



УДК 633.11:631.526.3:631.559(816.2)
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.15.2026.19>

ВПЛИВ СИСТЕМИ ПІДЖИВЛЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ СОРТІВ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ*

С. В. Тараненко¹, М. І. Кулик², І. І. Рожко³, С. О. Антонюк⁴, Д. О. Коваль⁵

На сьогодні актуальним є збільшення виробництва зернових культур в Україні як основного експортера продукції за кордон. Важливим також є забезпечення внутрішнього споживання продуктів переробки зерна для продовольчої безпеки в реаліях сьогоднішнього дня. Тому з метою встановлення впливу системи підживлення на врожайність сортів пшениці озимої різного походження в умовах агрогосподарства Полтавської області було проведено експеримент. Матеріалом для дослідження були сорти пшениці озимої: українські – Довіра Одеська і Спадицина Одеська та зарубіжної селекції: Мейса та Кубус. Польові дослідження здійснено відповідно методики дослідної справи в агрономії та відповідних наукових рекомендацій.

¹ кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри землеробства і агрохімії ім. В.І. Сазанова
(Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава)
e-mail: sergii.taranenko@pdau.edu.ua
ORCID: 0000-0003-2450-4388

² доктор сільськогосподарських наук, професор,
професор кафедри селекції, насінництва і генетики
(Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава)
e-mail: kulykmaksym@ukr.net
ORCID: 0000-0003-0394-5846

³ доктор філософії спеціальність 201 Агрономія,
доцент кафедри агроінженерії та автомобільного транспорту
(Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава)
e-mail: ilona.rozhko1@ukr.net
ORCID: 0000-0002-0646-4004

⁴ здобувач ступеня доктор філософії кафедра землеробства і агрохімії ім. В.І.Сазанова
(Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава)
e-mail: serhii.antonjuk@pdau.edu.ua
ORCID: 0009-0004-8481-3769

⁵ здобувач ступеня доктор філософії кафедра селекції, насінництва і генетики
(Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава)
e-mail: dmytro.koval@pdau.edu.ua
ORCID: 0009-0002-3514-463X

* Наукові дослідження виконані за рахунок коштів гранту Президента України молодим вченим та докторам наук «Розробка фітомеліоративних заходів відновлення деградованих ґрунтів внаслідок бойових дій в контексті гарантування продовольчої та енергетичної безпеки України» (грантоотримувач Олександр Ткачук), наданого Національним фондом досліджень України.

За результатами досліджень визначено, що залежно від системи підживлення та погодних чинників, в умовах 2023 року було сформовано найбільшу врожайність зерна пшениці озимої – від 3,8 до 5,2 т/га, в умовах 2025 року – від 3,8 до 5,2 т/га, а у 2024 році – найнижчі, від 2,7 до 3,3 т/га. Встановлено, що сорти українського походження, порівняно із іноземними збільшують врожайність за зменшеної дози азотних добрив у підживлення. Так, у середньому за роки порівняно з контрольними варіантами зафіксовано істотне збільшення врожаю у сортів Довіра Одеська, Спадщина Одеська на варіантах підживлення N_{57} та N_{63} . Зарубіжні сорти: Мейса і Кубус формували високу врожайність на варіантах збільшених доз внесення добрив N_{69-75} , прибавка до контролю сягала 0,4–0,5 т/га. За встановлення впливу факторів на врожайність пшениці озимої виявлено найбільший вплив погодних умов року (за гідро-термічним коефіцієнтом – ГТК) 70,6 % (фактор А), сорту (фактор Б) – 10,2 % та підживлення (фактор В) – 11,4 % і незначної їх взаємодії – 0,05–3,1 %. Таким чином, визначено, що з-поміж сортів пшениці озимої найбільш суттєву прибавку врожаю до контролю забезпечують сорти іноземного походження Мейса (0,6 т/га) і Кубус (0,5 т/га) на варіантах збільшених доз внесення добрив (N_{69-75}). Українські сорти (Довіра Одеська та Спадщина Одеська) формують порівняно високий рівень врожайності, відповідно 4,3 і 3,9 т/га з прибавкою врожаю до контролю 0,5–0,8 т/га при внесенні менших норм азоту у підживленні посівів (N_{57-63}).

Ключові слова: пшениця озима, сорти, підживлення, умови року, врожайність, зерно.

EFFECT OF THE FERTILIZATION SYSTEM ON THE YIELD OF WINTER WHEAT VARIETIES OF DIFFERENT ORIGINS

S. V. Taranenko, M. I. Kulyk, I. I. Rozhko, S. O. Antonyuk, D. O. Koval

As the main exporter of grain products abroad, Ukraine's increased production of grain is currently a relevant issue. It is also important to ensure domestic consumption of processed grain products to guarantee food security in the current climate. Therefore, an experiment was conducted to determine the influence of the fertilisation system on the yield of winter wheat varieties of different origins under the conditions of an agricultural farm in the Poltava region. The research material included the following winter wheat varieties: 'Dovira Odeska' (Ukrainian breeding), 'Spadshchyna Odeska' (Ukrainian breeding), 'Meisa' (foreign breeding) and 'Kubus' (foreign breeding). Field studies were conducted in accordance with the experimental agronomy methodology and relevant scientific recommendations. The research results showed that the highest winter wheat grain yield, depending on the fertilisation system and weather factors, was formed in 2023 and 2025, ranging from 3.8 to 5.2 t/ha. The lowest yield was observed in 2024, ranging from 2.7 to 3.3 t/ha. It was established that Ukrainian varieties, compared to foreign varieties, increase productivity with a reduced dose of nitrogen fertilisers during top-dressing. On average over the research period, a significant increase in yield was recorded for the "Dovira Odeska" and "Spadshchyna Odeska" varieties on the N_{57} and N_{63} fertilisation variants compared to the control variants. The foreign varieties "Meisa" and "Kubus" produced high yields on variants with increased fertiliser application doses (N_{69-75}). The increase in the control variant was 0.4–0.5 t/ha. Around of studied factors that impact winter wheat yield, year's weather conditions had the highest impact (70.6%), followed by variety (10.2%) and fertilisation (11.4%). It was therefore determined that the most significant yield increase compared to the control was provided by the foreign varieties "Meisa" (0.6 t/ha) and "Kubus" (0.5 t/ha) when fertiliser was applied at rates of N_{69-75} . The Ukrainian varieties 'Dovira Odeska' and 'Spadshchyna Odeska' achieved comparatively high yields (4.3 t/ha and 3.9 t/ha, respectively) with lower nitrogen application rates (N_{57-63}). The yield increase over the control variant was 0.5–0.8 t/ha.

Key words: winter wheat, varieties, fertilization, weather conditions, yield, grain.

Вступ

Пшениця озима є однією з провідних зернових культур світового та українського землеробства. Вона відіграє ключову роль у формуванні продовольчої безпеки та забезпеченні тваринництва високоякісними кормами. Значення пшениці зростає в умовах глобальних кліматичних змін, зростання попиту на продовольство та необхідності інтеграції України у світові аграрні ринки (Вінюкова, 2020; Шинкарук та ін., 2022). Підвищення продуктивності цієї

культури можливе завдяки оптимізації елементів технології вирощування, серед яких система живлення є однією з найвагоміших складових (Марковська і Гречишкіна, 2020; Єрашова, 2021; Берднікова, 2021; Білоусова і Кенєва, 2023).

За аналізом літературних джерел зарубіжних та українських науковців підтверджено, що ефективне управління азотним живленням є головним чинником формування врожайності та якості зерна озимої пшениці. Дослідники відмічають, що

поетапне внесення азоту протягом вегетації сприяє зростанню врожаю в середньому на 5–10 % та підвищенню вмісту сирого протеїну порівняно з одноразовим внесенням (Ma et al., 2019; Zhang et al., 2021a). Водночас виявлено, що реакція рослин на норму азоту має нелінійний характер. Після досягнення певного порогу подальше збільшення дози призводить до зниження ефективності використання азоту, погіршення агроecологічних показників та зростання ризику втрат азоту (Fatholahi et al., 2020; Петриченко і Лихочвор, 2020; Лихочвор і Петриченко, 2021).

Актуальність оптимізації азотного живлення зростає також через значну просторову мінливість ґрунтово-кліматичних умов у регіонах вирощування. Наприклад, для зони Лівобережного Лісостепу України, де ґрунти характеризуються різним вмістом гумусу, кислотністю та забезпеченістю доступними формами поживних елементів, встановлено суттєві відмінності у реакції рослин пшениці на азотні підживлення залежно від умов вологозабезпечення весняно-літнього періоду (Ямковий та ін., 2021).

Погодні аномалії, зокрема весняні дефіцити вологи або надмірні опади, стають визначальними факторами реалізації сортового потенціалу продуктивності та впливають на ефективність використання азотних добрив (Nehe et al., 2018).

Особливу увагу науковці приділяють взаємодії азоту з іншими елементами живлення, насамперед із сіркою. Встановлено, що сірка відіграє ключову роль у синтезі білків, сприяє оптимальному використанню азоту та забезпечує формування високої якості зерна. За даними польових експериментів, поєднане внесення N і S здатне підвищувати врожайність пшениці на 4–12% та збільшувати вміст протеїну й клейковини у порівнянні з одноелементним азотним живленням (Withers et al., 1995; Naeem & MacRitchie, 2003; Jarvan et al., 2012; Tabak et al., 2020; Dawar et al., 2023; Antosovský et al., 2024; Bongiovani et al., 2025).

Не менш важливою є роль генетичних особливостей сортів, що визначають ефективність засвоєння азоту, рівень його віддачі у формуванні врожайності та реакцію на різні системи підживлення. Доведено, що сорти іноземної селекції частіше демонструють підвищену чутливість на збільшені дози азоту, тоді як українські сорти проявляють кращу адаптивність до середніх рівнів живлення та більш стабільну продуктивність

за коливань погодних умов (Shahsavani & Gholami, 2008; Hirzel et al., 2010; Кулик et al., 2020; Шакалій та ін., 2022; Фанін і Литвиненко, 2023). Це підкреслює необхідність вивчення взаємодії генотипу та елементів агротехнологій в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

На особливу увагу заслуговує вплив термінів внесення азотних підживлень. Результати польових досліджень в Україні свідчать, що ранньовесняне підживлення, зокрема проведене у фазу відновлення весняної вегетації та кущіння є одним з найбільш дієвих прийомів забезпечення інтенсивного росту, формування продуктивного стеблостою та підвищення якості зерна (Мостіпан і Умрихін, 2022).

Водночас надмірно високі дози азоту або несвоєчасне внесення можуть призводити до нераціонального використання добрив, вилягання рослин, погіршення структурних елементів колоса та зниження якості продукції.

Паралельно з класичними підходами до мінерального живлення стрімко розвиваються сучасні технології застосування азоту, що полягають у використанні інгібіторів нітрифікації, контрольованого вивільнення азоту та цифрових технологій точного землеробства. Ці інновації дозволяють підвищити коефіцієнт використання азоту рослинами, оптимізувати просторовий розподіл добрив та зменшити негативний вплив на довкілля (Guzman-Bustamante et al., 2022).

Таким чином, аналіз наукових джерел дає підстави вважати, що система азотного живлення залишається ключовим фактором реалізації потенційної продуктивності озимої пшениці. Проте ефективність її застосування визначається взаємодією низки чинників: нормою, формою, часом внесення добрив, рівнем забезпечення ґрунту поживними елементами, сортовими особливостями та умовами року (Кліпакова та ін., 2021; Zhang et al., 2021b; Abdelraheem et al., 2025).

Тому пошук оптимальних режимів ранньовесняного підживлення в поєднанні з аналізом реакції сортів різного походження є актуальним завданням сучасної аграрної науки.

У зв'язку з цим мета нашого дослідження полягає у встановленні впливу ранньовесняного підживлення на врожайність сортів озимої м'якої пшениці різного походження.

Матеріал і методи

Польові дослідження проведено в умовах СФГ «Довіра» Полтавського району (цен-

тральна частина Лівобережного Лісостепу). Ґрунти господарства – чорноземи типові опідзолені з умістом гумусу 3,8 %, N38, P24 K24, рН 5,75.

Погодні умови років дослідження весняно-літньої вегетації пшениці озимої відрізнялися: 2023 рік за ГТК – сприятливий, 2024 – посушливий та 2025 рік – достатній за умовами зволоження (рис. 1).

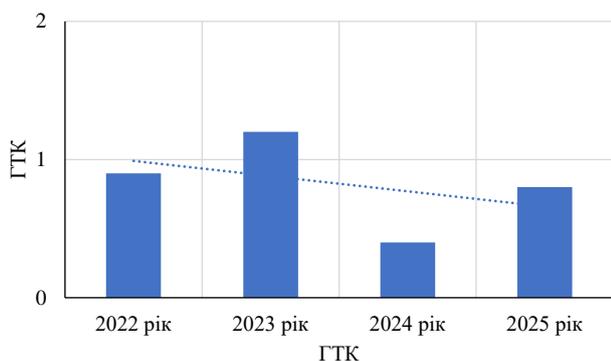


Рис. 1. Гідротермічний коефіцієнт за період весняно-літньої вегетації пшениці озимої, 2023–2025 рр.

Отже, погодні умови вегетаційного періоду років дослідження були задовільними для відновлення вегетації, нормального росту та розвитку рослин пшениці озимої протягом весняно-літнього періоду, окрім 2024 року.

Матеріалом для дослідження були сорти пшениці озимої: українські – Довіра Одеська (С1) і Спадщина Одеська (С2) та зарубіжної селекції: Мейса (С3) та Кубус (С4) – фактор А. Фактор Б: варіанти підживлення азотом: вар.1 – контроль (без добрив), вар.2 – внесення у підживлення N_{51} , вар.3 – внесення у підживлення N_{57} , вар.4 – внесення у підживлення N_{63} , вар.5 – внесення у підживлення N_{69} , вар.6 – внесення у підживлення N_{75} .

Технологія вирощування культури – загальноприйнята, згідно рекомендацій для центрального Лісостепу України, окрім чинників, що вивчалися. Система удобрення поєднувала основне внесення мінеральних добрив: (NPK)₆₀, ранньовесняне підживлення аміачною селітрою (150-210 кг/га), у фазу весняного кущення вносили карбамід (43 кг/га).

Загальна площа ділянки становила 60 м², облікової – 50 м². Загальна площа дослідів – 960 м². Повторюваність дослідів – чотириразова. Дослід закладався за методом систематичних повторень із чотириразовою повторюваністю: в кожному повторенні

варіанти досліду розміщувалися на ділянках рандомізовано (рис. 2).

Роки	Сорти	Повторення														
		I		II		III		VI								
2023 2024 2025	С.1	в.4	в.3	в.1	в.4	в.3	в.5	в.4	в.3	в.6	в.5	в.5	в.2	в.1	в.1	в.6
		в.2	в.1	в.3	в.6	в.6	в.4	в.5	в.2	в.2	в.1	в.4	в.3	в.4	в.3	
		в.1	в.4	в.4	в.3	в.3	в.5	в.4	в.3	в.5	в.2	в.2	в.1	в.1	в.6	
		в.5	в.2	в.6	в.5	в.2	в.1	в.6	в.4	в.6	в.4	в.6	в.4	в.5	в.2	
		в.3	в.6	в.2	в.1	в.6	в.4	в.2	в.1	в.6	в.4	в.2	в.1	в.5	в.2	
		в.3	в.5	в.1	в.4	в.4	в.3	в.4	в.3	в.5	в.2	в.4	в.3	в.4	в.3	
	С.2	в.2	в.1	в.5	в.2	в.6	в.5	в.2	в.1	в.2	в.1	в.6	в.4	в.1	в.6	
		в.6	в.4	в.3	в.6	в.2	в.1	в.6	в.4	в.6	в.4	в.2	в.1	в.5	в.2	
		в.3	в.6	в.2	в.1	в.6	в.4	в.2	в.1	в.6	в.4	в.2	в.1	в.5	в.2	
		в.3	в.5	в.1	в.4	в.4	в.3	в.4	в.3	в.5	в.2	в.4	в.3	в.4	в.3	
		в.2	в.1	в.5	в.2	в.6	в.5	в.2	в.1	в.2	в.1	в.6	в.4	в.1	в.6	
		в.6	в.4	в.3	в.6	в.2	в.1	в.6	в.4	в.6	в.4	в.2	в.1	в.5	в.2	
	С.3	в.4	в.3	в.3	в.5	в.1	в.4	в.1	в.4	в.4	в.3	в.4	в.3	в.4	в.3	
		в.1	в.6	в.2	в.1	в.5	в.2	в.6	в.5	в.2	в.1	в.6	в.4	в.1	в.6	
		в.5	в.2	в.6	в.5	в.2	в.1	в.6	в.4	в.6	в.4	в.2	в.1	в.5	в.2	
		в.3	в.6	в.2	в.1	в.6	в.4	в.2	в.1	в.6	в.4	в.2	в.1	в.5	в.2	
		в.3	в.5	в.1	в.4	в.4	в.3	в.4	в.3	в.5	в.2	в.4	в.3	в.4	в.3	
		в.2	в.1	в.5	в.2	в.6	в.5	в.2	в.1	в.2	в.1	в.6	в.4	в.1	в.6	
	С.4	в.1	в.6	в.2	в.1	в.5	в.2	в.6	в.5	в.2	в.1	в.6	в.4	в.1	в.6	
		в.5	в.2	в.6	в.5	в.2	в.1	в.6	в.4	в.6	в.4	в.2	в.1	в.5	в.2	
		в.3	в.6	в.2	в.1	в.6	в.4	в.2	в.1	в.6	в.4	в.2	в.1	в.5	в.2	
		в.3	в.5	в.1	в.4	в.4	в.3	в.4	в.3	в.5	в.2	в.4	в.3	в.4	в.3	
		в.2	в.1	в.5	в.2	в.6	в.5	в.2	в.1	в.2	в.1	в.6	в.4	в.1	в.6	
		в.6	в.4	в.3	в.6	в.2	в.1	в.6	в.4	в.6	в.4	в.2	в.1	в.5	в.2	

Рис. 2. Схема експерименту з вивчення сортів та системи підживлення пшениці озимої

Примітка: С1 – Довіра Одеська, С2 – Спадщина Одеська, С3 – Мейса, С4 – Кубус; вар.1 – контроль (без добрив), вар.2 – внесення у підживлення N_{51} , вар.3 – внесення у підживлення N_{57} , вар.4 – внесення у підживлення N_{63} , вар.5 – внесення у підживлення N_{69} , вар.6 – внесення у підживлення N_{75} .

Під час проведення багаторічних досліджень застосовувалися як загальнонаукові методи, так і спеціальні методи. Закладка дослідних ділянок та проведення польових експериментів здійснено відповідно методики дослідної справи в агрономії (Рожков та ін., 2016а; Рожков та ін., 2016б).

Статистичний обрахунок цифрових даних проводили відповідно рекомендацій (Ермантраут та ін., 2007).

Результати та їх обговорення

Результати досліджень засвідчують, що урожайність зерна пшениці озимої в розрізі років та варіантів підживлення змінювалася у широких межах – від 3,0 до 5,2 т/га (рис. 3).

Порівняно з іншими роками в умовах 2023 року було сформовано найбільшу врожайність зерна пшениці озимої – від 3,8 до 5,2 т/га, у 2024 році – найнижча, від 2,7 до 3,3 т/га, а у 2025 році – від 3,8 до 5,2 т/га (табл. 1).

Встановлено, що сорти українського походження, порівняно із іноземними суттєво збільшують врожайність за зменшеної дози азотних добрив у підживлення. Так, у середньому за роки порівняно з контрольними варіантами зафіксовано збільшення врожаю у сорту Довіра Одеська (0,4 т/га) на варіанті 3 і 4, у сорту Спадщина Одеська прибавка становила (0,5 т/га). Зарубіжні сорти: Мейса і Кубус формували збільшену

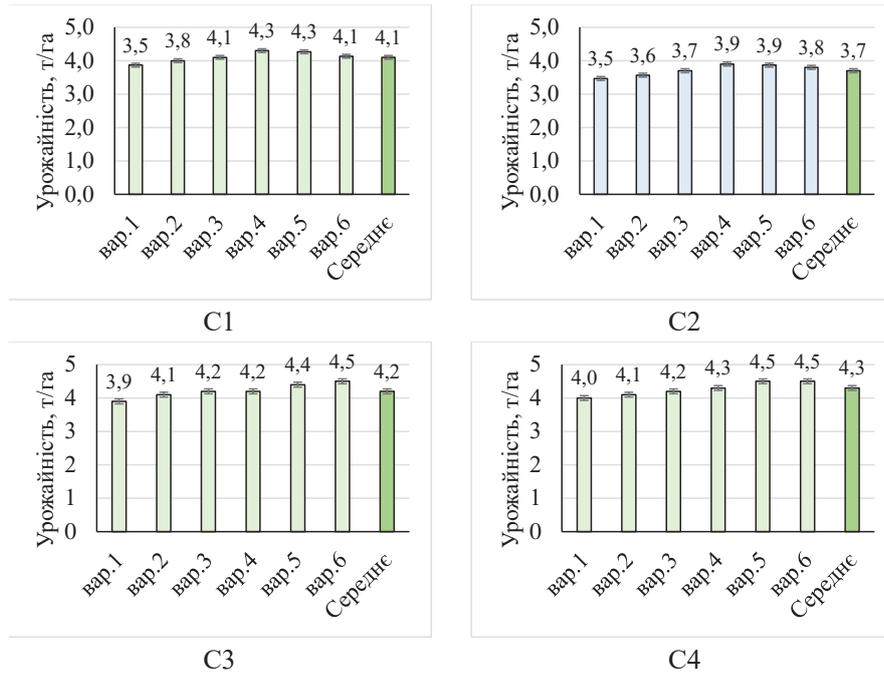


Рис. 3. Урожайність пшениці озимої, середнє за 2023–2025 рр.

Примітка: вар.1 – контроль (без добрив), вар.2 – внесення у підживлення N_{51} , вар.3 – внесення у підживлення N_{57} , вар.4 – внесення у підживлення N_{63} , вар.5 – внесення у підживлення N_{69} , ар.6 – внесення у підживлення N_{75} ; C1 – Довіра Одеська, C2 – Спадщина Одеська, C3 – Мейса, C4 – Кубус.

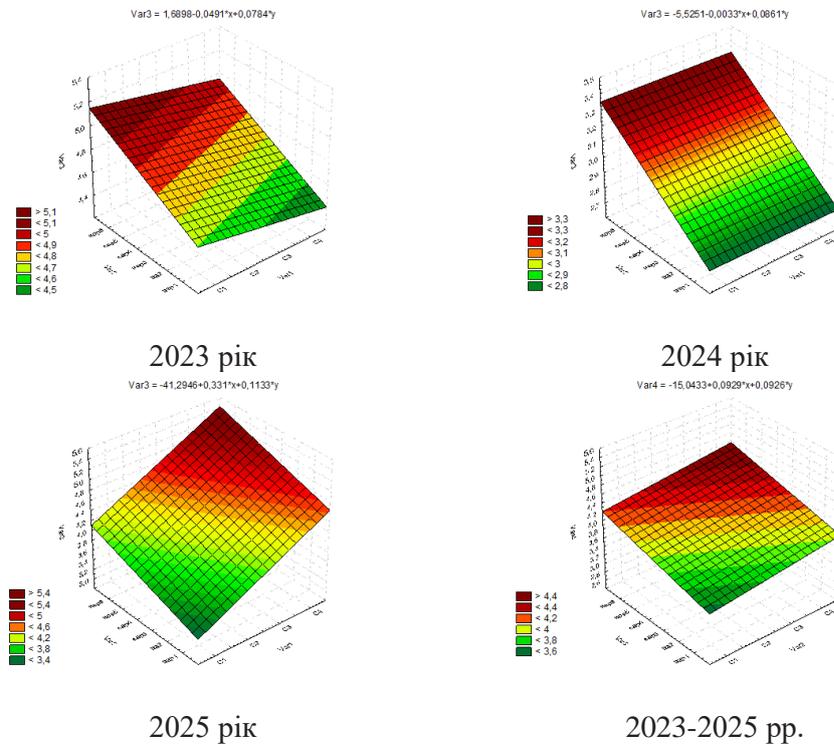


Рис. 4. Графіки залежностей врожайності пшениці озимої від сорту та підживлення
 Примітка: C1 – Довіра Одеська, C2 – Спадщина Одеська, C3 – Мейса, C4 – Кубус.

Таблиця 1

Урожайність пшениці озимої
за роки досліджень, т/га

Сорт	Підживлення	Рік			Середнє
		2023	2024	2025	
Довіра Одеська	вар.1	3,9	2,7	3,8	3,5
	вар.2	4,4	3,0	4,1	3,8
	вар.3	5,0	3,1	4,2	4,1
	вар.4	5,2	3,2	4,5	4,3
	вар.5	5,2	3,2	4,4	4,3
	вар.6	4,7	3,1	4,4	4,0
Середнє		4,7	3,0	4,3	4,1
Спадщина Одеська	вар.1	4,4	2,7	3,0	3,4
	вар.2	4,5	2,9	3,3	3,6
	вар.3	4,6	3,0	3,5	3,7
	вар.4	4,8	3,2	3,7	3,9
	вар.5	4,8	3,1	3,7	3,9
	вар.6	4,7	3,1	3,6	3,8
Середнє		4,6	3,0	3,5	3,7
Мейса	вар.1	4,4	2,7	4,6	3,9
	вар.2	4,6	2,9	4,8	4,1
	вар.3	4,6	3,0	4,9	4,2
	вар.4	4,7	3,0	5,0	4,2
	вар.5	4,9	3,1	5,1	4,4
	вар.6	4,9	3,4	5,1	4,5
Середнє		4,7	3,0	4,9	4,2
Кубус	вар.1	4,6	2,8	4,5	4,0
	вар.2	4,7	2,9	4,7	4,1
	вар.3	4,7	3,0	4,8	4,2
	вар.4	4,9	3,1	4,9	4,3
	вар.5	5,0	3,3	5,2	4,5
	вар.6	5,0	3,3	5,1	4,5
Середнє		4,8	3,1	4,9	4,3
НІР ₀₅ (фактор А)		-	-	-	0,076
НІР ₀₅ (фактор Б)		0,11	0,10	0,14	-
НІР ₀₅ (фактор В)		0,13	0,07	0,49	-

Примітка: вар.1 – контроль (без добрив), вар.2 – внесення у підживлення N_{51} , вар.3 – внесення у підживлення N_{57} , вар.4 – внесення у підживлення N_{63} , вар.5 – внесення у підживлення N_{69} , вар.6 – внесення у підживлення N_{75} .

дуктивності пшениці озимої від ланки сівозміни та мінеральної системи удобрення. (Мащенко і Соколовська, 2023).

врожайність на варіантах 5 і 6, прибавка до контролю відповідно становила 0,4–0,5 т/га та 0,5 т/га. Це свідчить про те, що іноземні сорти пшениці більшою мірою реагують на внесення збільшених доз азотних добрив, аніж сорти української селекції. Дана закономірність чітко прослідковується на графіках (рис. 4).

За встановлення взаємодії факторів з врожайністю пшениці озимої виявлено найбільший вплив умов року 70,6 % (фактор А), сорту (фактор Б) – 10,2 %, підживлення (фактор В) – 11,4 %, та незначної їх взаємодії – 0,05–3,1 % (рис. 5).

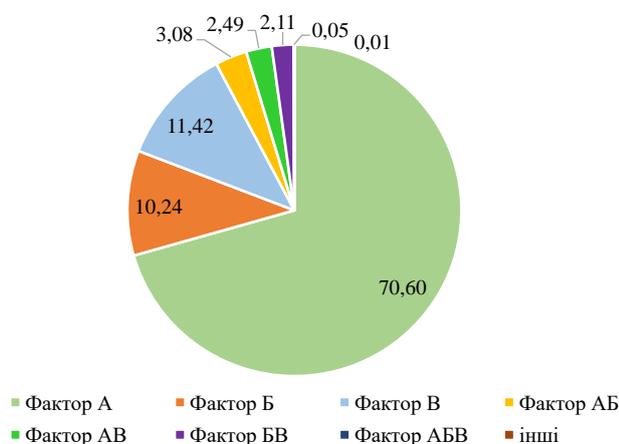


Рис. 5. Частки впливу досліджуваних факторів на врожайність зерна пшениці озимої, 2023–2025 рр.

Відповідно інших досліджень встановлено, що сортові властивості впливають на мінімальність врожайності пшениці озимої. Згідно результатів досліджень, що були проведені в умовах Західного Лісостепу середня врожайність за чотири роки по 12 сортам пшениці озимої варіювала – від 6,47 до 7,79 т/га. Ці ж автори (Польовий, та ін., 2018) визначили, що фон мінеральних добрив і додаткове внесення $MgO+S$ в основне удобрення суттєво збільшує врожайність пшениці озимої (до 7,47 т/га). Що цілком узгоджується з результатами наших досліджень, в яких доведено зростання врожайності на варіантах збільшених доз азотних добрив.

Наші дослідження знайшли підтвердження у отриманих результатах інших науковців, які визначили, що суттєві прибавки врожаю пшениці озимої (1,94 т/га) забезпечуються за системи удобрення із застосуванням $N_{70}P_{40}K_{40}$ у ланці сівозміни соя-соя-пшениця озима. Авторами доведено істотну факторіальну залежність про-

Як відмічає А. О. Дубицька разом із спів-авторами, що найбільш ефективним чинником, що має істотний вплив на збільшення врожайності пшениці озимої – це дворазова обробка посівів гумусним добривом на фоні застосування соломи кормових бобів із додаванням $N_{90}P_{60}K_{60}$ разом із біостимулятором (приріст до контролю склав 2,65 т/га), або ж застосування $N_{150}P_{120}K_{120}$, що забезпечило прибавку врожаю 3,00 т/га (Дубицька та ін., 2024). Що свідчить про зростання врожайності пшениці озимої від збільшених доз мінеральних добрив, саме це знайшло підтвердження і в наших дослідженнях.

Висновки

Визначено, що в умовах 2023 року було сформовано найбільшу врожайність зерна пшениці озимої, що варіювала для сортів: Довіра Одеська – від 3,9 до 5,2 т/га, Спадщина Одеська – від 4,4 до 4,8 т/га, Мейса – від 4,4 до 4,9 т/га та Кубус – від 4,6 до 5,0 т/га.

Встановлено, що з-поміж сортів пшениці озимої найбільш суттєву прибавку врожаю до контролю (без добрив) забезпечують сорти

іноземного походження Мейса (0,6 т/га) і Кубус (0,5 т/га) на варіантах збільшених доз внесення добрив (N_{57-63}). Українські сорти (Довіра Одеська та Спадщина Одеська) формують порівняно високий рівень врожайності, відповідно 4,3 і 3,9 т/га з прибавкою врожаю до контролю 0,5-0,8 т/га при внесенні менших норм азоту у підживленні посівів (N_{69-75}). Таким чином, обґрунтовано, що з-поміж сортів пшениці озимої найбільш суттєву прибавку врожаю до контролю забезпечують сорти іноземного походження Мейса (0,6 т/га) і Кубус (0,5 т/га) на варіантах збільшених доз внесення добрив (N_{69-75}). Українські сорти (Довіра Одеська та Спадщина Одеська) формують порівняно високий рівень врожайності, відповідно 4,3 і 3,9 т/га з прибавкою врожаю до контролю 0,5-0,8 т/га при внесенні менших норм азоту у підживленні посівів (N_{57-63}).

Перспективи подальших досліджень полягатимуть у визначенні впливу системи удобрення на основні показники якості зерна сортів пшениці озимої.

Список використаної літератури

Берднікова О.Г. Удосконалення елементів технології вирощування пшениці озимої різного сортового складу залежно від режимів живлення та зрошення в умовах південного степу України. Формування нової парадигми розвитку агропромислового сектору в ХХІ столітті: колективна монографія : у 2 ч. Ч. 1. Львів-Торунь: Ліга-Прес, 2021. С. 188–215.

Білоусова З.В., Кенєва В.А. Вплив системи живлення на структуру врожаю пшениці озимої. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, присвяченої до Дня науки в Україні*. Одеса, 2023. С. 25–28.

Вінюкова М.Л. Аналіз конкурентоспроможності зернових культур на аграрному світовому ринку. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. 2020. № 37. С. 14–17. <https://doi.org/10.32999/ksu2307-8030/2020-37-2>

Дубицька А.О., Качмар О.Й., Дубицький О.Л., Вавринович О.В., Щерба М.М. Вплив систем удобрення з використанням біостимулятора та гумусного добрива на врожайність і якість зерна пшениці озимої. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2024. № 76 (1). С. 16–25. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(76\)-1-2](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(76)-1-2)

Єрашова М.В. Формування елементів структури врожайності різних сортів пшениці озимої залежно від умов вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2021. № 2. С. 86–92. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.11>

Кліпакова Ю.О., Білоусова З.В., Кенєва В.А., Коротка І.О. Вплив системи живлення на урожайність та якість зерна пшениці озимої. *Аграрні інновації*. 2021. № 8. С. 41–46. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.6>

Кулик М. І., Онопрієнко О. В., Сиплива Н. О., Божок Ю. О. Урожайність сортів пшениці м'якої (озимої) залежно від системи удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 114. С. 55–62. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.8>

Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Фізіологічна роль елементів живлення та системи удобрення польових культур: підручник. Львів : Растр-7. 2021. 288 с.

Марковська О.Є., Гречишкіна Т.А. Продуктивність сортів пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування в умовах Південного Степу України. *Агробіологія: збірник наукових праць*. Біла Церква, 2020. № 1. С. 96–103. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-96-103>

Мащенко Ю.В., Соколовська І.М. Урожайність, продуктивність та економічна ефективність вирощування пшениці озимої залежно від ланки сівозмін і систем удобрення.

Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2023. № 40. С. 21–27. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.3>

Мостіпан М.І., Умрихін Н.А. Урожайність різновікових посівів пшениці озимої залежно від строків підживлень у Північному Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 123. С. 89–98. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.13>

Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підручник. 5-те вид. Львів: Українські технології, 2020. 806 с.

Польовий В.М., Лукашук А.Я., Гук А.І. Ефективність інтенсифікації технології вирощування пшениці озимої в Західному Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 11. С. 35–40. <https://doi.org/10.31073/agrovistnyk201811-05>

Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб.: у 2 кн. – Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016а. 316 с.

Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб.: у 2 кн. – Кн. 2. Статистична обробка результатів досліджень; за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016б. 352 с.

Статистичний аналіз агрономічних досліджень даних в пакеті Statistica 6.0: методичні вказівки / уклад.: Е. Р. Ермантраут, О. І. Присяжнюк, І. А. Шевченко. Полтава : Поліграф Консалтинг, 2007. 55 с.

Фанін Я.С., Литвиненко М.А. Урожайність та елементи продуктивності рослин у сучасних вітчизняних і закордонних сортів озимої м'якої пшениці. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. № 38. С. 70–77. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.10>

Шакалій С.М., Баган А.В., Юрченко С.О., Головаш А.М. Вплив сортових властивостей пшениці м'якої озимої на міналівість продуктивності. *Scientific Progress & Innovations*. 2022. № 1. С. 11–17. <https://doi.org/10.31210/vistnyk2022.01.01>

Шинкарук А.В., Алексєєва К.А., Биховченко В.П., Власенко Т.О., Геращенко М.В., Дергач А.В., Деліні М.М., Кендус Д.І., Попова О.А., Свердан М.М., Сова О.Ю., Суханова А.В., Сагайдак І.С., Цоколь О.П. Продовольча безпека: світові тенденції та можливості агропродовольчого комплексу України: монографія / за ред. А.В. Шинкарук. Київ. 2022. 307 с.

Ямковий В.Ю., Буняк О.І., Ящук Н.О. Продуктивність та якість зерна пшениці озимої залежно від позакореневого підживлення в лівобережному Лісостепу України. *Аграрні інновації*. 2021. № 5. С. 101–107. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.5.16>

Abdelraheem K.M., Eldamarawy Y., El-Azab M. Impact of amino acid application on growth, yield and nutrients status of wheat plant under nitrogen fertilization. *Egyptian Journal of Agronomy*. 2025. V 4. PP. 951–958. <https://doi.org/10.21608/agro.2025.336200.1563>

Antosovský J., Skarpa P., Ryant P. The effect of nitrogen-sulphur fertilizer with nitrification inhibitor on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) nutrition. *Heliyon* 10. 2024, e33035 [c10.1016/j.heliyon.2024.e33035](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33035)

Bongiovani P.F., Herrera J. M., Frossard E., Nóia Júnior R., Pequeno D.N.L., Burton A., Häner L. L., Asseng S. Nitrogen fertilization strategy for Swiss winter wheat under climate-induced rainfall reduction: A model-based assessment. *European Journal of Agronomy*. 2025. Vol. 170. 127728. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2025.127728>

Dawar K., Khan A.A., Jahangir M.M.R., Mian I.A., Khan B., Ahmad B., Fahad S., Moustafa M., Al-Shehri M., Mubashir M., Datta R., Danish S. Effect of nitrogen in combination with different levels of sulfur on wheat growth and yield. *ACS Omega*. 2023. 8(1). PP. 279–288. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c04054>

Fatholahi S, Ehsanzadeh P, Karimmojeni H. Ancient and improved wheats are discrepant in nitrogen uptake, remobilization, and use efficiency yet comparable in nitrogen assimilating enzymes capabilities. *Field Crops Research*. 2020. Vol. 249. PP.107761. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107761>

Guzman-Bustamante I., Schulz R., Müller T., Ruser R. Split N application and DMP based nitrification inhibitors mitigate N₂O losses in a soil cropped with winter wheat. *Nutrient Cycle Agroecosystem*. 2022. Vol. 123. PP. 119–135 <https://doi.org/10.1007/s10705-022-10211-7>

Hirzel J., Matus I., Madariaga R. Effect of split nitrogen applications on durum wheat cultivars in volcanic soil. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 2010. Vol. 70. PP. 590–595. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392010000400009>

Jarvan M., Edesi L., Adamson A. The content and quality of protein in winter wheat grains depending on sulphur fertilization. *Acta Agric Scand B Soil Plant Sci*. 2012. Vol. 62. PP. 627–636. <https://doi.org/10.1080/09064710.2012.683495>

Ma G., Liu W.g, Li Sh., Zhang P., Wang Ch., Lu H., Wang L., Xie Yi., Ma D., Kang G. Determining the optimal N input to improve grain yield and quality in winter wheat with reduced apparent N loss in the North China Plain. *Frontiers in Plant Science*. 2019. PP. 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00181>

Naeem H.A., MacRitchie F. Effect of sulphur nutrition on agronomic and quality attributes of wheat, in: Sulphur in Plants. *Springer*. 2003. PP. 305–322. https://doi.org/10.1007/978-94-017-0289-8_17.

Nehe A.S., Misra S., Murchie E.H., Chinnathambi K., Foulkes M.J. Genetic variation in N-use efficiency and associated traits in Indian wheat cultivars. *Field Crops Research*. 2018. V. 225. PP. 152–162. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.06.002>

Shahsavani S., Gholami A. Effect of sulphur fertilization on breadmaking quality of three winter wheat varieties. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2008. 11. PP. 2134–2138. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2008.2134.2138>.

Tabak M., Lepiarczyk A., Filipek-Mazur B., Lisowska A. Efficiency of nitrogen fertilization of winter wheat depending on sulfur fertilization. *Agronomy*. 2020. Vol. 10. 1304. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091304>

Withers P.J.A., Tytherleigh A.R.J., O'Donnell F.M. Effect of sulphur fertilizers on the grain yield and sulphur content of cereals. *The Journal of Agricultural Science*. 1995. Vol. 125. PP. 317–324 <https://doi.org/10.1017/S0021859600084811>.

Zhang Z, Yu Z, Zhang Y, Shi Y. Optimized nitrogen fertilizer application strategies under supplementary irrigation improved winter wheat (*Triticum aestivum* L.) yield and grain protein yield. *PeerJ*. 2021a. 9. e11467. <https://doi.org/10.7717/peerj.11467>. PMID: 34141470

Zhang Zh., Yu Zh., Zhang Y., Shi Yu. Split nitrogen fertilizer application improved grain yield in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) via modulating antioxidant capacity and 13 C photosynthate mobilization under water-saving irrigation conditions. *Ecological Processes*. 2021b. Vol. 10. PP. 21. <https://doi.org/10.1186/s13717-021-00290-9>

References

Berdnikova, O. H. (2021). Udoskonalennia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi riznoho sortovoho skladu zalezno vid rezhymiv zhyvlennia ta zroshennia v umovakh pivdennoho stepu Ukrainy [Improvement of elements of winter wheat growing technology of different varietal composition depending on nutrition and irrigation regimes in the conditions of the southern steppe of Ukraine]. Formuvannia novoi paradyhmy rozvytku ahropromysloвого sektoru v XXI stolitti: kolektyvna monohrafiia [Formation of a new paradigm for the development of the agro-industrial sector in the 21st century: a collective monograph]: u 2 ch. Ch. 1. Lviv-Torun: Liha-Pres, pp. 188 – 215. [in Ukrainian].

Bilousova, Z.V., & Kenieva, V.A. (2023). Vplyv systemy zhyvlennia na strukturu vrozhaiu pshenytsi ozymoi [The influence of the feeding system on the yield structure of winter wheat]. *Zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh, prysviachenoj do Dnia nauky v Ukraini [Collection of materials of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, dedicated to the Day of Science in Ukraine]*. Odesa, pp. 25–28. [in Ukrainian].

Dubytska, A.O., Kachmar, O.Y., Dubytskyi, O.L., Vavrynovych, O.V., & Shcherba, M.M. (2024). Vplyv system udobrennia z vykorystanniam biostymuliatora ta humusnoho dobryva na vrozhainist i yakist zerna pshenytsi ozymoi [The effect of fertilization systems using biostimulant and humus fertilizer on the yield and quality of winter wheat grain.]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo [Foothill and mountain agriculture and animal husbandry]*, 76, 16–25. [https://doi.org/10.32636/01308521.2024-\(76\)-1-2](https://doi.org/10.32636/01308521.2024-(76)-1-2) [in Ukrainian].

Viniukova, M. L. (2020). Analiz konkurentospromozhnosti zernovykh kultur na ahrarnomu svitovomu rynku [Analysis of the competitiveness of grain crops on the world agricultural market]. *Naukovyi visnyk Khersonskoho derzhavnogo universytetu [Scientific Bulletin of Kherson State University]*, 37, 14–17. <https://doi.org/10.32999/ksu2307-8030/2020-37-2> [in Ukrainian].

Yerashova, M.V. (2021). Formuvannia elementiv struktury vrozhainosti riznykh sortiv pshenytsi ozymoi zalezno vid umov vyroshchuvannia [Formation of elements of the yield structure of different varieties of winter wheat depending on growing conditions]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]*, 2, 86–92. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.11> [in Ukrainian].

Klipakova, Yu.O., Bilousova, Z.V., Kenieva, V.A., & Korotka, I.O. (2021). Vplyv systemy zhyvlennia na urozhainist ta yakist zerna pshenytsi ozymoi [The influence of the nutrition system on the yield and quality of winter wheat grain]. *Ahrarni innovats [Agricultural innovations]*, 8, 41–46. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.8.6> [in Ukrainian].

Kulyk, M.I., Onoprienko, O.V., Syplyva, N.O., & Bozhok, Yu.O. (2020). Urozhainist sortiv pshenytsi miakoi (ozymoi) zalezno vid systemy udobrennia [Yield of soft (winter) wheat varieties depending on the fertilization system]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk [Tavria Scientific Bulletin]*, 114, 55–62. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.8> [in Ukrainian].

Lykhochvor, V.V., & Petrychenko, V.F. (2021). Fiziologichna rol elementiv zhyvlennia ta systemy udobrennia polovykh kultur: pidruchnyk [Physiological role of nutrients and fertilization systems of field crops: textbook]. Lviv: Rastr-7. 288s. [in Ukrainian].

Markovska O. Ye., & Hrechyshkina T. A. (2020). Produktivnist sortiv pshenytsi ozymoi zalezno vid elementiv tekhnologii vyroshchuvannia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Productivity of winter wheat varieties depending on elements of growing technology in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Ahrobiolohiia: zbirnyk naukovykh prats. Bila Tserkva [Agrobiology: collection of scientific papers]*, 1, 96–103. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-96-103> [in Ukrainian].

Mashchenko, Yu.V., & Sokolovska, I.M. (2023). Urozhainist, produktyvnist ta ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi zalezno vid lanky sivozmin i system udobrennia [Yield, productivity and economic efficiency of winter wheat cultivation depending on the crop rotation link and fertilization systems]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika [Podilian Bulletin: agriculture, engineering, economics]*, 40, 21–27. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-3.3> [in Ukrainian].

Mostipan, M.I., & Umrykhin, N.L. (2022). Urozhainist riznovikovykh posiviv pshenytsi ozymoi zalezno vid strokiv pidzhyvlen u Pivnichnomu Stepu Ukrainy [Yield of winter wheat crops of different ages depending on the timing of top dressing in the Northern Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk [Tavria Scientific Bulletin]*, 123, 89–98. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.13> [in Ukrainian].

Petrychenko, V.F., & Lykhochvor, V.V. (2020). Roslynnystvo. Novi tekhnologii vyroshchuvannia polovykh kultur : pidruchnyk [Crop production. New technologies for growing field crops: textbook]. 5-te vyd. Lviv: Ukrainski tekhnologii, 806 p. [in Ukrainian].

Polovyi, V.M., Lukashchuk, L.Ya., & Huk, L.I. (2018). Efektyvnist intensyfikatsii tekhnologii vyroshchuvannia pshenytsi ozymoi v Zakhidnomu Lisostepu [Efficiency of intensification of winter wheat growing technology in the Western Forest-Steppe.]. *Visnyk aharnoi nauky [Bulletin of Agrarian Science.]*, 11, 35–40. https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2018_11_05.pdf [in Ukrainian].

Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., & Kalenska, S.M. et al. (2016a). Doslidna sprava v ahronomii: navch. posib. [Research in agronomy: a manual: in 2 books – Book 1. Theoretical aspects of research]: u 2 kn. – Kn. 1. Teoretychni aspekty doslidnoi spravy; za red. A. O. Rozhkova. Kharkiv: Maidan, 316 s. [in Ukrainian].

Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., & Kalenska, S.M. et al. (2016b). Doslidna sprava v ahronomii: navch. posib. [Research in agronomy: a manual: in 2 books – Book 2. Statistical processing of research results]: u 2 kn. – Kn. 2. Statystychna obrobka rezultativ doslidzhen; za red. A. O. Rozhkova. Kharkiv: Maidan, 352 s. [in Ukrainian].

Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidzhen danykh v paketi Statistica 6.0: metodychni vkazivky (2007). [Statistical analysis of agronomic research data in the Statistica 6.0 package: methodological guidelines] / uklad.: E. R. Ermantraut, O. I. Prysiashniuk, I. L. Shevchenko. Poltava: Polihraf Konsaltnykh. 55 s. [in Ukrainian].

Fanin, Ya.S., & Lytvynenko, M.A. (2023). Urozhainist ta elementy produktyvnosti roslyn u suchasnykh vitchyznianskykh i zakordonnykh sortiv ozymoi miakoi pshenytsi [Yield and elements of plant productivity in modern domestic and foreign varieties of soft winter wheat]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika [Podilian Bulletin: agriculture, engineering, economics]*, 38, 70–77. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.10> [in Ukrainian].

Shakalii, S.M., Bahan, A.V., Yurchenko, S.O., & Holovash, L.M. (2022). Vplyv sortovykh vlastyvoستي pshenytsi miakoi ozymoi na minlyvist produktyvnosti [The influence of varietal properties of soft winter wheat on productivity variability]. *Scientific Progress & Innovation*, 1, 11–17. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.01.01> [in Ukrainian].

Shynkaruk, L.V., Alekseieva, K.A., Bykhovchenko, V.P., Vlasenko, T.O., Herashchenko, M.V., Derhach, A.V., Dielini, M.M., Kendus, D.I., Popova, O.L., Sverdani, M.M., Sova, O.I., Sukhanova, A.V., Sahaidak, I.S., & Tsokol, O.P. (2022). Prodovolcha bezpeka: sivitovi tendentsii ta mozhlyvosti ahroprodovolchoho kompleksu Ukrainy: monohrafiia [Food Security: Global Trends and Opportunities of Ukraine's Agro-Food Complex: Monograph] / za red. L.V. Shynkaruk. Kyiv. 307 s. [in Ukrainian].

Yamkovyi, V.Yu., Buniak, O.I., & Yashchuk, N.O. (2021). Produktivnist ta yakist zerna pshenytsi ozymoi zalezno vid pozakorenevoho pidzhyvlennia v livoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Productivity and Quality of Winter Wheat Grain Depending on Foliar Fertilization in the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Aharni innovatsii [Agrarian Innovations]*, 5, 101–107. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.5.16> [in Ukrainian].

Abdelraheem, K.M., Eldamarawy, Y., & El-Azab, M. (2025). Impact of amino acid application on growth, yield and nutrients status of wheat plant under nitrogen fertilization. *Egyptian Journal of Agronomy*, 4, 951–958. <https://doi.org/10.21608/agro.2025.336200.1563> [in English].

Antosovský, J., Skarpa, P., & Ryant, P. (2024). The effect of nitrogen-sulphur fertilizer with nitrification inhibitor on winter wheat (*Triticum aestivum* L.) nutrition. *Heliyon* 10., e33035 [c10.1016/j.heliyon.2024.e33035](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33035) [in English].

Bongiovani, P.F., Herrera, J. M., Frossard, E., Nóia Júnior, R., Pequeno, D.N.L., Burton, A., Häner, L. L., & Asseng, S. (2025). Nitrogen fertilization strategy for Swiss winter wheat under climate-induced rainfall reduction: A model-based assessment. *European Journal of Agronomy*, 170, 127728. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2025.127728> [in English].

Dawar, K., Khan, A.A., Jahangir, M.M.R., Mian, I.A., Khan, B., Ahmad, B., Fahad, S., Moustafa, M., Al-Shehri, M., Mubashir, M., Datta, R., Danish, S. (2023). Effect of nitrogen in combination with different levels of sulfur on wheat growth and yield. *ACS Omega*, 8(1), 279–288. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c04054> [in English].

Fatholahi, S., Ehsanzadeh, P, & Karimjojeni, H. (2020). Ancient and improved wheats are discrepant in nitrogen uptake, remobilization, and use efficiency yet comparable in nitrogen assimilating enzymes capabilities. *Field Crops Research*, 249, 107761. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107761> [in English].

Guzman-Bustamante, I., Schulz, R., Müller, T., & Ruser, R. (2022). Split N application and DMP based nitrification inhibitors mitigate N₂O losses in a soil cropped with winter wheat. *Nutrient Cycle Agroecosystem*, 123, 119–135 <https://doi.org/10.1007/s10705-022-10211-7> [in English].

Hirzel, J., Matus, I., & Madariaga, R. (2010). Effect of split nitrogen applications on durum wheat cultivars in volcanic soil. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70, 590–595. <https://doi.org/10.4067/S0718-58392010000400009> [in English].

Jarvan, M., Edesi, L., & Adamson, A. (2012). The content and quality of protein in winter wheat grains depending on sulphur fertilization. *Acta Agric Scand B Soil Plant Sci*, 62, 627–636. <https://doi.org/10.1080/09064710.2012.683495> [in English].

Ma, G., Liu, W.g, Li, Sh., Zhang, P., Wang, Ch., Lu, H., Wang, L., Xie, Yi., Ma, D., & Kang, G. (2019). Determining the optimal N input to improve grain yield and quality in winter wheat with reduced apparent N loss in the North China Plain. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00181> [in English].

Naeem, H.A., & MacRitchie, F. (2003). Effect of sulphur nutrition on agronomic and quality attributes of wheat, in: Sulphur in Plants. *Springer*, Chapter, 305–322. https://doi.org/10.1007/978-94-017-0289-8_17 [in English].

Nehe, A. S., Misra, S., Murchie, E. H., Chinnathambi, K., & Foulkes, M. J. (2018). Genetic variation in N-use efficiency and associated traits in Indian wheat cultivars. *Field Crops Research*, 225, 152–162. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.06.002> [in English].

Shahsavani, S., & Gholami, A. (2008). Effect of sulphur fertilization on breadmaking quality of three winter wheat varieties. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11, 2134–2138. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2008.2134.2138> [in English].

Tabak, M., Lepiarczyk, A., Filipek-Mazur, B., & Lisowska, A. (2020). Efficiency of nitrogen fertilization of winter wheat depending on sulfur fertilization. *Agronomy*, 10, 1304. <https://doi.org/10.3390/agronomy10091304> [in English].

Withers, P.J.A., Tytherleigh, A.R.J., & O'Donnell, F.M. (1995). Effect of sulphur fertilizers on the grain yield and sulphur content of cereals. *The Journal of Agricultural Science*, 125, 317–324 <https://doi.org/10.1017/S0021859600084811> [in English].

Zhang, Z, Yu, Z, Zhang, Y, & Shi, Y. (2021a). Optimized nitrogen fertilizer application strategies under supplementary irrigation improved winter wheat (*Triticum aestivum* L.) yield and grain protein yield. *Peer J*, 9, e11467. <https://doi.org/10.7717/peerj.11467>. PMID: 34141470 [in English].

Zhang, Zh., Yu, Zh., Zhang, Y., & Shi, Yu. (2021b). Split nitrogen fertilizer application improved grain yield in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) via modulating antioxidant capacity and 13 C photosynthate mobilization under water-saving irrigation conditions. *Ecological Processes*, 10:21. <https://doi.org/10.1186/s13717-021-00290-9> [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 27.11.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 16.01.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 31.03.2026

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

