratory seed germination was 94–97% (Table 3).

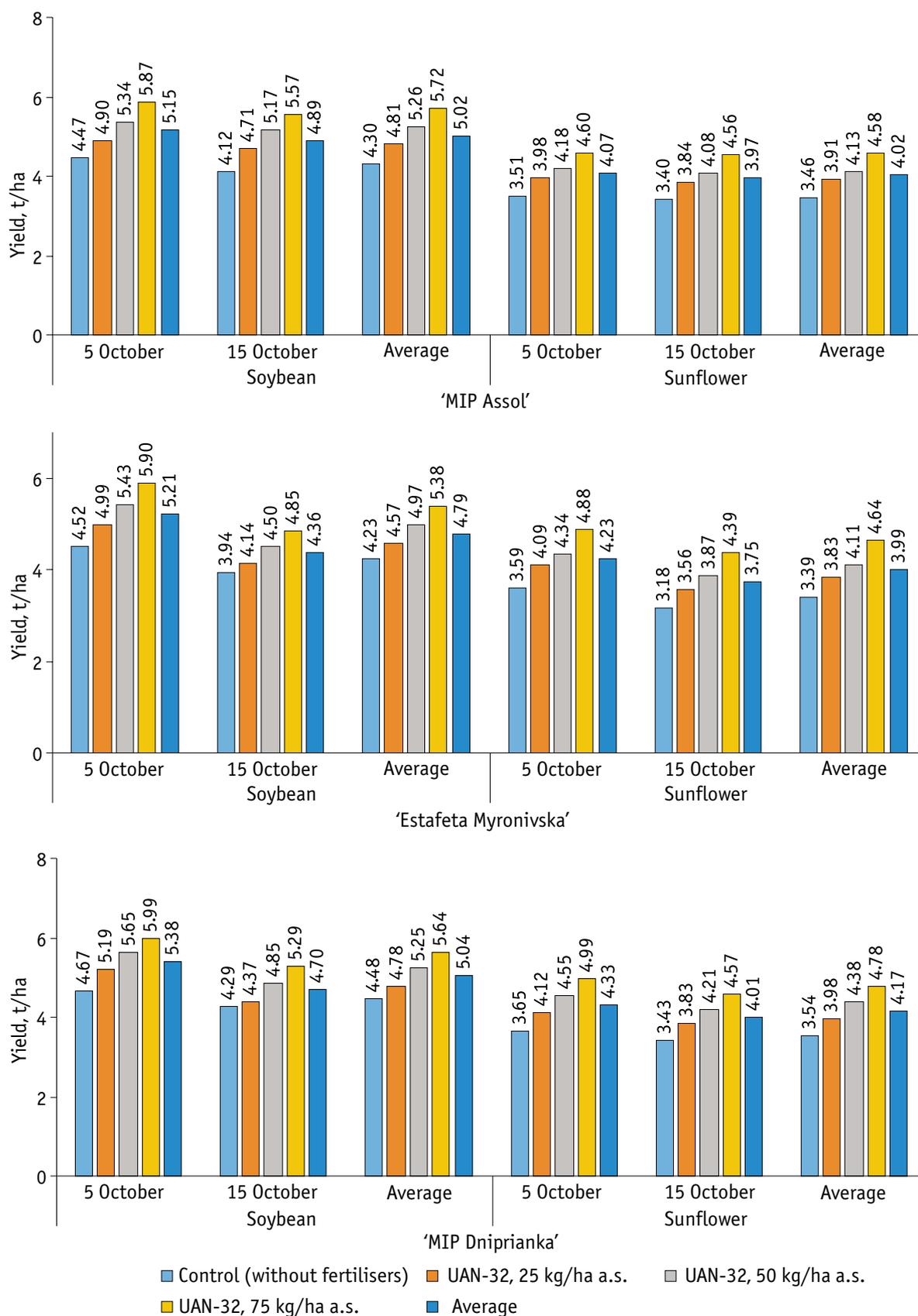


Fig. 2. Yield of soft winter wheat varieties depending on pre-crops, sowing dates and fertilisers (average for 2021/22–2023/24)

Table 2

Weight of 1,000 seeds and yield of conditioned seeds of soft winter wheat varieties depending on pre-crops, sowing dates and fertilisers (average for 2021/22–2023/24)

Pre-crop	Sowing date	Control (without fertilisers)				UAN-32, 25 kg/ha a.s.				UAN-32, 50 kg/ha a.s.				UAN-32, 75 kg/ha a.s.			
		Control (without fertilisers)	UAN-32, 25 kg/ha a.s.	UAN-32, 50 kg/ha a.s.	UAN-32, 75 kg/ha a.s.	Average	Control (without fertilisers)	UAN-32, 25 kg/ha a.s.	UAN-32, 50 kg/ha a.s.	UAN-32, 75 kg/ha a.s.	Average	Control (without fertilisers)	UAN-32, 25 kg/ha a.s.	UAN-32, 50 kg/ha a.s.	UAN-32, 75 kg/ha a.s.	Average	
		'MIP Assol'				'Estafeta Myronivska'				'MIP Dniprianka'							
		1,000-seed weight, g															
Soybean	05.10.	41.9	43.3	44.4	45.8	43.9	42.3	43.9	45.0	45.5	44.2	43.8	45.4	46.5	47.4	45.8	
	15.10.	41.3	42.7	43.5	45.2	43.2	41.3	42.6	43.9	44.6	43.1	42.1	43.7	44.4	45.7	44.0	
	Average	41.6	43.0	44.0	45.5	43.5	41.8	43.3	44.5	45.1	43.7	43.0	44.6	45.5	46.6	44.9	
Sunflower	05.10.	41.4	43.2	43.8	45.3	43.4	41.6	43.3	44.0	44.6	43.4	42.0	43.5	44.7	45.8	44.0	
	15.10.	39.9	41.5	42.5	43.6	41.9	40.1	41.4	42.4	43.1	41.8	40.6	42.1	43.0	44.0	42.4	
	Average	40.7	42.4	43.2	44.5	42.7	40.9	42.4	43.2	43.9	42.6	41.3	42.8	43.9	44.9	43.2	
Average		41.1	42.7	43.6	45.0	43.1	41.3	42.8	43.8	44.5	43.1	42.1	43.7	44.7	45.7	44.1	
LSD _{0.05}		0.9				1.1				1.4							
		Conditioned seed yield, %															
Soybean	05.10.	67.4	71.1	74.6	78.8	73.0	67.8	71.7	76.4	80.4	74.1	70.1	74.4	79.2	81.6	76.3	
	15.10.	66.6	70.8	75.7	79.0	73.0	65.7	69.5	73.6	78.1	71.7	68.2	71.9	76.0	79.5	73.9	
	Average	67.0	71.0	75.2	78.9	73.0	66.8	70.6	75.0	79.3	72.9	69.2	73.2	77.6	80.6	75.2	
Sunflower	05.10.	65.4	68.7	70.7	76.3	70.3	64.9	69.1	72.1	76.4	70.6	67.5	71.1	74.8	79.4	73.2	
	15.10.	65.3	68.4	70.8	76.0	70.1	63.9	66.5	69.3	74.5	68.6	65.9	69.0	73.3	77.2	71.4	
	Average	65.4	68.6	70.8	76.2	70.3	64.4	67.8	70.7	75.5	69.6	66.7	70.1	74.1	78.3	72.3	
Average		66.2	69.8	73.0	77.5	71.6	65.6	69.2	72.9	77.4	71.3	67.9	71.6	75.8	79.4	73.7	
LSD _{0.05}		3.5				4.2				3.7							

No significant effect of sowing dates, pre-crops, and nutrition options on the formation of sowing qualities of soft winter wheat varieties was found. On average, across all experimental variants, a significantly lower seed sprouting activity was observed for the 'MIP Assol' variety (76%), while the 'Estafeta Myronivska' and 'MIP Dniprianka' varieties were distinguished by high values of this trait (85 and 84%, respectively). The studied soft winter wheat varieties did not differ in terms of germination energy (94%) and laboratory germination (96%) of seeds.

It should be noted that nitrogen fertilisation, particularly the application of UAN-32 at a rate of 75 kg/ha a.s., creates optimal conditions for protein biosynthesis, assimilation, accumulation and active enzyme formation. This ensures the high biological completeness of winter wheat seeds. This explains the increase in the 1,000 seeds weight, yield per unit area, and sowing quality stability at different sowing dates and with different crop rotations. Thus, nitrogen fertilisation with UAN-32 at a rate of 75 kg/ha a.s. significantly impacts production

processes (e.g. yield formation, weight of 1,000 seeds and conditioned seed yield) by activating photosynthesis and nitrogen metabolism, as well as the transport of assimilates. Meanwhile, the sowing qualities of the seeds (sprouting activity, germination energy and laboratory germination) remain stable, as they are physiologically and genetically protected indicators that do not respond to increased nitrogen rates under optimal nutrition.

Correlations between the yield and sowing qualities of soft winter wheat seeds can be established to identify the traits that have the greatest impact on yield formation. Pearson's correlation coefficients (r) were calculated to determine the strength and direction of the relationships between the studied traits. After taking into account varieties, pre-crops, sowing dates and different fertiliser doses, strong and very strong direct correlations were obtained between yield and 1,000-seed weight ($r = 0.70–0.83$) and yield of conditioned seeds ($r = 0.74–0.92$). These correlations were stable over the years of testing (see Table 4). Significant, stable and strong

Table 3

Sowing qualities of soft winter wheat seeds depending on pre-crops, sowing dates and fertilisers (average for 2021/22–2023/24)

Pre-crop	Sowing date	Options for applying different fertilizer rates	'MIP Assol'			'Estafeta Myronivska'			'MIP Dniprianka'			
			Sprouting activity, %	Germination energy, %	Laboratory germination, %	Sprouting activity, %	Germination energy, %	Laboratory germination, %	Sprouting activity, %	Germination energy, %	Laboratory germination, %	
Soybean	05.10.	Control (without fertilisers)	76	93	95	86	94	96	85	93	94	
		UAN-32, 25 kg/ha a.s.	77	95	96	86	96	97	86	94	96	
		UAN-32, 50 kg/ha a.s.	79	95	97	86	95	97	85	94	96	
		UAN-32, 75 kg/ha a.s.	79	94	97	86	95	97	85	94	96	
		Average	78	94	96	86	95	97	85	94	96	
Soybean	15.10.	Control (without fertilisers)	74	93	95	83	93	95	81	93	95	
		UAN-32, 25 kg/ha a.s.	76	94	96	83	94	96	82	94	96	
		UAN-32, 50 kg/ha a.s.	76	94	97	83	94	96	81	94	96	
		UAN-32, 75 kg/ha a.s.	72	94	95	85	94	97	81	93	96	
		Average	75	94	96	84	94	96	81	94	96	
Sunflower	05.10.	Control (without fertilisers)	76	93	94	85	94	96	85	95	96	
		UAN-32, 25 kg/ha a.s.	76	93	95	86	95	97	85	95	96	
		UAN-32, 50 kg/ha a.s.	75	92	95	85	94	96	84	94	96	
		UAN-32, 75 kg/ha a.s.	76	92	95	84	93	96	83	93	95	
		Average	76	93	95	85	94	96	84	94	96	
	Sunflower	15.10.	Control (without fertilisers)	77	93	95	84	92	95	84	94	96
			UAN-32, 25 kg/ha a.s.	78	94	96	85	94	96	83	94	95
			UAN-32, 50 kg/ha a.s.	78	93	96	84	94	96	84	94	96
			UAN-32, 75 kg/ha a.s.	77	94	96	86	94	97	85	93	96
			Average	78	94	96	85	94	96	84	94	96
Average			76	94	96	85	94	96	84	94	96	
LSD _{0.05}			4	3	3	4	3	3	5	3	3	

Table 4

Correlation between yield and sowing qualities of soft winter wheat seeds

Characteristic	1	2	3	4	5	6
2021/22						
1 Yield	1.00	0.70	0.80	-0.13	-0.15	-0.02
2 1,000 seed weight		1.00	0.62	0.47	-0.36	-0.25
3 Yield of conditioned seeds			1.00	-0.02	-0.29	-0.03
4 Sprouting activity				1.00	-0.21	-0.20
5 Germination energy					1.00	0.70
6 Laboratory germination						1.00
2022/23						
1 Yield	1.00	0.83	0.92	0.03	0.12	0.24
2 1,000 seed weight		1.00	0.89	-0.20	-0.02	0.06
3 Yield of conditioned seeds			1.00	-0.04	0.12	0.24
4 Sprouting activity				1.00	0.54	0.59
5 Germination energy					1.00	0.91
6 Laboratory germination						1.00
2023/24						
1 Yield	1.00	0.76	0.74	0.07	0.49	0.26
2 1,000 seed weight		1.00	0.88	0.02	0.38	0.32
3 Yield of conditioned seeds			1.00	0.26	0.50	0.48
4 Sprouting activity				1.00	0.39	0.38
5 Germination energy					1.00	0.83
6 Laboratory germination						1.00

correlations were established over the years between 1,000-seed weight and the yield of conditioned seeds ($r = 0.62$ – 0.89).

However, no stable correlations were found between yield, sprouting activity, germination

energy and laboratory seed germination over three years, in terms of either strength or direction. Specifically, weak inverse correlations were observed between yield and seed sprouting activity ($r = -0.13$) and seed germination

energy ($r = -0.15$) in 2021/22. In 2022/23 and 2023/24, weak and moderate direct correlations were observed between yield and seed germination energy ($r = 0.12-0.49$) and laboratory germination ($r = 0.24-0.26$). Additionally, no stable relationships in terms of strength and direction were established between the weight of 1,000 seeds and conditioned seed yield with regard to seed sprouting activity, germination energy and laboratory germination during the years of testing. Therefore, changing growing conditions affect not only the magnitude of traits, but also the relationships between them.

Conclusions

A significant influence of growing conditions on yield, 1000-seed weight, conditioned seed yield, and sprouting activity was established. Meanwhile, germination energy and laboratory germination remained relatively stable. In 2021/22, a significantly lower yield (3.81 t/ha) and 1000-seed weight (42.6 g) were observed, alongside significantly higher seed sprouting activity (87%). In contrast, the highest conditioned seed yield (75.9%) was obtained in 2023/24.

Higher average values were obtained for yield (4.79–5.04 t/ha), 1,000-seed weight (43.5–44.9 g) and yield of conditioned seeds (72.9–75.2%) after the soybean pre-crop. Higher yields (4.07–5.38 t/ha) and 1,000-seed weight (43.9–45.8 g) were found when sowing took place on 5 October. No significant effect of sowing dates on the yield of conditioned seeds was observed. Fertilising plants with UAN-32 at a rate of 75 kg/ha a.s. of active ingredient was found to contribute to significantly higher yields, as well as maximum 1,000-seed weights (43.1–47.4 g) and conditioned seed yields (74.5–81.6%). No significant effects of sowing dates, pre-crops, or different feeding rates on sprouting activity, germination energy, or laboratory seed germination were found. Therefore, to obtain higher yields and higher-quality soft winter wheat seeds, it is advisable to sow on 5 October after a soybean pre-crop with UAN-32 fertiliser at a rate of 75 kg/ha a.s.

Direct and inverse correlations of varying strength ($-0.36 \leq r \leq 0.92$) were found between the yield and sowing qualities of soft winter wheat seeds. Over the years, stable direct relationships ($r = 0.70-0.92$) were established between yield and 1,000-seed weight, as well as between yield and the yield of conditioned seeds, indicating their close interdependence.

The 'MIP Dniprianka' variety was selected due to its higher average yield (4.61 t/ha), higher 1,000-seed weight values (44.1 g) and higher

conditioned seed yield (73.7%), indicating its superior productivity potential.

References

- Riabokon, V. P. (2021). Socio-economic conditions of agricultural sector development. *Ekonomika APK*, 28(2), 6–14. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.202102006> [In Ukrainian]
- Prysiazhniuk, O., Kononiuk, N., Cherniak, M., Musich, V., Kachura, Y., Prytula, O., Voievoda, L., & Honcharuk, O. (2025). Agroecological aspects of zonal application of fertilizers and pesticides in wheat cultivation in the Forest-Steppe of Ukraine. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 26(5), 146–162. <https://doi.org/10.12912/27197050/203075>
- Dutova, H. A., Kyienko, Z. B., & Pavliuk, N. V. (2024). Yield and quality of new varieties of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) under different soil and climatic conditions. *Plant Varieties Studying and Protection*, 20(4), 227–233. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.4.2024.321923> [In Ukrainian]
- Knight, C., Khouakhi, A., & Waive, T. W. (2024). The impact of weather patterns on inter-annual crop yield variability. *Science of The Total Environment*, 955, Article 177181. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.177181>
- Wang, D., Li, Y., Zhang, B., Jiang, T., Wu, S., Wu, W., Li, Y., He, J., Liu, D., Dong, Q., & Feng, H. (2025). Explore the evolution of winter wheat production and its response to climate change under varying precipitation years in the Loess Plateau of China. *Agricultural Water Management*, 309, Article 109335. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2025.109335>
- Markovska, O., & Hrechyshkina, T. (2020). Winter wheat varieties productivity of on elements of growing technology under the conditions of Southern Step of Ukraine. *Agrobiology*, 1, 96–103. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-96-103> [In Ukrainian]
- Orlovsky, M., Tymoshchuk, T., Konopchuk, O., Voitsehivsky, V., & Didur, I. (2019). The effect of growth technology features on the productivity of winter wheat in the context of Ukrainian Western Polissia. *Scientific Horizons*, 11, 77–85. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-84-11-77-85> [In Ukrainian]
- Shi, X., Chai, N., Wei, Y., Qin, R., Yang, J., Zhang, M., Li, F.-M., & Zhang, F. (2023). Harmonizing manure and mineral fertilizers can mitigate the impact of climate change on crop yields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 352, Article 108526. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108526>
- Jahangir, M. M. R., Rahman, M. S., Kamruzzaman, M., & Jahiruddin, M. (2025). Balancing of crop nutrients requirement to maintain agricultural sustainability. *Heliyon*, 11(11), Article 43476. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e43476>
- Kalenska, S. M., Yermakova, L. M., Palamarchuk, V. D., Polishchuk, I. S., & Polishchuk, M. I. (2015). *Systems of modern intensive technologies in crop production*. Rohalska I. O. [In Ukrainian]
- Wijata, M., Suwara, I., Studnicki, M., Perzanowska, A., Ghafoor, A. Z., & Leszczyńska, R. (2025). Yield and yield components stability of winter wheat and spring barley in long-term experiment in Poland. *Sustainability*, 17(10), Article 4577. <https://doi.org/10.3390/su17104577>
- Reckling, M., Ahrends, H., Chen, T.-W., Eugster, W., Hadasch, S., Knapp, S., Laidig, F., Linstädter, A., Macholdt, J., Piepho, H.-P., Schifffers, K., & Döring, T. F. (2021). Methods of yield stability analysis in long-term field experiments. *Agronomy for Sustainable Development*, 41, Article 27. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00681-4>
- Oliinyk, K. M., Blazhevych, L. Yu., & Buslaieva, N. H. (2018). Influence of growing technologies on the winter wheat yield in the Northern Forest-Steppe. *Collection of Scientific Works of the NSC "Institute of Agriculture of the NAAS"*, 1, 15–22. [In Ukrainian]
- Serhieiev, L., Kohut, I., Melnyk, O., Zhuk, M., & Pochkolina, S. (2024). Yield and quality of winter wheat depending on sowing

- dates in the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*, 27(10), 55–69. <https://doi.org/10.48077/scihor10.2024.55>
15. Xing, Y., Xie, Y., & Wang, X. (2025). Enhancing soil health through balanced fertilization: a pathway to sustainable agriculture and food security. *Frontiers in Microbiology*, 16, Article 1536524. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1536524>
 16. Kovalenko, I., Bakumenko, O., Butenko, Y., Datsko, O., Zheldubovskiy, M., Naumov, D., Kozhushko, N., Masyk, I., Osmachko, O., & Danylchenko, O. (2025). Varietal features and sowing dates of wheat winter as factors of increasing the sustainability of agroecosystems. *Journal of Ecological Engineering*, 26(10), 156–165. <https://doi.org/10.12911/22998993/205767>
 17. Boiko, P., & Kovalenko, N. (2023). Improvement of technologies for growing high-product varieties of winter wheat in scientifically based crop rotations under the conditions of climate change. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 20(1). [https://doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.012](https://doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.012) [In Ukrainian]
 18. Grzebisz, W., Diatta, J., Barłóg, P., Biber, M., Potarzycki, J., Łukowiak, R., Przygocka-Cyna, K., & Szczepaniak, W. (2022). Soil fertility clock–crop rotation as a paradigm in nitrogen fertilizer productivity control. *Plants*, 11(21), Article 2841. <https://doi.org/10.3390/plants11212841>
 19. Bulavka, N. V., Yurchenko, T. V., Kucherenko, O. M., & Pirykh, A. V. (2018). Soft winter wheat varieties with resistance to negative environmental factors. *Plant Varieties Studying and Protection*, 14(3), 255–261. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.3.2018.145285> [In Ukrainian]
 20. Siroshstan, A., Kavunets, V., & Ilchenko, L. (2020). Heat resistance of winter wheat seeds depending on growing conditions. *Foothill and Mountain Agriculture and Stockbreeding*, 68(2), 118–134. [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-\(68\)-2-8](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2020-(68)-2-8) [In Ukrainian]
 21. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. (2003). *Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality: State Standard of Ukraine 4138-2002*. [In Ukrainian]
 22. Korkhova, M. M. (2018). *Seed Science*. Mykolaiv National Agrarian University. [In Ukrainian]
 23. Siroshstan, A. A., & Kavunets, V. P. (Eds.). (2023). *Technology of growing winter wheat seeds*. Tsentralne. [In Ukrainian]
 24. Griffith, B., & Friesen, L. (2021). *Boundless statistics for organizations*. Oklahoma. <https://dlib.hust.edu.vn/bitstream/HUST/22911/1/0ER00002117-1.pdf>
 25. Kupalova, H. I., & Murovana, T. O. (2014). Methods of stochastic factor analysis. In *Theory of economic analysis: workshop* (pp. 362–430). Osvita Ukrainy. [In Ukrainian]

УДК 633.111.1:631.5:631.84

Сіроштан А. А.*, Листуха М. М. Особливості формування врожайності та посівних якостей насіння пшениці м'якої озимої залежно від попередника, строку сівби та добрив. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2025. Т. 21, № 4. С. 215–223. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.4.2025.346239>

Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН, вул. Центральна, 68, с. Центральне, Обухівський р-н, Київська обл., 08853, Україна, *e-mail: siroshstanandriy@gmail.com

Мета. Виявити особливості формування врожайності та посівних якостей насіння сортів пшениці м'якої озимої залежно від попередника, строку сівби та різних доз азотного добрива в умовах центральної частини Лісостепу України. **Методи.** Дослідження проводили впродовж 2021/22–2023/24 рр. в умовах Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН. Встановлювали вплив різних норм (25, 50 і 75 кг/га діючої речовини) азотного добрива (КАС-32), строків сівби (5 і 15 жовтня), попередників (соняшнику, сої) на врожайність та посівні якості насіння трьох сортів пшениці м'якої озимої ('МІП Ассоль', 'Естафета миронівська', 'МІП Дніпрянка'). Посівні якості насіння визначали за різних варіантів досліду відповідно до загальноприйнятих методів. **Результати.** Встановлено, що умови року достовірно впливали на формування врожайності, маси 1000 насінин, виходу кондиційного насіння та активності наклювання. Показники енергії проростання й лабораторної схожості були відносно стабільними за різних умов вирощування. У більш посушливих (2021/22 р.) відмічено достовірно нижчі значення врожайності (3,81 т/га) та маси 1000 насінин (42,6 г) і суттєво більшу активність наклювання насіння (87%), як порівняти з 2022/23 та 2023/24 рр. Найвищий вихід кондиційного насіння (75,9%) отрима-

но у 2023/24 рр. Більші середні значення врожайності (4,79–5,04 т/га), маси 1000 насінин (43,5–44,9 г), виходу кондиційного насіння (72,9–75,2%) зафіксовано після такого попередника, як соя. Виявлено вищу врожайність (4,07–5,38 т/га) та масу 1000 насінин (43,9–45,8 г) за проведеного сівби 5 жовтня. Не встановлено суттєвого впливу строків сівби на вихід кондиційного насіння. Визначено, що підживлення рослин КАС-32 у нормі 75 кг/га д. р., порівнюючи з іншими нормами, сприяло формуванню достовірно вищої врожайності та максимальних значень маси 1000 насінин (43,1–47,4 г) і виходу кондиційного насіння (74,5–81,6%). Не виявлено значного впливу строків сівби, попередників і різних норм живлення на активність наклювання, енергію проростання та лабораторну схожість насіння. Встановлено стабільні за роками прямі зв'язки ($r = 0,70–0,92$) врожайності з масою 1000 насінин і виходом кондиційного насіння. **Висновки.** Для отримання вищої врожайності варто висівати сорти пшениці м'якої озимої 5 жовтня, після такого попередника, як соя, за живлення КАС-32 у нормі 75 кг/га д. р.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L.; урожайність; маса 1000 насінин; вихід кондиційного насіння; активність наклювання; енергія проростання; лабораторна схожість.

Надійшла / Received 08.10.2025
Погоджено до друку / Accepted 15.12.2025

ОХОРОНА ПРАВ НА СОРТИ РОСЛИН

УДК 631.53:633.88:34](477+4)

<https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.4.2025.346240>

Нормативно-правове забезпечення у сфері насінництва лікарських рослин: Україна та ЄС

О. О. Кічігіна¹, Л. А. Глущенко², І. В. Смульська³,
О. С. Дем'янюк¹, Ю. А. Цибро¹

¹Інститут агроекології і природокористування НААН, вул. Метрологічна, 12, м. Київ, 03143, Україна

²Дослідна станція лікарських рослин ІАП НААН, вул. Покровська, 16-А, с. Березоточа, Лубенський р-н, Полтавська обл., 35537, Україна

³Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Горіхуватський шлях, 15, м. Київ, 03041, Україна,
e-mail: ivanna1973@i.ua

Мета. Провести аналіз нормативно-правового забезпечення у сфері насінництва лікарських рослин в Україні та ЄС, виявити сильні та слабкі сторони вітчизняної системи правового регулювання та встановити способи її вдосконалення й гармонізації з міжнародними стандартами. **Методи.** Використано загальноновстановлені методи наукового пізнання, спрямовані на вивчення та оцінювання сучасного стану нормативно-правового забезпечення у сфері насінництва лікарських рослин в Україні та ЄС, а саме: системного аналізу – для обґрунтування необхідності проведення досліджень; логічного синтезу та узагальнення – для визначення сучасного стану досліджуваних питань; абстрактно-логічний метод – для формування висновків тощо. **Результати.** Аналіз нормативно-правового забезпечення у сфері насінництва лікарських культур в Україні та ЄС показав, що вітчизняна нормативно-правова база ґрунтується на низці нормативно-правових стандартів і методик, які створюють необхідні правові передумови для контролю якості насіння. Серед переваг національної системи його стандартизації та сертифікації варто відзначити наявність основних законів, інтеграцію лікарських та ефіроолійних рослин зі стандартами, існування процедур сертифікації, членство України в міжнародних організаціях (UPOV, ISTA, OECD, IPPC) і функціонування компетентних установ, що здійснюють контроль якості та державний нагляд. Водночас її слабкими сторонами залишаються фрагментарність нормативної бази, орієнтованість передусім на такі основні групи сільськогосподарських культур, як зернові, технічні, овочеві, й не повне врахування специфіки лікарських рослин, відсутність спеціалізованих стандартів для останніх і національного каталогу їхніх сортів, що зменшує комплексність та універсальність; недостатня гармонізація з правом ЄС, низький рівень цифровізації процедур та існування тіньового ринку насіння. **Висновки.** За результатами досліджень встановлено, що вітчизняне нормативно-правове забезпечення у сфері насінництва лікарських рослин потребує системних змін. Передусім необхідно розширити нормативну базу, розробивши та затвердивши окремі ДСТУ для більшої кількості лікарських культур; сформувати національний каталог їхніх сортів; створити єдину електронну систему обліку насіння, сертифікатів і виробників; посилити контроль у сферах фітосанітарних ризиків та сертифікації й реалізації. Актуальним є питання гармонізації із законодавством Європейського Союзу та врахування положень профільних директив (66/401/ЄЕС, 66/402/ЄЕС, 2002/53/ЄС, 2002/55/ЄС, 2008/72/ЄС), встановлення правил відповідно до міжнародних документів ISTA та OECD Seed Schemes. Важливий крок – приєднання до Спільного каталогу ЄС (Common Catalogue) для взаємного визнання сортів, а також імплементація Регламенту (ЄС) 2016/2031 з метою запобігання поширенню карантинних організмів. Крім того, доцільним є запозичення європейських практик відкритого та регламентованого ринкового допуску насіння, а також впровадження сучасних цифрових механізмів у процесі його

Olga Kichigina

<https://orcid.org/0000-0003-0879-627X>

Liudmyla Hlushchenko

<https://orcid.org/0000-0003-2329-5537>

Ivanna Smulska

<https://orcid.org/0000-0001-9675-0620>

Olena Demyanyuk

<https://orcid.org/0000-0002-4134-9853>

Yuliia Tsybro

<https://orcid.org/0000-0001-7775-9283>



© The Author(s) 2025. Published by Ukrainian Institute for Plant Variety Examination.
This is an open access article distributed under the terms of the license CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

реєстрації та контролю. Це дасть змогу підвищити якість насінневого матеріалу лікарських культур і забезпечити конкурентоспроможність на міжнародному рівні.

Ключові слова: законодавчі акти; нормативні документи; стандарти якості; директиви; регламенти; якість; насіння лікарських рослин; гармонізація.

Вступ

Останніми десятиліттями в Україні та світі простежується стійкий ріст зацікавленості продукцією рослинного походження – фітопрепаратами, біологічно активними добавками, органічними продуктами, що збільшує потреби у високоякісному насінні лікарських культур. Нормативно-правове забезпечення встановлює правила виробництва, обігу та контролю якості насінневого матеріалу, а тому є фундаментальною умовою розвитку галузі насінництва. Останнє своєю чергою визначає ефективність виробництва та стабільність сировинної бази. Відповідність насіння критеріям, затвердженим державними стандартами, забезпечує однорідність і стабільність посівів, високий уміст біологічно активних речовин та належну якість лікарської рослинної сировини [1]. Адаптація до неї, як і до якості насінневого матеріалу, у світі висувають дедалі вищі вимоги, що повинні узгоджуватися з міжнародними стандартами та правилами Настанови з належної практики культивування та збирання (GACP) вихідної сировини рослинного походження [2].

В Україні нормативно-правове забезпечення насінництва лікарських рослин базується переважно на загальних законодавчих актах і стандартах, розроблених для сільськогосподарських культур [3, 4]. Практичну реалізацію їхніх положень закріплено з-поміж інших у ДСТУ 4138-2002 [5], що визначає методи оцінювання якості насіння, ДСТУ 2240-93 [6], де встановлено вимоги до сортових і посівних якостей, ДСТУ 4841:2007 та ДСТУ 7666:2014 [7, 8], які деталізують технічні умови для белади, валеріани лікарської, вовчуга польового, ехінацеї пурпурової, розторопші плямистої, що є лікарськими рослинами. Лише обмежене їхнє коло охоплено спеціалізованими стандартами. Це свідчить про недосконалість вітчизняної нормативно-правової бази та необхідність її оновлення й адаптації до сучасних вимог. Особливої ваги набуває процес гармонізації українського законодавства з європейським у контексті євроінтеграції та прагнення виходу на міжнародний ринок насіння й сировини лікарських культур.

У країнах ЄС регулювання насінництва здійснюють у межах комплексу директив, відомих як «Seed Marketing Directives» [9]. Водночас європейські підходи визначаються норма-

тивами Міжнародної асоціації з тестування насіння (ISTA) та Організації економічного співробітництва та розвитку (OECD) й базуються на високому ступені уніфікації процедур реєстрації, сертифікації та обігу, що сприяє прозорості ринку та створенню єдиного простору для торгівлі між державами-членами.

Вивчення та аналіз нормативно-правових засад насінництва лікарських культур в Україні та ЄС дають змогу встановити основні відмінності між ними, виявити переваги й недоліки національного механізму правового регулювання та визначити напрями його вдосконалення. Це може стати основою для подальшої інтеграції української системи насінництва в європейський правовий простір і посилення конкурентоспроможності галузі.

Мета досліджень – провести аналіз нормативно-правового забезпечення у сфері насінництва лікарських рослин в Україні та ЄС, виявити сильні та слабкі сторони вітчизняної системи нормативно-правового регулювання та встановити способи її вдосконалення й гармонізації з міжнародними стандартами.

Матеріали та методика досліджень

Інформаційну основу роботи становлять головні законодавчі, нормативні, методичні документи, які регламентують правила виробництва, контролю якості, сертифікації та обігу насінневого матеріалу лікарських рослин в Україні та ЄС.

Для вивчення та оцінювання сучасного стану нормативно-правового забезпечення у сфері насінництва лікарських культур використано загальностворені методи наукового пізнання, а саме: системного аналізу – для обґрунтування необхідності проведення досліджень; логічного синтезу та узагальнення – для визначення сучасного стану досліджуваних питань; абстрактно-логічний метод – для формування висновків.

Результати досліджень

З метою вивчення нормативно-правового забезпечення у сфері насінництва лікарських рослин в Україні та ЄС проаналізовано основні законодавчі, нормативні та методичні документи, які визначають правила виробництва, контролю якості, сертифікації та обігу насінневого матеріалу.

Чинна в Україні нормативно-правова база у сфері насінництва та розсадництва включає

закони України, постанови Кабінету Міністрів України, накази Міністерства аграрної політики та продовольства України, міжнародні документи [10]. Варто вказати основні з них, а саме: Закон України «Про насіння і садивний матеріал» № 411-IV від 26.12.2002, що визначає правові, організаційні та фінансові засади функціонування ринку насіння й садивного матеріалу, вимоги щодо його вирощування, підготовки, затарювання, торгівлі, сортівих і посівних якостей, а також повноваження державних органів, права та обов'язки юридичних і фізичних осіб у сфері обігу насіння, здійснення державного контролю та нагляду за ним. Закон України «Про охорону прав на сорти рослин» № 3116-XII від 21.04.1993 регулює майнові та немайнові відносини між виробниками та власниками сорту, пов'язані з необхідністю захисту прав на нього. Закон України «Про карантин рослин» № 3348-XII від 30.06.1993 регламентує правові, організаційні та фінансові засади забезпечення карантину рослин в Україні. Його основна мета – запобігання занесенню, поширенню та ліквідація карантинних організмів, які можуть завдати шкоди сільському господарству, доквіллю й економіці. Має ключове значення для насінництва, оскільки контроль якості насіння передбачає також його фітосанітарну безпеку [11–13]. Головними наказами Міністерства аграрної політики та продовольства України є такі: наказ № 382 від 07.10.2011 «Порядок сертифікації насіння і садивного матеріалу»; наказ № 661 від 21.12.2020 «Порядок проведення апробації посівів» [14, 15]. Міжнародні нормативні документи в Україні, що регулюють якість садивного матеріалу: Міжнародні правила ISTA з тестування насіння (International Rules for Seed Testing), Схеми ОЕСР (Організації економічного співробітництва та розвитку) сортової сертифікації або контролю обігу насіння в міжнародній торгівлі, Конституція Міжнародної асоціації з контролю за якістю насіння, Міжнародна конвенція з охорони нових сортів рослин (UPOV) [10].

Для поліпшення контролю якості виробленої та реалізованої продукції в галузі насінництва сільськогосподарських культур, зокрема лікарських, було розроблено й законодавчо затверджено Державні стандарти України. А саме: ДСТУ 2116-92 «Насіння ефіроолійних культур: Метод визначення чистоти і відходу насіння»; ДСТУ 3657-97 «Насіння ефіроолійних культур: Метод визначення схожості»; ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості»; ДСТУ 7018:2009 «Насіння квітково-декоративних культур: правила приймання і методи

визначення якості»; ДСТУ 3304-96 «Насіння ефіроолійних культур. Методи визначення зараженості хворобами»; ДСТУ 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови»; ДСТУ 7016:2009 «Насіння однорічних і дворічних квітково-декоративних культур. Посівні якості. Технічні умови»; ДСТУ 2115-92 «Насіння коріандру. Сортові та посівні якості. Технічні умови»; ДСТУ 3121-95 «Насіння шавлії мускатної. Сортові та посівні якості. Технічні умови»; ДСТУ 7017:2009 «Насіння багаторічних квітково-декоративних культур. Посівні якості. Технічні умови»; ДСТУ 7160:2020 «Насіння овочевих, баштанних, кормових і пряно-ароматичних культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови»; ДСТУ 7666:2014 «Насіння лікарських рослин (ехінацея пурпурова, розторопша плямиста). Сортові та посівні якості. Технічні умови»; ДСТУ 4841:2007 «Насіння лікарських культур (беладона, валеріана лікарська, вовчуг польовий). Сортові та посівні якості. Технічні умови» [5–8; 16–24].

Важливим елементом державного регулювання, що забезпечує законність, якість та стабільний розвиток вітчизняного ринку насіння, є Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні [25].

Отже, вітчизняне нормативно-правове забезпечення у сфері насінництва базується на низці нормативно-правових актів, стандартів та методик, що створюють необхідні правові передумови для контролю якості насіння. Однак вітчизняна система його стандартизації та сертифікації орієнтована передусім на такі основні групи сільськогосподарських культур, як зернові, технічні, овочеві, й не повною мірою бере до уваги специфіку лікарських, що зменшує її комплексність та універсальність.

У Європейському Союзі вимоги до насінного матеріалу регулюються директивами ЄС, а також ґрунтуються на міжнародно визнаних стандартах, зокрема Правилах ISTA (International Rules for Seed Testing) щодо методик лабораторного тестування та Схемах OECD (OECD Seed Schemes), які встановлюють порядок сортової сертифікації насіння, призначеного для міжнародної торгівлі. Основою є низка директив (66/401/ЄЕС; 66/402/ЄЕС; 2002/55/ЄС; 2002/57/ЄС; 2002/53/ЄС) та Регламент (ЄС) 2016/2031 [26–31]. Ці нормативні документи визначають вимоги до сортівих і посівних якостей насіння, умов його виробництва, сертифікації та реалізації на європейському ринку і є частиною великого пакета законодавства ЄС у сфері «Seed Marketing Directives» [9].

Директива Ради 66/401/ЄЕС від 14 червня 1966 року регулює вимоги щодо обігу насіння кормових культур у межах ЄС з метою забезпечення його якості, здоров'я та сортової чистоти. Охоплює деякі лікарські рослини (наприклад, люцерну, конюшину, кмин, аніс, подорожник, козлятник, мелісу лікарську, чебрець повзучий, шавлію лікарську) [26].

Метою Директиви Ради 66/402/ЄЕС від 14 червня 1966 року є уніфікація вимог до обігу насіння зернових культур (пшениці, жита, ячменю, вівса, кукурудзи, рису, сорго тощо) в ЄС для сприяння вільному переміщенню та захисту споживача. Прямо не охоплює лікарські рослини, однак деякі з них використовуються у фітотерапії, наприклад, овес – у фітопрепаратах, а просо – частково в народній медицині [27].

Директива Європейського Парламенту та Ради 2002/55/ЄС від 13 червня 2002 року покликана уніфікувати правила обігу насіння овочевих культур і сприяти ринковій гнучкості. Охоплює помідори, моркву, капусту, перець, огірки, буряк, салат, цибулю тощо. Крім того, овочеві рослини з лікарськими / ефіроолійними властивостями, зокрема базилік, фенхель, кріп, м'ята перцева, петрушку, часник [28].

Директива Ради 2002/57/ЄС від 13 червня 2002 року про реалізацію насіння олійних та прядивних культур як ключовий нормативний акт регулює вимоги до його виробництва, контролю та продажу / постачання в межах ЄС. Водночас її не застосовують для насіння, що експортується до третіх країн. Охоплює такі культури: соняшник, ріпак, льон, коноплі, гірчицю (жовту, білу, чорну), інші олійні / прядивні, а саме: фенхель, кмин, коріандр, аніс – деякі з них класифікують як лікарські / ефіроолійні [29].

Директива Європейського Парламенту та Ради 2002/53/ЄС від 13 червня 2002 року про Спільний каталог (Common Catalogue) сортів видів сільськогосподарських культур має на меті забезпечити обіг лише визнаних сортів культур у межах ЄС на основі їхньої відмінності, однорідності та стабільності. Головні положення: умови реєстрації в національних каталогах; включення до Спільного каталогу ЄС після затвердження в одній із держав-членів; проведення DUS-тестів (відмінність, однорідність, стабільність) та визначення господарської цінності; щорічне оновлення каталогу [30].

Регламент (ЄС) 2016/2031 Європейського Парламенту та Ради від 26 жовтня 2016 року про захисні заходи проти шкідливих організмів рослин (Plant Health Law / Закон про

здоров'я рослин) покликаний створити в ЄС уніфіковану систему фітосанітарного захисту від карантинних видів. А саме: попереджати, виявляти та стримувати їхнє поширення, гармонізувати законодавство Європейського Союзу з міжнародними фітосанітарними стандартами, розробленими Міжнародною конвенцією із захисту рослин (IPPC, ISPM) [31].

Отже, у правовому полі Європейського Союзу немає окремої директиви, яка б комплексно регулювала сферу насінництва лікарських рослин. Деякі з цих видів, завдяки класифікації поряд з олійними, овочевими чи кормовими культурами, підпадають під дію чинних нормативних актів (66/401/ЄЕС, 66/402/ЄЕС, 2002/53/ЄС, 2002/55/ЄС, 2008/72/ЄС), а отже вимоги до якості їхнього насіння уніфіковані із загальними стандартами ЄС, що охоплюють сортову чистоту, посівні якості, фітосанітарні норми, маркування та сертифікацію. Важливе значення в даному контексті має Регламент (ЄС) 2016/2031, який встановлює сучасні правила запобігання занесенню та поширенню карантинних організмів. Це особливо актуально для лікарських рослин, оскільки вони часто належать до груп із підвищеною вразливістю до фітосанітарних загроз.

З метою визначення сильних і слабких сторін української нормативно-правової бази у сфері якості насінневого матеріалу лікарських рослин ми провели порівняльний аналіз вітчизняних та міжнародних вимог у сфері насінництва.

У таблиці 1 зіставлено положення Директиви Ради 66/401/ЄЕС (про реалізацію насіння кормових культур), Директиви Ради 66/402/ЄЕС (про реалізацію насіння злаків), Директиви Ради 2002/55/ЄС (про реалізацію насіння овочевих культур), Директиви Ради 2002/57/ЄС (про реалізацію насіння олійних та прядивних культур) та відповідних нормативно-правових актів України.

Отже, Директиви 66/401/ЄЕС; 66/402/ЄЕС; 2002/55/ЄС; 2002/57/ЄС забезпечують у межах Європейського Союзу уніфіковані стандарти якості та обігу насіння кормових, злакових, овочевих, олійних і прядивних культур, включно з деякими лікарськими та ефіроолійними видами. Всі сільськогосподарські культури, зокрема й лікарські / ефіроолійні, охоплено також українським законодавством у цій сфері. Більшість його положень відповідає принципам ЄС, однак є певні відмінності. Основні з них: немає повного уніфікованого підходу до термінів і категорій насіння; маркування та вимоги до документації не завжди узгоджуються з

Порівняння положень Директиви Ради 66/401/ЄЕС, Директиви Ради 66/402/ЄЕС, Директиви Ради 2002/55/ЄС, Директиви Ради 2002/57/ЄС та відповідних нормативно-правових актів України

Критерій	Директива 66/401/ЄЕС, Директива 66/402/ЄЕС, Директива 2002/55/ЄС, Директива 2002/57/ЄС	Законодавство України ¹
Об'єкт регулювання	Насіння кормових культур (включно з деякими лікарськими / ефіроолійними: анісом, люцерною, конюшиною, кмином, подорожником, козлятником, мелісою лікарською, чебрецем повзучим, шавлією лікарською тощо) Насіння зернових культур: пшениці, жита, ячменю, вівса, кукурудзи, рису тощо (деякі використовуються у фітотерапії) Насіння овочевих культур (включно з деякими, що мають лікарські / ефіроолійні властивості: васильками (базиліком), фенхелем, кропом, м'ятою перцевою, петрушкою, часником тощо) Насіння олійних і прядивних культур (деякі з них класифікують як лікарські / ефіроолійні, а саме: фенхель, кмин, коріандр тощо)	Насіння сільськогосподарських культур (включно з деякими лікарськими / ефіроолійними) Насіння сільськогосподарських культур (включно з деякими лікарськими / ефіроолійними) Насіння сільськогосподарських овочевих культур (включно з деякими лікарськими / ефіроолійними) Насіння сільськогосподарських культур, зокрема олійних і прядивних, лікарських та ефіроолійних
Категорії насіння	Добазове, базове, сертифіковане	Добазове, базове, сертифіковане
Вимоги до сортів	Сорти повинні бути внесені до національного каталогу країни-члена та Спільного каталогу сортів ЄС	Сорти повинні бути внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні
Контроль сортової чистоти	DUS ² + VCU ³ (відмінність, однорідність, стабільність + господарська цінність)	DUS + VCU (відмінність, однорідність, стабільність + господарська цінність)
Вимоги до посівних якостей	Встановлено мінімальні норми для схожості, чистоти, вологості, наявності шкідників тощо	ДСТУ регламентують аналогічні показники, але відсутня уніфікація вимог до чистоти, схожості та інших характеристик, що не повністю узгоджені з нормативами, які діють у країнах ЄС
Фітосанітарний контроль	Відповідність нормам фітосанітарного контролю ЄС	Контроль здійснює Держпродспоживслужба згідно із ЗУ «Про карантин рослин» № 3348-XII від 30 червня 1993 року. Частково відповідає вимогам ЄС
Сертифікація	Здійснюється відповідно до положень низки директив (66/401/ЄЕС, 66/402/ЄЕС, 2002/55/ЄС, 2002/57/ЄС) та Регламенту (ЄС) 2016/2031	Здійснюється відповідно до ЗУ «Про насіння і садивний матеріал» № 411-IV від 26.12.2002
Визнання сертифікатів	Сертифікати визнаються в усіх країнах-членах ЄС (вільний обіг насіння в ЄС)	Українські сертифікати визнаються лише в межах країни; для експорту потребують підтвердження відповідності міжнародним вимогам (ISTA, OECD)
Оновлення списків сортів	Узгоджений каталог сортів ЄС	Державний реєстр сортів рослин; обмежений доступ до міжнародних сортів
Специфічні вимоги ⁴	Окремі правила для деяких видів (наприклад, гібридів), насіння для аматорського використання	Не завжди розмежовано комерційне та аматорське насіння у правовому полі
Маркування та пакування	В ЄС маркування є стандартизованим для всіх країн та містить дані [колір етикеток, детальні категорії насіння (Pre-basic, Basic, Certified), обов'язкові фітосанітарні позначки, коди лабораторій та єдині символи сертифікації]	В Україні маркування містить базові дані (виробника, назву сорту, вид культури, категорію насіння, масу, дату фасування, строк придатності, реєстраційний номер, умови зберігання)

¹ЗУ «Про насіння і садивний матеріал», ЗУ «Про охорону прав на сорти рослин», ЗУ «Про карантин рослин», накази Міністерства аграрної політики та продовольства України, основні з них: наказ № 382 від 07.10.2011 «Порядок сертифікації насіння і садивного матеріалу»; наказ № 661 від 21.12.2020 «Порядок проведення апробації посівів». Державні стандарти: ДСТУ 2116-92; ДСТУ 3657-97; ДСТУ 4138-2002; ДСТУ 7018:2009; ДСТУ 3304-96; ДСТУ 2240-93; ДСТУ 7016:2009; ДСТУ 2115-92; ДСТУ 3121-95; ДСТУ 7017:2009; ДСТУ 7160:2020; ДСТУ 7666:2014; ДСТУ 4841:2007.

²DUS – обов'язкові критерії, за якими проводять експертизу сортів рослин для їхньої офіційної реєстрації, охорони прав інтелектуальної власності або включення до Європейського каталогу сортів сільськогосподарських культур чи Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

³VCU – випробування господарської цінності сорту, яке проводять, щоб визначити, чи варто допускати його для масового вирощування та внесення до Європейського каталогу сортів сільськогосподарських культур чи Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

⁴Стосується положень Директиви Ради 2002/55/ЄС від 13 червня 2002 року про реалізацію насіння овочевих культур.

європейськими нормами; відсутнє автоматичне визнання українських сертифікатів в ЄС; недостатнє правове розмежування між насінням для професійного та аматорського використання (табл. 1).

Наведені в таблиці 2 дані свідчать, що основні положення Директиви 2002/53/ЄС забезпечують у всьому Європейському Союзі уніфікацію процедур оцінювання сортів з метою гарантування їхнього вільного обігу.

Таблиця 2

Порівняння положень Директиви 2002/53/ЄС (про Спільний каталог сортів сільськогосподарських рослин) та Законодавства України, яке регламентує державну реєстрацію сортів і допуск їх до використання

Критерій	Директива 2002/53/ЄС	Законодавство України
Об'єкт регулювання	Створення Спільного каталогу сортів сільськогосподарських рослин, які можуть вільно розповсюджуватися в межах ЄС	Визначення правил реєстрації сортів в Україні для використання у сільському господарстві
Обов'язковість реєстрації	Тільки зареєстровані сорти можна поширювати в межах ЄС	В Україні дозволено вирощувати та поширювати лише зареєстровані сорти
Критерії для включення сорту	DUS та VCU: відмінність, однорідність, стабільність (Distinctness, Uniformity, Stability) + господарська цінність	DUS та VCU: відмінність, однорідність, стабільність + господарська цінність
Тестування сортів	Проводиться уповноваженими органами держав-членів ЄС	Проводиться державними установами, зокрема Українським інститутом експертизи сортів рослин
Каталог / Реєстр	Створюється Спільний каталог ЄС, об'єднаний із національними	Ведеться Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні
Визнання між країнами	Сорти, внесені до каталогу однієї країни ЄС, автоматично визнаються в інших	Не визнаються автоматично в інших країнах; для експорту необхідна міжнародна реєстрація
Термін дії реєстрації	Визначається кожною країною-членом ЄС; зазвичай 10 років з можливістю продовження	Строк охоронного свідоцтва на сорт – 30 років
Оцінювання екологічної адаптації	Через VCU-випробування	Проводиться як обов'язковий етап під час польових досліджень
Прозорість системи	Дані загальнодоступні онлайн, у форматі Каталогу ЄС	Дані загальнодоступні лише в межах України (Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні)

Українське законодавство у сфері реєстрації сортів і контролю за їх поширенням керується Законами України «Про охорону прав на сорти рослин», «Про насіння і садивний матеріал», постановами Кабінету Міністрів України, наказами Мінагрополітики. Вітчизняна система загалом відповідає міжнародним стандартам, однак відрізняється нижчим рівнем інтеграції. Державний Реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні, не завжди містить повну інформацію про сорти, особливо іноземної селекції. Внесений до цього офіційного переліку сорт не визнається автоматично в інших країнах, для експорту потрібна міжнародна реєстрація (табл. 2).

Як видно з таблиці 3, Регламент (ЄС) 2016/2031 щодо заходів захисту від шкідливих організмів рослин, порівнюючи з відповідними нормативно-правовими документами України в цій сфері, є більш структурованим і деталізованим, передбачає превентивний підхід, використання цифрових інструментів та прозору систему контролю.

Українське законодавство загалом відповідає міжнародним принципам, однак потребує актуалізації класифікацій шкідливих ор-

ганізмів, впровадження системи електронного обігу документів, створення єдиного реєстру операторів та вдосконалення внутрішнього контролю (табл. 3).

Отже, Директиви 66/401/ЄЕС, 66/402/ЄЕС, 2002/55/ЄС та 2002/57/ЄС забезпечують у межах Європейського Союзу уніфіковані стандарти якості та обігу насіння кормових, злакових, овочевих, олійних і прядивних культур, включно з деякими лікарськими та ефіроолійними видами, та передбачають внесення сортів до Спільного каталогу ЄС, що гарантує їхнє автоматичне визнання у всіх країнах-членах. Вітчизняне законодавство регламентує аналогічні процеси – державну реєстрацію сортів, контроль сортової чистоти (DUS + VCU), вимоги до посівних якостей та фітосанітарний контроль, також охоплюючи всі сільськогосподарські культури, зокрема й лікарські та ефіроолійні; ведеться Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Проте є відмінності: в нашій державі не повністю уніфіковані терміни та категорії насіння, маркування містить лише базові дані, вітчизняні сертифікати не визнаються автоматично поза Україною,

Порівняння положень Регламенту (ЄС) 2016/2031 (про заходи захисту від шкідливих організмів рослин) з відповідними положеннями законодавства України, зокрема Закону України «Про карантин рослин»

Ключовий аспект	Регламент (ЄС) 2016/2031	Законодавство України
Мета	Захист території ЄС від шкідливих організмів рослин через запобігання їхньому проникненню та поширенню	Запобігання проникненню та поширенню карантинних організмів, захист рослинних ресурсів України
Об'єкти регулювання	Рослини, рослинна продукція, інші об'єкти, що можуть переносити шкідливі організми	Рослини, продукція рослинного походження, контейнери, ґрунт, транспортні засоби тощо
Сфера дії	Усі країни-члени ЄС, імпорт, обіг, вирощування, переміщення рослин і рослинної продукції	Територія України, всі суб'єкти, що вирощують, переміщують, імпортують або експортують рослини
Класифікація шкідливих організмів	Пріоритетні шкідливі організми; карантинні організми; регульовані некарантинні шкідливі організми (додатки до Регламенту 2019/2072) [32]	Карантинні організми; регульовані некарантинні шкідливі організми. Об'єкти регулювання згідно із затвердженим переліком (наказ Міністерства аграрної політики України від 29.11.2006 № 716) [33]
Система нагляду та моніторингу	Встановлено єдину систему моніторингу, зобов'язання щодо офіційного нагляду, регулярні інспекції, звітування	Передбачено проведення інспектування, моніторингу та обстеження об'єктів регулювання
Пріоритетні шкідливі організми	Визначено перелік особливо небезпечних шкідливих організмів, до яких вживаються жорсткі заходи	В українському законодавстві офіційного поділу на «пріоритетні» шкідливі організми немає, але є поділ на карантинні (обмежено поширені / відсутні)
Система швидкого реагування	Встановлено систему повідомлень, швидкого реагування та проведення зонування	Реагування передбачено, але система менш формалізована, відсутній єдиний електронний реєстр
Вимоги до імпорту	Чіткі вимоги до походження, супровідних документів, інспекцій. Заборона на ввезення з певних регіонів	Імпорт дозволено лише за наявності фітосанітарного сертифіката. Існує перелік заборонених до ввезення об'єктів
Внутрішній ринок / обіг	Встановлено вимоги до пересування рослин у межах ЄС. Потрібні реєстрація операторів, маркування (Plant Passport)	Внутрішній обіг підконтрольний лише частково; реєстрація операторів та маркування поступово імплементуються
Реєстрація операторів	Обов'язкова для всіх суб'єктів, які виробляють, імпортують, транспортують або продають регульовану продукцію	Законодавство передбачає державну реєстрацію суб'єктів насінництва, але реєстр операторів обмежений
Використання ІТ систем (IMSOC)	ЄС використовує інформаційну систему для контролю пересування продукції та сертифікації	Система електронного обліку впроваджується частково, переважно використовуються паперові документи
Відповідальність та санкції	Передбачено сувору адміністративну відповідальність, зокрема штрафи та заборону діяльності	Існують адміністративні санкції, однак практика їх застосування є непослідовною

а доступ до міжнародних сортів обмежений через вимогу їхньої державної реєстрації. Потребує вдосконалення система контролю та обліку шкідливих організмів; відсутня єдина електронна система моніторингу та реєстру операторів. Отже, українське законодавство загалом узгоджується з міжнародними стандартами, однак для ефективної інтеграції в європейський ринок необхідна гармонізація процедур та адаптація до вимог ЄС.

Висновки

Проведено аналіз нормативно-правового забезпечення у сфері насінництва лікарських рослин в Україні та ЄС, визначено сильні та слабкі сторони вітчизняної системи нормативно-правового регулювання, запропоновано способи її оновлення та вдосконалення.

Сильні сторони:

наявність базового законодавства: Законів України «Про насіння і садивний матеріал», «Про охорону прав на сорти рослин», «Про карантин рослин», що створюють загальне нормативне поле;

включення лікарських та ефіроолійних рослин до нормативних документів із визначення якості насінневого матеріалу сільськогосподарських культур, що дає змогу застосувати до них основні вимоги з апробації, контролю якості та сертифікації;

існування процедур сертифікації насіння та її визначеного порядку: вимог до категорій, апробації, сортової чистоти, посівних якостей і документального супроводу;

членство України в міжнародних організаціях. Участь в UPOV (Міжнародній організації з охорони нових сортів), ISTA (Міжнарод-

ній асоціації з тестування насіння), ІРРС (Міжнародній конвенції із захисту рослин), OECD Seed Schemes (Насінневих схемах Організації економічного співробітництва та розвитку, що регулюють питання сертифікації та обігу насіння в міжнародній торгівлі) дає змогу орієнтуватися на світові підходи;

функціонування компетентних установ. А саме: Українського інституту експертизи сортів рослин; Державної служби з питань безпечності харчових продуктів і захисту споживачів; акредитованих лабораторій із контролю якості насіння.

Слабкі сторони:

фрагментарність нормативної бази. Відсутність спеціалізованих стандартів саме для лікарських та ефіроолійних рослин, а також структурованих нормативних документів, які б регулювали якість їхнього посівного матеріалу. Вимоги до якості насіння часто базуються на загальних підходах до зернових, овочевих та інших культур і не враховують специфіку лікарських / ефіроолійних видів;

недостатня гармонізація із законодавством ЄС у сфері насінництва, а саме: немає повного уніфікованого підходу до термінів і категорій насіння; маркування та вимоги до документації не завжди відповідають європейським нормам; відсутнє автоматичне визнання українських сертифікатів в ЄС; недостатнє правове розмежування між насінням для професійного та аматорського використання.

Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні, не завжди містить повну інформацію про сорти, особливо іноземної селекції. Внесений до цього офіційного переліку сорт не визнається автоматично в інших країнах, для експорту потрібна міжнародна реєстрація. Відсутній національний каталог сортів лікарських рослин, частину з них використовують без державної реєстрації, що ускладнює контроль сортової відповідності.

Українське законодавство у сфері захисту від шкідливих організмів рослин потребує актуалізації їхніх класифікацій, впровадження системи електронного обігу документів, створення єдиного реєстру операторів та вдосконалення внутрішнього контролю.

Отже, результати досліджень свідчать, що вітчизняному нормативно-правовому забезпеченню у сфері насінництва лікарських культур необхідні доопрацювання та оновлення. Передусім потрібно розширити нормативну базу, розробивши та затвердивши окремі ДСТУ для більшої кількості лікарських рослин. Адже лише вузьке коло їхніх

видів охоплено загальними, призначеними для сільськогосподарських культур стандартами, наприклад, ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості»; ДСТУ 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови». Спеціалізовані нормативні документи обмежуються малою кількістю методів / технічних умов для насіння деяких видів лікарських / ефіроолійних рослин – ДСТУ 2116-92 «Насіння ефіроолійних культур: метод визначення чистоти і відходу насіння»; ДСТУ 3657-97 «Насіння ефіроолійних культур: метод визначення схожості»; ДСТУ 3304-96 «Насіння ефіроолійних культур. Методи визначення зараженості хворобами»; ДСТУ 2115-92 «Насіння коріандру. Сортові та посівні якості. Технічні умови»; ДСТУ 3121-95 «Насіння шавлії мускатної. Сортові та посівні якості. Технічні умови»; ДСТУ 7666:2014 «Насіння лікарських рослин (ехінацея пурпурова, розторопша плямиста). Сортові та посівні якості. Технічні умови»; ДСТУ 4841:2007 «Насіння лікарських культур (беладона, валеріана лікарська, вовчуг польовий). Сортові та посівні якості. Технічні умови».

Актуальним залишається питанням гармонізації із законодавством ЄС і переходу на міжнародні стандарти ISTA та OECD Seed Schemes. Водночас ключовим є врахування положень профільних директив (66/401/ЄС, 66/402/ЄС, 2002/53/ЄС, 2002/55/ЄС, 2002/57/ЄС) щодо формування національного каталогу сортів лікарських рослин, створення єдиної електронної системи обліку насіння, сертифікатів і виробників, посилення контролю у сферах фітосанітарних ризиків та сертифікації й реалізації. Важливий крок – приєднання до Спільного каталогу ЄС (Common Catalogue) для взаємного визнання сортів, а також імплементація Регламенту (ЄС) 2016/2031 з метою запобігання поширенню карантинних організмів. Крім того, доцільним є впровадження системи електронного обігу документів і створення єдиного реєстру операторів.

References

1. Drebot, O. I., & Parfenyuk, A. I. (Eds.). (2022). *Ecological and biological safety of Ukraine*. NULES of Ukraine. [In Ukrainian]
2. European Medicines Agency. (2005). *Good Agricultural and Collection Practice for Starting Materials of Herbal Origin (GACP)* (EMA/HMPC/246816/2005). <http://www.emea.eu.int>
3. Vinyukova, O. B. (2023). Legislative regulation of seed production and legal protection of seed material. *Academic Visions*, 21. <https://www.academy-vision.org/index.php/av/article/view/478> [In Ukrainian]
4. Radchenko, A. M. (2016). Legal regulation of seed certification in Ukraine. *Uzhhorod National University Herald. Series: Law*,

- 38(1), 123–126. <https://visnyk-juris-uzhnu.com/wp-content/uploads/2020/12/No.38-1.pdf> [In Ukrainian]
5. *Seeds of agricultural plants. Methods for seed testing: DSTU 4138-2002*. (2003). Derzhstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
 6. *Seeds of agricultural plant. Varietal and sowing characteristics. Specifications: DSTU 2240-93*. (1994). Derzhstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
 7. *Seeds of medicinal plants (belladonna, valerian, field restharrow). Varietal and sowing characteristics. Specifications: DSTU 4841:2007*. (2007). Derzhstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
 8. The seeds of pharmacological plants (*Echinacea purpurea*, *Silybum marianum*). *Varietal and sowing characteristics. Specifications: DSTU 7666:2014*. (2015). Derzhstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
 9. European Commission. (n. d.). *Marketing of seeds of agricultural crops*. <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-co>
 10. State Service for Food and Consumer Protection. (n. d.). *Regulatory base*. <https://dpss.gov.ua/diyalnist/fitosanitary-control-in-the-sferi-spheric-planting-area/control-in-the-spheric-planting-area/normativna-bazantent/summary/marketing-of-seeds-of-agricultural-crops.html?fromSummary=30>
 11. Law of Ukraine on Seeds and Planting Material, No. 411-IV (December 26, 2002; as of January 18, 2025). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/411-15#Text> [In Ukrainian]
 12. Law of Ukraine on Protection of Rights to Plant Varieties, No. 3116-XII (April 21, 1993; as of April 19, 2025). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3116-12#Text> [In Ukrainian]
 13. Law of Ukraine on Plant Quarantine, No. 3348-XII (June 30, 1993; as of April 19, 2025). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3348-12#Text> [In Ukrainian]
 14. State Service of Ukraine for Food Safety and Consumer Protection. (n. d.). *Public information: Legislation*. <https://dpss.gov.ua/publicnainformaciya/zakonodavstvo> [In Ukrainian]
 15. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. (2020, December 21). *Order No. 661 – Procedure for conducting crop testing*. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0659-09#Text> [In Ukrainian]
 16. *Seeds of essential oil crops. Methods for determination of germination: DSTU 2116-92*. (1998). Derzhstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
 17. *Seeds of essential oil crops. Method for determining similarity: DSTU 3657-97*. (1992). Derzhstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
 18. *Seed of flowers decorative. Acceptance rules and methods assessment characteristics: DSTU 7018:2009*. (2010). Derzhstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
 19. *Seeds of essential oil crops. Methods for determination of disease infestation: DSTU 3304-96*. (1997). Derzhstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
 20. *Seeds of annual and biennial flower and ornamental crops. Sowing qualities. Technical conditions: DSTU 7016:2009*. (2010). Derzhstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
 21. *Coriander seeds. Varietal and sowing qualities. Technical conditions: DSTU 2115-92*. (1992). Kyiv: Derzhstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
 22. *Clary sage seeds. Varietal and sowing qualities. Technical conditions: DSTU 3121-95*. (1995). Derzhstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
 23. *Seeds of perennial flower and ornamental crops. Sowing qualities. Technical conditions: DSTU 7017:2009*. (2010). Derzhstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
 24. *Seeds of vegetable, melon, fodder and spice crops. Varietal and sowing qualities. Technical conditions: DSTU 7160:2020*. (2021). Derzhstandart Ukrainy. [In Ukrainian]
 25. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. (2025). *State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine in 2025 (valid as of September 5, 2025)*. <https://minagro.gov.ua/file-storage/reestr-sortiv-roslin> [In Ukrainian]
 26. Council Directive 66/401/EEC of 14 June 1966 on the marketing of fodder plant seed. <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEI/direktiva-radi-66-401-ees.pdf>
 27. Council Directive 66/402/EU of 14 June 1966 on the marketing of cereal seed. <https://www.kmu.gov.ua/diyalnist/yevropejska-integraciya/perekladi-aktiv-acquis-yes/rozdil-v-ekonomichne-ta-galuzeve-spivrobitnictvo/glava-17-silskogospodarstvo-ta-rozvitok-silskih-teritorij>
 28. Council Directive 2002/55/EU of 13 June 2002 on the marketing of vegetable seed. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011-02#Text
 29. Council Directive 2002/57/EU of 13 June 2002 on the marketing of oilseeds and fibre crops. <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEI/radi-2002-57-es.pdf>
 30. Directive 2002/53/EU of the European Parliament and of the Council of 13 June 2002 on the common catalogue of varieties of agricultural plant species. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_010-02#Text
 31. Regulation (EU) 2016/2031 of the European Parliament and of the Council of 26 October 2016 on protective measures against pests of plants. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_030-16#Text
 32. Commission Implementing Regulation (EU) 2019/2072 of 28 November 2019 laying down uniform conditions for the implementation of Regulation (EU) 2016/2031 on protective measures against pests of plants. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1576241453762&uri=CELEX:32019R2072>
 33. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. (2006, November 29). *Order No. 716 on Approval of the List of Regulated Harmful Organisms*. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1300-06#Text> [In Ukrainian]

UDC 631.53:633.88:34](477+4)

Kichigina, O. O.¹, Hlushchenko, L. A.², Smulska, I. V.³, Demyanyuk, O. S.¹, & Tsybro, Yu. A.¹ (2025). Regulatory framework for medicinal plant seed production: Ukraine and the EU. *Plant Varieties Studying and Protection*, 21(4), 224–233. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.21.4.2025.346240>

¹Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS, 12 Metrolohichna St., Kyiv, 03143, Ukraine

²Experimental Station for Medicinal Plants of the IAEM of NAAS, 16-A Pokrovska St., vill. Berezotocha, Lubny Poltava region, 35537, Ukraine

³Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Horikhuvatskyi Shliakh St., Kyiv, 03041, Ukraine, e-mail: ivanna1973@i.ua

Purpose. To analyze the regulatory framework for medicinal plant seed production in Ukraine and the EU, identify the strengths and weaknesses of the domestic regulatory system, and establish ways to improve it and harmonize it with international standards. **Methods.** Generally accepted methods of scientific research were used to study and evaluate the current state of regulatory and legal support in the field of medicinal plant seed production in Ukraine

and the EU, namely: systematic analysis – to justify the need for research; logical synthesis and generalization – to determine the current situation regarding the issues under study; abstract-logical method – to form conclusions, etc. **Results.** An analysis of the regulatory framework for medicinal crop seed production in Ukraine and the EU revealed that the domestic framework is founded on various regulatory standards and methodologies that establish the legal

conditions necessary for ensuring seed quality. Advantages of the national standardisation and certification system include the existence of foundational legislation, integration of medicinal and essential oil plants with standards, certification procedures, Ukraine's membership in international organisations (UPOV, ISTA, OECD and IPPC) and functioning competent institutions responsible for quality control and state supervision. At the same time, its weaknesses include the fragmented regulatory framework, the primary focus on major crop groups such as cereals, industrial crops and vegetables, and the failure to fully consider the specific characteristics of medicinal plants. This is exacerbated by the lack of specialised standards and a national catalogue of varieties, reducing comprehensiveness and versatility. Other weaknesses include insufficient harmonisation with EU law, low digitisation of procedures and the existence of a shadow seed market. **Conclusions.** The results of the research show that the domestic regulatory framework for medicinal plant seed production requires systemic changes. Firstly, the regulatory framework must be expanded by developing and approving separate DSTU standards for a larger

number of medicinal crops, creating a national catalogue of their varieties, establishing a unified electronic system for recording seeds, certificates and producers, and strengthening control in the areas of phytosanitary risks, certification and sales. It is also necessary to harmonise with European Union legislation and consider the provisions of relevant directives (66/401/EEC, 66/402/EEC, 2002/53/EC, 2002/55/EC and 2008/72/EC), as well as establish rules in accordance with international documents such as the ISTA and OECD Seed Schemes. An important step is to join the EU Common Catalogue to enable the mutual recognition of varieties and implement Regulation (EU) 2016/2031, which aims to prevent the spread of quarantine organisms. It is also advisable to adopt European practices of open and regulated market access for seeds, as well as to introduce modern digital mechanisms into the registration and control processes. These measures will improve the quality of seed material for medicinal crops and increase international competitiveness.

Keywords: legislative acts; regulatory documents; quality standards; directives; regulations; quality; medicinal plant seeds; harmonization.

Надійшла / Received 05.10.2025

Погоджено до друку / Accepted 10.12.2025

