



УДК 633.11:631.8:631.559

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.17.2026.21>

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ НА ПОЧАТКОВИХ ЕТАПАХ ОНТОГЕНЕЗУ ЗА ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

В. В. Остапчук¹, Ю. М. Михайловин², Л. М. Кононенко³

У статті узагальнено результати трирічних польових досліджень 2024–2026 рр., спрямованих на вивчення впливу різних варіантів мінерального живлення на формування морфометричних показників і збереженість рослин пшениці озимої на початкових етапах органогенезу. Дослідження проведено з урахуванням внесення мінеральних добрив у різних нормах 60, 90 та 100 кг/га, під час сівби, що дозволило оцінити їх вплив на розвиток кореневої системи, надземної маси та інтенсивність кущення рослин.

Встановлено, що застосування мінеральних добрив істотно впливало на формування кореневої системи пшениці озимої. За внесення суперфосфату довжина коренів у середньому становила 6,1 та 6,6 см, карбаміду 6,3 і 6,73 см, діаміфоски 6,43 та 6,67 см, що перевищувало контрольний варіант без удобрення на 1,8 см. Простежувалася чітка тенденція до зростання показників із підвищенням норми добрив, де приріст довжини коренів складав у середньому від 0,2 до 0,5 см. Максимальні значення 7,3 см зафіксовано у 2025–2026 рр. за внесення карбаміду та діаміфоски у нормі 100 кг/га, що свідчить про активізацію ростових процесів і покращення умов мінерального живлення.

Аналіз морфометричних показників надземної частини рослин показав, що довжина рослин також залежала від виду добрива та року дослідження. Найвищі значення у 2024 році відмічено за внесення діаміфоски 18,7 см, у 2025 році за внесення суперфосфату 18,5 см, тоді як у 2026 році спостерігалось певне зниження показників, що зумовлено впливом гідротермічних умов. У контрольному варіанті довжина рослин залишалася нижчою або нестабільною, що підтверджує визначальну роль мінерального живлення у формуванні вегетативної маси.

Ключові слова: карбамід, діаміфоска, суперфосфат, збереженість рослин після перезимівлі, коефіцієнт кущення.

¹ викладач-стажист кафедри рослинництва
(Уманський національний університет, м. Умань)
e-mail: vasy10304@icloud.com
ORCID: 0009-0003-0522-533X

² доктор філософії,
викладач-стажист кафедри рослинництва
(Уманський національний університет, м. Умань)
e-mail: mihajlovinulia@gmail.com
ORCID: 0009-0001-3185-4741

³ кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва
(Уманський національний університет, м. Умань)
e-mail: lidiyakononenko@ukr.net
ORCID: 0000-0001-7037-2692

PECULIARITIES OF EARLY ONTOGENETIC DEVELOPMENT OF WINTER WHEAT UNDER MINERAL FERTILIZATION

V. V. Ostapchuk¹, Yu. M. Mykhailovyn², L. M. Kononenko³

The article summarizes the results of three-year field studies conducted in 2024–2026, aimed at investigating the influence of sunflower as a predecessor and various options of mineral nutrition on the formation of morphometric parameters and the survival of winter wheat plants at the early stages of organogenesis. The research was carried out taking into account the application of mineral fertilizers at different rates (60, 90 and 100 kg/ha) during sowing, which made it possible to assess their effect on the development of the root system, aboveground biomass and the intensity of plant tillering.

It was established that the application of mineral fertilizers significantly influenced the formation of the root system of winter wheat. Under the application of superphosphate, the root length averaged 6.1 and 6.6 cm; urea 6.3 and 6.73 cm; diammonium phosphate 6.43 and 6.67 cm, which exceeded the control variant without fertilization by 1.8 cm. A clear tendency towards an increase in indicators with rising fertilizer rates was observed, where the increment in root length averaged from 0.2 to 0.5 cm. The maximum values 7.3 cm were recorded in 2025–2026 under the application of urea and diammonium phosphate at a rate of 100 kg/ha, which indicates the intensification of growth processes and improvement of mineral nutrition conditions.

The analysis of morphometric indicators of the aboveground part of plants showed that plant height also depended on the type of fertilizer and the year of study. The highest values in 2024 were observed under the application of diammonium phosphate 18.7 cm, in 2025 under superphosphate application 18.5 cm, while in 2026 a certain decrease in indicators was noted, which was due to the influence of hydrothermal conditions. In the control variant, plant height remained lower or unstable, which confirms the decisive role of mineral nutrition in the formation of vegetative biomass.

Key words: urea, diammonium phosphate, superphosphate, plant survival after overwintering, tillering coefficient.

Вступ

Пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) є однією з найважливіших культур у світі, оскільки вона забезпечує продовольчу безпеку людей і слугує як кормова одиниця для вирощування сільськогосподарських тварин (Shiferaw et al., 2013).

Тому культура завжди має актуальність для дослідження та покращення сільськогосподарських показників та вдосконалення технології вирощування (Yang et al., 2019; Jeyasri et al., 2021).

Формування високої продуктивності пшениці озимої значною мірою залежить від сільськогосподарського року, попередника, кількості забезпечення мінерального живлення та елементами живлення на початкових етапах органогенезу. Саме в осінній період пшениця озима кущиться та формує майбутній врожай (Лихочвор і Петриченко, 2010; Жатова, 2015; Каленська і Дергачов, 2016; Гангур та ін., 2020)

В дослідженні (Каленська та ін., 2024) із застосуванням добрив при посіві на пшениці озимі м'які Dura-SOP Actibion, Dura-SOP Phos, Dura-SOP Elite від 80 до 120 кг/га фізичної маси. У виробничому контролі проводили внесення нітроамфоски в нормі 200 кг/га при посіві, та був

абсолютний контроль без внесення добрив. В контрольному варіанті та у виробничому врожайність була 3,17 т/га і виробничому 4,88 т/га. із застосуванням добрив Dura-SOP Actibion врожайність була найвищою 6,79 т/га із внесенням 120 кг/га фіз. маси, та за внесення Dura-SOP Phos врожайність зменшилась до 5,56 т/га при внесенні максимальних доз. У варіанті із застосуванням Dura-SOP Elite показники врожайності були середніми 6,58 т/га.

В роботі (Mazurenko et al., 2021) із застосуванням добрива амофоски при посіві на пшеницю озиму сорту Богдана української селекції в нормі 200 кг/га врожайність середня за роки дослідження була 7,2 т/га при цьому в контрольному варіанті врожайність впала на 2 т/га і склала 5,2 т/га. Це достовірно підкреслює значимість добрив при посіві озимих культур.

В дослідженнях (Астахова та ін., 2021) із удобренням пшениці озимої при посіві в нормі від $N_{30}P_{60}K_{30}$. Попередником був ячмінь ярий який дискували після збору врожаю. Врожайність пшениці озимої м'якої складала за роки трирічних досліджень від 4,8 до 6,5 т/га.

Дослідження, (Neurpane et al., 2022) показало, що внаслідок змін клімату пшениця

озима як сільськогосподарська культура демонструє знижену врожайність, особливо в регіонах з недостатньою кількістю опадів.

У роботі (Qiao et al., 2023) доведено що дата сівби пшениці озимої насамперед визначається реакцією рослин на фотоперіодизм і верналізацію, що у свою чергу впливає на розвиток генеративних органів. Коли дата посіву пшениці озимої в більш пізні строки, це призводить до зменшення росту та розвитку в осінній період вегетації культури.

Доведено (Jarecki, 2024), що внесення мінеральних добрив в критичні фази розвитку пшениці озимої м'яко впливають на її врожайність. Так за внесення азотних добрив нормі 100, 150, 200 кг/га на початку вегетації в середньому врожайність за роки дослідження була від 6,75 до 7,99 т/га. При цьому досліджувався вплив внесення добрив із запізненням на 30 днів в якому відмічено зниження врожайності від 5,72 до 7,18 т/га.

У роботі (Liu et al., 2021) із дослідженням строків посіву пшениці озимої встановлено, що із затримкою посіву на один день порівняно з оптимальними датами призводить до зниження врожайності було зумовлене із повільнішим розвитком в осінній період вегетації та зниженням засвоєння азотних добрив на 10 % та зниженням врожайності пов'язаним: із низьким рівнем кушення культури в період осінньої вегетації.

При дослідженні впливу вмісту білка у більш ранніх та пізніх посівах озимої пшениці доведено, що вміст білка був вищим при посіві в більш пізні строки посіву порівняно з загальноприйнятими в Правобережному лісостепу України (Ferrise et al., 2010).

Матеріал і методи

Дослідження проводились у 2024–2026 рр. на дослідних ділянках Уманського національного університету. Дослідне поле характеризувалось рівнинним рельєфом із незначним схилом та майже без проявів ґрунтової ерозії. Схема досліду включала контроль без внесення добрив при посіві пшениці озимої. Внесення суперфосфату, карбаміду, діаміфоски, при посіві в нормі 60 кг/га, 90 кг/га, 100 кг/га, повторність досліду триразова, розміщення варіантів послідовне. Попередником був соняшник, вирубування монолітів здійснювали в другій половині лютого розмір був 30 на 30 см. Обробку даних здійснювали за використання пакет стандартних програм Microsoft Excel 2022.

Результати

Довжина кореневої системи (табл. 1) пшениці озимої на початок відновлення вегетації в залежності від попередника на тлі внесення мінеральних добрив та попередника, у середньому в 2024–2026 роки дослідження, за внесення суперфосфату довжина коренів становила від 6,1 до 6,6 см, за карбаміду від 6,3 до 6,73 см, та діаміфоски від 6,43 до 6,67 см, що на 1,8 см більше порівняно з контролем без добрив 4,97 см, при цьому простежувалась тенденція до зростання показників із підвищенням норми добрив від 60 до 100 кг/га, де приріст становив у середньому від 0,2 до 0,5 см, а найвищі значення довжини кореневої системи 7,3 см відмічено у 2025–2026 роки вегетації пшениці озимої за внесення карбаміду та діаміфоски у нормі 100 кг/га, що перевищувало контрольні варіанти від 2,0 до 2,3 см, тоді як на неудобренному фоні розвиток кореневої системи залишався найнижчим у всі роки досліджень.

Дані, відображені у табл. 2, свідчать про варіабельність показників загальної довжини рослин пшениці озимої залежно від виду мінерального удобрення та його норми внесення при посіві, що вказує на суттєву роль елементів мінерального живлення у формуванні морфометричних параметрів рослин на початкових етапах органогенезу.

Встановлено, що у 2024 році за внесення суперфосфату довжина рослин становила до 17,5 см, за використання карбаміду до 18,1 см, тоді як за застосування діаміфоски цей показник коливався в межах 18,7 см, водночас у контрольному варіанті без внесення добрив довжина рослин перебувала на рівні від 11,6 до 19,3 см.

У 2025 році спостерігалася тенденція до підвищення морфометричних показників, за внесення суперфосфату довжина рослин становила до 18,5 см, карбаміду до 18,4 см, при цьому внесення діаміфоски до 18,3 см, тоді як у варіанті без удобрення показник знаходився в межах 18,2 см.

У 2026 році довжина рослин дещо зменшувалася порівняно з попереднім роком і становила у варіанті із внесенням суперфосфату до 18,5 см, карбаміду до 17,9 см, та діаміфоски 17,3 см, тоді як у контрольному варіанті 16,7 см.

Коефіцієнт кушення пшениці озимої істотно варіював залежно від виду та норми внесення мінеральних добрив при посіві, що підтверджує важливу роль мінерального живлення у формуванні продуктивного кушення культури (табл. 3).

Таблиця 1

Довжина кореневої системи пшениці озимої на початок відновлення вегетації (ВВСН 21) в залежності від попередника на тлі внесення мінеральних добрив та попередника, см (2024–2026 рр.)

Варіант удобрення	2024			2025			2026			Середнє		
	60 кг/га	90 кг/га	100 кг/га	60 кг/га	90 кг/га	100 кг/га	60 кг/га	90 кг/га	100 кг/га	60 кг/га	90 кг/га	100 кг/га
Суперфосфат	5,3	5,8	5,3	5,9	6,7	7,2	7,1	7,2	7,3	6,1	6,57	6,6
Карбамід	5,4	5,9	5,6	6,7	7,1	7,3	6,8	7	7,3	6,3	6,67	6,73
Діамофоска	5,4	5,4	5,6	6,7	7,1	7,3	7,2	7	7,1	6,43	6,5	6,67
Без добрив (контроль)	5	4,3	4,5	4,1	5,3	5	5,1	5,2	5,4	4,73	4,93	4,97
НІР ₀₅	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	–	–	–

Таблиця 2

Загальна довжина рослин пшениці озимої (ВВСН 21) в залежності від попередника та внесення мінеральних добрив при посіві, см (2024–2026 рр.)

Варіант удобрення	2024			2025			2026			Середнє		
	60 кг/га	90 кг/га	100 кг/га	60 кг/га	90 кг/га	100 кг/га	60 кг/га	90 кг/га	100 кг/га	60 кг/га	90 кг/га	100 кг/га
Суперфосфат	16	14	17,5	18,5	18,5	18	16	16,5	18,5	16,8	16,3	18
Карбамід	15,9	13,2	18,1	18,3	18,4	17,7	15,3	15,5	17,9	16,5	15,7	17,9
Діамофоска	15,8	12,4	18,7	18,1	18,3	17,4	14,6	14,5	17,3	16,2	15,1	17,8
Без добрив (контроль)	15,7	11,6	19,3	17,9	18,2	17,1	13,9	13,5	16,7	15,8	14,4	17,7
НІР ₀₅	0,7	0,6	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,8	–	–	–

Зокрема, у 2024 році внесення суперфосфату коефіцієнт куцнення становив від 3,3 до 4,3 %, при цьому на фоні використання карбаміду від 4,0 до 4,3 %, тоді як застосування діамофоски забезпечило найкращі показники від 4,8 до 4,9 %, що суттєво перевищувало контрольний варіант без удобрення, де значення перебували лише в межах від 2,9 до 3,1 %.

У 2025 році спостерігалася тенденція до зростання інтенсивності куцнення. із внесенням суперфосфату та діамофоски показник становив до 5,1 %, при застосуванні карбаміду 5,0 %, тоді як на контролі він коливався в межах від 3,0 до 4,0 %, що свідчить про значний стимулюючий вплив мінерального удобрення на формування продуктивних пагонів.

У 2026 році процес куцнення характеризувався ще вищими значеннями за внесення суперфосфату коефіцієнт куцнення становив від 5,2 до 5,7 %, та за внесення карбаміду від 4,9 до 5,2 %, і на діамофосці

від 5,5 до 5,7 %, що було максимальним серед досліджуваних варіантів, тоді як у контрольному варіанті цей показник залишався значно нижчим 4,1 %.

Збереженість рослин пшениці озимої на початок весняної вегетації в залежності від попередників та добрив при внесенні під час посіву (табл. 4, рис. 1).

У варіанті із застосуванням суперфосфату відзначено стабільно високі показники збереженості рослин упродовж усього періоду досліджень. Так, у 2024 році цей показник варіював у межах 93–95 %, що свідчить про сприятливий вплив фосфорного живлення на процеси укорінення та формування первинної кореневої системи.

У 2025 році спостерігалася певне зниження рівня збереженості до 90–91 %, що, ймовірно, зумовлено менш сприятливими погодними умовами осінньо-зимового періоду. Водночас у 2026 році показники знову зросли до 96–97 %, що характеризує високу ефективність фосфорних добрив

Таблиця 3

Коефіцієнт кушення пшениці озимої (ВВСН 21) в залежності від норми внесення добрив при посіві та попередника, % (2024–2026 рр.)

Варіант удобрення	2024			2025			2026			Середнє		
	60 кг/га	90 кг/га	100 кг/га	60 кг/га	90 кг/га	100 кг/га	60 кг/га	90 кг/га	100 кг/га	60 кг/га	90 кг/га	100 кг/га
Суперфосфат	3,3	4	4,3	4,6	4,8	5,1	5,2	5,5	5,7	4,37	4,77	5,03
Карбамід	4	4,3	4,1	4,9	4,7	5	5,2	5,1	4,9	4,70	4,70	4,67
Діамофоска	4,8	4,8	4,9	4,9	4,9	5,1	5,5	5,6	5,7	5,07	5,10	5,23
Без добрив (контроль)	2,9	3	3,1	3,9	3	4	4,1	4,2	4,4	3,63	3,40	3,83
НІР ₀₅	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	–	–	–

Таблиця 4

Збереженість рослин пшениці озимої на початок весняної вегетації (ВВСН 21) в залежності від попередників та добрив при внесенні під час посіву, % (2024–2026 рр.)

Варіант удобрення	2024			2025			2026			Середнє		
	60 кг/га	90 кг/га	100 кг/га	60 кг/га	90 кг/га	100 кг/га	60 кг/га	90 кг/га	100 кг/га	60 кг/га	90 кг/га	100 кг/га
Суперфосфат	93	95	95	90	91	90	96	97	96	93	94	93
Карбамід	89	81	83	89	85,5	89	91	92	92	89	86	88
Діамофоска	92	91	90	92	93	94	95	93	97	93	92	93
Без добрив (контроль)	81	85	91	92	90	93	89	90	89	87	88	91
НІР ₀₅	4,4	4,4	4,4	4,5	4,4	4,5	4,6	4,6	4,6	–	–	–

у забезпеченні адаптивної стійкості рослин. Середній показник за роки досліджень становив 93–94 %, що дозволяє констатувати високу агрономічну доцільність застосування суперфосфату при вирощуванні пшениці озимої.

Застосування карбаміду характеризувалося дещо нижчим рівнем збереженості рослин та більш вираженою мінливістю показників у розрізі років досліджень. У 2024 році значення показника коливалися від 81 до 89 %, що може бути пов'язано з інтенсифікацією ростових процесів під впливом азотного живлення, яке за певних умов здатне підвищувати чутливість рослин до стресових факторів. У 2025 році рівень збереженості становив 89 %, а у 2026 році спостерігалася підвищення цього показника до 92 %. Середні значення за три роки перебували в межах 89 %, що свідчить про відносно помірний позитивний вплив азотного удобрення на

життєздатність рослин у початкові етапи органогенезу.

Варіант із внесенням діамофоски відзначався високим рівнем стабільності досліджуваного показника. У 2024 році збереженість рослин становила 92 %, у 2025 році 94 %, а у 2026 році 97 %. Середні значення за роками досліджень перебували в межах 93 %. Отримані результати свідчать, що комплексне забезпечення рослин основними макроелементами живлення (азотом, фосфором та калієм) створювало більш сприятливі умови для формування потужної кореневої системи, оптимізації фізіолого-біохімічних процесів та підвищення загальної резистентності рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища.

У контрольному варіанті без внесення мінеральних добрив показники збереженості рослин характеризувалися порівняно нижчим рівнем та більшою залежністю від погодних умов років досліджень. У 2024 році

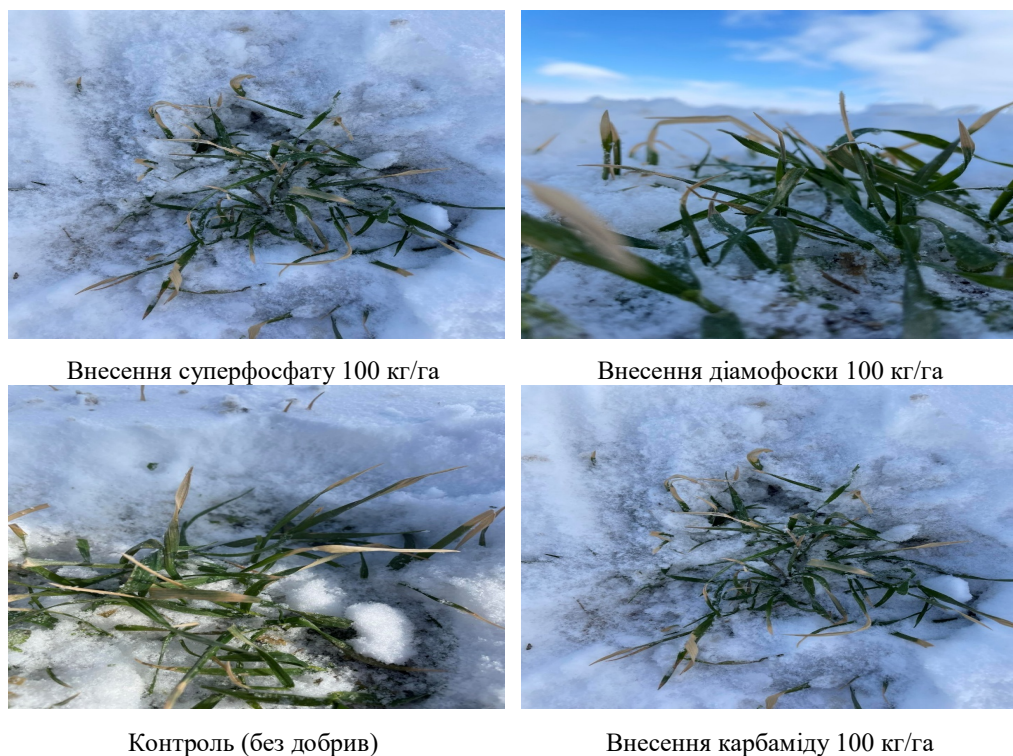


Рис. 1. Збереженість рослин пшениці озимої на початок весняної вегетації в залежності від попередників та добрив при внесенні під час посіву, 2026 р. (ВВСН 21)

вони становили 91 %, у 2025 році 93 %, а у 2026 році 90 %. Середні значення коливалися в межах 91 %.

Обговорення

Отримані результати узгоджуються з даними сучасних досліджень, зокрема встановлено, що застосування мінеральних добрив сприяє активізації фізіолого-біохімічних процесів у рослинах пшениці озимої, покращує засвоєння елементів живлення та забезпечує підвищення продуктивності культури. За даними дослідження (Korotkova & Karasenko, 2023), внесення мінеральних добрив у поєднанні з біостимуляторами забезпечувало приріст урожайності до 15–21 % порівняно з контролем, що підтверджує високу ефективність оптимізації мінерального живлення на ранніх етапах розвитку рослин

Висновки

За результатами проведених трирічних досліджень встановлено, що формування морфометричних показників та збереженість рослин пшениці озимої на початкових етапах органогенезу суттєво залежали від рівня та збалансованості мінерального живлення за вирощування культури. Виявлено чітку закономірність інтенсифікації ростових процесів за умов внесення мінераль-

них добрив, що проявлялося у покращенні розвитку кореневої системи, підвищенні довжини надземної частини рослин та зростанні коефіцієнта кущення.

Доведено, що застосування фосфорних та комплексних добрив сприяло формуванню більш розвиненої кореневої системи, що забезпечувало ефективніше використання ґрунтової вологи та елементів живлення. Максимальні показники довжини коренів зафіксовано у варіантах із внесенням карбаміду та діаміофоски у підвищених нормах, що свідчить про активізацію фізіолого-біохімічних процесів у рослинах та підвищення їх адаптивного потенціалу. Водночас на неодобреному фоні розвиток кореневої системи обмежувався, що негативно впливало на подальший ріст і розвиток рослин.

Аналіз морфометричних показників надземної маси показав, що застосування мінеральних добрив забезпечувало формування більшої довжини рослин, хоча варіабельність показників значною мірою визначалася гідротермічними умовами років досліджень. Незважаючи на це, у більшості варіантів удобрення простежувалася тенденція до переваги над контролем, що підтверджує визначальну роль мінерального

живлення у формуванні вегетативної маси на ранніх етапах розвитку.

Встановлено, що інтенсивність куцнення пшениці озимої істотно зростала за внесення мінеральних добрив, особливо комплексних форм, що забезпечують рослини необхідними макроелементами у збалансованому співвідношенні. Найвищі значення коефіцієнта куцнення відмічено у варіантах із застосуванням діамофоски, що свідчить про її високу ефективність у стимулюванні формування продуктивних пагонів. На контролі цей показник залишався суттєво нижчим, що вказує на обмежені можливості

рослин щодо реалізації потенціалу куцнення без додаткового живлення.

Збереженість рослин на початок весняної вегетації також значною мірою залежала від варіанту удобрення. Найбільш стабільні та високі показники відзначено за внесення суперфосфату та діамофоски, що обумовлено підвищенням стійкості рослин до несприятливих умов перезимівлі. Застосування карбаміду забезпечувало дещо нижчий рівень збереженості, що, ймовірно, пов'язано з особливостями азотного живлення та його впливом на фізіологічний стан рослин.

Список використаної літератури

Астахова Я.В., Гасанова І.І., Кулик А.О. Ефективність вирощування пшениці озимої залежно від строків сівби та удобрення в північному степу. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 4. С. 91–97 <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.04.11>.

Гангур В. В., Кочерга А. А., Пипко О. С., Кабак Ю. І., Лень О. І. Вплив мінеральних добрив на водоспоживання та продуктивність пшениці озимої. *Вісник ПДАА (Полтавська державна аграрна академія)*. 2020. № 3. С. 54–60. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.06>

Жатова Г. О. Рослинництво з основами програмування врожаю : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2015. 384 с.

Каленська С. М., Шутий О. І., Антал Т. В., Сонько Р. В., Кривов С. І. Ефективність припосівного внесення комплексних добрив в технології вирощування пшениці м'якої озимої. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2024. № 2/108. С. 1–33. [https://doi.org/10.31548/dopovidi.2\(108\).2024.007](https://doi.org/10.31548/dopovidi.2(108).2024.007).

Каленська С. М., Дергачов О. А. Технологія вирощування пшениці озимої в умовах Лісостепу України : навч. посіб. Київ : НУБіП України, 2016. 300 с.

Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. Львів : Українські технології, 2010. 1088 с.

Ferrise R., Triossi A., Stratonovitch P., Bindi M., Martre P., Sowing date and nitrogen fertilisation effects on dry matter and nitrogen dynamics for durum wheat: An experimental and simulation study. *Field Crops Res.* 2010. №. 117. P. 245–257. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.03.010>.

Jarecki W. Response of Winter Wheat to Delayed Sowing and Varied Nitrogen Fertilization. *Agriculture*. 2024. №.1. (4). 121. P. 2–12 <https://doi.org/10.3390/agriculture14010121>

Jeyasri R., Muthuramalingam P., Satish. L., Pandian S., Chen J. Ahmar S., Wang X., Mora-Poblete F., Ramesh M. An overview of abiotic stress in cereal crops: Negative impacts, regulation, biotechnology and integrated omics. *Plants*. 2021. № 10. P. 1472.

Korotkova, I., & Karasenko, V. Effect of fertilizer systems with humic preparation on yield and profitability of winter wheat cultivation. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. 26 (3), 17–21 <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.03>

Liu K., Zhang C., Guan B., Yang R., Liu K., Wang Z., Li X., Xue K., Yin L., Wang X. The effect of different sowing dates on dry matter and nitrogen dynamics for winter wheat. *An experimental simulation study. PeerJ*. 2021. №. 9. e11700. <https://doi.org/10.7717/peerj.11700>.

Mazurenko B.O., Kalenska S.M., Honchar L.M., Hrygirevski M.Ya. Formation of productive elements in winter wheat by seed dressing application with slow-release complex fertilisers. *Plant and Soil Science*. 2021. 12(4). P. 7–16. <https://doi.org/10.31548/agr2021.04.0007>

Neupane D., Adhikari P., Bhattarai D., Rana B., Ahmed Z., Sharma U., Adhikari D., Does climate change affect the yield of the top three cereals and food security in the World?. *Earth*. 2022. № 3. P. 45–71. <https://doi.org/10.3390/earth3010004>.

Qiao S., Harrison S. P., Prentice I. C., Wang H., Optimality-based modelling of wheat sowing dates globally. *Agric. Syst.* 2023. № 206. P. 103608. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2023.103608>.

Shiferaw B., Smale M., Braun H., Duveiller E., Reynolds M., Muricho G. Crops that feed the world 10. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food Secur.* 2013. №. 5. P. 291–317. <https://doi.org/10.1007/s12571-013-0263-y>.

Yang C., Fraga H., Van Ieperen W., Trindade H., Santos J. Effects of climate change and adaptation options on winter wheat yield under rainfed Mediterranean conditions in southern Portugal. *Clim. Chang.* 2019. №. 154. P. 159–178. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02419-4>.

References

Astakhova, Ya.V., Hasanova, I.I., & Kulyk, A.O. (2021). Efektyvnist vyroshchuvannya pshenytsi ozymoi zalezno vid strokiv sivyby ta udobrennia v pivnichnomu stepu [Efficiency of winter wheat cultivation depending on sowing dates and fertilization in the Northern Steppe]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy]*, 4, 91–97. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.04.11>. [in Ukrainian].

Hanhur, V.V., Kocherha, A.A., Pypko, O.S., Kabak, Yu.I., & Len, O.I. (2020). Vplyv mineralnykh dobryv na vodospozhyvannia ta produktyvnist pshenytsi ozymoi [Influence of mineral fertilizers on water consumption and productivity of winter wheat]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy]*, 3, 54–60. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.06> [in Ukrainian].

Zhatova, H.O. (2015). Roslynnystvo z osnovamy prohramuvannia vrozhaiu [Crop production with basics of yield programming]. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury [in Ukrainian].

Kalenska, S.M., Shutyi, O.I., Antal, T.V., Sonko, R.V., & Kryvov, S.I. (2024). Efektyvnist pryposivnoho vnesennia kompleksnykh dobryv v tekhnologii vyroshchuvannya pshenytsi miakoi ozymoi [Efficiency of pre-sowing application of complex fertilizers in winter wheat cultivation technology]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy [Scientific Reports of NULES of Ukraine]*, 2(108), 1–33. [https://doi.org/10.31548/dopovidi.2\(108\).2024.007](https://doi.org/10.31548/dopovidi.2(108).2024.007) [in Ukrainian].

Kalenska, S.M., & Derhachov, O.L. (2016). Tekhnolohiia vyroshchuvannya pshenytsi ozymoi v umovakh Lisostepu Ukrainy [Technology of winter wheat cultivation in the Forest-Steppe of Ukraine]. Kyiv: NUBiP Ukrainy [in Ukrainian].

Lykhochvor, V.V., & Petrychenko, V.F. (2010). Roslynnystvo. Tekhnolohii vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur [Crop production. Technologies of growing agricultural crops]. Lviv: Ukrainski tekhnolohii [in Ukrainian].

Ferrise, R., Triossi, A., Stratonovitch, P., Bindi, M., & Martre, P. (2010). Sowing date and nitrogen fertilisation effects on dry matter and nitrogen dynamics for durum wheat: An experimental and simulation study. *Field Crops Research*, 117, 245–257. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.03.010>. [in English].

Jarecki, W. (2024). Response of winter wheat to delayed sowing and varied nitrogen fertilization. *Agriculture*, 14(1), 121, 2–12. <https://doi.org/10.3390/agriculture14010121> [in English].

Jeyasri, R., Muthuramalingam, P., Satish, L., Pandian, S., Chen, J., Ahmar, S., Wang, X., Mora-Poblete, F., & Ramesh, M. (2021). An overview of abiotic stress in cereal crops: Negative impacts, regulation, biotechnology and integrated omics. *Plants*, 10, 1472 [in English].

Korotkova, I., & Karasenko, V. (2023). Effect of fertilizer systems with humic preparation on yield and profitability of winter wheat cultivation. *Scientific Progress & Innovations*, 26(3), 17–21. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.03.03> [in English].

Mazurenko, B.O., Kalenska, S.M., Honchar, L.M., & Hrygirevski, M.Ya. (2021). Formation of productive elements in winter wheat by seed dressing application with slow-release complex fertilisers. *Plant and Soil Science*, 12(4), 7–16. <https://doi.org/10.31548/agr2021.04.0007> [in English].

Neupane, D., Adhikari, P., Bhattarai, D., Rana, B., Ahmed, Z., Sharma, U., & Adhikari, D. (2022). Does climate change affect the yield of the top three cereals and food security in the world? *Earth*, 3, 45–71. <https://doi.org/10.3390/earth3010004>. [in English].

Qiao, S., Harrison, S.P., Prentice, I.C., & Wang, H. (2023). Optimality-based modelling of wheat sowing dates globally. *Agricultural Systems*, 206, 103608. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103608> [in English].

Liu, K., Zhang, C., Guan, B., Yang, R., Liu, K., Wang, Z., Li, X., Xue, K., Yin, L., & Wang, X. (2021). The effect of different sowing dates on dry matter and nitrogen dynamics for winter wheat: An experimental simulation study. *PeerJ*, 9, e11700. <https://doi.org/10.7717/peerj.11700> [in English].

Shiferaw, B., Smale, M., Braun, H., Duveiller, E., Reynolds, M., & Muricho, G. (2013). Crops that feed the world 10: Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food Security*, 5, 291–317. <https://doi.org/10.1007/s12571-013-0263-y>. [in English].

Yang, C., Fraga, H., Van Ieperen, W., Trindade, H., & Santos, J. (2019). Effects of climate change and adaptation options on winter wheat yield under rainfed Mediterranean conditions in southern Portugal. *Climatic Change*, 154, 159–178. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02419-4>. [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 30.03.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 06.05.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026

Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

