

УДК 633.16"321": 631.543: 631.82: 631.811.98: 631: 559
DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2026.38.5>

ВПЛИВ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ В КОМБІНАЦІЇ З ЛИСТКОВИМ ПІДЖИВЛЕННЯМ РОСЛИН ЯЧМЕНЮ ЯРОГО НА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНА

ГОРАШ В.О. – аспірант

orcid.org/0009-0004-0310-1672

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Постановка проблеми. В умовах сучасного ведення рослинництва Правобережного Лісостепу оптимізація систем живлення ячменю ярого є критично важливою через нестабільність гідротермічного режиму та лімітуючих чинників ґрунтового покриву. Значна частина ріллі регіону представлена темно-сірими опідзоленими ґрунтами зі слабкокислою реакцією середовища (pH = 5,1–5,5) та середнім рівнем гумусованості (2,5–2,8 %). За таких умов природні процеси мінералізації азоту уповільнені, а доступність фосфору обмежена, що стримує стартовий ріст культури ячменю. Традиційне застосування лише макродобрих часто є недостатньо ефективним без коригування мікроелементного складу та стимуляції фізіологічних процесів рослин у критичні фази розвитку. У зв'язку з цим виникає гостра потреба в комплексному дослідженні ефективності градаційних доз мінеральних добрив (у діапазоні NPK 15–60 кг д.р./га) в поєднанні з різною кратністю (дво- та триразовим) позакореневим застосуванням рідкого добрива GelyFLOW 9–44–20 для досягнення максимальної ефективності удобрення та розкриття біологічного потенціалу ячменю ярого.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ячмінь ярий серед всіх відомих за походженням давніх доісторичних сільськогосподарських культур належить до самих стародавніх хлібних злаків. Початок окультурення ячменю відноситься до періоду за 10 тисячоліть до нової ери [1]. Писемність з'явилася до нашої ери набагато пізніше, перший документ про ячмінь датований приблизно за 3300–3100 роками до нашої ери (The British Museum номер музею 140853). Опис: глиняна табличка, запис про ячмінь спостерігається чотири рази на цій табличці, де він представлений одним стеблом з колосками на верхівці, використовуються три різні типи числових символів. Матеріал глиня, довжина 8 см, ширина 5 см, напис у формі клинопису. Проте перший віднайдений документ, який торкався вирощування ячменю на 109 строчках клинописного тексту датується походженням за 1700 років до нової ери в Месопотамії, де він містив значну кількість агрономічних порад. Серед них були питання підготовки ґрунту, оранка, очистка та сортування насіння [2]. Скрізь тисячоліття до нашого сьогодення актуальність питань щодо технології вирощування ячменю не сходить з порядку денного аграріїв сільськогосподарського виробництва.

За актуальністю в сучасних технологіях вирощування зернових культур, зокрема ячменю ярого (*Hordeum*

vulgare L.), завдання оптимізації мінерального удобрення залишається важливим завданням у забезпеченні процесу реалізації біологічного потенціалу продуктивності рослин.

Застосування мінеральних добрив безперечно належить до найважливішого за ефективністю технологічного фактора за впливом на процес управління ростом та розвитком рослин. З акцентом на це удобрення мінеральними добривами надається увага в технологіях вирощування багатьох сільськогосподарських культур. Зокрема щодо культури соняшнику автори досліджень зазначають про важливість азоту у забезпеченні активності метаболізму, в результаті цього посилюються процеси росту та репродуктивного розвитку рослин. Науковці також надають достатню увагу фосфору та калію, де вони теоретично обґрунтовують значення цих макроелементів для життєдіяльності рослин [3].

В застосуванні мінеральних добрив особливо актуальним залишається питання в технології вирощування пшениці, як ярої, так і озимої. Важливою особливістю в цьому аспекті є вимога досягнення якості вирощеної продукції на, що автори досліджень особливо звертають увагу [4, 5].

Відомі публікації про результати досліджень з використанням мінеральних добрив як факторів впливу на процес вирощування пшениці озимої в умовах Лівобережного Лісостепу та Степу України [6, 7, 8].

Літературні джерела не обходять питання застосування мінеральних добрив при вирощуванні пшениці озимої з акцентом на комбінацію з позакореневим підживленням рослин [9].

Затребуваними стали нині питання вирощування зернових культур з використанням різних видів мінеральних добрив в комбінації удобрення з регуляторами росту, застосування листового підживлення мікродобривами, сеникації. Особливої уваги заслуговують дослідження з погляду наших експериментів про вирощування ячменю ярого в умовах Північного Степу України, де автори поєднували оптимізацію мінерального живлення з мікроелементними компонентами за для забезпечення стабільності процесу формування врожаю зерна з акцентом пивоварного напрямку використання [10, 11, 12].

Завдяки таким можливостям особливо за різної комбінації застосування макро- та мікроелементів мінерального живлення, існує реальна можливість формування високого рівня урожайності зерна разом з досягненням



високих показників якості вирощеної продукції. Нині особливо актуальним та затребуваним є питання науково-технологічного обґрунтування вирощування ячменю на сірих опідзолених ґрунтах. Сірі опідзолені ґрунти південно-західного Лісостепу характеризуються сприятливими фізико-хімічними властивостями, проте часто через дефіцит рухомих форм поживних речовин особливо азоту та фосфору на самих важливих початкових етапах росту та розвитку рослин, зокрема, під час II та III етапів органогенезу через нестабільні гідротермічні умови за раннього весняного періоду відбувається депресивний вплив з пролонгованою дією на реалізацію потенціала продуктивності ячменю. Питанню вирощування ячменю ярого на сірих опідзолених ґрунтах в науковій літературі достатньо надається уваги [13, 14, 15].

Важливого значення в технології вирощування зернових культур надається увага можливості отримувати на сірих опідзолених ґрунтах за їхньою специфікою родючості зерно ячменю ярого з добрими пивоварними якостями [16]. У пивоварному агровиробництві інтегроване живлення має критичне значення: надлишок прикореневого азоту підвищує вміст білка понад норму (більше ніж 11%), що знижує якість солоду. Саме тому швидка абсорбція мікроелементів (цинку, міді, марганцю) через листок допомагає збалансувати азотний обмін та підвищити екстрактивність зерна.

Щодо використання добрив в літературних джерелах наголошується на важливості збалансованого управління агротехнологічними практиками, зокрема оптимізації доз мінеральних та органічних добрив для збереження стійкості агросфери [17].

В сучасних викликах розвитку технологій вирощування зернових культур в т.ч. ячменю найбільше значення надається забезпеченню результативного застосування всіх факторів впливу з максимальним ефектом віддачі. Така вимога належить до найскладніших завдань, яка потребує задля її реалізації в процесі вирощування наукових обґрунтованих рішень на основі результатів постійно задіяних експериментальних досліджень.

Традиційне внесення макроелементів для забезпечення процесу вирощування ячменю ярого в дозах від $N_{15}P_{15}K_{15}$ до $N_{60}P_{60}K_{60}$ створює необхідний поживний фон, що сприяє формуванню вегетативної маси, посилює лінійний ріст та закладає основу продуктивного кушіння. Водночас наукові дослідження останніх років доводять, що одностороннє збільшення норм мінеральних добрив без збалансування з мікроелементним складом знижує окупність добрив вирощеним урожаєм, а під час вегетації може призводити до втрати вертикальної стійкості рослин та їх функціональної активності.

З огляду на це, актуальним напрямком досліджень є вивчення систем інтегрованого живлення, де базовий фон макродобрив поєднується з позакореновими (листяними) підживленнями концентрованими мікродобривами. Ефективність такого підходу зумовлена тим, що абсорбція біогенних елементів через листову поверхню відбувається значно швидше, ніж через кореневу систему, що дозволяє оперативно коригувати фізіологічний стан рослин у критичні фази органогенезу. Доведено, що метод листового підживлення стимулює фізіолого-біохімічні

процеси й активність фотосинтезу, коли поглинання елементів живлення з ґрунту обмежене. Автори такого технологічного прийому наголошують на високій ефективності забезпечення формування толерантних ознак рослин на всіх етапах органогенезу і звертають увагу на те, що листове підживлення є єдиним шляхом збереження динаміки ростових процесів за лімітуючих ґрунтових чинників. [18, 19, 20, 21].

Особливий науковий інтерес викликає застосування сучасних рідких добрив на основі інноваційних гелевих формуляцій, таких як GelyFLOW 9-44-20. Завдяки високому вмісту фосфору (44%) та калію (20%) збалансованих з азотом та мікроелементами, такі препарати стимулюють розвиток вторинної кореневої системи та підвищують стійкість рослин до біотичних і абіотичних стресів.

У науковій літературі дискусійним залишається питання оптимізації кратності позакоренових обробок. Низка дослідників наголошує на доцільності дворазового внесення мікродобрив у фазі кушіння (на початку формування 3-х листків та через 14–15 діб), оскільки саме в цей період формується майбутня структура колоса та кількість продуктивних стебел. Водночас інші автори обґрунтовують переваги триразового підживлення з включенням додаткової обробки перед початком фази цвітіння, що спрямоване на покращення процесів запилення, зменшення редукції квіток у колосі та збільшення маси 1000 насінин [22].

Слід зазначити, що комплексна оцінка впливу різних доз мінеральних добрив $N_{15}P_{15}K_{15}$; $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$ та кратності застосування гелевого мікродобрива GelyFLOW 9-44-2 в комбінації в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах південно-західного Лісостепу на процес вирощування ячменю ярого на сірих опідзолених ґрунтах є недостатньо вивченою і потребує детального експериментального обґрунтування, що й зумовило напрям нашого дослідження.

Мета дослідження – встановити вплив мінерального удобрення в комбінації з позакореновим підживленням рослин добривом «GelyFLOW» на урожайність зерна ячменю ярого в процесі вирощування на темно-сірому опідзоленому ґрунті.

Матеріал та методика досліджень. Дослідження проведені на темно-сірих опідзолених ґрунтах ПП «Мрія 2010» (Кам'янець–Подільський район Хмельницька область) упродовж 2024–2026 рр. За реакцією ґрунтового середовища $pH = 5,1–5,6$, сума ввібраних основ ($Ca + Mg$) підвищена на рівні 17,0 мг-екв/100 г ґрунту, вміст гумусу до 3,0 %, забезпеченість азотом низька – 126,0–129 мг/кг ґрунту, вміст рухомих сполук фосфору в межах 50–56 мг/кг ґрунту, вміст рухомих сполук калію дуже високий – від 245 до 300 мг/кг ґрунту. Об'єкт досліджень – сорт ячменю ярого Себастьян. Схема досліду включала варіанти мінерального удобрення: $N_0P_0K_0$; $N_{15}P_{15}K_{15}$; $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$ та варіанти дворазового та триразового листового підживлення рослин висококонцентрованим рідким комплексним NPK-добривом гелевої формуляції GelyFLOW 9-44-20 з набором мікроелементів B, Cu, Mn, Zn, Fe збалансованої концентрації розробленого для позакоренового підживлення рослин у періоди високої потреби в фосфорі під час формування кореневої

системи, цвітіння, закладки продуктивності генеративних органів. Застосування мікродобрива: дворазове – на початку фази кушіння рослин ячменю при настанні трьох-чотирьох розвинутих листків, друге – під час процесу кушіння через 15 днів після першого. Триразове – аналогічно, як за дворазового застосування, два рази, третє перед настанням фази цвітіння. Однократна норма використання добрива 1,5 л/га, робочий розчин 200 л/га. Розміщення варіантів систематизоване. Площа облікової ділянки 20 м², повторність чотириразова, розміщення ділянок систематизоване ярусне. Спосіб сівби звичайний рядковий, ширина міжрядь 15 см. Глибина загортання насіння 2–3 см. Фонове мінеральне удобрення поля закладки дослідів: 30 кг д. р. азоту та 30 кг д. р. фосфору. Облік урожаю проведено на основі виділених пробних ділянок. Математичні розрахунки проведено методом дисперсійного аналізу на основі застосування багаторангового критерію Дункана з використанням пакету «Statistica» за процедурою ANOVA [23].

Результати досліджень. Урожайність зерна ячменю ярого як показник належить до категорії господарських та економічних характеристик, а також є важливою у відношенні енергетичної оцінки технології вирощування. Сучасний розвиток технології вирощування зернових культур сприяє значному підвищенню продуктивності ячменю ярого в процесі вирощування на темно-сірих опідзолених ґрунтах.

Результати досліджень представлені у форматі таблиці 1, де представлено результати впливу мінеральних добрив при застосуванні триразового листового підживлення рослин ячменю ярого мікродобривом. Встановлено на основі отриманих експериментальних даних, що кожне збільшення норми мінеральних добрив на N₁₅P₁₅K₁₅ сприяло істотному підвищенню урожайності зерна ячменю. Максимальна урожайність сформована при застосуванні норми добрив N₆₀P₆₀K₆₀, але з найменшим впливом на урожайність при збільшенні норми добрив на N₁₅P₁₅K₁₅ відносно норми добрив N₄₅P₄₅K₄₅. Зокрема, у 2024 р. на варіанті удобрення N₆₀P₆₀K₆₀ урожайність зерна ячменю становила 5,880 т/га, у 2025 р. – 6,791 т/га, у 2026 р. максимальний показник становив 7,869 т/га. Статистичний аналіз даних на основі тесту Дункана дає підстави стверджувати проте, що за збільшення норми добрив відбувалося істотне підвищення урожайності зерна, проте найкращі результати ефективності досягнуті при збільшенні норми добрив до N₃₀P₃₀K₃₀ порівняно даних отриманих за норми добрив N₁₅P₁₅K₁₅, як у 2024 р., так і 2025 р.

Ефективність задіяних норм добрив за статистичними розрахунками показана у форматі табл. 1. Кожна норма добрив забезпечувала окрему статистичну групу. У 2024 р. при внесенні норми добрив N₁₅P₁₅K₁₅ порівняно варіанта N₀P₀K₀ урожайність зерна збільшилася на 0,558 т/га. За умови варіанта N₃₀P₃₀K₃₀ урожайність становила 5,279 т/га, що більше даних варіанта N₁₅P₁₅K₁₅ на 0,654 т/га. При вирощуванні ячменю на варіанті удобрення N₄₅P₄₅K₄₅ урожайність зерна ячменю порівняно даних варіанта N₃₀P₃₀K₃₀ зросла на 0,403 т/га. І на варіанті N₆₀P₆₀K₆₀ отримано урожайність зерна 5,880 т/га, де показник більший порівняно варіанта N₄₅P₄₅K₄₅ лише на 0,198 т/га.

У 2025 р. закономірність впливу задіяних норм мінеральних добрив на урожайність ячменю була аналогічною. За норми добрив N₁₅P₁₅K₁₅ показник порівняно варіанта без внесення добрив збільшився на 0,634 т/га. За норми добрив N₃₀P₃₀K₃₀ урожайність становила 5,902 т/га, що більше порівняно даних варіанта N₁₅P₁₅K₁₅ на 0,937 т/га. При внесенні норми добрив N₄₅P₄₅K₄₅ урожайність стала більшою порівняно варіанта N₃₀P₃₀K₃₀ – на 0,578 т/га, а при нормі добрив N₆₀P₆₀K₆₀ урожайність на рівні 6,791 т/га була більшою порівняно варіанта N₄₅P₄₅K₄₅ – на 0,311 т/га.

За даними досліджень 2026 р. на варіанті без внесення добрив встановлена урожайність зерна ячменю ярого на рівні 4,862 т/га. На варіанті добрив N₁₅P₁₅K₁₅ отримано урожайність зерна 6,090 т/га, що більше попереднього варіанта на 1,228 т/га. За наступної норми добрив N₃₀P₃₀K₃₀ вихід зерна з 1 га збільшився на 0,924 т/га при досягнутому рівні 7,014 т/га. За норми добрив N₄₅P₄₅K₄₅ отримано урожайність зерна ячменю ярого 7,525 т/га, що істотно більше порівняно норми добрив N₃₀P₃₀K₃₀ – на 0,511 т/га. І за норми добрив N₆₀P₆₀K₆₀ отримано урожайність зерна на рівні 7,869 т/га, при порівнянні до даних норми добрив N₄₅P₄₅K₄₅ істотне збільшення продуктивності посіву відбулося лише на 0,344 т/га.

Наступний аналіз даних спрямований на результати досліджень отримані при аналогічних нормах мінеральних добрив, але за дворазового листового підживлення мікродобривом GelyFLOW під час процесу кушіння рослин. Отримані результати представлені у форматі таблиці 2. Встановлено, що кожна норма добрив забезпечувала також істотне збільшення урожайності зерна ячменю ярого.

У 2024 р. на варіанті без застосування мінеральних добрив урожайність зерна ячменю становила 3,868 т/га. За умови внесення добрив норми N₁₅P₁₅K₁₅ урожайність становила 4,425 т/га. Істотна різниця за порівняння

Таблиця 1

Залежність урожайності зерна ячменю ярого від комбінованого впливу мінерального удобрення за триразового листового підживлення рослин, т/га (тест Дункана)

№	Норма добрив, кг/га д.р.	Рік			Середнє	Гомогенні групи				
		2024	2025	2026		1	2	3	4	5
1	N ₀ P ₀ K ₀	4,067	4,331	4,862	4,420	****				
2	N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	4,625	4,965	6,090	5,227		****			
3	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	5,279	5,902	7,014	6,065			****		
4	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	5,682	6,480	7,525	6,562				****	
5	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	5,880	6,791	7,869	6,847					****

Таблиця 2

Залежність урожайності зерна ячменю ярого від комбінованого впливу мінерального удобрення за дворазового листового підживлення рослин, т/га (тест Дункана)

№	Норма добрив, кг/га д.р.	Рік			Середнє	Гомогенні групи				
		2024	2025	2026		1	2	3	4	5
1	$N_0P_0K_0$	3,868	4,156	4,653	4,226	****				
2	$N_{15}P_{15}K_{15}$	4,425	4,740	5,811	4,992		****			
3	$N_{30}P_{30}K_{30}$	5,026	5,617	6,702	5,782			****		
4	$N_{45}P_{45}K_{45}$	5,382	6,162	7,210	6,251				****	
5	$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,515	6,441	7,515	6,490					****

становила 0,557 т/га. На варіанті удобрення $N_{30}P_{30}K_{30}$ отримано показник 5,026 т/га, що істотно більше попереднього варіанта на 0,601 т/га. При внесенні норми добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ урожайність зросла на 0,356 т/га порівняно даних отриманих при нормі добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$. І за норми добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ досягнуто рівень урожайності зерна 5,515 т/га, де показник був істотно більшим лише на 0,133 т/га порівняно до даних отриманих на варіанті норми добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$.

У 2025 р. аналогічна закономірність впливу норм мінеральних добрив на урожайність зерна ячменю ярого. За норми добрив $N_{15}P_{15}K_{15}$ досягнутий рівень урожайності становив 4,740 т/га, що більше варіанта без добрив на 0,584 т/га. За умови норми внесення добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ урожайність зерна ячменю ярого збільшилася на 0,877 т/га порівняно рівня урожайності за варіанта норми внесення $N_{15}P_{15}K_{15}$. Встановлений рівень урожайності зерна на варіанті добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ становив 6,162 т/га, що більше порівняно попереднього варіанта на 0,545 т/га. І збільшення норми добрив до $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечило істотне збільшення урожайності на 0,279 т/га порівняно даних отриманих при внесенні $N_{45}P_{45}K_{45}$.

У 2026 р. отримано найбільші показники урожайності зерна порівняно даних 2024 та 2025 років. На варіанті $N_0P_0K_0$ отримано урожайність 4,653 т/га. За умови внесення норми добрив $N_{15}P_{15}K_{15}$ урожайність зерна зросла до рівня 5,811 т/га, що більше порівняно варіанта $N_0P_0K_0$ на 1,158 т/га. Подальше збільшення норм внесення мінеральних добрив характеризується меншими приростами урожайності зерна. При нормі внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ урожайність підвищилася на 0,891 т/га порівняно даних варіанта $N_{15}P_{15}K_{15}$. Збільшення удобрення до норми добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечило підвищення рівня урожайності зерна на 0,508 т/га і збільшення внесення добрив до норми $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечило підвищення рівня урожайності лише на 0,305 т/га.

Аналіз даних урожайності зерна ячменю ярого представлених в табл. 1 та 2 в порівнянні свідчить про істотно кращі результати за всіх варіантів дослідів у процесі вирощування ячменю при триразовому застосуванні мікродобрива GelyFLOW порівняно даних дослідів, де за тих самих варіантів внесення мінеральних добрив проводилося дворазове застосування мікродобрива під час вегетації рослин. Встановлено, що триразове листове підживлення рослин мікродобривом на варіанті $N_0P_0K_0$ забезпечило у 2024 р. збільшення урожайності на 0,199 т/га, у 2025 р. різниця в урожайності становила

0,175 т/га, а у 2026 р. за аналогічного порівняння 0,209 т/га (табл. 3). За умови варіанта удобрення $N_{15}P_{15}K_{15}$ також при триразовому застосуванні мікродобрива GelyFLOW отримано істотно кращі результати. У 2024 р. різниця даних за порівняння становила 0,200 т/га, у 2025 р. – 0,225 т/га і у 2026 р. – 0,279 т/га.

За норми добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ у 2024 р. урожайність зерна за триразового підживлення рослин мікродобривом становила 5,279 т/га і була більшою порівняно даних варіанта дворазового підживлення 5,026 т/га – на 0,253 т/га. У 2025 р. істотна різниця в урожайності становила 0,285 т/га за отриманих даних 5,902 т/га та 5,617 т/га, відповідно. У 2026 р. отримані рівні урожайності відповідно становили 7,014 т/га та 6,702 т/га, які характеризуються істотною різницею більшої кількості вирощеного зерна на 0,312 т зерна з 1 га.

Порівняння отриманих даних відповідно варіанта удобрення $N_{45}P_{45}K_{45}$ у 2024 р. показують, що збільшення урожайності зерна ячменю ярого завдяки третьому застосуванню мікродобрива GelyFLOW перед настанням фази цвітіння забезпечило 0,300 т/га. Різниця за аналогічного порівняння даних отриманих за триразового застосування мікродобрива та дворазового на варіанті удобрення $N_{45}P_{45}K_{45}$ у 2025 р. становила 0,318 т/га, а у 2026 р. – 0,315 т/га.

На варіанті удобрення $N_{60}P_{60}K_{60}$ отримані результати аналогічної закономірності. Агрозхід додаткового третього застосування мікродобрива сприяв збільшенню урожайності зерна, в результаті отримані показники: у 2024 р. – 5,880 т/га, у 2025 р. – 6,791 т/га, і у 2026 р. – на рівні 7,869 т/га. Відповідно зазначених років зростання урожайності зерна становило порівняно варіанта дворазового застосування мікродобрива 0,365 т/га, 0,350 т/га та 0,354 т/га.

Отже, збільшення урожайності зерна ячменю ярого при триразовому листовому підживленні рослин порівняно дворазового забезпечено при підживленні рослин мікродобривом саме за третього його застосування перед настанням фази цвітіння.

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено ефективність внесення мінеральних добрив в комбінації із застосуванням фоліарного добрива гелевої формуляції GelyFLOW 9-44-20 з комплексом мікроелементів на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{30}$ за впливом формування урожайності зерна ячменю ярого в процесі вирощування культури на темно-сірих опідзолених ґрунтах в умовах Західного Лісостепу України.

Таблиця 3

Залежність урожайності ячменю ярого від кратності застосування листового підживлення рослин мікродобривом GelyFLOW 9-44-20, т/га

Варіант добрив	Листкове підживлення	Рік			Середнє	Гомогенні групи	
		2024	2025	2026		1	2
$N_0P_0K_0$	дворазове	3,868	4,156	4,653	4,226	****	
	триразове	4,067	4,331	4,862	4,420		****
$N_{15}P_{15}K_{15}$	дворазове	4,425	4,740	5,811	4,992	****	
	триразове	4,625	4,965	6,090	5,227		****
$N_{30}P_{30}K_{30}$	дворазове	5,026	5,617	6,702	5,782	****	
	триразове	5,279	5,902	7,014	6,065		****
$N_{45}P_{45}K_{45}$	дворазове	5,382	6,162	7,210	6,251	****	
	триразове	5,682	6,480	7,525	6,562		****
$N_{60}P_{60}K_{60}$	дворазове	5,515	6,441	7,515	6,490	****	
	триразове	5,880	6,791	7,869	6,847		****

В середньому за три роки досліджень (2024–2026 рр.) на варіантах $N_0P_0K_0$; $N_{15}P_{15}K_{15}$; $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$ при застосуванні триразового листового підживлення рослин на початку процесу кушіння при настанні 3–4 розвинутих листків, другий раз – через 15 днів після першого, третій раз – перед настанням фази цвітіння отримано високі показники урожайності зерна, які відповідно порядку варіантів дослідів становлять $4,420 < 5,227 < 6,065 < 6,562 < 6,847$ т/га. Отримані результати досліджень за збільшення норми внесення мінеральних добрив на $N_{15}P_{15}K_{15}$ при триразовому листовому підживленні рослин добривом GelyFLOW 9-44-20 забезпечувало закономірно щорічно істотне підвищення урожайності зерна ячменю.

За аналогічних варіантів дослідів $N_0P_0K_0$; $N_{15}P_{15}K_{15}$; $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$ при дворазовому листовому підживленні рослин ячменю ярого добривом GelyFLOW лише під час процесу кушіння встановлене також щорічне достовірне підвищення продуктивності посівів при збільшенні норми добрив на $N_{15}P_{15}K_{15}$, що стверджується відповідно отриманими даними $4,226 < 4,992 < 5,782 < 6,251 < 6,490$ т/га, але за менших рівнів урожайності зерна.

За результатом статистичного аналізу порівняння даних експерименту триразового та дворазового листового підживлення рослин добривом GelyFLOW встановлено в роки досліджень на всіх варіантах дослідів показники меншої урожайності за дворазового застосування фоліарного добрива. В середньому істотна різниця становила за порядком зазначених вище варіантів внесення мінеральних добрив 0,194; 0,235; 0,283; 0,311; 0,357 т/га. Такий результат засвідчує про ефективність впливу третього технологічного прийому листового підживлення ячменю добривом GelyFLOW 9-44-20 перед настанням фази цвітіння на підвищення продуктивності рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-е вид., виправ., доповн., додат. вип. Львів: НВФ «Українські технології», 2022. 808 с.
- Kramer S.N. History begins at Sumer. New York: Doubleday Anchor Books, Doubleday & Co., Inc., 1959. 247 pp.
- Черно О.Д., Усатюк О.В. Урожайність соняшнику залежно від удобрення. *Аграрні інновації*. 2025. № 33. С. 290–294. DOI: 10.32848/agrar.innov.2025.33.51
- Сікора А.Г. Урожайність зерна пшениці ярої залежно від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби. *Аграрні інновації*. 2025. № 33. С. 246–249. DOI: 10.32848/agrar.innov.2025.33.41
- Свинар М.М. Залежність вмісту клейковини в зерні пшениці озимої від впливу мінеральних добрив та норм висіву насіння. *Аграрні інновації*. 2025. № 34. С. 154–157. DOI: 10.32848/agrar.innov.2025.34.22
- Рожко І.І., Кулик М.І., Коваль Д.О. Урожайність зерна пшениці озимої м'якої за оптимізації елементів технології вирощування в умовах Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2026. № 35. С. 276–285. DOI: 10.32848/agrar.innov.2026.35.40
- Марініч Л.Г., Лень О.І., Кобилянська О.М. Формування продуктивності пшениці озимої м'якої залежно від технології вирощування в умовах лівобережного Лісостепу. *Аграрні інновації*. 2026. № 35. С. 190–195. DOI: 10.32848/agrar.innov.2026.35.28
- Бурикін С.І., Ужевська С.П., Сергєєв Л.А., Жук М.М. Попередники, удобрення, погода як фактори впливу на якість зерна пшениці озимої. *Аграрні інновації*. 2026. № 35. С. 28–35. DOI: 10.32848/agrar.innov.2026.35.4
- Лихочвор В.В., Бомба М.І. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур в умовах Західного Лісостепу. Львів: НВФ «Українські технології», 2022. 412 с.
- Любич В.В., Сулима А.С. Показники росту рослин ячменю озимого залежно від удобрення та застосування регулятора росту. *Аграрні інновації*. 2025. № 33. С. 195–201. DOI: 10.32848/agrar.innov.2025.33.30
- Кочерга О.Л., Позняк В.В. Формування продуктивності ячменю ярого за впливом мікродобрив. *Аграрні інновації*. 2026. № 35. С. 132–138. DOI: 10.32848/agrar.innov.2026.35.20
- Любич В.В., Остапчук В.В. Формування продуктивності тритикале озимого різних доз азотних добрив, позакореневого підживлення та сеникації. *Збірник наукових праць Уманського національного університету*. 2025. Вип. 106, ч. 1. С. 10–18. DOI: 10.32782/2415-8240-2025-106-1-10-18

13. Цвіронь М.П., Шувар І.А. Оптимізація елементів технології вирощування ячменю ярого на темно-сірих опідзолених ґрунтах Західного регіону України. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2024. Т. 5, № 2. С. 112–120.
14. Вега Н.І., Лопушняк В.І. Ефективність застосування мінеральних добрив та препаратів органічного походження за вирощування ячменю ярого на темно-сірому опідзоленому ґрунті Західного Лісостепу України. *Вісник Львівського національного аграрного університету: серія «Агрономія»*. 2014. Вип. 18. С. 98–104.
15. Фурман В.М., Ткачук С.О., Солодка Т.М., Мороз О.С. Реакція сортів ячменю ярого в разі застосування розрахункових норм мінеральних добрив на темно-сірих опідзолених ґрунтах в умовах Західного Лісостепу України. *Передаїрне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 110 (1). С. 188–197.
16. Веремєєнко С.І., Ткачук С.О., Трушева С.С. Вплив мікродобрив та регуляторів росту рослин на врожайність та якість зерна ячменю ярого. *Наукові горизонти*. 2020. № 01 (86). С. 14–21. DOI: 0.33249/2663-2144-2020-86-1-14-21
17. Морозова Т.В., Мудрак О.В. Біомоніторинг агроєкосистем: виклики та перспективи. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2024. Вип. 3 (107). С. 160–172. DOI: <https://doi.org/10.31713/vs3202412>
18. Дем'янюк О.С., Полтава О.П. Позакореневе підживлення як ефективний спосіб підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. *Агроекологічний журнал*. 2025. № 4. С. 143–150. DOI: 10.33730/2077-4893.4.2025.345451
19. Жуйков О.Г., Давиденко І.А. Позакореневе підживлення кукурудзи мікродобривами – дієвий елемент технології чи «тренд»? *Таверійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2024. № 136, ч. 1. С. 116–124. DOI: 10.32782/2226-0099.2024.136.1.16
20. Мусич О.Г., Зубко О.В., Душко П.М. Позакореневе живлення рослин: актуальність, потреби, виконання завдань. *Агроекологічний журнал*. 2024. № 2. С. 155–165. DOI: 10.33730/2077-4893.2.2024.305675
21. Киричок О.О. Вплив мінерального живлення та системи захисту посівів на урожайність ячменю ярого. *Таверійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2026. Вип. 149, ч. 1. С. 166–172. DOI: 10.32782/2226-0099.2026.149.1.18
22. Климишена Р.І. Вплив позакореневого підживлення рослин ячменю на пивоварну якість зерна за показником екстрактивності. *Аграрні інновації*. 2021. № 6. С. 16–20. DOI: 10.32848/agrar.innov.2021.6.3
23. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.П. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ: Українська академія аграрних наук, 2007. 55 с.
3. Chernozhuk, O.D., & Usatiuk, O.V. (2025). Urozhainist soniashnyku zalezno vid udobrennia [Sunflower Yield Depending on Fertilization]. *Ahrarni innovatsii*, 33, 290–294. [in Ukrainian].
4. Sikora, A.H. (2025). Urozhainist zerna pshenytsi yaroї zalezno vid vplyvu norm mineralnykh dobrovyv za ryznykh strokiv sivy [Grain Yield of Spring Wheat Depending on the Rates of Mineral Fertilizers under Different Sowing Dates]. *Ahrarni innovatsii*, 33, 246–249. [in Ukrainian].
5. Svyinar, M.M. (2025). Zalezhnist vmistu kleikovyiny v zerni pshenytsi ozymoi vid vplyvu mineralnykh dobrovyv ta norm vysyvu nasinnia [Dependence of gluten content in winter wheat grain on the effect of mineral fertilizers and seeding rates]. *Ahrarni innovatsii*, 34, 154–157. [in Ukrainian].
6. Rozhko, I.I., Kulyk, M.I., & Koval, D.O. (2026). Urozhainist zerna pshenytsi ozymoi miakoi za optymizatsiiy elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh Lisostepu Ukrainy [Grain Yield of Soft Winter Wheat Under Optimization of Cultivation Technology Elements in the Conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii*, 35, 276–285. [in Ukrainian].
7. Marinich, L.H., Len, O.I., & Kobylinska, O.M. (2026). Formuvannia produktyvnosti pshenytsi ozymoi miakoi zalezno vid tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh livoberezhnoho Lisostepu [Formation of Productivity of Soft Winter Wheat Depending on the Cultivation Technology in the Conditions of the Left Bank Forest-Steppe]. *Ahrarni innovatsii*, 35, 190–195. [in Ukrainian].
8. Burykina, S.I., Uzhevska, S.P., Serhieiev, L.A., & Zhuk M.M. (2026). Poperednyky, udobrennia, pohoda yak faktory vplyvu na yakist zerna pshenytsi ozymoi [Precursors, fertilizers, weather as factors influencing the quality of winter wheat grain]. *Ahrarni innovatsii*, 35, 28–35. [in Ukrainian].
9. Lykhochvor, V.V., & Bomba, M.I. (2022). Roslynnystvo. Tekhnolohii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur v umovakh Zakhidnoho Lisostepu [Plant Production. Technologies for Growing Agricultural Crops in the Conditions of the Western Forest-Steppe]. Lviv: NVF «Ukrainski tekhnolohii», 412. [in Ukrainian].
10. Liubych, V.V., & Sulyma, A.S. (2025). Pokaznyky rostu roslyn yachmeniu ozymoho zalezno vid udobrennia ta zastosuvannia rehuliatora rostu [Growth indicators of winter barley plants depending on fertilization and growth regulator application]. *Ahrarni innovatsii*, 33, 195–201. [in Ukrainian].
11. Kocherha, O.L., & Pozniak, V.V. (2026). Formuvannia produktyvnosti yachmenia yaroї za vplyvom mikrodo-bryv [Formation of spring barley productivity under the influence of micronutrient fertilizers]. *Ahrarni innovatsii*, 35, 132–138. [in Ukrainian].
12. Liubych, V.V., & Ostapchuk, V.V. (2025). Formuvannia produktyvnosti trytykale ozymoho ryznykh doz azotnykh dobrovyv, pozakorenevoho pidzhyvlennia ta senyatsii [Technological Properties and Yield of Different Winter Soft Wheat Varieties Depending on Preceding Crops]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoї natsionalnoї universytetu*, 106(1), 10–18. [in Ukrainian].
13. Tsviron, M.P., & Shuvar I.A. (2024). Optymizatsiia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia yachmeniu yaroї na temno-sirykh opidzolenykh gruntakh Zakhidnoho rehionu Ukrainy [Optimization of Elements of Spring Barley Cultivation Technology on Dark Gray Podzolic Soils of the Western Region of Ukraine]. *Zemlerobstvo*

REFERENCES:

1. Petrychenko, V.F., & Lykhochvor, V.V. (2022). Roslynnystvo. Novi tekhnolohii vyroshchuvannia polovykh kultur: pidruchnyk. 5-e vyd., vyprav., dopovn., dodat. vyp. [New Technologies for Growing Field Crops: A Textbook]. Lviv: NVF «Ukrainski tekhnolohii», 808. [in Ukrainian].
2. Kramer, S.N. (1959). History begins at Sumer. New York: Doubleday Anchor Books, Doubleday & Co., Inc., 247.

- ta roslynnytstvo: teoriia i praktyka, 5(2), 112–120. [in Ukrainian].
14. Veha, N.I., & Lopushniak, V.I. (2014). Efektyvnist zastosuvannya mineralnykh dobryv ta preparativ orhanichnogo pokhodzhennia za vyroshchuvannya yachmeniu yaroho na temno-siromu opidzolenomu gruntі Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Efficiency of Using Mineral Fertilizers and Organic Preparations for Spring Barley Cultivation on Dark Gray Podzolic Soil of the Western Forest-Steppe of Ukraine]. Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu: seriia «Ahronomiia», 18, 98–104. [in Ukrainian].
 15. Furman, V.M., Tkachuk, S.O., Solodka, T.M., & Moroz, O.S. (2019). Reaktsiia sortiv yachmeniu yaroho v razi zastosuvannya rozrakhunkovykh norm mineralnykh dobryv na temno-sirykh opidzolenykh gruntakh v umovakh Zakhidnoho Lisostepu Ukrainy [Response of Spring Barley Varieties to the Application of Calculated Mineral Fertilizer Rates on Dark Gray Podzolic Soils under the Conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine]. Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo, 110 (1), 188–197. [in Ukrainian].
 16. Veremeenko, S., Tkachuk, S., & Trusheva, S. (2020). Vplyv mikrodobryv ta rehulatoriv rostu roslyn na vrozhaunist ta yakist zerna yachmeniu yaroho [The influence of microfertilizers and plant growth regulators on the yield and grain quality of spring barley]. Naukovi horizonty, 01 (86), 14–21. [in Ukrainian].
 17. Morozova, T.V., & Mudrak, O.V. (2024). Biomonitoring ahroekosystem: vyklyky ta perspektyvy [Biomonitoring of Agroecosystems: Challenges and Prospects]. Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannya, 3(107), 160–172. [in Ukrainian].
 18. Demianiuk, O.S., & Poltava, O.P. (2025). Pozakoreneve pidzhyvlennia yak efektyvnyi sposib pidvyshchennia produktyvnosti silskohospodarskykh kultur [Foliar Feeding as an Effective Method for Increasing Crop Productivity]. Ahroekolohichniy zhurnal, 4, 143–150. [in Ukrainian].
 19. Zhuikov, O.H., & Davydenko, I.A. (2024). Pozakoreneve pidzhyvlennia kukurudzy mikrodobryvamy – diievyi element tekhnolohii chy «trend»? [Foliar feeding of corn with microfertilizers – an effective element of technology or a “trend”?]. Tavriiskyi naukovi visnyk, 136(1), 116–124. [in Ukrainian].
 20. Musych, O.H., Zubko, O.V., & Dushko P.M. (2024). Pozakoreneve zhyvlennia roslyn: aktualnist, potreby, vykonannya zavdan [Foliar Plant Nutrition: Relevance, Needs, and Task Execution]. Ahroekolohichniy zhurnal, 2, 155–165. [in Ukrainian].
 21. Kyrychok, O.O. (2026). Vplyv mineralnogo zhyvlennia ta systemy zakhystu posiviv na urozhaunist yachmeniu yaroho [Influence of Mineral Nutrition and Crop Protection System on Spring Barley Yield]. Tavriiskyi naukovi visnyk, 149(1), 166–172. [in Ukrainian].
 22. Klymyshena, R.I. (2021). Vplyv pozakorenevoho pidzhyvlennia roslyn yachmeniu na pyvovarnu yakist zerna za pokaznykom ekstraktyvnosti [Influence of foliar nutrition of barley plants on brewing quality of grain by extractivity indicator]. Ahrarni innovatsii, 6, 16–20. [in Ukrainian].
 23. Ermantraut, E.R., Prisyazhniuk, O.I., & Shevchenko, I.L. (2007). Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica 6.0 [Statistical analysis of agro-economic research data in the Statistica 6.0 package]. Kyiv: Ukrainska akademiia ahrarnykh nauk, 55. [in Ukrainian].
- Гораш В.О. Вплив внесення мінеральних добрив в комбінації з листовим підживленням рослин ячменю ярого на урожайність зерна**
- Мета.** Встановити вплив мінерального удобрення в комбінації з позакореневим підживленням рослин добривом «GelyFLOW» на урожайність зерна ячменю ярого в процесі вирощування на темно-сірому опідзоленому ґрунті. Оцінити ефективність триразового порівняно до дворазового застосування листового підживлення рослин ячменю за результатами урожайності зерна. **Методи:** польовий, аналітичний, статистичний, узагальнення. **Результати.** Організованими дослідженнями на темно-сірих опідзолених ґрунтах в умовах Західного Лісостепу при вирощуванні сорту ячменю ярого Себастьян на підставі отриманих даних доведено ефективність внесення мінеральних добрив в комбінації з листовим підживленням рослин висококонцентрованим рідким комплексним НРК-добривом гелевої формуляції, GelyFLOW 9-44-20 з набором мікроелементів B, Cu, Mn, Zn, Fe збалансованої концентрації на процеси формування урожайності зерна. Відповідно варіантів $N_0P_0K_0$; $N_{15}P_{15}K_{15}$; $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$ встановлені достовірно більші показники при збільшенні норми добрив: за триразового листового підживлення рослин – $4,420 < 5,227 < 6,065 < 6,562 < 6,847$ т/га та за дворазового листового підживлення рослин відповідно – $4,226 < 4,992 < 5,782 < 6,251 < 6,490$ т/га. Доведено ефективність триразового листового підживлення рослин ячменю ярого під час вегетації (третє перед настанням фази цвітіння) порівняно до дворазового лише під час фази кушіння за впливом на істотне підвищення рівня урожайності зерна. Відповідно порядку варіантів дослідів за порівняння встановлені різниці показники $0,194$; $0,235$; $0,283$; $0,311$; $0,357$ т/га. **Висновки.** Внесення мінеральних добрив при вирощуванні ячменю ярого на темно-сірих опідзолених ґрунтах в комбінації із застосуванням листового підживлення рослин висококонцентрованим добривом GelyFLOW 9-44-20 істотно забезпечує вплив на посилення реалізації потенціала продуктивності культури.
- Ключові слова:** ячмінь ярий, урожайність зерна, норми мінеральних добрив, листове підживлення, добриво GelyFLOW.
- Horash V.O. Effect of Mineral Fertilizer Application in Combination with Foliar Feeding of Spring Barley Plants on Grain Yield**
- Purpose.** To determine the effect of mineral fertilization in combination with foliar application of the «GelyFLOW» fertilizer on the grain yield of spring barley grown on dark-gray podzolic soil. To evaluate the effectiveness of three-time compared with two-time foliar application of fertilizers to barley plants based on grain yield. **Methods:** field, analytical, statistical, and generalization methods. **Results.** The conducted studies on dark-gray podzolic soils under the conditions of the Western Forest-Steppe, using the spring barley cultivar Sebastian, demonstrated the effectiveness of mineral fertilizer application in combination with foliar feeding of plants with the highly concentrated liquid complex NPK fertilizer of gel formulation, GelyFLOW 9-44-20, containing a set of micronutrients (B, Cu, Mn, Zn, Fe) in balanced concentrations, in enhancing grain yield formation. For the experimental variants $N_0P_0K_0$; $N_{15}P_{15}K_{15}$; $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{45}P_{45}K_{45}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$, significantly higher grain yield values were established with increasing fertilizer rates: under three-time foliar feeding – $4.420 < 5.227 < 6.065 < 6.562 < 6.847$ t/ha, and under two-time foliar feeding, respectively – $4.226 < 4.992 <$

5.782 < 6.251 < 6.490 t/ha. The effectiveness of three-time foliar feeding of spring barley during the growing season (with the third application before the onset of the flowering phase) compared with two-time foliar feeding performed only during the tillering phase was demonstrated, as evidenced by a significant increase in grain yield. According to the order of the experimental variants, the differences in grain yield between the three-time and two-time foliar feeding treatments

were 0.194; 0.235; 0.283; 0.311; and 0.354 t/ha, respectively. **Conclusions.** The application of mineral fertilizers in spring barley cultivation on dark-gray podzolic soils, in combination with foliar feeding with the highly concentrated fertilizer GelyFLOW 9-44-20, significantly enhances the realization of the crop's yield potential.

Key words: spring barley, grain yield, mineral fertilizer rates, foliar feeding, GelyFLOW fertilizer.

Дата першого надходження статті до видання: 01.09.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 30.09.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 21.10.2026