

УДК 633.16"321": 631.543: 631.82: 631.811.98
DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2026.37.5>

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ПОСІВІВ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ВІД ВПЛИВУ КОМБІНОВАНОГО ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ЛИСТКОВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН МІКРОДОБРИВОМ

ГОРАШ В.О. – аспірант кафедри рослинництва, селекції та насінництва
orcid.org/0009-0004-0310-1672
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Постановка проблеми. Нині часто для характеристики результатів наукових досліджень використовують таке поняття, як «початкові основи продуктивності». За цим передбачено розуміння і значення саме в аспекті того, що як розпочався розвиток такі і будуть кінцеві результати всього процесу вирощування. Вже майже півстоліття займає історія питання про роль і значення польової схожості насіння та виживання рослин в процесі формування агрофітоценозу сільськогосподарських культур. Пильність інтересів в науковому агрономічному середовищі до питання польової схожості насіння та збереженості рослин часто містить суперечливий характер дискусій, який незважаючи на це спрямовує до однозначного підсумку, а саме про необхідність надання цьому питанню першочергового значення [1, 2, 3, 4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання підвищення продуктивності ячменю займало багатьох дослідників. Природно-кліматичні умови України досить сприятливі для вирощування багатьох важливих стратегічних сільськогосподарських культур. Це дає можливість Україні займати досить важливу позицію в світовому ринку зерна [5]. У зв'язку із глобальними та регіональними змінами клімату сівба ячменю ярого із строками зазнала зміщень до самих ранніх березневих за умов сприятливого надходження тепла. Такі можливості доцільно використати з метою підвищення продуктивності культури ячменю. Після настання сприятливих ранніх весняних «технологічних вікон» згодом часто настають похолодання, значні перепади добових температур, випадання дощу зі снігом. На це слід звертати увагу не тільки в технологічному напрямку, але і в селекційному щодо культури ячменю ярого [6, 7]. Актуальними за таких ранніх строків сівби, які безперечно є доцільними у зв'язку із збереженням вологи, займають увагу питання щодо ячменю ярого як польова схожість насіння, так і збереженість рослин вже майже два десятиліття [8]. У зв'язку із змінами умов зовнішнього середовища актуальним стало питання щодо строків сівби та схожості насіння також і для озимих зернових культур [9]. Відповідно набули популярності виходячи за таких умов питання наукових досліджень щодо обробки насіння біопрепаратами, застосування елементів технології, які відносяться до фоліарного застосування мікродобрих і таке інше [10, 11, 12].

Важливою складовою частиною агробіологічного контролю в технології вирощування в конкретних умовах

є перша оцінка стану посівів за отриманими результатами польової схожості насіння. Друга важлива характеристика досконалості технології вирощування є не що інше як збереженість рослин після отриманих сходів. Цих двох характеристик процесу формування посівів достатньо щоби зробити аргументований висновок про ефективність використання потенціала продуктивності сучасних високоврожайних сортів. Перші зусилля технологічного процесу вирощування спрямовані на отримання високої польової схожості насіння. Проростання насіння в польових умовах належить до статусу критичного процесу, який залежить від достатньо багатьох факторів, яким слід надавати особливо важливого значення. Ячмінь за біологічними особливостями початкового росту та розвитку виділяється тим, що спочатку з'являється зародкова коренева система. Проросток проростає захищено під плівкою деякий період. Лише після початкового функціонування зародкової кореневої системи, яка вже засвоює з ґрунтового розчину елементи мінерального живлення розпочинається ріст проростка під поверхню ґрунту. За умови різноманітного процесу переходу зародкової кореневої системи насіння на двохджерельне живлення забезпечується диференціація розвитку посівів з самого початку. Такий стартовий ріст як правило спричиняє до збільшення тривалості настання сходів. В науковій та навчальній літературі часто звертають увагу на вимогу отримати дружні сходи, проте як забезпечити такі вимоги не повідомляється. В літературних джерелах відсутня інформація про те, за який період тривалості настання сходів, зокрема зернових культур маємо підстави заявити про дружні сходи. Немає нині обґрунтованих підстав, щоб при настанні 75% сходів вважати дату настання сходів. Якщо після 75% отриманих сходів рослин ще продовжується процес з'явлення сходів, такий результат є реальною підставою вважати, що диференційований розвиток посівів в наступному буде гарантований. Перелік науково-технологічних інтересів до зернової культури ячменю ярого обширний. Останнім часом, досить широкої популярності набули зусилля спрямовані на дослідження застосування листового підживлення рослин ячменю та багатьох інших сільськогосподарських культур, різних за спрямуванням використання отриманої продукції в процесі вирощування. В узагальненому значенні виробництво зерна зернових культур, в тому числі ячменю відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої



© Гораш В.О., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

безпеки. Позакореневе підживлення рослин належить до інноваційних рішень у забезпеченні надійності та стабільності технологій аграрного сектора економіки. Цей технологічний захід став затребуваним в технології вирощування пшениці [13, 14]. З урахуванням обставин необхідності підвищення урожайності сільськогосподарських культур в наукових публікаціях наголошується на ефективності позакореневого підживлення мікродобривами рослин кукурудзи, сояшника, сої [15, 16, 17, 18]. Мікродобрива містять комплекс мікроелементів, які часто є ключовим компонентом простетичних груп ферментів посилюючи завдяки цьому обмін речовин. Мідь працює як індивідуальна простетична група в цитохромоксидазі або поліфенолоксидазі, де вона безпосередньо переносить електрони. Цинк міцно вшитий в активний центр карбоангідрази для активації субстрату. Залізо є обов'язковим компонентом, як кофактор для ферментів, які синтезують хлорофіл.

Фоліарне (позакореневе) підживлення ячменю ярого сьогодні вважається не просто додатковим заходом, а критичним елементом інтенсивної технології вирощування. Його основне значення полягає у швидкому коригуванні живлення, коли коренева система не справляється через стреси.

Мета досліджень – встановити залежність польової схожості насіння та збереження рослин ячменю ярого від застосування мінеральних добрив та листового підживлення рослин під час вегетації мікродобривом.

Матеріал та методика досліджень. Об'єкт дослідження – процес формування агрофітоценозу ярого ячменю сорту Себастьян залежно від впливу факторів задіяних в експерименті. Норма висіву насіння 300 шт./м², спосіб сівби звичайний рядковий за ширини міжрядь 15 см. Варіанти мінерального удобрення: N₀P₀K₀, (контроль), N₁₅P₁₅K₁₅, N₃₀P₃₀K₃₀, N₄₅P₄₅K₄₅, N₆₀P₆₀K₆₀. Для дослідження впливу листового підживлення на збереженість рослин ячменю ярого використано фоліарне висококонцентроване добриво у формі гелю GelyFLOW 9-44-20, яке містить специфічне співвідношення макроелементів з акцентом на фосфор, калій та комплекс мікроелементів B, Cu, Mn, Zn, Fe збалансованої концентрації. Варіанти застосування добрива GelyFLOW: перше – напочатку фази кушніння рослин за настання трьох-чотирьох розвинутих листків, друге – через 15 днів. Норма використання добрива 1,5 л/га, у відповідності робочого розчину 200 л/га. Для встановлення польової схожості насіння та збереженості рослин облік проводили на виділених пробних ділянках. Польову схожість встановлювали після настання сходів, збереженість

рослин при повній стиглості перед збиранням урожаю. В організації польових досліджень дотримані вимоги наукової агрономії [19, 20].

Результати досліджень. В результаті проведених досліджень встановлено вплив застосованих мінеральних добрив на польову схожість насіння ячменю ярого (табл. 1). У 2024 р. на варіанті без застосування мінеральних добрив польова схожість насіння становила 89,0 ± 0,82, на варіанті норми добрив N₁₅P₁₅K₁₅ – 91,1 ± 0,51, різниця між показниками 2,1% перевищує найменшу істотну різницю ($t_{\phi} = 2,17 > t_{0,05} = 2,10$), що доказує про вплив мінеральних добрив на схожість насіння в польових умовах. Показник на варіанті норми добрив N₃₀P₃₀K₃₀ становив 91,5 ± 0,78, що істотно більше на 2,5% порівняно до контролю ($t_{\phi} = 2,21 > t_{0,05} = 2,10$). За норми добрив N₄₅P₄₅K₄₅ польова схожість насіння 91,4 ± 0,73 також була істотно більшою порівняно до контрольного варіанта. Різниця 2,4% за встановленого критерію Стюдента істотна ($t_{\phi} = 2,19 > t_{0,05} = 2,10$). За умови внесення мінеральних добрив у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ показник польової схожості становив 91,2 ± 0,63. Різниця порівняно контролю становила 2,2% і була істотна ($t_{\phi} = 2,13 > t_{0,05} = 2,10$). Статистично значущих розходжень даних польової схожості насіння між варіантами норм добрив не встановлено.

У 2025 р. на варіанті без внесення добрив польова схожість насіння становила 91,0%. За умови внесення мінеральних добрив у нормі N₁₅P₁₅K₁₅ отримано показник 93,6 ± 0,60, різниця порівняно контролю 2,6% була істотною ($t_{\phi} = 2,66 > t_{0,05} = 2,10$). Внесення норми мінеральних добрив N₃₀P₃₀K₃₀ сприяло покращенню польової схожості насіння на 2,9%, різниця статистично значуща при $t_{\phi} = 2,48 > t_{0,05} = 2,10$. При внесенні норми добрив N₄₅P₄₅K₄₅ отримано значення показника 93,2 ± 0,69, що більше порівняно даних контрольного варіанта на 2,2%, встановлене $t_{\phi} = 2,13 > t_{0,05} = 2,10$. Внесення добрив у нормі N₆₀P₆₀K₆₀ також забезпечило кращу польову схожість насіння. Відповідно показник становив 93,5 ± 0,90, що істотно більше контролю на 2,5% ($t_{\phi} = 2,11 > t_{0,05} = 2,10$). Достовірної різниці у порівнянні між даними отриманими на варіантах добрив N₁₅P₁₅K₁₅, N₃₀P₃₀K₃₀, N₄₅P₄₅K₄₅ та N₆₀P₆₀K₆₀ не встановлено. Застосування мінеральних добрив також, як і в 2024 р. забезпечило істотне збільшення параметрів показника польової схожості насіння в межах 2,2–2,9% порівняно до даних контрольного варіанта N₀P₀K₀.

У 2026 р. закономірність впливу мінеральних добрив на польову схожість насіння ячменю ярого є аналогічною до встановленої в 2024, 2025 рр. На контрольному

Таблиця 1

Польова схожість насіння ячменю ярого залежно від впливу застосованих мінеральних добрив, %

Норми добрив, кг/га д. р.	Рік			Середнє по добривах
	2024	2025	2026	
N ₀ P ₀ K ₀	89,0±0,82	91,0±0,77	90,0±0,66	90,0
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	91,1±0,51	93,6±0,60	92,5±0,82	92,4
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	91,5±0,78	93,9±0,88	92,4±0,89	92,6
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	91,4±0,73	93,2±0,69	92,2±0,75	92,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	91,2±0,63	93,5±0,90	92,6±0,58	92,4
Середнє по роках	90,8	93,0	91,9	91,9

варіанті показник становив $90,0 \pm 0,66$, а внесення добрив у нормі $N_{15}P_{15}K_{15}$ забезпечило кращу польову схожість насіння $92,5 \pm 0,82$, різниця 2,5% істотна при $t_{\phi} = 2,38 > t_{0,05} = 2,10$. Отримана польова схожість насіння ячменю ярого на варіанті удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$ – $92,4 \pm 0,89$ характеризується достовірним значенням покращення параметрів показника порівняно до контрольного варіанта на 2,4%. Встановлене статистичне значення $t_{\phi} = 2,17 > t_{0,05} = 2,10$. Показник на варіанті без внесення мінеральних добрив $90,0 \pm 0,66$ був істотно меншим на 2,2% порівняно до показника $92,2 \pm 0,75$ отриманого при вирощуванні ячменю на варіанті досліді норми добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$. Встановлений критерій Стьюдента фактичний 2,20 при теоретичному значенні $t_{0,05} = 2,10$. За порівняння даних контрольного варіанта $N_0P_0K_0$ – $90,0 \pm 0,66$ та варіанта удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ – $92,6 \pm 0,58$ різниця достовірна – 2,6% при $t_{\phi} = 2,96 > t_{0,05} = 2,10$. За статистичними розрахунками суттєвих розходжень в порівнянні між даними польової схожості насіння ячменю ярого отриманих за різних норм внесення мінеральних добрив не встановлено.

Отже, доведено істотний вплив застосування мінеральних добрив при вирощуванні ячменю ярого на сірих опідзолених ґрунтах на покращення польової схожості насіння. В результаті в середньому за три роки при внесенні норм добрив $N_{15}P_{15}K_{15}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ отримано відповідно показники 92,4; 92,6; 92,3; 92,4%, на варіанті без застосування – 90,0%. Польова схожість насіння ячменю ярого не залежала від норм мінеральних добрив включених в експериментальне дослідження.

Актуальність питання збереження рослин в технологіях вирощування сільськогосподарських культур від кількості тих, які забезпечили сходи належить до категорії не менш важливих завдань в процесі формування високопродуктивного агрофітоценозу (табл. 2).

Встановлено істотний вплив мінеральних добрив на збереженість рослин ячменю ярого на основі достовірних різниць за результатами порівняння середніх арифметичних з параметрами показників отриманих на варіанті контроль – $N_0P_0K_0$. На основі аналізу даних у 2024 р. при порівнянні значень $94,6 \pm 1,05$ на варіанті $N_{15}P_{15}K_{15}$ та $91,3 \pm 0,84$ на варіанті $N_0P_0K_0$, різниця середніх арифметичних 3,3% достовірна при $t_{\phi} = 2,45 > t_{0,05} = 2,10$. Внесення добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ показало також істотно більше збереження рослин порівняно з контролем на 3,7% ($t_{\phi} = 2,39 > t_{0,05} = 2,10$). На варіанті добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ отримано показник збереження рослин $95,5 \pm 0,76$, порівняно до контролю значення

було істотно більшим на 4,2%, встановлене $t_{\phi} = 3,71 > t_{0,05} = 2,10$. На варіанті удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ збереження рослин ячменю ярого становило $94,8 \pm 1,25$. Порівняно до даних контрольного варіанта $91,3 \pm 0,84$ різниця достовірна і становила 3,5% ($t_{\phi} = 2,32 > t_{0,05} = 2,10$).

У 2025 р. встановлено збереженість рослин від кількості, які забезпечили сходи на варіанті без добрив на рівні $90,0 \pm 0,96$. На варіанті удобрення $N_{15}P_{15}K_{15}$ значення показника було більшим – $95,5 \pm 0,90$. Різниця в результаті впливу добрива на збереженість рослин 5,5% є достовірною ($t_{\phi} = 4,18 > t_{0,05} = 2,10$). При внесенні норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ показник становив $96,0 \pm 1,00$, що істотно більше за параметр контролю на 6,0% відповідно $t_{\phi} = 4,33 > t_{0,05} = 2,10$. На варіанті удобрення $N_{45}P_{45}K_{45}$ збереженість характеризується значенням $95,8 \pm 1,22$, різниця порівняно даних збереження рослин на варіанті без застосування мінеральних добрив становить 5,8% і є істотною $t_{\phi} = 3,74 > t_{0,05} = 2,10$. За норми добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ також збереження рослин ячменю ярого було високим за отриманого показника $95,1 \pm 1,38$, що істотно більше порівняно до отриманих результатів контрольного варіанта $N_0P_0K_0$ на 5,1% ($t_{\phi} = 3,03 > t_{0,05} = 2,10$).

У 2026 р. закономірність збереження рослин в процесі вирощування ячменю ярого на сірих опідзолених ґрунтах залежно від впливу на цей процес застосування мінеральних добрив аналогічна до встановленої у 2024 та 2025 рр. На варіанті без застосування добрив збереженість становила 92,3%. За умови внесення добрив у нормі $N_{15}P_{15}K_{15}$ отримано параметр $96,3 \pm 0,87$. Різниця даних 4,0% істотна за розрахунками $t_{\phi} = 3,40 > t_{0,05} = 2,10$. На варіанті добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ отримано показник збереження рослин $96,1 \pm 0,98$, який порівняно до даних контролю був істотно більшим на 3,8% ($t_{\phi} = 3,02 > t_{0,05} = 2,10$). При внесенні норми добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ показник аналогічний до попередніх – $96,4 \pm 1,10$. Порівняно до даних варіанта без добрив $92,3 \pm 0,79$ різниця істотна – 4,1% ($t_{\phi} = 3,03 > t_{0,05} = 2,10$). Варіант удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ також забезпечив збереженість рослин на рівні $95,8 \pm 1,19$, що істотно більше порівняно до даних варіанта без застосування мінеральних добрив на 3,5% ($t_{\phi} = 2,45 > t_{0,05} = 2,10$).

Отже, внесення мінеральних добрив відповідно норм $N_{15}P_{15}K_{15}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ в процесі вирощування ячменю ярого сприяє покращенню процесу збереження рослин. В середньому за три роки отримано показники, які становлять 95,5; 95,7; 95,9; 95,2%. На варіанті без застосування добрив збереженість була значно меншою – 91,2%.

Таблиця 2

Збереженість рослин ячменю ярого залежно від впливу застосованих мінеральних добрив, %

Норми добрив, кг/га д. р.	Рік			Середнє по добривах
	2024	2025	2026	
$N_0P_0K_0$	$91,3 \pm 0,84$	$90,0 \pm 0,96$	$92,3 \pm 0,79$	91,2
$N_{15}P_{15}K_{15}$	$94,6 \pm 1,05$	$95,5 \pm 0,90$	$96,3 \pm 0,87$	95,5
$N_{30}P_{30}K_{30}$	$95,0 \pm 1,30$	$96,0 \pm 1,00$	$96,1 \pm 0,98$	95,7
$N_{45}P_{45}K_{45}$	$95,5 \pm 0,76$	$95,8 \pm 1,22$	$96,4 \pm 1,10$	95,9
$N_{60}P_{60}K_{60}$	$94,8 \pm 1,25$	$95,1 \pm 1,38$	$95,8 \pm 1,19$	95,2
Середнє по роках	94,2	94,5	95,4	94,7

Таблиця 3

Вплив листового підживлення мікродобривом на збереження рослин ячменю ярого, %

Норми добрив, кг/га д. р.	Рік			Середнє по добривах
	2024	2025	2026	
$N_{15}P_{15}K_{15}$	97,6±0,81	98,2±0,77	99,0±0,65	98,3
$N_{30}P_{30}K_{30}$	98,4±0,72	98,6±0,71	98,9±0,85	98,6
$N_{45}P_{45}K_{45}$	97,9±0,78	98,8±0,69	99,3±0,81	98,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	98,6±0,74	98,7±0,94	98,8±0,70	98,7
Середнє по роках	98,1	98,6	99,0	98,6

Застосування листового підживлення мікродобривом GelyFLOW ячменю ярого сприяло посиленню процесу збереження рослин під час формування посівів. Отримані позитивні результати при дворазовому листовому підживленні рослин. Порівняно до результатів отриманих при внесенні мінеральних добрив, агроприйом листового підживлення додатково сприяв покращенню збереження рослин в межах 2,4–3,8% (табл. 3).

У 2024 р. на варіанті $N_{15}P_{15}K_{15}$ при застосуванні листового підживлення збереженість рослин ячменю становила $97,6 \pm 0,81$, різниця порівняно до показника $94,6 \pm 1,05$ (табл. 2) становить 3,0% і є достовірною ($t_{\phi} = 2,26 > t_{0,05} = 2,10$). При застосуванні мікродобрива на варіанті $N_{30}P_{30}K_{30}$ отримано показник $98,4 \pm 0,72$, порівняно до показника $95,0 \pm 1,30$ різниця істотна 3,4%, де $t_{\phi} = 2,29 > t_{0,05} = 2,10$. При удобренні $N_{45}P_{45}K_{45}$ застосування мікродобрива сприяло збільшенню збереженості рослин додатково на 2,4%, де показник становив $97,9 \pm 0,78$ порівняно до показника $95,5 \pm 0,76$, різниця істотна при $t_{\phi} = 2,20 > t_{0,05} = 2,10$. На варіанті удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ при застосуванні мікродобрива GelyFLOW отримано значення показника $98,6 \pm 0,74$, що забезпечило збільшення збереженості рослин на 3,8% порівняно до показника $94,8 \pm 1,25$ на цьому ж удобренні без листового підживлення рослин. Різниця 3,8% істотна ($t_{\phi} = 2,62 > t_{0,05} = 2,10$).

Результати листового підживлення рослин ячменю ярого у 2025 р. за закономірністю впливу на посилення збереження рослин залишаються такими, які були встановлені у 2024 р. Так, значення показника покращилося на 2,7% на варіанті удобрення $N_{15}P_{15}K_{15}$ за порівняння даних $98,2 \pm 0,77$ та $95,5 \pm 0,90$, де встановлене $t_{\phi} = 2,28 > t_{0,05} = 2,10$. На варіанті удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$ збереженість рослин покращилася на 2,6% за порівняння отриманих даних $98,6 \pm 0,71$ та $96,0 \pm 1,00$ ($t_{\phi} = 2,12 > t_{0,05} = 2,10$). Покращення збереження рослин також встановлено на варіанті досліду $N_{45}P_{45}K_{45}$, де застосовано листове мікродобриво. За порівняння даних $98,8 \pm 0,69$ та $95,8 \pm 1,22$ отримано істотну різницю 3,0% при встановленому критерії достовірності $t_{\phi} = 2,14 > t_{0,05} = 2,10$. Аналогічно на варіанті удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ встановлено покращення збереження рослин при обробці рослин мікродобривом під час процесу кушіння. За порівняння показників $98,7 \pm 0,94$ та $95,1 \pm 1,38$, різниця 3,6% достовірна ($t_{\phi} = 2,16 > t_{0,05} = 2,10$).

Статистичний аналіз даних отриманих у 2026 р. також стверджує закономірність позитивного впливу листового підживлення рослин на покращення збереження рослин. На варіанті комбінованого застосування

мінерального удобрення $N_{15}P_{15}K_{15}$ та мікродобрива GelyFLOW показник становив $99,0 \pm 0,65$, а на варіанті без застосування мікродобрива значення параметра було меншим – $96,3 \pm 0,87$, різниця 2,7% достовірна ($t_{\phi} = 2,49 > t_{0,05} = 2,10$). На варіанті мінерального удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$ із застосуванням мікродобрива GelyFLOW показник становив $98,9 \pm 0,85$, а на варіанті без використання мікродобрива – $96,1 \pm 0,98$, різниця 2,8% істотна ($t_{\phi} = 2,16 > t_{0,05} = 2,10$). Аналогічна закономірність впливу листового підживлення рослин ячменю і на варіанті удобрення $N_{45}P_{45}K_{45}$. Отримані відповідно показники на варіанті внесення мінеральних добрив і дворазового листового підживлення мікродобривом, а також на варіанті без мікродобрива: $99,3 \pm 0,81$ та $96,4 \pm 1,10$, де різниця 2,9% достовірна при $t_{\phi} = 2,12 > t_{0,05} = 2,10$. На варіанті $N_{60}P_{60}K_{60}$ також додаткове підживлення мікродобривом під час кушіння забезпечило підвищення процесу збереження рослин ячменю. Отримані значення для варіанта $N_{60}P_{60}K_{60}$ та GelyFLOW – $98,8 \pm 0,70$ і для варіанта $N_{60}P_{60}K_{60}$ без листового підживлення рослин мікродобривом – $95,8 \pm 1,19$ різняться достовірним значенням на рівні 3,0%, де встановлено $t_{\phi} = 2,17 > t_{0,05} = 2,10$.

Отже, дворазове застосування фоліарного підживлення мікродобривом GelyFLOW ячменю ярого під час процесу кушіння рослин забезпечило збільшення їх збереженості на варіантах удобрення $N_{15}P_{15}K_{15}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ в середньому в межах 2,4–3,8% за отриманих показників на рівні 98,3–98,7%.

Висновки. Доведено вплив мінеральних добрив при вирощуванні ячменю ярого на сірих опідзолених ґрунтах на покращення польової схожості насіння. В середньому по досліді за три роки досліджень при внесенні мінеральних добрив у нормах $N_{15}P_{15}K_{15}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ отримано показник 92,4%, на варіанті без застосування мінеральних добрив параметр показника був меншим на 2,4% і становив 90,0%. Залежність польової схожості насіння від норм мінеральних добрив задіяних в експерименті не встановлено.

Доведено вплив на процес збереження рослин ячменю ярого застосованих мінеральних добрив. В середньому по досліді при внесенні норм добрив $N_{15}P_{15}K_{15}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ отримано показник збереження – 95,6%. На варіанті без застосування мінеральних добрив значення показника становило 91,2%, що менше на 4,4%. Впливу норм мінеральних добрив на збереженість рослин не встановлено.

Дворазове застосування фоліарного мікродобрива GelyFLOW під час процесу кушіння рослин ячменю

за норми використання 1,5 л/га забезпечило збільшення збереження рослин на 3,0%. В середньому по досліді при вирощуванні на варіантах мінерального удобрення отримано показник 98,6%. Залежності впливу листового підживлення ячменю мікродобривом на процес збереження рослин від норм мінеральних добрив не встановлено.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Климишена Р.І. Польова схожість та виживання рослин озимого пивоварного ячменю залежно від внесених мінеральних добрив та норм висіву насіння. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. Вип. 14. С. 71–73.
- Свинар М.М. Залежність польової схожості та загального виживання рослин пшениці озимої залежно від впливу добрив та норм висіву насіння. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 138. С. 154–158. DOI: 10.32782/2226-0099.2024.138.19.
- Михайлюк Д.В., Хахула В.С., Правдива Л.А., Кирута Ю.Л. Польова схожість насіння пшениці озимої залежно від особливостей, норм висіву та біопрепаратів. *Аграрні інновації*. 2025. № 31. С. 94–98. DOI: 10.32848/agrar.innov.2025.31.16.
- Гораш О.С., Куфель А.В. Польова схожість та збереженість рослин пивоварного ячменю ярого залежно від строків сівби та норм висіву насіння. *Агробіологія*. 2016. № 2. С. 23–26.
- Патика Н.І., Приб Н.А. Світовий ринок рослинницьких продуктів та позиції України на ньому. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2019. Вип. 1 (69). С. 107–114. DOI: 10.32782/2520-2200/2019-1-16.
- Лінчевський А.А., Легкун І.Б. Нове ставлення до культури ячменю і селекція в умовах зміни клімату. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 9 (810). С. 34–42. DOI: 10.31073/agroviznyk202009-05.
- Кирильчук А.М., Щербиніна Н.П., Чухлеб С.Л. Ячмінь – стан та шляхи збільшення виробництва зерна. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 131. С. 90–103. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.131.11.
- Гораш О.С. Управління продукційним процесом пивоварного ячменю: ПП «Медобори-2006», 2017. 368 с.
- Кривенко А.І. Вплив строків сівби на польову схожість та тривалість проходження фенофаз розвитку рослин озимих зернових культур. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 110, ч. 1. С. 103–112. DOI: 10.32851/2226-0099.
- Аверчев О.В., Нікітенко М.П. Вплив передпосівної обробки насіння біопрепаратами на продуктивність ячменю ярого. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 135. С. 3–11. DOI: 10.32782/2226-0099.2024.135.1.1.
- Hagos, B., Abrha, B., Abraha, A., Girmay, G. Effect of Fe and Zn and Their Timing of Foliar Application on Barley (*Hordeum vulgare* L.) Yield, Yield Components and Grain Quality in South Eastern Tigray, Ethiopia. *Research Square*. 2025. Version 1. P. 1–24. DOI: 10.21203/rs.3.rs-7833472/v1.
- Janmohammadi M., Amanzade T., Sabaghnia N., Dashti S. Impact of foliar application of nanomicro nutrient fertilizers and titanium dioxide nanoparticles on the growth and yield components of barley under supplemental irrigation. *Acta Agriculturae Slovenica*. 2016. Vol. 107, No. 2. P. 265–276. DOI: 10.14720/aas.2016.107.2.01.
- Кліпакова Ю.О., Білоусова З.В., Кенєва В.А., Коротка І.О. Вплив системи живлення на урожайність та якість зерна пшениці озимої. *Аграрні інновації*. 2021. № 8. С. 41–46. DOI: 10.32848/agrar.innov.2021.8.6.
- Malimbayeva A., Amangaliyev B., Zhusupbekov E., Oshakbayeva Z., Soltanayeva A., Sagimbayeva A., Rustemova K., Batyrbek M. Foliar fertilization enhances oil flax yield and quality in semi-arid rainfed zones. *International Journal of Agriculture and Biosciences*. 2025. Vol. 14, No. 6. P. 1261–1270. DOI: 10.47278/journal.ijab/2025.141.
- Jarecki, W., Borza, I., Rosan, C.A., Domuța, C.G., & Vicas, S.I. The Effect of Foliar Micronutrient Fertilization on Yield and Nutritional Quality of Maize Grain. *Agronomy*. 2025. Vol. 15, no 8. P. 1859. DOI: 10.3390/agronomy15081859
- Krizsán P., Tóth Á.T., Bencze G. The effect of foliar fertilization on increasing yield and oil content in sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivation. *Research Journal of Agricultural Science*. 2023. Vol. 55, no. 1. P. 159–168.
- Mandić, V., Simić, A., Krnjaja, V., Bijelić, Z., Tomić, Z., Stanojković, A., Ruzić Muslić, D. Effect of Foliar Fertilization on Soybean Grain Yield. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2015. Vol. 31, Issue 1. P. 133–143. DOI: 10.2298/BAH1501133M
- Дідур І.М. Вплив обробки насіння та позакоренових підживлень на формування продуктивності рослин сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія*. 2023. Вип. 1 (51). С. 37–43. DOI: 10.32782/agrobio.2023.1.5.
- Дідора В.Г., Смаглій О.Ф., Ермантраут Е.Р. Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
- Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / за ред. В.О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД "Едельвейс і К"», 2014. 332 с.

REFERENCES:

- Klymyshena, R.I. (2012). Polova skhozhist ta vyzhyvania roslin ozymoho pyvovarnoho yachmeniu zalezno vid vnesenykh mineralnykh dobyrv ta norm vysivu nasinnia [Field germination and survival of winter malting barley plants depending on applied mineral fertilizers and seeding rates]. *Zbirnyk naukovykh prats Instytutu Bioenerhetychnykh Kultur i Tsukrovykh Buriakiv*, 14, 71–73. [in Ukrainian].
- Svynar, M.M. (2024). Zalezhnist polovoї skhozhosti ta zahalnoho vyzhyvannia roslin pshenytsi ozymoї zalezno vid vplyvu dobyrv ta norm vysivu nasinnia [Dependence of field germination and overall survival of winter wheat plants depending on the influence of mineral fertilizer and seeding rates]. *Tavriiskyi Naukovyi Visnyk*, 138, 154–158. DOI: 10.32782/2226-0099.2024.138.19 [in Ukrainian].
- Mykhailiuk, D.V., Khakhula, V.S., Pravdyva, L.A., & Kyryuta, Yu.L. (2025). Polova skhozhist nasinnia pshe-nytsi ozymoї zalezno vid osoblyvosti, norm vysivu ta biopreparativ [Field germination of winter wheat seeds

- depending on varietal characteristics, seeding rates, and biological preparations]. *Ahrarni Innovatsii*, 31, 94–98. <https://doi.org/10.32848/ahrar.innov.2025.31.16> [in Ukrainian].
4. Horash, O.S., & Kufel, A.V. (2016). Polova skhozhist ta zberezhenist roslyn pyvovarnoho yachmeniu yarocho zalezho vid strokiv sivby ta norm vysivu nasinnia [Field germination and preservation of spring malting barley plants depending on sowing dates and seeding rates]. *Ahrobiolohiia*, 2, 23–26. [in Ukrainian].
 5. Patyka, N.I., & Prib, K.A. (2019). Svitovyi rynok roslynnytskykh produktiv ta pozytsii Ukrainy na nomu [The global market of crop products and Ukraine's position in it]. *Problemy Systemnoho Pidkhodu v Ekonomitsi*, 1(69), 107–114. DOI: 10.32782/2520-2200/2019-1-16. [in Ukrainian].
 6. Linchevskiy, A.A., & Lehkun, I.B. (2020). Nove stavlennia do kultury yachmeniu i selektsiia v umovakh zminy klimatu [A new approach to barley cultivation and breeding under climate change conditions]. *Visnyk Ahrarnoi Nauky*, 9(810), 34–42. DOI: 10.31073/agrovisnyk202009-05 [in Ukrainian].
 7. Kyrylchuk, A.M., Shcherbynina, N.P., & Chukhlieb, S.L. (2023). Yachmin – stan ta shliakhy zbilshennia vyrobnytstva zerna [Barley: current state and ways to increase grain production]. *Tavriiskiyi Naukovyi Visnyk*, 131, 90–103. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.131.11 [in Ukrainian].
 8. Horash, O.S. (2017). Upravlinnia produktsiynym protsesom pyvovarnoho yachmeniu: [Management of the production process of malting barley]. PP «Medobory-2006», 368. [in Ukrainian].
 9. Kryvenko, A.I. (2019). Vplyv strokiv sivby na polovu skhozhist ta tryvalist prokhozhenia fenofaz rozvytku roslyn ozymykh zernovykh kultur [Influence of sowing dates on field germination and duration of developmental growth stages in winter cereal crops]. *Tavriiskiyi Naukovyi Visnyk*, 110(1), 103–112. DOI: 10.32851/2226-0099. [in Ukrainian].
 10. Averchev, O.V., & Nikitenko, M.P. (2024). Vplyv peredposivnoi obrobky nasinnia biopreparatamy na produktyvnist yachmeniu yarocho [Influence of pre-sowing seed treatment with biological preparations on spring barley productivity]. *Tavriiskiyi Naukovyi Visnyk*, 135, 3–11. DOI: 10.32782/2226-0099.2024.135.1.1. [in Ukrainian].
 11. Hagos, B., Abrha, B., Abraha, A., Girmay, G. (2025). Effect of Fe and Zn and Their Timing of Foliar Application on Barley (*Hordeum vulgare* L.) Yield, Yield Components and Grain Quality in South Eastern Tigray, Ethiopia. *Research Square*, 1, 1–24. DOI: 10.21203/rs.3.rs-7833472/v1.
 12. Janmohammadi M., Amanzade T., Sabaghnia N., Dashti S. (2016). Impact of foliar application of nano micronutrient fertilizers and titanium dioxide nanoparticles on the growth and yield components of barley under supplemental irrigation. *Acta Agriculturae Slovenica*, 107(2), 265–276. DOI: 10.14720/aas.2016.107.2.01.
 13. Klipakova, Yu.O., Bilousova, Yu.A., Kenieva, Z.V., & Korotka, I.O. (2021). Vplyv systemy zhyvlennia na urozhaishn ta yakist zerna pshenytsi ozymoi [Influence of nutrition systems on yield and grain quality of winter wheat]. *Ahrarni Innovatsii*, 8, 41–46. DOI: 10.32848/ahrar.innov.2021.8.6. [in Ukrainian].
 14. Malimbayeva, A., Amangaliyev, B., Zhusupbekov, E., Oshakbayeva, Z., Soltanayeva, A., Sagimbayeva, A., Rustemova, K., & Batyrbek, M. (2025). Foliar fertilization enhances oil flax yield and quality in semi-arid rainfed zones. *International Journal of Agriculture and Biosciences*, 14(6). P. 1261–1270. DOI: 10.47278/journal.ijab/2025.141.
 15. Jarecki, W., Borza, I., Rosan, C.A., Domuța, C.G., & Vicas, S.I. (2025). The Effect of Foliar Micronutrient Fertilization on Yield and Nutritional Quality of Maize Grain. *Agronomy*, 15(8), 1859. DOI: 10.3390/agronomy15081859
 16. Krizsán P., Tóth Á.T., & Bencze G. (2023). The effect of foliar fertilization on increasing yield and oil content in sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivation. *Research Journal of Agricultural Science*, 55(1), 159–168.
 17. Mandić, V., Simić, A., Krnjaja, V., Bijelić, Z., Tomić, Z., Stanojković, A., & Ruzić Muslić, D. (2015). Effect of Foliar Fertilization on Soybean Grain Yield. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 31(1), 133–143. DOI: 10.2298/BAH1501133M
 18. Didur, I.M. (2023). Vplyv obrobky nasinnia ta pozakorenevnykh pidzhyvlen na formuvannia produktyvnosti roslyn soi v umovakh Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrainy [Influence of seed treatment and foliar fertilization on soybean productivity formation in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Sumskoho Natsionalnoho Ahrarnoho Universytetu: Seriya: Ahronomiia i biolohiia*, 1(51), 37–43. DOI: 10.32782/agrobio.2023.1.5. [in Ukrainian].
 19. Didora, V.H., Smahlii, O.F., & Ermantraut, E.R. (2013). Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii: navchalnyi posibnyk [Methodology of scientific research in agronomy: educational manual]. Kyiv: Tsentrl Uchbovoi Literatury, 264. [in Ukrainian].
 20. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Kostohryz, P.V., & Opryshko, V.P. (2014). Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: pidruchnyk [Fundamentals of scientific research in agronomy: textbook]. za red. V.O. Yeshchenka. Vinnytsia: PP «TD "Edelveis i K"», 332. [in Ukrainian].
- Гораш В.О. Залежність процесу формування посівів ячменю ярого від впливу комбінованого застосування мінеральних добрив та листового підживлення рослин мікродобривом**
- Мета досліджень** – встановити залежність польової схожості насіння та збереження рослин ячменю ярого від застосування мінеральних добрив та листового підживлення рослин під час вегетації мікродобривом. **Методи.** Дослідження організовані за період 2024–2026 рр. в Закладі вищої освіти «Подільський державний університет». Зона досліджень південно-західний Лісостеп України, тип ґрунтів – темно-сірі опідзолені, які характеризуються низьким забезпеченням легкогідролізованим азотом, середньою забезпеченістю рухомими сполуками фосфору та дуже високою забезпеченістю рухомими сполуками калію. За агрохімічною характеристикою рН середовище ґрунту слабокисле. В процесі проведення досліджень задіяні такі методи: польовий, порівняльний, різницевий, узагальнюючий, статистичний. Варіанти норм мінеральних добрив: $N_0P_0K_0$, (контроль), $N_{15}P_{15}K_{15}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$. Для дослідження впливу листового підживлення на збереженість рослин ячменю ярого використано фоліарне висококонцентроване добриво у формі гелю GelyFLOW 9-44-20, яке містить специфічне співвідношення макроелементів

з акцентом на фосфор, калій та комплекс мікроелементів В, Сu, Мn, Zn, Fe збалансованої концентрації. Застосування добрива GelyFLOW: перше – на початку фази кушіння рослин за настання трьох розвинутих листків, друге – через 15 днів. Польову схожість встановлювали після настання сходів, збереженість рослин перед збиранням урожаю. **Результати.** Встановлено, що при вирощуванні ячменю ярого на сірих опідзолених ґрунтах на польову схожість насіння та збереженість рослин сприятливо, як технологічний фактор впливають внесенні мінеральні добрива. Також доведено, що застосування агроприйому листового підживлення рослин мікродобривом при вирощуванні ячменю на варіантах мінерального удобрення додатково відбувається посилення процесу збереження рослин. **Висновки.** Доведено вплив мінеральних добрив при вирощуванні ячменю ярого на сірих опідзолених ґрунтах на покращення польової схожості насіння. В середньому по досліді за три роки досліджень при внесенні мінеральних добрив у нормах $N_{15}P_{15}K_{15}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ отримано показник 92,4%, на варіанті без застосування мінеральних добрив параметр показника був меншим на 2,4% і становив 90,0%. Залежність польової схожості насіння від норм мінеральних добрив задіяних в експерименті не встановлено. Доведено вплив на процес збереження рослин ячменю ярого застосованих мінеральних добрив. В середньому по досліді при внесенні норм добрив $N_{15}P_{15}K_{15}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ отримано показник збереження – 95,6%. На варіанті без застосування мінеральних добрив значення показника становило 91,2%, що менше на 4,4%. Впливу норм мінеральних добрив на збереженість рослин не встановлено. Дворазове застосування фоліарного мікродобрива GelyFLOW під час процесу кушіння рослин ячменю за норми використання 1,5 л/га забезпечило збільшення збереження рослин на 3,0%. В середньому по досліді при вирощуванні на варіантах мінерального удобрення отримано показник 98,6% Залежності впливу листового підживлення ячменю мікродобривом на процес збереження рослин від норм мінеральних добрив не встановлено.

Ключові слова: ячмінь, мінеральні добрива, листове підживлення, мікродобриво, норми добрив, польова схожість насіння, збереження рослин.

Horash V.O. Dependence of spring barley crop formation on the combined application of mineral fertilizers and foliar micronutrient fertilization

The purpose of the study was to determine the dependence of seed field germination and plant survival of spring barley on the application of mineral fertilizers and foliar feeding with a micronutrient fertilizer during the growing season. **Methods.** The research was conducted during

2024–2026 at Podillia State University. The study area was located in the south-western Forest-Steppe zone of Ukraine. The soil type was dark-gray podzolized soil characterized by a low content of easily hydrolyzable nitrogen, a medium content of available phosphorus compounds, and a very high content of available potassium compounds. According to the agrochemical characteristics, the soil reaction was slightly acidic. The following research methods were employed: field, comparative, difference, generalization, and statistical methods. The mineral fertilizer treatments included: $N_0P_0K_0$ (control), $N_{15}P_{15}K_{15}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$. To investigate the effect of foliar feeding on spring barley plant survival, the highly concentrated foliar gel fertilizer GelyFLOW 9-44-20 was used. The product contains a specific ratio of macronutrients with an emphasis on phosphorus and potassium, as well as a balanced complex of micronutrients (B, Cu, Mn, Zn, and Fe). GelyFLOW was applied twice: the first application at the beginning of the tillering stage when plants had developed three leaves, and the second application 15 days later. Field germination was determined after seedling emergence, while plant survival was assessed before harvesting. **Results.** It was established that under the conditions of spring barley cultivation on gray podzolized soils, the application of mineral fertilizers positively affected seed field germination and plant survival during the growing season. It was also proven that foliar feeding with a micronutrient fertilizer on mineral-fertilized treatments further enhanced plant survival. **Conclusions.** The positive effect of mineral fertilizers on improving the field germination of spring barley seeds grown on gray podzolized soils was confirmed. On average, over three years of research, the application of mineral fertilizers at rates of $N_{15}P_{15}K_{15}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ resulted in a field germination rate of 92.4%. In the treatment without mineral fertilizers, the indicator was 2.4% lower and amounted to 90.0%. No dependence of field germination on the fertilizer rates used in the experiment was established. The influence of mineral fertilizers on the plant survival process of spring barley was also confirmed. On average, the application of $N_{15}P_{15}K_{15}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{45}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ provided a plant survival rate of 95.6%. In the treatment without mineral fertilizers, plant survival was 91.2%, which was 4.4% lower. No dependence of plant survival on fertilizer rates was identified. The double application of the foliar micronutrient fertilizer GelyFLOW during the tillering stage at a rate of 1.5 L/ha increased plant survival by 3.0%. On average, under mineral fertilizer treatments, plant survival reached 98.6%. No dependence of the effect of foliar micronutrient feeding on plant survival with respect to mineral fertilizer rates was established.

Key words: spring barley, mineral fertilizers, foliar feeding, micronutrient fertilizer, fertilizer rates, seed field germination, plant survival.

Дата першого надходження статті до видання: 20.07.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 21.08.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 23.09.2026