

DOI <https://doi.org/10.31359/2413.7642.2026.1.399>

УДК 633.11:631.84:631.559

Тарасюк В. А., канд. с.-г. наук, доцент, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та захисту рослин

E-mail: valeratarasuk003@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4207-1013

Бочарова Д. В., здобувач вищої освіти, агроном ФГ «Фортуна»

E-mail: di.ostapyshena@gmail.com, ORCID: 0009-0001-1328-137X

Безвіконний П. В., канд. с.-г. наук, доцент, доцент кафедри садово-паркового господарства, геодезії та землеустрою

E-mail: bezbekonny777@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4922-1763

Потапський Ю. В., канд. с.-г. наук, доцент, доцент, доцент кафедри садово-паркового господарства, геодезії та землеустрою

E-mail: yurapotap@ukr.net, ORCID: 0000-0001-6446-9471

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет», Кам'янець-Подільський, Україна

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ

Анотація. Метою дослідження було визначення впливу різних форм азотних добрив при ранньовесняному внесенні по мерзлоталому ґрунту на формування елементів структури врожаю, урожайності та якості зерна пшениці озимої в умовах Лівобережного Лісостепу України.

Дослідження проводилися у 2024–2025 роках на базі фермерського господарства «Фортуна» (с. Артемівка, Чугуївський район, Харківська область). Польовий дослід закладався у трьох повтореннях. Фактор А – сорти пшениці озимої Квітка полів і Юсон, фактор В – форми азотних добрив: контроль, аміачна селітра, КАС-28, карбамід і сульфат амонію. Технологія вирощування була загальноприйнятою для зони досліджень, за винятком досліджуваних факторів.

Встановлено, що внесення азотних добрив істотно впливало на формування продуктивності та прояв сортових особливостей. У контролі густина продуктивного стеблостою становила 412 шт/м² у сорту Квітка полів і 395 шт/м² у сорту Юсон, маса 1000 зерен – 38,6 і 37,0 г, вміст білка – 10,8 і 10,2 %, що свідчить про дефіцит азотного живлення у ранньовесняний період. Застосування азотних добрив забезпечило істотне покращення всіх показників. Густина стеблостою зростала до 468–498 шт/м² у сорту Квітка полів та 452–480 шт/м² у Юсон. Найвищі значення отримано за внесення аміачної селітри (498 і 480 шт/м²), що пояснюється швидкою доступністю нітратного азоту та активізацією кущіння. КАС-28 забезпечував 487 і 470 шт/м², сульфат амонію – 482 і 465 шт/м², карбамід – 468 і 452 шт/м².

Маса 1000 зерен підвищувалася до 40,1–41,2 г у сорту Квітка полів та 38,8–39,8 г у Юсон, з максимальними значеннями при застосуванні аміачної селітри. Вміст білка зростав до 11,9–13,1 % і 11,3–12,5 % відповідно, найвищі показники забезпечував сульфат амонію завдяки впливу сірки на білковий обмін.

Урожайність підвищувалася від 4,21 до 5,03 т/га у сорту Квітка полів та від 3,98 до 4,78 т/га у сорту Юсон. Максимальний приріст забезпечувала аміачна селітра (0,82 і 0,80 т/га) при найвищому коефіцієнті використання азоту (34 і 33 %). КАС-28

формував урожайність 4,99 і 4,73 т/га, сульфат амонію – 4,96 і 4,70 т/га, карбамід мав найнижчу ефективність.

Встановлено, що сорт Квітка полів стабільно перевищував Юсон за всіма показниками. Найбільш ефективними за урожайністю були аміачна селітра та КАС-28, тоді як сульфат амонію забезпечував кращу якість зерна. Карбамід виявився найменш ефективним у ранньовесняних умовах.

Ключові слова: пшениця озима, азотні добрива, аміачна селітра, КАС-28, карбамід, сульфат амонію, урожайність, якість зерна, вміст білка, мерзлоталий ґрунт.

V. Tarasiuk, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

E-mail: valeratarasuk003@gmail.com ORCID: 0000-0002-4207-1013

D. Bocharova, Higher Education Student, agronomist at “Fortuna” farm

E-mail: di.ostapyshena@gmail.com ORCID: 0009-0001-1328-137X

P. Bezvikonnyi, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

E-mail: bezvikonny777@gmail.com ORCID: 0000-0003-4922-1763

Yu. Potapskyi, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

E-mail: yurapotap@ukr.net ORCID: 0000-0001-6446-9471

Higher Education Institution “Podillia State University”, Kamianets-Podilskyi, Ukraine

Formation of winter wheat productivity under different nitrogen nutrition systems

Abstract. Formulation of the problem. Efficient nitrogen nutrition is a key factor determining winter wheat productivity, particularly under early spring application on frozen-thawed soil. However, the comparative effectiveness of different nitrogen fertilizer forms and their influence on yield structure formation, grain productivity, and grain quality, as well as varietal responses, remain insufficiently studied and require further scientific substantiation. **Purpose.** The aim of the study was to determine the effect of different forms of nitrogen fertilizers applied in early spring on frozen-thawed soil on the formation of yield structure components, grain yield, and grain quality of winter wheat under conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. **Research methods.** A field experiment was conducted in 2024–2025 at the farm “Fortuna” (Atemivka village, Chuhuiv district, Kharkiv region). The experiment was established in three replications using a split-plot design. Factor A included winter wheat varieties Kvitka poliv and Yuson. Factor B included nitrogen fertilizer treatments: unfertilized control, ammonium nitrate, UAN-28, urea, and ammonium sulfate. Crop management practices were standard for the region, except for the studied factors. **Research results.** The results showed that both varietal characteristics and nitrogen fertilizer forms significantly affected the formation of yield components in winter wheat. Under the control treatment, productive stem density was 412 stems/m² for Kvitka poliv and 395 stems/m² for Yuson, thousand grain weight was 38.6 g and 37.0 g, and grain protein content was 10.8% and 10.2%, respectively, indicating insufficient nitrogen supply during early spring growth. All nitrogen fertilizer treatments significantly improved crop performance. Productive stem density increased to 468–498 stems/m² in Kvitka poliv and 452–480 stems/m² in Yuson. The highest values were obtained with ammonium nitrate (498 and 480 stems/m²), due to the rapid availability of nitrate nitrogen and stimulation of tillering during spring regrowth. UAN-28 provided 487 and 470 stems/m², ammonium sulfate 482 and 465 stems/m², while urea resulted in the lowest values (468 and 452 stems/m²) due to slower transformation of amide nitrogen. A similar trend was observed for thousand grain weight, which increased to 40.1–41.2 g in Kvitka poliv and 38.8–39.8 g in Yuson. The highest values were recorded under ammonium nitrate application (41.2 and 39.8 g), while the lowest among fertilized variants were observed

with urea. Grain protein content increased to 11.9–13.1% in Kvitka poliv and 11.3–12.5% in Yuson. The highest protein content was obtained under ammonium sulfate application, which is associated with the positive role of sulfur in nitrogen assimilation and protein synthesis. Ammonium nitrate and UAN-28 provided intermediate values, while urea showed the lowest improvement among fertilized treatments. Winter wheat grain yield increased significantly under nitrogen fertilization, from 4.21 to 5.03 t/ha in Kvitka poliv and from 3.98 to 4.78 t/ha in Yuson. The highest yield increase was obtained with ammonium nitrate (0.82 and 0.80 t/ha) with nitrogen use efficiency of 34% and 33%, respectively. UAN-28 ensured yields of 4.99 and 4.73 t/ha, ammonium sulfate 4.96 and 4.70 t/ha, while urea showed the lowest efficiency among fertilized variants. Varietal analysis demonstrated that Kvitka poliv consistently outperformed Yuson across all studied parameters, indicating a higher realization of its biological potential under improved nitrogen nutrition conditions. **Conclusions.** Thus, early spring nitrogen fertilization significantly influences yield formation and grain quality of winter wheat. Ammonium nitrate and UAN-28 were the most effective for increasing grain yield, while ammonium sulfate ensured the highest grain protein content. Urea showed the lowest efficiency under early spring conditions. The obtained results confirm the importance of selecting appropriate nitrogen fertilizer forms depending on production goals and environmental conditions.

Keywords: winter wheat, nitrogen fertilizers, ammonium nitrate, UAN-28, urea, ammonium sulfate, yield, grain quality, protein content, frozen-thawed soil.

Вступ. Озима пшениця (*Triticum aestivum* L.) є однією з провідних зернових культур світового та вітчизняного землеробства, що відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки та формуванні експортного потенціалу України. Висока пластичність культури, значна продуктивність і універсальність використання зумовлюють її широке поширення у різних ґрунтово-кліматичних зонах [1, 2]. Водночас ефективність вирощування озимої пшениці значною мірою залежить від оптимального забезпечення рослин елементами живлення, серед яких азот посідає провідне місце. Особливої актуальності це питання набуває в умовах сучасних кліматичних змін, що характеризуються нестабільним температурним режимом, коливанням кількості опадів та частими переходами температури через 0°C у зимово-весняний період [3].

Використання сучасних високопродуктивних сортів у поєднанні з удосконаленням системи живлення є ключовим чинником підвищення рівня реалізації біологічного потенціалу продуктивності пшениці озимої. Ранньовесняне підживлення культури є важливим елементом інтенсивної технології її вирощування, оскільки саме в цей період формується потенціал продуктивності посівів [4, 5]. Внесення азотних добрив по мерзлоталому ґрунту дає змогу максимально рано забезпечити рослини доступними формами азоту та активізувати процеси весняної вегетації. Водночас ефективність цього агрозаходу нерідко обмежується значними втратами азоту внаслідок поверхневого стоку, денітрифікації, вимивання нітратів та інших непродуктивних

процесів, що знижує коефіцієнт використання добрив рослинами [6]. У зв'язку з цим актуальним науковим і практичним завданням є визначення найбільш ефективної форми азотного добрива для ранньовесняного внесення, яка забезпечує максимальну реалізацію продуктивного потенціалу культури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема ефективного використання азоту в агроценозах зернових культур є однією з ключових у сучасному рослинництві. Азот відіграє визначальну роль у формуванні фотосинтетичного апарату, інтенсивності ростових процесів та продуктивності рослин. Особливо важливим є його значення у період відновлення весняної вегетації, коли озима пшениця проходить критичний етап розвитку і потребує підвищеної кількості доступного азоту [7, 8].

Дослідження вітчизняних та зарубіжних учених (Бараболя О., Доронін С. [9], Циков В. С., Петриченко В. Ф. [10], Господаренко Г. М. [11], Hotea I. et al. [12], Domaratskyi Y. et al. [13]) свідчать, що коефіцієнт використання азоту значною мірою залежить від його форми, способу внесення та погодних умов. Нітратна форма азоту відзначається високою швидкістю засвоєння рослинами, проте характеризується підвищеним ризиком вимивання у ґрунтові горизонти. Амонійна форма є менш рухомою і більш стабільною, однак за низьких температур процеси нітрифікації сповільнюються, що обмежує її доступність для рослин. Амідна форма азоту забезпечує пролонговану дію, оскільки потребує ферментативного перетворення, ефективність якого залежить від температури та біологічної активності ґрунту [14, 15].

Як зазначають Cameron K. C. та ін. [16], ефективність азотних добрив значною мірою визначається синхронізацією процесів мінералізації та споживання азоту рослинами, що особливо складно досягти в умовах ранньовесняного періоду. У свою чергу, Каленька С. та ін. [17] підкреслює, що нестабільні погодні умови сприяють зростанню втрат азоту та зниженню ефективності удобрення.

Важливим аспектом є також вплив ґрунтових умов на трансформацію азотних сполук. За даними досліджень, низькі температури та надмірна вологість ґрунту пригнічують мікробіологічні процеси, зокрема нітрифікацію, що обмежує накопичення доступних форм азоту у кореневмісному шарі [18]. Це призводить до виникнення дефіциту елемента живлення у критичні фази розвитку культури.

Сучасні підходи до оптимізації азотного живлення передбачають використання різних форм добрив, у тому числі стабілізованих і пролонгованої дії, що дозволяє підвищити ефективність їх використання та зменшити екологічне навантаження на агроєкосистеми [19]. Водночас більшість досліджень проводилися за умов відносно стабільного температурного режиму, тоді як ефективність різних форм азотних

добрив при внесенні по мерзлоталому ґрунту в умовах кліматичної нестабільності України залишається недостатньо вивченою.

Таким чином, незважаючи на значну кількість наукових праць, питання оптимізації ранньовесняного азотного підживлення озимої пшениці, зокрема вибору найбільш ефективної форми добрива для внесення по мерзлоталому ґрунту, потребує подальших досліджень, що і зумовлює актуальність даної роботи.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводилися впродовж 2024–2025 років на базі ФГ «Фортуна» с. Артемівка Чугуївського району Харківської області. Технологія вирощування озимої пшениці за виключенням досліджуваних питань, була загальноприйнятою для району проведення досліджень.

Ґрунтово-кліматичні умови зони досліджень характеризуються недостатнім і нестійким зволоженням, значними коливаннями температур у зимово-весняний період та частими відлигами, що створює специфічні умови для проведення ранньовесняного підживлення по мерзлоталому ґрунту.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий, середньосуглинковий, сформований на лесових відкладах. Вміст гумусу в орному шарі становить у середньому 3,8%. Забезпеченість ґрунту поживними речовинами середня: вміст легкогідролізованого азоту – 90–120 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 80–110 мг/кг, обмінного калію – 130–170 мг/кг ґрунту, рН сольове 5,6–6,5.

Схемою досліду передбачалося вивчення впливу різних форм азотних добрив за їх внесення в ранньовесняний період по мерзлоталому ґрунту на показники продуктивності та якості зерна пшениці озимої сортів Квітка полів і Юсон.

Схема досліду включала такі варіанти:

Фактор А – сорти пшениці озимої: Квітка полів, Юсон.

Фактор В – форми азотних добрив.

1. Без внесення добрив (контроль);
2. Аміачна селітра (N – 34 %);
3. КАС-28 (N – 28 %);
4. Карбамід (N – 47 %);
5. Сульфат амонію (N – 21 %, S – 24 %).

Норма внесення азоту становила 60 кг д. р./га. У перерахунку на фізичну масу добрив норми становили: аміачна селітра – 176 кг/га, КАС-28 – 214 кг/га, карбамід – 128 кг/га, сульфат амонію – 286 кг/га. Добрива вносили одноразово ранньою весною по мерзлоталому ґрунту.

Площа посівної ділянки досліду становила 37,5 м², облікової – 30 м², повторність досліду – триразова.

У процесі досліджень проводили фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин, визначали густоту продуктивних стебел,

обліковували врожайність зерна з наступним перерахунком на стандартну вологість, визначали масу 1000 зерен та вміст білка. Оцінювання показників якості зерна здійснювали за загальноприйнятими лабораторними методами.

Коефіцієнт використання азоту рослинами визначали розрахунковим методом за різницею між виносом азоту врожаєм у удобреному та контрольному варіантах відносно кількості внесеного азоту. Розрахунок проводили за формулою:

$$K_{BN} = ((N_1 - N_0) / D) \times 100,$$

де K_{BN} – коефіцієнт використання азоту, %;

N_1 – винос азоту врожаєм у варіанті з внесенням добрив, кг/га;

N_0 – винос азоту врожаєм у контрольному варіанті, кг/га;

D – норма внесеного азоту, кг д. р./га.

Вміст загального азоту в рослинному матеріалі визначали методом К'ельдаля відповідно до загальноприйнятих агрохімічних методик.

Фенологічні спостереження, біометричні та лабораторні дослідження проводили відповідно до загальноприйнятих методик дослідної справи в агрономії [20, 21].

Результати досліджень та їх обговорення. Результати проведених досліджень (табл. 1) свідчать, що застосування різних форм азотних добрив при ранньовесняному внесенні по мерзлоталому ґрунту істотно впливає на формування основних елементів структури врожаю озимої пшениці, зокрема на густоту продуктивного стеблостою, масу 1000 зерен та вміст білка в зерні. Отримані дані підтверджують як сортову реакцію рослин, так і суттєві відмінності між формами азотних добрив.

Встановлено, що у контрольному варіанті без внесення азотних добрив показники істотно поступалися удобреним варіантам як у сорту Квітка полів, так і у сорту Юсон. Зокрема, у сорту Квітка полів густота продуктивного стеблостою становила 412 шт/м², маса 1000 зерен – 38,6 г, вміст білка – 10,8 %, тоді як у сорту Юсон відповідні показники були нижчими і становили 395 шт/м², 37,0 г та 10,2 %. Це свідчить про меншу реалізацію біологічного потенціалу культури за відсутності азотного підживлення в ранньовесняний період.

Застосування азотних добрив сприяло істотному підвищенню всіх досліджуваних показників незалежно від сорту. У сорту Квітка полів густота продуктивного стеблостою зросла до 468–498 шт/м², тоді як у сорту Юсон – до 452–480 шт/м² залежно від форми добрива. Найвищі значення цього показника відзначено у варіанті із застосуванням аміачної селітри, де у сорту Квітка полів отримано 498 шт/м², а у сорту Юсон – 480 шт/м². Це пояснюється наявністю швидкодоступної нітратної форми азоту, яка забезпечує інтенсивний стартовий ріст

рослин та активізацію процесів куціння у період відновлення весняної вегетації.

Таблиця 1. Вплив різних форм азоту на елементи структури врожаю пшениці озимої (середнє за 2024–2025 рр.)

Сорт (фактор А)	Форми азотних добрив (фактор В)	Густота продуктивного стеблостою, шт/м ²	Маса 1000 зерен, г	Вміст білка в зерні, %
Квітка полів	Без внесення добрив (к)*	412	38,6	10,8
	Аміачна селітра	498	41,2	12,6
	КАС-28	487	40,9	12,4
	Карбамід	468	40,1	11,9
	Сульфат амонію	482	41,0	13,1
Юсон	Без внесення добрив (к)*	395	37,0	10,2
	Аміачна селітра	480	39,8	11,8
	КАС-28	470	39,5	11,7
	Карбамід	452	38,8	11,3
	Сульфат амонію	465	39,7	12,5

Примітка: (к)* – контроль

Дещо нижчі, але близькі значення густоти продуктивного стеблостою були отримані при застосуванні КАС-28, де у сорту Квітка полів показник становив 487 шт/м², а у сорту Юсон – 470 шт/м². Це зумовлено поєднанням у складі КАС амонійної та нітратної форм азоту, що забезпечує більш пролонговану дію добрива. У варіанті із застосуванням сульфату амонію густота продуктивного стеблостою становила 482 шт/м² у сорту Квітка полів та 465 шт/м² у сорту Юсон, що також свідчить про високу ефективність цього добрива. Найнижчі показники серед удобрених варіантів отримано при внесенні карбаміду – 468 шт/м² у сорту Квітка полів та 452 шт/м² у сорту Юсон, що

пояснюється повільнішою трансформацією амідної форми азоту в ґрунті за низьких температур ранньовесняного періоду.

Аналіз маси 1000 зерен показав аналогічну закономірність впливу факторів досліду. У контрольному варіанті цей показник становив 38,6 г у сорту Квітка полів та 37,0 г у сорту Юсон. Внесення азотних добрив сприяло підвищенню маси 1000 зерен до 40,1–41,2 г у сорту Квітка полів та до 38,8–39,8 г у сорту Юсон. Найвищі значення маси 1000 зерен у сорту Квітка полів зафіксовано у варіанті з аміачною селітрою (41,2 г), тоді як у сорту Юсон максимальне значення становило 39,8 г також у цьому варіанті. Близькі показники отримано при застосуванні сульфату амонію (41,0 г у сорту Квітка полів та 39,7 г у сорту Юсон) і КАС-28 (40,9 г та 39,5 г відповідно). Найнижчі значення серед удобрених варіантів відмічено при внесенні карбаміду – 40,1 г у сорту Квітка полів та 38,8 г у сорту Юсон, що пов'язано з особливостями гідролізу амідної форми азоту.

Особливо важливим показником якості зерна є вміст білка. У контрольному варіанті він становив 10,8 % у сорту Квітка полів та 10,2 % у сорту Юсон. Внесення азотних добрив забезпечило підвищення цього показника до 11,9–13,1 % у сорту Квітка полів та до 11,3–12,5 % у сорту Юсон. Найвищий вміст білка у обох сортів отримано при застосуванні сульфату амонію – 13,1 % у сорту Квітка полів та 12,5 % у сорту Юсон. Це зумовлено наявністю сірки у складі добрива, яка сприяє синтезу сірковмісних амінокислот і підвищує ефективність засвоєння азоту. Високі значення також відмічено при внесенні аміачної селітри (12,6 % та 11,8 %) і КАС-28 (12,4 % та 11,7 %), тоді як найнижчі серед удобрених варіантів – при застосуванні карбаміду (11,9 % у сорту Квітка полів та 11,3 % у сорту Юсон).

Узагальнюючи отримані результати, слід відзначити чітку закономірність впливу як сорту, так і форми азотного добрива на формування елементів структури врожаю пшениці озимої. Сорт Квітка полів у всіх варіантах досліду формував вищі показники густоти продуктивного стеблостою, маси 1000 зерен та вмісту білка порівняно із сортом Юсон, що свідчить про його вищий рівень реалізації біологічного потенціалу в умовах досліду.

Встановлено, що найбільш ефективними за комплексом показників є нітратвмісні та змішані форми азоту, зокрема аміачна селітра та КАС-28, які забезпечують інтенсивний ріст рослин і формування високої зернової продуктивності. Водночас застосування сульфату амонію є найбільш доцільним у технологіях, орієнтованих на підвищення якісних показників зерна, зокрема вмісту білка. Карбамід, як амідна форма азоту, показав дещо нижчу ефективність у ранньовесняний період, що пов'язано з повільнішою його трансформацією в доступні для рослин форми.

Отримані результати підтверджують доцільність диференційованого підходу до вибору форми азотного добрива залежно від цільового призначення продукції та погодних умов весняного періоду, що дозволяє максимально ефективно реалізувати потенціал сучасних сортів пшениці озимої.

Аналіз отриманих даних (табл. 2) свідчить про суттєвий вплив форми азотного добрива на рівень урожайності пшениці озимої та коефіцієнт використання азоту рослинами як для сорту Квітка полів, так і для сорту Юсон.

Таблиця 2. Урожайність та коефіцієнт використання азоту у посівах пшениці озимої (середнє за 2024–2025 рр.)

Сорт (фактор А)	Форми азотних добрив (фактор В)	Урожайність, т/га	Приріст до контролю, т/га	Коефіцієнт використання N, %
Квітка полів	Без внесення добрив (к)*	4,21	–	–
	Аміачна селітра	5,03	0,82	34
	КАС-28	4,99	0,78	33
	Карбамід	4,52	0,31	13
	Сульфат амонію	4,96	0,75	31
Юсон	Без внесення добрив (к)*	3,98	–	–
	Аміачна селітра	4,78	0,80	33
	КАС-28	4,73	0,75	32
	Карбамід	4,28	0,30	12
	Сульфат амонію	4,70	0,72	30

Встановлено, що у контрольному варіанті без внесення азотних добрив урожайність становила 4,21 т/га у сорту Квітка полів та 3,98 т/га у сорту Юсон, що відображає природний рівень забезпеченості ґрунту мінеральним азотом і потенціал сортів за відсутності додаткового живлення. При цьому коефіцієнт використання азоту у контрольному варіанті не визначався, що є логічним, оскільки внесення елемента живлення не здійснювалося.

Застосування азотних добрив забезпечило істотне підвищення урожайності у обох сортів, причому приріст до контролю становив від 0,30 до 0,82 т/га залежно від форми добрива та сорту. Найвищий рівень

урожайності отримано у варіанті з внесенням аміачної селітри, де у сорту Квітка полів показник становив 5,03 т/га при прирості 0,82 т/га та коефіцієнті використання азоту 34 %, тоді як у сорту Юсон урожайність становила 4,78 т/га з приростом 0,80 т/га та коефіцієнтом використання азоту 33 %. Такий результат пояснюється наявністю у складі аміачної селітри амонійної та нітратної форм азоту, що забезпечують швидке надходження елемента живлення у критичний період відновлення весняної вегетації та сприяють інтенсивному росту рослин.

Варіант із застосуванням КАС-28 також забезпечив високі показники урожайності: 4,99 т/га у сорту Квітка полів та 4,73 т/га у сорту Юсон, при прирості відповідно 0,78 та 0,75 т/га. Коефіцієнт використання азоту становив 33 % та 32 %. Ефективність цього варіанту зумовлена наявністю трьох форм азоту (нітратної, амонійної та амідної), що забезпечує більш рівномірне та пролонговане живлення рослин. Водночас незначне зниження урожайності порівняно з аміачною селітрою може пояснюватися частковими втратами нітратної форми азоту внаслідок поверхневого стоку при внесенні по мерзлоталому ґрунту.

Застосування сульфату амонію забезпечило урожайність на рівні 4,96 т/га у сорту Квітка полів та 4,70 т/га у сорту Юсон при прирості 0,75 та 0,72 т/га відповідно. Коефіцієнт використання азоту становив 31 % у сорту Квітка полів та 30 % у сорту Юсон, що свідчить про достатньо високу ефективність даного добрива. Підвищена ефективність використання азоту у цьому варіанті пояснюється наявністю сірки у складі добрива, яка активізує синтез сірковмісних амінокислот і сприяє кращому засвоєнню азоту рослинами.

Найнижчі показники серед удобрених варіантів отримано при внесенні карбаміду, де урожайність становила 4,52 т/га у сорту Квітка полів та 4,28 т/га у сорту Юсон, а приріст до контролю – 0,31 та 0,30 т/га відповідно. Коефіцієнт використання азоту у цьому варіанті становив 13 % у сорту Квітка полів та 12 % у сорту Юсон, що є найнижчими значеннями серед досліджуваних форм добрив. Це пояснюється повільним гідролізом амідної форми азоту за низьких температур ранньовесняного періоду, а також можливими непродуктивними втратами азоту у вигляді аміаку при поверхневому внесенні без заробки у ґрунт.

Порівняльний аналіз сортів свідчить, що сорт Квітка полів у всіх варіантах дослідження формувал вищі показники урожайності та дещо вищий коефіцієнт використання азоту порівняно із сортом Юсон, що свідчить про його більш ефективну реакцію на покращення азотного живлення в умовах ранньовесняного внесення по мерзлоталому ґрунту.

Отримані значення коефіцієнта використання азоту (12–34 %) узгоджуються з даними літературних джерел і підтверджують суттєвий

вплив форми добрива на ефективність засвоєння азоту рослинами. Зокрема, нітратвмісні та змішані форми азоту забезпечують більш високий рівень урожайності та ефективності використання елемента живлення, тоді як амідна форма характеризується зниженням агрономічної ефективності в умовах ранньовесняного періоду.

Узагальнюючи результати досліджень, слід зазначити, що ефективність азотних добрив при ранньовесняному внесенні по мерзлоталому ґрунту визначається як формою азоту, так і сортовими особливостями пшениці озимої. Найбільш продуктивними за рівнем урожайності є аміачна селітра та КАС-28, тоді як сульфат амонію забезпечує оптимальний баланс між урожайністю та ефективністю використання азоту. Карбамід в умовах дослідів виявився найменш ефективним варіантом.

Таким чином, диференційований підхід до вибору форми азотного добрива дозволяє максимально реалізувати продуктивний потенціал сучасних сортів пшениці озимої та підвищити ефективність використання азоту в умовах ранньовесняного внесення.

Висновки. Встановлено, що в умовах ФГ «Фортуна» ранньовесняне внесення азотних добрив істотно впливає на формування елементів структури врожаю, урожайність та якість зерна пшениці озимої сортів Квітка полів і Юсон.

Застосування азотних добрив забезпечувало підвищення урожайності до 5,03–4,52 т/га у сорту Квітка полів та до 4,78–4,28 т/га у сорту Юсон. Максимальний приріст отримано за внесення аміачної селітри – 0,82 і 0,80 т/га при коефіцієнті використання азоту 34 і 33 % відповідно. Варіант із КАС-28 забезпечив урожайність 4,99 і 4,73 т/га (Квітка полів 33 %, Юсон 32 %), сульфат амонію – 4,96 і 4,70 т/га (31 і 30 %), тоді як мінімальні значення відмічено за внесення карбаміду – 4,52 і 4,28 т/га (13 і 12 %).

Вміст білка в зерні також суттєво залежав від сорту та форми азоту. У сорту Квітка полів він коливався від 10,8 % у контролі до 13,1 % за внесення сульфату амонію, у сорту Юсон – від 10,2 до 12,5 % відповідно. За використання аміачної селітри показник становив 12,6 і 11,8 %, КАС-28 – 12,4 і 11,7 %, карбаміду – 11,9 і 11,3 % відповідно. Загалом сорт Квітка полів стабільно формував вищий вміст білка порівняно з Юсон за всіх варіантів удобрення, а максимальні значення в обох сортів забезпечував сульфат амонію, що пов'язано з наявністю сірки та підвищенням ефективності азотного живлення.

Отже, результати досліджень свідчать, що за рівнем урожайності найбільш ефективними формами азотних добрив є аміачна селітра та КАС-28, тоді як сульфат амонію забезпечує покращення показників якості зерна та підвищення ефективності використання азоту. За всіма досліджуваними показниками сорт Квітка полів переважав сорт Юсон.

Список використаних джерел

1. Крижанівський В. Г. Особливості формування якості зерна сортів пшениці озимої в Правобережному Лісостепу. *Наукові доповіді НУБіП України: Агронімія*. 2022. 1(95). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.01.008>
2. Нетіс І. Т. Пшениця озима на півдні України : монографія. Херсон : Олді-плюс, 2011. 460 с.
3. Рудник-Іващенко О. І. Особливості вирощування озимих культур за умов змін клімату. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2012. 2. С. 8–10. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2012_2_4
4. Господаренко Г. М., Любич В. В., Сіліфонов Т. В. Вплив різних видів і доз добрив на формування структури врожаю пшениці м'якої озимої сорту 'КВС Еміл' і лінії 'Пріно'. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2024. 20(2). С. 104–110. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.2.2024.304103>
5. Fageria N. K. *The Use of Nutrients in Crop Plants*. Boca Raton : CRC Press, 2016. 430 p.
6. Кирилюк В. П., Самець Н. Адаптивна система основного обробітку ґрунту під пшеницю озиму. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія: Агронімія*. 2022. 26. С. 187–192. <https://doi.org/10.31734/agronomy2022.26.187>
7. Іваніна Р. В. Вплив доз і способів унесення азотних добрив на врожайність і якість зерна пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2020. 4(805). С. 84–88. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-12>
8. Lachutta K., Jankowski K. J. Agronomic efficiency analysis of winter wheat at different sowing strategies and nitrogen fertilizer rates: a case study in Northeastern Poland. *Agriculture*. 2024. Vol. 14, No. 3. Art. 442. <https://doi.org/10.3390/agriculture14030442>
9. Бараболя О., Доронін С. Вплив погодних умов та системи удобрення на врожайність пшениці озимої. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. 26(1). С. 24–30. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.01.04>
10. Циков В. С., Петриченко В. Ф. Озима пшениця: технологія вирощування. Київ : Урожай, 2016. 272 с.
11. Господаренко Г. М. Система застосування добрив. Київ : ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2015. 332 с.
12. Hotea I. et al. The influence of climate conditions and meteorological factors on the nutritional value of wheat (*Triticum aestivum* L.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 906. Art. 012019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/906/1/012019>
13. Domaratskyi Y., Mialkovskyi R., Koberniuk O., Muliarchuk O., Bezvikonnyi P. Analysis of the dependence of winter wheat yielding capacity formation on mineral nutrition in irrigation conditions of southern steppe of

Ukraine. *Independent Journal of Management & Production*. 2020. Vol. 11, No. 8. P. 751–761. <https://doi.org/10.14807/ijmp.v11i8.1036>

14. Jarecki W. Response of winter wheat to delayed sowing and varied nitrogen fertilization. *Agriculture*. 2024. Vol. 14, No. 1. Art. 121. <https://doi.org/10.3390/agriculture14010121>

15. Raun W. R., Johnson G. V. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy Journal*. 1999. Vol. 91. P. 357–363. <https://doi.org/10.2134/agronj1999.00021962009100030001x>

16. Cameron K. C., Di H. J., Moir J. L. Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. *Annals of Applied Biology*. 2013. Vol. 162. P. 145–173. <https://doi.org/10.1111/aab.12014>

17. Каленька С., Шутій О., Анталь Т., Сонько Р., Кривов С. Ефективність припосівного внесення комплексних добрив у технології вирощування пшениці м'якої озимої. *Наукові доповіді НУБіП України: Агронімія*. 2024. 20(2). [https://doi.org/10.31548/dopovidi.2\(108\).2024.007](https://doi.org/10.31548/dopovidi.2(108).2024.007)

18. Havlin J. L., Tisdale S. L., Nelson W. L., Beaton J. D. *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management*. 8th ed. Pearson, 2014. 516 p.

19. Jiang X. et al. Optimal fertilization strategies for winter wheat based on yield increase and nitrogen reduction on the North China Plain. *Sustainability*. 2023. Vol. 15, No. 5. Art. 4199. <https://doi.org/10.3390/su15054199>

20. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. *Основи наукових досліджень в агрономії : підручник*. 2-ге вид., випр. і допов. Вінниця : ПП «ТД Едельвейс і К», 2014. 332 с.

21. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М. та ін. *Дослідна справа в агрономії : у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи*. Харків : Майдан, 2016. 316 с.

REFERENCES

1. Kryzhanivskiy, V.H. (2022). Peculiarities of grain quality formation in winter wheat varieties in the Right-Bank Forest-Steppe. *Scientific Reports of NULES of Ukraine: Agronomy*, 1(95). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.01.008>

2. Netis, I.T. (2011). *Winter wheat in southern Ukraine*. Kherson: OldiPlus.

3. Rudnyk-Ivashchenko, O.I. (2012). Peculiarities of winter crop cultivation under climate change. *Plant Varieties Studying and Protection*, (2), 8–10. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/stopnsr_2012_2_4

4. Hospodarenko, H.M., Liubych, V.V., & Silifonov, T.V. (2024). Influence of different types and rates of fertilizers on yield structure formation of winter wheat (KVS Emil variety and Prino line). *Plant Varieties Studying and Protection*, 20(2), 104–110. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.2.2024.304103>

5. Fageria, N.K. (2016). *The use of nutrients in crop plants*. CRC Press.

6. Kyryliuk, V.P., & Samets, N.A. (2022). Adaptive system of primary tillage for winter wheat. *Bulletin of Lviv National Environmental University. Agronomy Series*, (26), 187–192. <https://doi.org/10.31734/agronomy2022.26.187>
7. Ivanina, R.V. (2020). Influence of rates and methods of nitrogen fertilizer application on yield and grain quality of winter wheat. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 4(805), 84–88. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-12>
8. Lachutta, K., & Jankowski, K.J. (2024). Agronomic efficiency analysis of winter wheat at different sowing strategies and nitrogen fertilizer rates: A case study in Northeastern Poland. *Agriculture*, 14(3), 442. <https://doi.org/10.3390/agriculture14030442>
9. Barabolia, O., & Doronin, S. (2023). Influence of weather conditions and fertilization system on winter wheat yield. *Scientific Progress & Innovations*, 26(1), 24–30. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.01.04>
10. Tsykov, V.S., & Petrychenko, V.F. (2016). *Winter wheat: cultivation technology*. Kyiv: Urozhai.
11. Hospodarenko, H.M. (2015). *System of fertilizer application*. Kyiv: SIC Group Ukraine.
12. Hotea, I., et al. (2021). The influence of climate conditions and meteorological factors on the nutritional value of wheat (*Triticum aestivum* L.) used for human and animal nutrition in Romania. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 906, 012019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/906/1/012019>
13. Domaratskyi, Y., Mialkovskyi, R., Koberniuk, O., Muliarchuk, O., & Bezvikonnyi, P. (2020). Analysis of the dependence of winter wheat yielding capacity formation on mineral nutrition in irrigation conditions of southern steppe of Ukraine. *Independent Journal of Management & Production*, 11(8), 751–761. <https://doi.org/10.14807/ijmp.v11i8.1036>
14. Jarecki, W. (2024). Response of winter wheat to delayed sowing and varied nitrogen fertilization. *Agriculture*, 14(1), 121. <https://doi.org/10.3390/agriculture14010121>
15. Raun, W.R., & Johnson, G.V. (1999). Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy Journal*, 91, 357–363. <https://doi.org/10.2134/agronj1999.00021962009100030001x>
16. Cameron, K.C., Di, H.J., & Moir, J.L. (2013). Nitrogen losses from the soil/plant system: A review. *Annals of Applied Biology*, 162, 145–173. <https://doi.org/10.1111/aab.12014>
17. Kalenka, S., Shutii, O., Antal, T., Sonko, R., & Kryvov, S. (2024). Efficiency of pre-sowing application of complex fertilizers in winter wheat cultivation technology. *Scientific Reports of NULES of Ukraine: Agronomy*, 20(2). [https://doi.org/10.31548/dopovidi.2\(108\).2024.007](https://doi.org/10.31548/dopovidi.2(108).2024.007)
18. Havlin, J.L., Tisdale, S.L., Nelson, W.L., & Beaton, J.D. (2014). *Soil fertility and fertilizers: An introduction to nutrient management* (8th ed.). Pearson.

19. Jiang, X., et al. (2023). Optimal fertilization strategies for winter wheat based on yield increase and nitrogen reduction on the North China Plain. *Sustainability*, 15(5), 4199. <https://doi.org/10.3390/su15054199>

20. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Kostohryz, P.V., & Opryshko, V.P. (2014). *Fundamentals of scientific research in agronomy* (2nd ed.). Vinnytsia: Edelweiss і К.

21. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., Kalenska, S.M., et al. (2016). *Experimental agronomy* (Vol. 1). Kharkiv: Maidan.

Отримано: 10.04.2026. Прийнято: 23.04.2026. Опубліковано: 22.05.2026.