

УДК 633.11»321»: 631.816: 577.112

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.146.1.12>

ЗАЛЕЖНІСТЬ ВМІСТУ БІЛКА В ЗЕРНІ ПШЕНИЦІ ЯРОЇ ВІД ВПЛИВУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ЗА РІЗНИХ СТРОКІВ СІВБИ

Климишена Р.І. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва, селекції та насінництва,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

orcid.org/0000-0002-4643-7895

Сікора А.Г. – аспірант кафедри рослинництва, селекції та насінництва,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

orcid.org/0000-0002-4093-8955

Мета досліджень – встановити залежність вмісту білка в зерні сортів пшениці ярої від впливу застосованих норм мінеральних добрив за різних строків сівби. При проведенні досліджень використано наукові методи: лабораторний, аналітичний, конкретизації, узагальнення, математичний. Дослідження виконані впродовж 2023-2025 рр. в Закладі вищої освіти «Подільський державний університет» в умовах Західного Лісостепу України. Варіанти досліджу: фактор А – норми внесення мінеральних добрив: $N_0P_0K_0$ (контроль – без удобрення), $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$; фактор В – строки сівби: перший (в кінці першої – на початку другої декади березня); другий (в кінці другої – на початку третьої декади березня); третій (по завершенню третьої декади березня). Представлені результати досліджень впливу норм мінеральних добрив – $N_0P_0K_0$; $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$ за різних строків сівби на якість зерна за показником вмісту білка у сортів пшениці ярої Сімкода Миронівська та Елегія Миронівська. В результаті досліджень встановлено істотний вплив мінеральних добрив на вміст білка в зерні пшениці ярої. Так, при внесенні норм мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$ показники становили у сорту Елегія Миронівська – 13,1; 14,1; 14,5%, а у сорту Сімкода Миронівська – 13,6; 14,5; 15,1%, відповідно. Встановлено також залежність вмісту білка в зерні пшениці ярої відповідно до умов вирощування за різних строків сівби. За першого, другого та третього строків у сорту Елегія Миронівська значення показників становили 12,9; 13,4; 13,8%, а для сорту Сімкода Миронівська – 13,3; 13,9; 14,3%, відповідно. Частка впливу фактора умов вегетації за різних строків сівби у сорту Елегія Миронівська становила 11,3%, для норм мінеральних добрив – 87,8%. У сорту Сімкода Миронівська, відповідно, – 13,2% та 86,2%. Перспективи подальших наукових досліджень полягають в обґрунтуванні та удосконаленні адаптивних агротехнологій вирощування пшениці ярої з урахуванням регіональних змін клімату.

Ключові слова: пшениця яра, якість зерна, вміст білка, сорти, норми мінеральних добрив, строки сівби.

Klymyshena R.I., Sikora A.H. Dependence of protein content in spring wheat grain on the effect of mineral fertilizer rates under different sowing dates

The aim of the research was to determine the dependence of protein content in the grain of spring wheat varieties on the application of mineral fertilizers under different sowing dates. The following scientific methods were used in the study: laboratory, analytical, specification, generalization, and mathematical methods. The research was conducted during 2023–2025 at the Higher Education Institution Podillia State University under the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. The experimental design included: factor A – rates of mineral fertilizer application: $N_0P_0K_0$ (control, without fertilization), $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$;

factor B – sowing dates: first (late first – early second ten-day period of March), second (late second – early third ten-day period of March), third (after completion of the third ten-day period of March). The paper presents the results of studies on the effect of mineral fertilizer rates ($N_{0}P_{0}K_{0}$, $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$) under different sowing dates on grain quality in terms of protein content in the spring wheat varieties Simkoda Myronivska and Elehiia Myronivska. The results confirmed a significant effect of mineral fertilizer rates on protein content in spring wheat grain. When applying fertilizer rates $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ and $N_{90}P_{90}K_{90}$ protein content in the variety Elehiia Myronivska was 13.1, 14.1, and 14.5%, respectively, while in the variety Simkoda Myronivska it reached 13.6, 14.5, and 15.1%, respectively. A dependence of protein content in spring wheat grain on growing conditions under different sowing dates was also established. For the first, second, and third sowing dates, protein content in the variety Elehiia Myronivska was 12.9, 13.4, and 13.8%, respectively, while for Simkoda Myronivska it was 13.3, 13.9, and 14.3%, respectively. The share of the effect of vegetation conditions under different sowing dates in the variety Elehiia Myronivska was 11.3%, while that of mineral fertilizer rates was 87.8%. For the variety Simkoda Myronivska, these values were 13.2% and 86.2%, respectively. Prospects for further research are related to the justification and improvement of adaptive agrotechnologies for spring wheat cultivation, taking into account climate change.

Key words: spring wheat, grain quality, protein content, varieties, mineral fertilizer rates, sowing dates.

Постановка проблеми. У сучасних умовах інтенсифікації землеробства та зростання вимог до якості зерна пшениці ярої особливого значення набуває формування високого вмісту білка, як одного з ключових показників її продовольчої цінності. Вміст білка в зерні значною мірою залежить від багатьох чинників, серед яких провідну роль відіграють норми мінеральних добрив та абіотичні умови за різних строків сівби [1]. Водночас наявні літературні дані свідчать про неоднозначність впливу мінерального живлення на накопичення білка за змінних погодних умов та строків сівби [2, 3]. Особливо недостатньо вивченим залишається поєднаний вплив норм мінеральних добрив і строків сівби на якісні показники зерна пшениці ярої в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. У зв'язку з цим виникає потреба у науково обґрунтованому визначенні оптимальних параметрів мінерального живлення та строків сівби, які забезпечують підвищення вмісту білка в зерні пшениці ярої без зниження її продуктивності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Якість зерна пшениці, зокрема вміст білка, визначається взаємодією генетичного потенціалу сорту, агротехнічних прийомів та умов вирощування. Білок у зерні є одним із основних показників продовольчої цінності пшениці, а його концентрація істотно залежить від забезпечення рослин азотом та іншими елементами живлення протягом вегетації. Для досягнення бажаної білковості (зокрема >13% для хлібопекарської якості) часто необхідне внесення збалансованих норм мінеральних добрив, особливо азотних, в оптимальні фази розвитку рослин. Азот підсилює синтез білкових сполук, тоді як елементи, такі як сірка, є структурними компонентами амінокислот, що впливають на якість білка.

Доведено, що мінеральне живлення істотно впливає на якісні показники зерна пшениці, зокрема на вміст білка, хоча таких публікацій саме про яру пшеницю небагато. Аналіз літературних джерел вказує на те, що оптимальні норми добрив підвищують продуктивність і якість зерна, що опосередковано включає вміст білка як один із ключових якісних показників, оскільки білок тісно пов'язаний із загальною якістю зерна. Такі висновки містяться у роботі О.В. Бараболі та С.С. Мироненка, де оцінювали вплив мінерального живлення на врожайність та якість зерна ярої пшениці [3]. Зазначено про важливість мінеральних добрив в покращенні якісних показників зерна та фізіологічного стану рослин.

Ю.Д. Марцінішин та С.В. Пида також описують загальні аспекти білкового складу зерна під впливом добрив. У статті про біохімічний склад зерна м'якої пшениці під впливом добрив розглядається зміна показників білка за різних фонів живлення [4].

Крім того, проведені дослідження в яких вивчалися системи удобрення та агрокліматичні умови, свідчать про адаптовані норми мінеральних добрив, що впливають на якість зерна, зокрема й вміст білка, у складних агроекологічних умовах Лісостепу України [5].

Загалом в наукових працях підкреслюється, що мінеральне живлення є важливою складовою агротехнології для забезпечення високої якості зерна, у тому числі й підвищення вмісту білка, хоча потреба у спеціалізованих дослідженнях, орієнтованих саме на взаємодію норм мінеральних добрив і вмісту білка в ярі пшениці, залишається актуальною.

Дослідження також показують, що підживлення азотними добривами у критичні фази росту (наприклад, кушіння та колосіння) сприяє підвищенню накопичення білку в зерні пшениці.

Умови середовища за різних строків сівби є важливим чинником, що регулює тривалість вегетаційного періоду, температурні умови під час наповнення зерна, і, як наслідок, впливають на якість продукції. Ряд досліджень показує, що зміна строків сівби спричиняє неоднозначні ефекти на вміст білка.

Так, за даними низки польових дослідів, пізні строки сівби призводять до підвищення білка в зерні за рахунок стислого періоду наливу зерна та впливу високих температур, що впливало на співвідношення білкових фракцій [6, 7].

Інші дослідження показують, що вміст білка може бути найвищим за пізніх строків сівби, або ж, навпаки, за ранніх строків, залежно від конкретного генотипу, кліматичних умов та взаємодії з добривами. Наприклад, експерименти з ярою пшеницею демонструють, що певні строки сівби сприяли підвищенню білка порівняно з іншими, хоча конкретні результати варіювали між сортами та умовами [8].

Комбінований вплив мінеральних добрив за різних строків сівби на якість зерна пшениці досить складний і часто суперечливий. За умов різних строків сівби температурний та водний режими можуть характеризуватися пролонгованим впливом під час формування урожаю, при забезпеченні мінеральним живленням, насамперед азотом, може відбуватися вплив на білковість зерна. Дослідження показують, що в поєднанні з оптимальним процесом живлення умови за різних строків сівби можуть відігравати значну роль на якість вирощеної продукції [9].

Постановка завдання. *Мета досліджень* – встановити залежність вмісту білка в зерні сортів пшениці ярої від впливу застосованих норм мінеральних добрив за різних строків сівби.

Дослідження виконані впродовж 2023-2025 рр. в Закладі вищої освіти «Подільський державний університет» в умовах Західного Лісостепу України.

Схема досліджу: фактор А – норми внесення мінеральних добрив: $N_0P_0K_0$ (контроль – без удобрення), $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$; $N_{90}P_{90}K_{90}$; фактор В – строки сівби: перший (в кінці першої – на початку другої декади березня); другий (в кінці другої – на початку третьої декади березня); третій (по завершенню третьої декади березня). Норма висіву насіння – 400 шт./м². Ґрунти дослідних ділянок – чорноземи опідзолені. Об'єкт досліджень – сорти пшениці ярої Сімкода Миронівська та Елегія Миронівська.

Аналіз якісних характеристик зерна ярої пшениці проводився в лабораторних умовах відповідно до вимог ДСТУ 3768-2019 «Пшениця. Технічні умови» [10]. Для математичного аналізу отриманих результатів досліджень використаний дисперсійний аналіз на основі багаторангового статистичного критерію Дункана [11].

Результати досліджень. Вміст білка в зерні пшениці ярої залежить, як від технологічних факторів, так і від факторів вегетації. В проведених дослідженнях встановлено, що параметри показника збільшувалися при внесенні мінеральних добрив порівняно до контрольного варіанта (табл. 1). Вміст білка в зерні пшениці ярої на варіанті внесення добрив в нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ за першого, другого та третього строків сівби становив в середньому для сорту Елегія Миронівська – 12,6; 13,1; 13,6% та для сорту Сімкода Миронівська – 13,0; 13,7; 14,2%, відповідно. Порівняно до контролю значення показника було більшим у зазначених вище сортів на 1,5; 1,3; 1,2% та 1,5; 1,5; 1,4%, відповідно. Внесення мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечувало подальше підвищення вмісту білка в зерні сортів пшениці ярої. Порівняно до варіанта добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ збільшення параметрів показника становило для сорту Елегія Миронівська – 1,1; 1,0; 0,9% та для сорту Сімкода Миронівська – 1,0; 0,9; 0,8% відповідно до порядку вище зазначених строків сівби. Наступне внесення добрив у нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ порівняно до норми добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ також призводило до суттєвого підвищення вмісту білка в зерні сортів пшениці ярої. Різниця даних вмісту білка в зерні між цими варіантами удобрення за першого, другого та третього строків сівби була істотною і становила 0,5; 0,4; 0,3% та 0,7; 0,5; 0,4% відповідно для сортів Елегія Миронівська та Сімкода Миронівська.

Таблиця 1

Залежність вмісту білка в зерні пшениці ярої від впливу норм мінеральних добрив за різних строків сівби, % (середнє за 2023-2025 рр.)

Норма добрив, кг/га д-р.	сорт Елегія Миронівська			сорт Сімкода Миронівська		
	строк сівби					
	перший	другий	третій	перший	другий	третій
$N_0P_0K_0$	11,1	11,8	12,4	11,5	12,2	12,8
$N_{30}P_{30}K_{30}$	12,6	13,1	13,6	13,0	13,7	14,2
$N_{60}P_{60}K_{60}$	13,7	14,1	14,5	14,0	14,6	15,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	14,2	14,5	14,8	14,7	15,1	15,4

На основі результатів дисперсійного аналізу за критерієм Дункана встановлено, що в середньому за роки досліджень найнижчий вміст білка в зерні пшениці ярої отримано у варіанті без внесення добрив. Так, у сорту Елегія Миронівська цей показник становив 11,8%, а у сорту Сімкода Миронівська – 12,2% (табл. 2). Застосування мінеральних добрив у нормі $N_{30}P_{30}K_{30}$ сприяло істотному підвищенню вмісту білка до 13,1% та 13,6%, відповідно до вище зазначених сортів. Подальше зростання досліджуваного показника спостерігалось за внесення норми $N_{60}P_{60}K_{60}$, де вміст білка у зерні сорту Елегія Миронівська сягав 14,1%, а сорту Сімкода Миронівська – 14,5%. Найвищі значення вмісту білка в зерні отримано при застосуванні мінеральних добрив в нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$: 14,5% – у сорту Елегія Миронівська та 15,1% – у сорту Сімкода Миронівська.

Водночас суттєвий вплив на формування якісних показників зерна мають і умови вегетації рослин. Зокрема, правильний вибір строків сівби є одним із

ключових чинників, який впливає на процес отримання високоякісної продукції сільськогосподарських культур.

Таблиця 2

Вміст білка в зерні пшениці ярої залежно від впливу норм мінеральних добрив, % (середнє за 2023-2025 рр.)

№	Норма добрив	сорт Елегія МIRONIVСЬКА	сорт Сімкода МIRONIVСЬКА	Гомогенні групи			
				1	2	3	4
1	$N_0P_0K_0$	11,8	12,2	****			
2	$N_{30}P_{30}K_{30}$	13,1	13,6		****		
3	$N_{60}P_{60}K_{60}$	14,1	14,5			****	
4	$N_{90}P_{90}K_{90}$	14,5	15,1				****

В середньому за результатами використання тесту Дункана встановлено чітку залежність вмісту білка в зерні пшениці ярої від впливу умов за різних строків сівби (табл. 3). Зокрема, найнижчі значення показника отримано за першого строку сівби: у сорту Елегія МIRONIVСЬКА вони становили 12,9%, а у сорту Сімкода МIRONIVСЬКА – 13,3%. Проведення сівби у другий строк призводило до істотного покращення якості за показником вмісту білка у вище зазначених сортів на 0,5% та 0,6% порівняно з першим строком. Максимальні значення вмісту білка в зерні отримано за третього строку сівби: у сорту Елегія МIRONIVСЬКА – 13,8% та у сорту Сімкода МIRONIVСЬКА – 14,3%.

Таблиця 3

Вміст білка в зерні пшениці ярої за різних строків сівби, % (середнє за 2023-2025 рр.)

№	Строк сівби	сорт Елегія МIRONIVСЬКА	сорт Сімкода МIRONIVСЬКА	Гомогенні групи		
				1	2	3
1	Перший	12,9	13,3	****		
2	Другий	13,4	13,9		****	
3	Третій	13,8	14,3			****

Отже, вміст білка в зерні пшениці ярої накопичується під впливом як технологічних, так і абіотичних факторів, проте ступінь їх дії є різним. Так, у сорту Елегія МIRONIVСЬКА частка впливу умов за різних строків сівби становила 11,3%, а норм мінеральних добрив – 87,8%, тоді як у сорту Сімкода МIRONIVСЬКА – 13,2% та 86,2%, відповідно.

Висновки. В результаті досліджень встановлено істотний вплив мінеральних добрив на вміст білка в зерні пшениці ярої. Так, при внесенні норм мінеральних добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ показники становили у сорту Елегія МIRONIVСЬКА – 13,1; 14,1; 14,5%, а у сорту Сімкода МIRONIVСЬКА – 13,6; 14,5; 15,1%, відповідно.

Встановлено також залежність вмісту білка в зерні пшениці ярої відповідно до умов вирощування за різних строків сівби. За першого, другого та третього строків у сорту Елегія МIRONIVСЬКА значення показників становили 12,9; 13,4; 13,8%, а для сорту Сімкода МIRONIVСЬКА – 13,3; 13,9; 14,3%, відповідно.

Частка впливу фактора умов вегетації за різних строків сівби у сорту Елегія Миронівська становила 11,3%, для норм мінеральних добрив – 87,8%. У сорту Сімкода Миронівська, відповідно, – 13,2% та 86,2%.

Перспективи подальших наукових досліджень полягають в обґрунтуванні та удосконаленні адаптивних агротехнологій вирощування пшениці ярої з урахуванням регіональних змін клімату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гораш О.С., Климишена Р.І. Вплив позакореневого підживлення рослин пивоварного ячменю на вміст білка в зерні. *Вісник аграрної науки*. 2020. Т. 98(4). С. 28-34. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-04>
2. Білоножко В.Я., Блащук М.І., Полторецький С.П., Яценко А.О. Вплив агрозаходів на підвищення продуктивності пшениці ярої. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2017. № 2. С. 33-36.
3. Бараболя О.В., Мироненко С.С. Вплив добрив на врожайність та якість зерна пшениці ярої. *Міжнародна науково-практична конференція «Захист рослин і карантин рослин: історія та сьогодення» 24-25 листопада 2020 р.* С. 92-94.
4. Марцінішин Ю.Д., Пида С.В. Біохімічний склад зерна пшениці м'якої (*Triticum Aestivum* L.) за впливу добрив. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія*. 2021. Т. 81, № 1–2. С. 90-98. <https://doi.org/10.25128/2078-2357.21.1-2.12>
5. Бараболя О.В., Латиш А.А. Вплив агрокліматичних факторів та систем удобрення на врожайність і якість зерна пшениці твердої ярої в умовах лівобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. Vol. 28, Issue 1. С. 81–87. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.01.14>
6. Bagherikia S., Soughi H., Khodarahmi M., Naghipour F. The Effect of Sowing Dates on Grain Yield and Quality in Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Food Science & Nutrition*. 2025. Volume 13, Issue 5. e70035. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70035>.
7. Singh S., Gupta A.K., Kaur N. Influence of drought and sowing time on protein composition, antinutrients, and mineral contents of wheat. *The Scientific World Journal*. 2012. Volume 2012. 485751. <https://doi.org/10.1100/2012/485751>.
8. Ahmed M., Fayyaz-ul-Hassan. Response of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) quality traits and yield to sowing date. *PLoS One*. 2015. Volume 10, Issue 4. e0126097. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126097>.
9. Jarecki W. Response of Winter Wheat to Delayed Sowing and Varied Nitrogen Fertilization. *Agriculture*. 2024. Volume 14, Issue 1. P. 121. <https://doi.org/10.3390/agriculture14010121>
10. ДСТУ 3768:2019. Пшениця. Технічні умови. Чинний від 2019-06-10. Київ, 2019. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_3768_2019.pdf.
11. Ермантраут Е.Р., Присяжнюк О.І., Шевченко І.Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ: Українська академія аграрних наук, 2007. 55 с.

Дата першого надходження рукопису до видання: 20.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 22.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025