УДК 633.16«321»: 631.811.9: 631.816.35: 631.547.6
DOI https://doi.org/10.37406/2706-9052-2026-2-2

Гораш В. О.
аспірант кафедри рослинництва, селекції та насінництва,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
Кам'янець-Подільський, Україна
E-mail: *horashv01@gmail.com*
ORCID: *0009-0004-0310-1672*

ПРОЦЕС НАКОПИЧЕННЯ МАСИ ЗЕРНІВКИ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ ЗАСТОСУВАННЯ ЛИСТКОВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН МІКРОДОБРИВОМ

Анотація

Метою досліджень було встановити вплив листкового підживлення ячменю ярого мікродобривом GelyFLOW на процес формування урожаю за третім структурним компонентом урожайності. Дослідити процес динаміки накопичення маси зернівки ячменю при триразовому підживленні рослин. Методи – польовий, лабораторний, аналітичний, узагальнено-конкретизований. Об'єкт досліджень – процес динаміки накопичення маси зернівки ячменю ярого сорту Сєбастьян. Тип ґрунтів – темно-сірий опідзолений. Норма використання добрива GelyFLOW 1,5 л/га, у відповідності робочого розчину 200 л/га.

За результатами досліджень доведено, що листкове підживлення рослин ячменю ярого є фактором ефективного впливу на параметр маси зернівки як інтегрального компонента структури урожайності, який належить до важливих агроприйомів технологічного характеру в забезпеченні посилення процесу реалізації потенціала продуктивності генеративних органів культури.

Триразове листкове підживлення рослин ячменю ярого мікродобривом GelyFLOW два рази під час кущіння рослин та третій перед настанням фази цвітіння, істотно сприяє інтенсивності накопичення маси зернівки. Встановлені істотні розходження показників порівняно даних варіанта досліду, де застосування мікродобрива відбувалося два рази під час процесу кущіння. На початковому стартовому етапі розвитку зернівки показник її маси був вищим на 0,4 мг, через 7 днів істотна різниця даних становила на рівні 2,8 мг, за третього дослідження на 14 день результати за варіанта триразового застосування мікродобрива були більшими на 3,1 мг, за четвертого – на 2,8 мг і за п'ятого – на 2,4 мг. Реалізація потенціала репродуктивних органів ячменю ярого характеризується максимальною інтенсивністю накопичення маси зернівки на початку фази наливу зерна. При додатковому застосуванні мікродобрива перед настанням фази цвітіння за перші 7 днів від початку наливу зернівки приріст становив на рівні 21,8 мг. В подальшому за кожні наступні 7 днів відбувалося зниження інтенсивності накопичення маси зернівки, що стверджується відповідно показниками 11,0 мг, 7,8 мг та 6,6 мг за четвертого циклу розвитку. За дворазового застосування листкового підживлення ячменю під час фази кущіння рослин процес накопичення маси зернівки характеризується аналогічною закономірністю. Позакореневе підживлення за порівняння двох варіантів застосування мікродобрива GelyFLOW не змінює загальну динаміку формування урожаю за третім складовим компонентом урожайності, проте третє застосування листкового підживлення рослин перед початком цвітіння забезпечує стабільно вищі абсолютні показники маси зернівки на кожному аналітичному процесі дослідження.

Ключові слова: *ячмінь ярий, налив зерна, маса зернівки, листкове підживлення, GelyFLOW, репродуктивні органи, динаміка накопичення маси.*

Вступ. Вирощування ячменю ярого на темно-сірих опідзолених ґрунтах для забезпечення високої урожайності зерна за сучасного розвитку технологій вимагає додаткових технологічних рішень. Особливого значення сьогодні надається питанню фоліарного підживлення рослин мікродобривами під час вегетації. Це дає можливість не лише впливати на ріст та розвиток рослин, але і заразом сприяє реалізації потенціала продуктивності елементів структури урожайності та забезпечує досягнення належної якості урожаю, особливо за напрямком використання його на потреби малтерів.

Перелік науково-технологічних інтересів до зернової культури ячменю ярого досить обширний. Останнім часом досить широкої популярності набули зусилля спрямовані на дослідження застосування листкового 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 безпеки. Позакореневе підживлення рослин належить до інноваційних рішень у забезпеченні надійності та стабільності технологій аграрного сектора економіки. З урахуванням обставин необхідності підвищення урожайності сільськогосподарських культур в наукових публікаціях наголошується на ефективність позакореневого підживлення рослин мікродобривами. Мікродобрива містять комплекс мікроелементів, які є складовою частиною простетичних груп ферментів посилюючи завдяки цьому обмін речовин, що сприяє активізації процесів росту та розвитку в рослинному організмі.

© Гораш В. О., 2026

Фоліарне (позакореневе) підживлення ярого ячменю сьогодні вважається критичним елементом інтенсивної технології. Такий агрозахід забезпечує швидку компенсацію дефіциту елементів живлення під час вегетації рослин через листки. Позакореневе підживлення ячменю ярого стимулює кущення, забезпечує кращу озерненість колоса, сприяє подоланню стресів та сприяє збалансованому вмісту білка і крохмалю під час формування урожаю.

Доцільність листкового підживлення зернових культур, зокрема ячменю належить до технологічного заходу швидкого реагування, який обумовлюється кількома ключовими факторами: стресові умови, умови недоступності макро- (фосфор) та мікроелементів (мідь, марганець, цинк) навіть тоді, коли вони є в ґрунті, критичні фази розвитку: початок кущення, вихід в трубку, цвітіння. Також ефективністю методу: швидке засвоєння через листкову поверхню (в межах кількох годин), застосування мікродоз саме тоді, коли рослина їх потребує, уникаючи вимивання або фіксації ґрунтовопоглинальними комплексами, надійний спосіб впливу на якість зерна [3; 7; 11].

Відповідно в наукових публікаціях за результатом аналітики їх змісту достатньо багато нині надається уваги цьому технологічному заходу, (фоліарному) живленню рослин. Зокрема, звертається увага на те, що оптимізація мінерального живлення, застосовуючи листкове підживлення, забезпечує процес розвитку технологій вирощування та заразом сприяє підвищенню ефективності аграрного виробництва. Автори публікації «Позакореневе підживлення як ефективний спосіб підвищення продуктивності сільськогосподарських культур» наголошують, що позакореневе підживлення рослин в процесі вирощування сприяє не тільки підвищенню урожайності пшениці, кукурудзи, ячменю, жита, вівса, проса, але і забезпечує покращення якості вирощеної продукції. Важливим аспектом результативної компоненти є також стимуляція фізіологічних та біохімічних процесів, внаслідок цього відбувається позитивний вплив на реалізацію елементів продуктивності складових структури урожайності [6; 8; 9].

Наприклад, на основі наукових досліджень встановлено, що застосування триразового листкового підживлення мікродобривом рослин пшениці під час фаз кущення, виходу в трубку та колосіння препаратом Вуксал Мікроплант (1,0 л/га) у фази – кущіння, вихід у трубку, початок колосіння позитивно впливало на якісні показники зерна. В результаті зростає ваговитість маси 1000 зернин пшениці на 1,8–3,3 г та збільшується вміст клейковини на 3,4–8,8% порівняно до контрольного варіанта [1].

Також доведено науковцями України про ефективність застосування фоліарного підживлення рослин пшениці озимої при вирощуванні на сірих лісових опідзолених ґрунтах. В дослідженнях ставилося завдання поєднати звичайне удобрення з позакореневим за впливом на формування складових компонентів продуктивності колоса. З'ясувалося, що підживлення рослин мікродобривом на IV-V етапах органогенезу сприяє покращенню натури зерна, скловидності, збільшенню вмісту білка та клейковини в зерні [5].

В публікаціях, які присвячені спеціальному випуску «Позакореневе удобрення для сталого виробництва сільськогосподарських культур», надається увага впливу фоліарного підживлення мікроелементами на врожайність та компоненти врожайності ячменю ярого за спрямуванням використання вирощеного урожаю малтерами. Поставлено завдання забезпечити позакореневим підживленням рослин посилення реалізації потенціала продуктивності дворядних сортів ячменю ярого на основі застосування листкового підживлення рослин чотирма однокомпонентними мікродобрива. До переліку таких належать такі, які містять мідь (Cu), марганець (Mn), молібден (Mo) та цинк (Zn). Теоретичне обґрунтування покладалося на вплив мікроелеметів на процеси метаболізму рослин в якості коферментативної складової ферментів.

У результаті проведених експериментів було встановлено вплив на продуктивність посівів пивоварних сортів ячменю позакореневого підживлення рослин однокомпонентними мікродобрива на основі позитивних змін складових структурних компонентів урожайності зерна [10]. Науковими дослідженнями доведено про вплив листкового підживлення рослин ячменю ярого мікродобривом на параметри маси зернівки, а також встановлено, що цей агротехнологічний захід сприяє покращенню пивоварної якості зерна ячменю [2; 4].

Мета дослідження: встановити вплив листкового підживлення рослин ячменю ярого фоліарним добривом GelyFLOW на формування урожаю за третім елементом структури урожайності. Дослідити накопичення маси зернівки в динамічному процесі її розвитку при триразовому листковому підживлені рослин добривом порівняно варіанта дворазового його застосування.

Матеріал та методика досліджень. Для дослідження впливу 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. В організації експериментальних досліджень застосовані методи: польовий, лабораторний, аналітичний, узагальнення та конкретизації. Об'єкт досліджень – процес динаміки накопичення маси зернівки ячменю ярого сорту Сєбастьян за триразового застосування добрива GelyFLOW: перше – на початку фази кущіння рослин, друге – через 14–15 днів, третє – перед настанням фази цвітіння. Контрольний варіант – дворазове застосування мікродобрива лише під час кущіння рослин, без обробітку рослин перед цвітінням. Норма використання гелю GelyFLOW 1,5 л/га у відповідності робочого розчину 200 л/га. Встановлення показників маси зернівки здійснювали за умови її повітряно-сухого стану. Перше дослідження проводили на початковому стані її розвитку через 7 днів після завершення фази цвітіння. Наступні чотири дослідження проводили після першого на 7 день формування урожаю, 14, 21 та 28 день. Для встановлення показників маси зернівки використовували торсійну вагу ВТ – 500, вибірка становила в кількості 50 шт. зернин. Відбір рослин для дослідження рендомізований, фон мінерального живлення

при внесенні $N_{15}P_{15}K_{15}$. Розміщення ділянок систематизоване ярусне, площа облікової ділянки 20 м^2. Тип ґрунту темно-сірий опідзолений. Математичні розрахунки проведено на основі використання статистичного критерію Стьюдента за теоретичного значення 1,986 на рівні значимості похибки до 5,0%.

Виклад основного матеріалу дослідження. Налив та дозрівання зерна ячменю починається відразу після завершення процесу цвітіння і запліднення, коли в зернівці запускається активне накопичення сухої речовини, крохмалю та білків. У процесі формування врожаю виділяють три основні фенологічні фази стиглості, які відповідають міжнародній шкалі ВВСН від 71 до 92.

За першого аналізу через 7 днів після фази розвитку цвітіння. Розміри зерна досягли остаточних параметрів, за вмістом в середині плівок, зернівка займає менше половини від загального розміру, колір зелений, консистенція водяниста. Встановлено через 7 днів після завершення фази цвітіння, маса початкового розвитку зернівки при застосуванні триразового фоліарного добрива була істотно більшою порівняно контрольного варіанта. У 2024 році різниця між показником при триразовому застосуванні добрива 5,8 ± 0,17 мг та показником 5,3 ± 0,15 мг контрольного варіанта за дворазового застосування мікродобрива становила 0,5 мг. Різниця істотна при встановленому $t_ф = 2,21 > t_{0,05} = 1,986$. За порівняння показників маси зернівки при її формуванні через 7 днів після першого аналізу різниця даних варіантів триразового і дворазового застосування листкового добрива становила 3,6 мг. Встановлені показники 27,2 ± 0,91 та 23,6 ± 0,89 відповідно при статистичних даних критерію Стьюдента за порівняння істотно різняться ($t_ф = 2,83 > t_{0,05} = 1,986$). На 14 день від початку наливу зернин ячменю ярого показники становили у відповідності варіантів порівняння зазначених вище 37,8 ± 1,04 мг та 34,0 ± 0,76. Різниця 3,8 мг істотна при $t_ф = 2,95 > t_{0,05} = 1,986$. На 21 день також встановлена істотна різниця даних маси сухої зернівки ячменю за більшого значення при застосуванні триразового листкового підживлення рослин під час вегетації мікродобривом. Отримані показники 45,8 ± 1,02 та 42,8 ± 0,85 мг відповідно, різниця 3,0 мг істотна ($t_ф = 2,26 > t_{0,05} = 1,986$). На 28 день від початку наливу зернівки, за аналогічного порівняння показники становили 52,7 ± 0,80 та 50,4 ± 0,78, відповідно. Різниця 2,3 мг істотна при встановленому $t_ф = 2,06 > t_{0,05} = 1,986$ (табл. 1, 2).

Таблиця 1. Результати впливу триразового застосування фоліарного добрива GelyFLOW на процес накопичення маси зернівки при формуванні урожаю ячменю ярого

Роки	Параметри маси зернівки, мг				
	початок наливу	на 7 день	на 14 день	на 21 день	на 28 день
2024	5,8 ± 0,17	27,2 ± 0,91	37,8 ± 1,04	45,8 ± 1,02	52,7 ± 0,80
2025	6,7 ± 0,13	27,3 ± 0,97	38,8 ± 1,00	46,7 ± 1,10	53,1 ± 0,61
2026	6,2 ± 0,16	29,4 ± 0,45	40,3 ± 0,86	48,0 ± 0,37	54,4 ± 0,94
Середнє	6,2	28,0	39,0	46,8	53,4

У 2025 році аналіз даних за різницевого порівняння засвідчує аналогічну закономірність. Кращі результати посиленого наливу зернівки ячменю отримані при застосуванні мікродобрива за технологічного організованого триразового прийому листкового підживлення рослин. Зокрема, на 7 день після фази цвітіння за порівняння даних на початку наливу маси зернівки ячменю ярого 6,7 ± 0,13 та 6,3 ± 0,13 істотна різниця між показниками становила 0,4 мг ($t_ф = 2,18 > t_{0,05} = 1,986$). На 7 день від початку наливу зернівки за порівняння даних триразового застосування листкового підживлення рослин ячменю мікродобривом GelyFLOW 27,3 ± 0,97 та контрольного варіанта дворазового застосування 24,9± 0,37, істотна різниця становила 2,4 мг при $t_ф = 2,31 > t_{0,05} = 1,986$. На 14 день за проведеного аналізу отримані показники 38,8 ± 1,00 та 35,9 ± 0,48, де різниця за порівняння становила 2,9 мг і була істотна ($t_ф = 2,61 > t_{0,05} = 1,986$). На 21 день формування зернівки ячменю також показники маси при застосуванні триразового листкового підживлення рослин мікродобривом були істотно більшими. Встановлені значення 46,7 ± 1,10 та 44,0 ± 0,57, де різниця даних за порівняння становила 2,7 мг при $t_ф = 2,18 > t_{0,05} = 1,986$. На 28 день формування урожаю ячменю за третім компонентом структури урожайності за порівняння показників маси зернівки також встановлено істотно більші значення для варіанта триразового застосування листкового підживлення рослин. При отриманих показниках 53,1 ± 0,61 та 50,7 ± 0,43 різниця 2,4 мг була істотна ($t_ф = 3,22 > t_{0,05} = 1,986$).

Таблиця 2. Процес накопичення маси зернівки ячменю ярого за третім елементом структури урожайності при дворазовому застосуванні фоліарного мікродобрива GelyFLOW

Роки	Параметри маси зернівки, мг				
	початок наливу	на 7 день	на 14 день	на 21 день	на 28 день
2024	5,3 ± 0,15	23,6 ± 0,89	34,0 ± 0,76	42,8 ± 0,85	50,4 ± 0,78
2025	6,3 ± 0,13	24,9 ± 0,37	35,9 ± 0,48	44,0 ± 0,57	50,7 ± 0,43
2026	5,7 ± 0,14	27,0 ± 0,41	37,7 ± 0,66	45,3 ± 0,72	51,9 ± 0,83
Середнє	5,8	25,2	35,9	44,0	51,0

У 2026 році аналіз отриманих даних за аналогічних варіантів порівняння. На 7 день після завершення фази цвітіння за порівняння даних на початку наливу зерна параметри маси зернівки 6,2 ± 0,16 та 5,7 ± 0,14 істотно

різняться. Різниця становить 0,5 мг за статистичного значення критерію Стьюдента $t_ф = 2,35 > t_{0,05} = 1,986$. Через 7 днів після першого аналізу різниця між отриманими даними 29,4 ± 0,45 та 27,0 ± 0,41 істотна і становила 2,4 мг ($t_ф = 3,94 > t_{0,05} = 1,986$). Аналогічний порівняльний різницевий аналіз даних при отриманні результатів на 14 день формування маси зернівки ячменю показав результативний вплив трьохразового застосування мікродобрива під час вегетації рослин ячменю. Встановлені показники 40,3 ± 0,86 та 37,7 ± 0,66, де істотна різниця становила 2,6 мг ($t_ф = 2,40 > t_{0,05} = 1,986$). На 21 день розвитку зернівки ячменю показник маси сухого зерна при застосуванні триразового підживлення рослин добривом становив 48,0 ± 0,37 та при дворазовому застосуванні – 45,3 ± 0,72. Різниця за порівняння 2,7 мг була істотна при $t_ф = 3,34 > t_{0,05} = 1,986$. І на 28 день при завершенні процесу розвитку зернівки ячменю аналогічно виявлено кращі показники її маси при застосуванні трьохразового позакореневого підживлення рослин мікродобривом. Різниця 2,5 мг за отриманих даних 54,4 ± 0,94 та 51,9 ± 0,83 істотна ($t_ф = 2,00 > t_{0,05} = 1,986$).

Отже, встановлено закономірність істотного впливу на процеси реалізації потенціала репродуктивних органів ячменю ярого за параметром маси зернівки в результаті застосування триразового листкового підживлення рослин мікродобривом GelyFLOW під час вегетації рослин порівняно до варіанта дворазового застосування мікродобрива. На основі аналізу на початку наливу зернівки, на 7 день від початку наливу, на 14, 21, 28 день до завершення її розвитку, отримані істотні результати різниць показників при порівнянні до даних варіанта дворазового застосування листкового підживлення рослин. Відповідно середньоарифметичні значення маси зернівки становлять: на початку наливу, далі на 7, 14, 21 та 28 день при триразовому варіанті застосування 6,2; 28,0; 39,0; 46,8; 53,4 мг, на варіанті дворазового застосування листкового підживлення рослин під час вегетації відповідно 5,8; 25,2; 35,9; 44,0; 51,0 мг. Отримані істотні значення різниць; за першого аналізу на рівні 0,4 мг, за наступних порівнянь другого, третього, четвертого, п'ятого аналізів маси зернівки ячменю ярого на рівні 2,8; 3,1; 2,8; 2,4 мг.

Характеристика динамічних змін процесу наростання маси зернівки ячменю ярого під час формування урожаю за результатом впливу застосування триразового листкового підживлення рослин мікродобривом GelyFLOW. У 2024 році збільшення маси зернівки через 7 днів порівняно до першого дослідження на початку фази наливу забезпечило істотну різницю 21,4 мг за отриманого показника 27,2 ± 0,91 мг, що доводить статистичний розрахунок $t_ф = 23,1 > t_{0,05} = 1,986$. На 14 день параметри маси зернівки збільшилися до значення 37,8 мг, порівняно до попереднього отриманого значення істотна різниця становить 10,6 мг ($t_ф = 7,67 > t_{0,05} = 1,986$). На 21 день дослідження встановлене значення показника маси зернівки 45,8 ± 1,02 що звертає увагу на динамічний процес формування урожаю ячменю ярого за третім елементом структури урожайності. Проте інтенсивність наливу зерна в результаті задіяного фактора впливу зменшилася, так як істотна різниця між параметрами 45,8 ± 1,02 та 37,8 ± 1,04 стала меншою порівняно до попереднього варіанта порівняння і становила лише 8,0 мг при $t_ф = 5,49 > t_{0,05} = 1,986$. Результат аналізу на 28 день після початку наливу зернівки був на рівні показника 52,7 ± 0,80 мг, різниця порівняно до попереднього значення 45,8 ± 1,02 істотна і становить 6,9 мг ($t_ф = 5,32 > t_{0,05} = 1,986$).

Для результатів 2025 року характерна аналогічна закономірність процесу накопичення маси зернівки ячменю ярого при застосуванні триразового листкового підживлення рослин під час їх розвитку. На початку наливу зерна показник становив 6,7 ± 0,13 мг, через 7 днів – 27,3 ± 0,97 мг. Різниця накопичення істотна і становить 20,6 мг ($t_ф = 21,05 > t_{0,05} = 1,986$). Наступний аналіз маси зернівки через 14 днів від початку наливу забезпечив показник 38,8 ± 1,00 з різницею накопичення 11,5 мг ($t_ф = 8,25 > t_{0,05} = 1,986$). Через 21 день після початку наливу маса зернівки становила 46,7 ± 1,10 і була істотно більшою порівняно до попереднього показника на 7,9 мг ($t_ф = 5,31 > t_{0,05} = 1,986$). І на 28 день процесу наливу зернівки ячменю в результаті застосування листкового підживлення рослин параметр показника становив 53,1 ± 0,61, що істотно більше попереднього значення на 6,4 мг при $t_ф = 5,09 > t_{0,05} = 1,986$.

За даними 2026 року також процес накопичення маси зернівки відповідає встановленому порядку закономірності отриманої за експериментальними даними 2024 та 2025 років. За першого аналізу показник становив 6,2 ± 0,16 мг, за другого через 7 днів 29,4 ± 0,45 мг, різниця 23,2 мг ($t_ф = 48,58 > t_{0,05} = 1,986$). На 14 день наливу зернівки параметр був на рівні 40,3 ± 0,86 мг, що істотно більше порівняно до показника 29,4 ± 0,45 мг на 10,9 мг ($t_ф = 11,23 > t_{0,05} = 1,986$). На 21 день наливу зерна ячменю маса зернівки становила 48,0 ± 0,37 і була більшою за показник отриманий на 14 день на 7,7 мг, різниця істотна при $t_ф = 8,22 > t_{0,05} = 1,986$. На завершенні процесу формування урожаю маса зернівки на 28 день встановлений показник 54,4 ± 0,94 мг, який був істотно більшим за попереднє значення 48,0 ± 0,37 на 6,4 мг ($t_ф = 6,34 > t_{0,05} = 1,986$).

Отже, при триразовому листковому підживленні рослин добривом GelyFLOW в процесі формування урожаю ячменю ярого за аналізом динамічного накопичення маси зернівки під час фази наливу зерна між показником отриманим на 7 день після початку наливу та показником отриманим на початку наливу в середньому встановлена максимальна різниця 21,8 мг. За порівняння даних маси зернівки отриманих на 14 день та на 7 день різниця значно менша – 11,0 мг. Наступне порівняння даних отриманих на 21 день та 14 день характеризується різницею 7,8 мг. На завершенні процесу наливу зерна параметр маси зернівки на 28 день збільшився на 6,6 мг порівняно до даних отриманих на 21 день формування урожаю. В середньому за три роки за встановлених показників динаміки накопичення маси зернівки різницевий аналіз характеризується значеннями 21,8; 11,0; 7,8 та 6,6 мг, які характеризують процес закономірного поступового зниження інтенсивності реалізації потенціалу продуктивності третього елемента структури урожайності зерна ячменю ярого.

Аналіз динаміки накопичення маси зернівки ячменю ярого за умови варіанта застосування мікродобрива лише два рази – на початку процесу кущіння і другий раз через 15 днів після першого застосування листкового підживлення рослин. У 2024 році різниця даних накопичення маси зернин першого та другого аналізу проведеного через сім днів після першого становить 18,3 мг за даними отриманих показників 5,3 ± 0,15 та 23,6 ± 0,89 є достовірною, відповідно $t_ф = 20,28 > t_{0,05} = 1,986$. За порівняння показників третього аналізу 34,0 ± 0,76 та другого 23,6 ± 0,89 різниця також істотна 10,4 мг при $t_ф = 8,89 > t_{0,05} = 1,986$. Наступне порівняння також показує істотну різницю 8,8 мг між даними отриманими за четвертого аналізу маси зернівки та третього, де показники становили 42,8 ± 0,85 та 34,0 ± 0,76 ($t_ф = 7,72 > t_{0,05} = 1,986$). На завершенні процесу накопичення маси зернівки отримано значення показника 50,4±0,78, яке істотно більше порівняно до попереднього показника 42,8±0,85 отриманого за четвертого аналізу на 7,6 мг ($t_ф = 6,59 > t_{0,05} = 1,986$).

За даними 2025 року при проведенні аналізу динаміки накопичення маси зернівки отримано аналогічну закономірність. Через сім днів після першого аналізу маса зернівки збільшилася на 18,6 мг, що встановлено в результаті різницевого аналізу даних 24,9 ± 0,37 та 6,3 ± 0,13 ($t_ф = 47,43 > t_{0,05} = 1,986$). За порівняння даних третього та другого аналізів 35,9 ± 0,48 та 24,9 ± 0,37 різниця 11,0 мг істотна ($t_ф = 18,15 > t_{0,05} = 1,986$). За четвертого аналізу дослідження динаміки накопичення маси зернівки отримано показник 44,0 ± 0,57 порівняно до даних маси зернівки третього аналізу різниця 8,1 мг істотна ($t_ф = 10,87 > t_{0,05} = 1,986$). І за п'ятого аналізу через 7 днів після четвертого показник становив 50,7 ± 0,43, що істотно більше порівняно до даних четвертого параметра маси зернівки на 6,7 мг ($t_ф = 9,38 > t_{0,05} = 1,986$).

Аналіз даних динаміки накопичення маси зернівки ячменю ярого 2026 року показує, що за першого встановлення маси зернівки після завершення фази цвітіння через 7 днів отримано показник 5,7 ± 0,14 мг, за сім днів після першого аналізу маса зернівки збільшилася до 27,0 ± 0,41 мг. Різниця істотна 21,3 мг при $t_ф = 49,16 > t_{0,05} = 1,986$. Наступний третій аналіз через сім днів після другого показав результат збільшення маси зернівки на 10,7 мг за отриманого показника 37,7 ± 0,66. Різниця істотна при $t_ф = 13,77 > t_{0,05} = 1,986$. За четвертого аналізу динаміки накопичення маси зернівки отримано показник 45,3 ± 0,72, що забезпечило збільшення маси зернівки на 7,6 мг. Різниця істотна при $t_ф = 7,78 > t_{0,05} = 1,986$. При останньому аналізі динаміки накопичення маси зернівки через сім днів після четвертого отримано показник 51,9 ± 0,83. Збільшення маси зернівки ячменю становило лише 6,6 мг порівняно до даних отриманих за четвертого аналізу. Різниця істотна $t_ф = 6,01 > t_{0,05} = 1,986$.

Отже, реалізація продуктивності колоса ячменю на основі аналізу накопичення маси зернівки в динамічному процесі закономірних змін за умови застосування листкового підживлення рослин мікродобривом GelyFLOW лише два рази під час кущіння рослин характеризується особливістю інтенсивного збільшення маси зернівки з самого початку з наступним поступовим зниженням інтенсивності цього процесу. Максимальне значення різниці даних отримано між другим та першим виміром – початок наливу зерна та через 7 днів після нього становило 19,4 мг. Через 7 днів від другого аналізу показник маси зернівки збільшився в середньому на 10,7 мг, за наступних 7 днів приріст маси зернівки становив 8,1 мг і на завершенні процесу накопичення маси зернівки на 28 день аналіз показав приріст маси 7,0 мг порівняно до даних отриманих на 21 день формування урожайності зерна ячменю ярого. В середньому за три роки за встановлених показників динаміки накопичення маси зернівки різницевий аналіз характеризується значеннями 19,4; 10,7; 8,1 та 7,0 мг, що засвідчує поступовий процес закономірності зниження інтенсивності реалізації потенціалу продуктивності третього елемента структури урожайності зерна ячменю ярого.

Висновки. Триразове листкове підживлення рослин ячменю ярого мікродобривом GelyFLOW два рази під час кущіння рослин та третій перед настанням фази цвітіння істотно сприяє інтенсивності накопичення маси зернівки. Встановлені істотні розходження показників порівняно до даних варіанта досліду, де застосування мікродобрива відбувалося два рази під час процесу кущіння. На початковому стартовому етапі розвитку зернівки показник її маси був вищим на 0,4 мг, через 7 днів істотна різниця даних становила на рівні 2,8 мг, за третього дослідження на 14 день результати за варіанта триразового застосування мікродобрива були більшими на 3,1 мг, за четвертого – на 2,8 мг і за п'ятого – на 2,4 мг.

Реалізація потенціала репродуктивних органів ячменю ярого характеризується максимальною інтенсивністю накопичення маси зернівки на початку фази наливу зерна. При додатковому застосуванні мікродобрива перед настанням фази цвітіння за перші 7 днів від початку наливу зернівки приріст становив на рівні 21,8 мг. В подальшому за кожні наступні 7 днів відбувалося зниження інтенсивності накопичення маси зернівки, що стверджується відповідно показниками 11,0 мг; 7,8 мг та 6,6 мг за четвертого циклу розвитку. За дворазового застосування листкового підживлення ячменю під час фази кущіння рослин процес накопичення маси зернівки характеризується аналогічною закономірністю. Позакореневе підживлення за порівняння двох варіантів застосування мікродобрива GelyFLOW не змінює загальну динаміку формування урожаю за третім складовим компонентом урожайності, проте третє застосування листкового підживлення рослин перед початком цвітіння забезпечує стабільно вищі абсолютні показники маси зернівки на кожному аналітичному процесі дослідження.

Перспективи подальшого дослідження полягають в детальному аналізі впливу паметрів маси зернівки ячменю ярого залежно застосування листкового підживлення рослин в процесі вегетації добривом GelyFLOW на рівень урожайності та технологічної і біохімічної якості зерна.

Список використаних джерел

1. Гангур В.В., Кочерга А.А., Пипко О.С., Лень О.І. Ефективність мікродобрив за умови обробки насіння та листкового підживлення посівів пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2021. №2. С. 46–51. https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.05
2. Гораш О.С., Климишена Р.І. Залежність фріабілітивності пивоварного ячменю ярого від впливу позакореневого підживлення. *Вісник Уманського національного університету садівництва.* 2020. №1. С. 6–10. https://doi.org/10.31395/2310-0478-2020-1-6-10
3. Дем'янюк О.С., Полтава О.П. Позакореневе підживлення як ефективний спосіб підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. *Агроекологічний журнал.* 2025. №4. С. 143–150. https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2025.345451
4. Климишена Р.І. Залежність маси зернівки ячменю ярого від впливу позакореневого підживлення рослин мікродобривами. *Таврійський науковий вісник.* 2020. №112. С. 82–87. https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112-11
5. Коткова Т.М., Довбиш Л.Л. Вплив позакореневого (фоліарного) підживлення рослин пшениці озимої на урожай і якість зерна. *Український журнал природничих наук.* 2023. №3. С. 176–185. https://doi.org/10.32782/naturaljournal.3.2023.176-185 уточнити DOI статті
6. Полтава О.П., Дем'янюк О.С. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи (Zea mays L.) у Лівобережному Лісостепу України. *Агроекологічний журнал.* 2025. №2. С. 148–155. https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2025.333840
7. Jarecki W., & Czernicka M. Reaction of winter wheat (Triticum aestivum L.) depending on the multi-component foliar fertilization. *Chemistry Proceedings.* 2022. Vol. 10, Issue 1. P. 68. https://doi.org/10.3390/IOCAG2022-12292
8. Ssemugenze B., Ocwa A., Kuunya R., Gumisiriya C., Bojtor C., Nagy J., Széles A., & Illés Á. Enhancing maize production through timely nutrient supply: the role of foliar fertiliser application. 2025. *Agronomy.* Vol. 15, Issue 1. P. 176. https://doi.org/10.3390/agronomy15010176
9. Stadnik B., Tobiasz-Salach R. Physiological response of oat (Avena sativa L.) to the foliar application of silicon in conditions of increased soil salinity. *Chemistry Proceedings.* 2022. Vol. 10, Issue 1. P. 21. https://doi.org/10.3390/IOCAG2022-12332
10. Stadnik B., Tobiasz-Salach R., Migut D. Influence of foliar application of microelements on yield and yield components of spring malting barley. *Agriculture.* 2024. Vol. 14, Issue 3. P. 505. https://doi.org/10.3390/agriculture14030505
11. Wagan Z.A., Buriro M., Wagan T.A., Wagon Z.A., Jamro S.A., Memon Q.U.A., & Wagan S.A. Effect of foliar applied urea on growth and yield of wheat (Triticum aestivum L.). *International Journal of Bioorganic Chemistry.* 2017. Vol.2 (4). P. 185-191. https://doi.org/10.11648/j.ijbc.20170204.15

Horash V. O.
Postgraduate Student at the Department of Crop Production, Selection and Seed Production,
Higher Educational Institution «Podillia State University»
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: *horashv01@gmail.com*
ORCID: *0009-0004-0310-1672*

GRAIN WEIGHT ACCUMULATION IN SPRING BARLEY DEPENDING ON THE EFFECT OF FOLIAR APPLICATION OF THE MICRONUTRIENT FERTILIZER

Abstract

The purpose of the research was to determine the effect of foliar application of the GelyFLOW micronutrient fertilizer on yield formation in spring barley through the third structural component of yield performance, namely grain weight. The study also aimed to investigate the dynamics of grain weight accumulation under a three-time foliar fertilization regime. Methods – field, laboratory, analytical, and generalization methods were employed. The object of the study was the dynamics of grain weight accumulation in the spring barley cultivar Sebastian. The experimental soil was dark gray podzolized soil. GelyFLOW micronutrient fertilizer was applied at a rate of 1.5 L/ha with a working solution volume of 200 L/ha.

The study demonstrated that foliar fertilization of spring barley plants is an effective agronomic practice that significantly influences grain weight, an integral component of yield structure. This technological measure enhances the realization of the productive potential of the crop's reproductive organs by intensifying grain development.

Three foliar applications of the GelyFLOW micronutrient fertilizer – two during the tillering stage and a third before the onset of flowering – significantly enhanced grain weight accumulation. Significant differences were observed compared with the treatment receiving only two applications during tillering. At the initial stage of grain development, grain weight was 0.4 mg higher under the three-application treatment. After 7 days, the difference reached 2.8 mg. On the 14th day, grain weight exceeded that of the two-application treatment by 3.1 mg; during the fourth observation, the difference was 2.8 mg, and during the fifth observation it was 2.4 mg. The realization of the productive potential of spring barley reproductive organs was characterized by the highest rate of grain weight accumulation at the beginning of the grain-filling stage. With an additional foliar application before flowering, grain weight increased by 21.8 mg during the first 7 days of grain filling. Subsequently, the rate of grain weight accumulation gradually declined over each following 7-day period, amounting to 11.0 mg, 7.8 mg, and 6.6 mg, respectively, during the subsequent stages of development. A similar pattern of grain weight accumulation was observed under the two-time foliar application during tillering. Comparison of the two fertilization regimes showed that foliar application of the GelyFLOW micronutrient fertilizer did not alter the overall dynamics of yield formation with respect to grain weight. However, the third application before flowering consistently resulted in higher absolute grain weight values at every stage of the analytical observations.

Key words: *spring barley, grain filling, grain weight, foliar fertilization, GelyFLOW, reproductive organs, grain weight accumulation dynamics.*

References

1. Hanhur, V.V., Kocherha, A.A., Pypko, O.S., & Len, O.I. (2021). Efektyvnist mikrodobryv za umovy obrobky nasinnia ta lystkovoho pidzhyvlennia posiviv pshenytsi ozymoi [The effectiveness of microfertilizers for seed treatment and foliar applications of winter wheat crops]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii – Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (2), 46–51. https://doi.org/10.32782/naturaljournal.3.2023.176-185 [in Ukrainian].
2. Gorash, O.S., & Klymyshena, R.I. (2020). Zalezhnist friabilityvnosti pyvovarnoho yachmeniu yaroho vid vplyvu pozakorenevoho pidzhyvlennia [The dependence of the friability of spring brewing barley on the effects of foliar nutrition]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Bulletin of Uman National University of Horticulture,* 1, 6–10. https://doi.org/10.31395/2310-0478-2020-1-6-10 [in Ukrainian].
3. Demyanyuk, O., & Poltava, O. (2025). Pozakoreneve pidzhyvlennia yak efektyvnyi sposib pidvyshchennia produktyvnosti silskohospodarskykh kultur [Foliar fertilization as an effective method to increase the productivity of agricultural crops]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 4, 143-150. https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2025.345451 [in Ukrainian].
4. Klymyshena, R.I. (2020). Zalezhnist masy zernivky yachmeniu yaroho vid vplyvu pozakorenevoho pidzhyvlennia roslyn mikrodobryvamy [The dependence of the weight of spring barley grains on the effects of foliar nutrition of plants with microfertilizers]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurida Scientific Herald, 112, 82-87.* https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112-11 [in Ukrainian].
5. Kotkova, T.M., & Dovbish L.L. (2023). Vplyv pozakorenevoho (foliarnoho) pidzhyvlennia roslyn pshenytsi ozymoi na urozhai i yakist zerna [Influence of winter wheat plants' foliar ertilization on crop's yield and quality]. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychykh nauk – Ukrainian Journal of Natural Sciences,* 3, 176-185. https://doi.org/10.32782/naturaljournal.3.2023.176-185 [in Ukrainian].
6. Poltava, O., & Demyanyuk, O. (2025). Efektyvnist pozakorenevoho pidzhyvlennia kukurudzy (Zea mays L.) u Livoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Efficiency of foliar feeding of corn (Zea mays L.) in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Ahroekolohichnyi zhurnal – Agroecological journal*, 2, 148–155. https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2025.333840 [in Ukrainian].
7. Jarecki, W., & Czernicka, M. (2022). Reaction of winter wheat (Triticum aestivum L.) depending on the multi-component foliar fertilization. *Chemistry Proceedings,* 10(1), 68. https://doi.org/10.3390/IOCAG2022-12292 [in English].
8. Ssemugenze, B., Ocwa, A., Kuunya, R., Gumisiriya, C., Bojtor, C., Nagy, J., Széles, A., & Illés, Á. (2025). Enhancing maize production through timely nutrient supply: the role of foliar fertiliser application. *Agronomy,* 15(1), 176. https://doi.org/10.3390/agronomy15010176 [in English].
9. Stadnik, B., & Tobiasz-Salach, R. (2022). Physiological response of oat (Avena sativa L.) to the foliar application of silicon in conditions of increased soil salinity. *Chemistry Proceedings,* 10(1), 21. https://doi.org/10.3390/IOCAG2022-12332 [in English].
10. Stadnik, B., Tobiasz-Salach, R., & Migut, D. (2024). Influence of foliar application of microelements on yield and yield components of spring malting barley. *Agriculture,* 14(3), 505. https://doi.org/10.3390/agriculture14030505 [in English].
11. Wagan, Z.A., Buriro, M., Wagan, T.A., Wagon, Z.A., Jamro, S.A., Memon, Q.U.A., & Wagan, S.A. (2017). Effect of foliar applied urea on growth and yield of wheat (Triticum aestivum L.). *International Journal of Bioorganic Chemistry,* 2 (4), 185-191. https://doi.org/10.11648/j.ijbc.20170204.15 [in English].

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Дата першого надходження статті до видання: 29.07.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 18.09.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 30.10.2026