

DOI: 10.32636/01308521.2026-(80)-1-9

Оригінальна наукова стаття

УДК 631.547.6:551.5:581.134:633.111"321"(292.485:477.4)

**ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ
НА ВМІСТ БІЛКА У ЗЕРНІ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ЯРОЇ
В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ****Б. М. Лозінський, М. Б. Грабовський**

Білоцерківський національний
аграрний університет
пл. Соборна 8/1, м. Біла Церква,
Київська обл., 09117

Про авторів:

Богдан ЛОЗІНСЬКИЙ,
здобувач ступеня доктора
філософії
ORCID: 0009-0003-2068-0525

Микола ГРАБОВСЬКИЙ,
доктор сільськогосподарських наук,
професор
ORCID: 0000-0002-8494-7896

Для листування:

Микола ГРАБОВСЬКИЙ
e-mail: nikgr1977@gmail.com

Інформація про фінансування:

Міністерство освіти і науки
України

Отримано:

29 липня 2026 р.

Погоджено до друку:

22 вересня 2026 р.

Опубліковано:

30 вересня 2026 р.

Пшениця м'яка яра є важливою стратегічною культурою, яка за короткий вегетаційний період формує високоякісне зерно, тому оптимізація системи догляду за посівами набуває важливого значення для досягнення високих стабільних показників урожайності і якості зерна. Метою досліджень було виявлення особливостей формування вмісту білка у зерні сортів пшениці м'якої ярої залежно від позакореневого підживлення добривами і застосування фунгіцидів в умовах Правобережного Лісостепу України. Дослідження виконували за двофакторною схемою: фактор А – сорти пшениці м'якої ярої Оксамит миронівський і Дубравка, фактор В – позакореневе підживлення добривами і застосування фунгіцидів. Внесення фунгіцидів Амістар Екстра 280 SC (0,6 л/га), Елатус Ріа 358 SC (0,5 л/га) і позакореневе підживлення сечовиною (7 кг/га), сульфатом магнію (1 кг/га) і «Нутривантом Плюс Зерновий» (2 кг/га) проводили у фазу кушення (ВВСН 21–23) – варіанти 2–5. На варіантах 7–10 перше позакореневе підживлення добривами і застосування фунгіцидів виконали у фазі кушення (ВВСН 21–23), повторне – у фазі формування і розвитку колоса (ВВСН 41–45). У середньому за 2024 і 2025 рр. найбільший вміст білка (13,54 %) у зерні пшениці м'якої ярої виявили у сорту Дубравка за дворазового застосування фунгіциду Елатус Ріа 358 SC і позакореневого підживлення добривами: сечовина + сульфат магнію + «Нутривант Плюс Зерновий» у фазі кушення (ВВСН 21–23) та фазі формування і розвитку колоса (ВВСН 41–45). За такого варіанту застосування фунгіциду і позакореневого підживлення добривами встановили суттєве перевищення над контролем (дворазовий обробіток водою у відповідні фази – варіант 6) на 1,49 %. В аналогічному варіанті сорт Оксамит миронівський сформував вміст білка на рівні 13,13 %, що достовірно менше сорту Дубравка на 0,41 %, але із суттєвим перевищенням контролю на 1,44 %.

Ключові слова: сорт, фунгіцид, позакореневе підживлення, гідротермічний коефіцієнт, фактори впливу.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Лозінський Б. М., Грабовський М. Б., 2026

The effect of cultivation technology factors on the protein content in soft spring wheat grains in the Right-bank Forest-steppe region of Ukraine

Bila Tserkva National Agrarian University
Soborna Square, 8/1, Bila Tserkva,
Kyiv region, 09117

About authors:

Bohdan LOZINSKYI
ORCID: 0009-0003-2068-0525

Mykola GRABOVSKIY
ORCID: 0000-0002-8494-7896

Corresponding author:
Mykola GRABOVSKIY
e-mail: nikqr1977@gmail.com

Funding information:
Ministry of Education and Science
of Ukraine

Received:
July 29, 2026
Accepted:
September 22, 2026
Published:
September 30, 2026

Spring soft wheat is an important strategic crop that produces high-quality grain during a short growing season; therefore, optimizing the crop management system is crucial for achieving high and stable yields and grain quality. The aim of the study was to identify the characteristics of protein content formation in the grain of spring soft wheat varieties depending on foliar fertilization and the application of fungicides under the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The study was conducted using a two-factor design: Factor A – spring soft wheat varieties Oksamyт Myronivskyi and Dubravka; Factor B – foliar fertilization and fungicide application. In treatments 2–5, the fungicides Amistar Extra 280 SC (0.6 L/ha) and Elatus Ria 358 SC (0.5 L/ha) and foliar fertilization with urea (7 kg/ha), magnesium sulfate (1 kg/ha) and Nutrivant Plus Grain (2 kg/ha) were applied at the tillering stage (BBCH 21–23). In treatments 7–10, the first foliar fertilization and fungicide application were carried out at the tillering stage (BBCH 21–23), with a repeat application at the ear formation and development stage (BBCH 41–45). On average over 2024–2025, the highest protein content in spring soft wheat grain (13.54 %) was observed in the Dubravka variety after two applications of the fungicide Elatus Ria 358 SC and foliar fertilization with urea + magnesium sulfate + Nutrivant Plus Grain at the tillering stage (BBCH 21–23) and the ear formation and development stage (BBCH 41–45). With this treatment regimen, combining fungicide application and foliar fertilization, protein content increased significantly by 1.49 percentage points compared with the control (two water applications at the corresponding growth stages, treatment 6). Under the same treatment, the Oksamyт Myronivskyi variety achieved a protein content of 13.13 %, which was significantly lower than that of the Dubravka variety by 0.41 percentage points but significantly higher than the control by 1.44 percentage points.

Keywords: spring wheat, variety, protein content, fungicide, foliar fertilization, hydrothermal coefficient, technology factors.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Зернова галузь України є однією з ключових складових аграрного виробництва та важливим чинником економічного розвитку держави [1, 26, 27]. У структурі посівних площ сільськогосподарських культур близько 90 % займають пшениця, кукурудза, соняшник, ячмінь, ріпак і соя [9]. Завдяки високій поживній цінності зерно пшениці широко використовується у харчовій промисловості та є одним із найважливіших продуктів харчування населення світу [16, 25].

Сприятливі ґрунтово-кліматичні ресурси та вигідне географічне розташування забезпечують Україні статус

одного з провідних світових виробників зернових культур, що суттєво впливає на світовий ринок зерна [3, 14]. Водночас сучасне зерновиробництво функціонує в умовах суттєвих викликів, зумовлених глобальними змінами клімату, які проявляються підвищенням середньорічної температури повітря, нерівномірним розподілом опадів і зростанням частоти екстремальних погодних явищ [11, 33, 36], а також наслідками військової агресії [12, 17]. За таких умов особливої актуальності набуває розроблення ефективних технологічних рішень, спрямованих на підвищення продуктивності зернових культур і

забезпечення внутрішнього та зовнішнього ринків високоякісним зерном пшениці.

Пшениця м'яка яра є практично єдиною повноцінною страховою культурою у разі загибелі або значного зрідження посівів пшениці озимої. За порівняно короткий період вегетації вона здатна формувати високоякісне зерно з широкими можливостями використання у переробній промисловості. Крім того, вирощування пшениці ярої сприяє стабілізації виробництва зерна та оптимізації структури посівних площ і технологічних процесів у господарствах із різною спеціалізацією [2].

Однією з основних передумов реалізації продуктивного потенціалу сучасних сортів пшениці є оптимізація мінерального живлення рослин, що досягається завдяки раціональному застосуванню добрив [8, 31]. Однак рівень використання мінеральних добрив в Україні залишається недостатнім і в середньому не перевищує 10–15 % від науково обґрунтованої потреби [6]. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває впровадження альтернативних або додаткових способів забезпечення рослин елементами живлення, які дозволяють підвищити ефективність використання добрив і сприяють формуванню більш сталих агрофітоценозів [4, 6, 30].

Одним із перспективних технологічних прийомів є позакореневе підживлення, яке ефективно доповнює основне удобрення та забезпечує оперативне усунення дефіциту елементів живлення [4, 22]. Позакореневе внесення добрив сприяє оптимізації росту і розвитку рослин, підвищує їхню стійкість до біотичних та абіотичних стресових чинників, а також може ефективно поєднуватися із застосуванням засобів захисту рослин. До його переваг належать швидке проникнення та засвоєння поживних речовин, використання невеликих норм добрив і можливість сумісного внесення з пестицидами [29]. Науково обґрунтоване застосування позакореневого підживлення сприяє також

зменшенню антропогенного навантаження на довкілля та підвищенню економічної ефективності виробництва [34]. Результати досліджень свідчать, що застосування позакореневого підживлення азотом у посівах пшениці м'якої та твердої забезпечує формування високої врожайності й підвищення вмісту білка у зерні [21, 35].

Особливу увагу в сучасних умовах привертає проблема якості зерна пшениці, значна частина якого не повною мірою відповідає вимогам міжнародних стандартів, тоді як внутрішній ринок потребує достатньої кількості високоякісного борошна для виробництва хлібопродуктів [24]. Одним із найважливіших показників хлібопекарської якості зерна є вміст білка, який визначає технологічні властивості борошна та його придатність для переробки [18].

Проведені в умовах лівобережного Лісостепу дослідження з вивчення впливу позакореневого підживлення рослин пшениці озимої мікродобривами свідчать про збільшення показників склоподібності, вмісту білка (з 1 % до 1,5 %) та клейковини, що в цілому зумовило зростання якості зерна з третього до другого класу. За всіма технологічними показниками якості найкращим було зерно пшениці м'якої озимої, отримане у варіанті позакореневого підживлення «РОСТОК» Макро (2 л/га) + «РОСТОК» Мідь (1 л/га) [29]. У зарубіжній літературі також відзначається позитивний вплив позакореневого підживлення добривами на фоні основного удобрення на врожайність і якість зерна пшениці [28]. Науковці також відзначають доцільність диференційованого підходу до вибору препаратів фунгіцидного захисту посівів пшениці м'якої озимої з урахуванням сортових особливостей та поєднанням із позакореним підживленням мікродобривами [7].

Незважаючи на значну кількість досліджень щодо впливу систем удобрення на продуктивність пшениці, питання комплексної оцінки ефективності окремих

елементів технології вирощування, зокрема позакореневого підживлення в поєднанні із сортовими особливостями, щодо формування вмісту білка у зерні пшениці м'якої ярої в умовах Правобережного Лісостепу України залишається недостатньо вивченим. Саме тому дослідження впливу елементів технології вирощування на формування білковості зерна є актуальним як з наукової, так і з практичної точки зору, оскільки сприятиме вдосконаленню технології вирощування культури та підвищенню якості зернової продукції.

Метою досліджень було виявлення особливостей формування вмісту білка у зерні сортів пшениці м'якої ярої залежно від позакореневого підживлення добривами та застосування фунгіцидів в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріал і методи. Дослідження проводили у 2024–2025 рр. в умовах дослідного поля навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий глибокий малогумусний крупнопилувато-легкосуглинковий на лесі з вмістом: загального гумусу – 3,15 %; лужногідролізованого азоту – 98 мг/кг ґрунту; рухомого фосфору – 106 мг/кг; обмінного калію – 88 мг/кг. У цілому ґрунти нейтральні за реакцією ґрунтового розчину, низькозабезпечені доступними для рослин формами азоту, підвищенозабезпечені рухомим фосфором та середньозабезпечені обмінним калієм.

Дослідження проводили за двофакторною схемою: фактор А – сорти пшениці м'якої ярої Оксамит миронівський і Дубравка; фактор В – позакореневе підживлення добривами та застосування фунгіцидів:

1. Контроль (обприскування водою) у фазі кушення (ВВСН 21–23);

2. Амістар Екстра 280 SC (0,6 л/га) + сечовина (7 кг/га) + сульфат магнію (1 кг/га) у фазі кушення (ВВСН 21–23);

3. Елатус Ріа 358 SC (0,5 л/га) + сечовина (7 кг/га) + сульфат магнію (1 кг/га) у фазі кушення (ВВСН 21–23);

4. Амістар Екстра 280 SC (0,6 л/га) + Нутривант Плюс Зерновий (2 кг/га) у фазі кушення (ВВСН 21–23);

5. Елатус Ріа 358 SC (0,5 л/га) + Нутривант Плюс Зерновий (2 кг/га) у фазі кушення (ВВСН 21–23);

6. Контроль (обприскування водою) у фазах кушення (ВВСН 21–23) та формування колоса (ВВСН 41–45);

7. Амістар Екстра 280 SC (0,6 л/га) + сечовина (7 кг/га) + сульфат магнію (1 кг/га) у фазах кушення (ВВСН 21–23) та формування колоса (ВВСН 41–45);

8. Елатус Ріа 358 SC (0,5 л/га) + сечовина (7 кг/га) + сульфат магнію (1 кг/га) у фазах кушення (ВВСН 21–23) та формування колоса (ВВСН 41–45);

9. Амістар Екстра 280 SC (0,6 л/га) + сечовина (7 кг/га) + сульфат магнію (1 кг/га) + Нутривант Плюс Зерновий (2 кг/га) у фазах кушення (ВВСН 21–23) та формування колоса (ВВСН 41–45);

10. Елатус Ріа 358 SC (0,5 л/га) + сечовина (7 кг/га) + сульфат магнію (1 кг/га) + Нутривант Плюс Зерновий (2 кг/га) у фазах кушення (ВВСН 21–23) та формування колоса (ВВСН 41–45).

На усіх варіантах дослідів, включно з контролем, під час передпосівної культивування вносили мінеральні добрива: аміачну селітру (NH_4NO_3) у дозі N_{35} та нітроаммофоску марки NPK 17:17:17 – 1 ц/га. Перед сівбою насіння пшениці протруювали препаратом «Селест Макс 165 FS, ТН» – 2 л/т зерна. Попередник – кукурудза на зерно. Варіанти розміщували рандомізовано, систематично послідовно. Повторність трикратна. Площа посівної ділянки – 30 м², облікової – 24 м². Дослідження проводили відповідно до чинних методичних рекомендацій [5]. Вміст білка визначали методом інфрачервоної спектроскопії (FOSS Infratec 1241 Grain Analyzer) згідно з «Методикою проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості

продукції рослинництва» [19] у триразовій повторності.

Агротехніка вирощування пшениці м'якої ярої – загальноприйнята для умов Лісостепу України, за винятком досліджуваних факторів. Сівбу проводили сівалкою «Клен-1,5». Норма висіву – 5 млн схожих зерен на 1 га.

Для оцінки умов вологозабезпечення в період вегетації пшениці м'якої ярої обраховували гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за методикою Г. Т. Селянінова [15] з наступною диференціацією показників ГТК: < 0,4 – дуже сильна посуха; 0,4–0,5 – сильна посуха; 0,5–0,6 – середня посуха; 0,6–0,7 – слабка посуха; 0,7–0,9 – помірна

посуха; 1,0–1,5 – достатнє зволоження; > 1,5 – надмірне зволоження.

Результати та обговорення. Формування продуктивності та якості зерна пшениці м'якої ярої значною мірою визначається погодними умовами впродовж вегетаційного періоду. Особливий вплив мають температурний режим, кількість атмосферних опадів та рівень вологозабезпечення рослин, які безпосередньо впливають на перебіг ростових процесів, формування врожайності та накопичення білка у зерні. Тому для об'єктивної оцінки отриманих результатів проведено аналіз метеорологічних умов 2024–2025 рр. (табл. 1).

1. Метеорологічні умови вегетаційного періоду пшениці м'якої ярої у 2024–2025 рр. за даними Білоцерківської метеостанції

Місяць	Декада	Опади, мм			Температура повітря, °C		
		2024 р.	2025 р.	середні багаторічні*	2024 р.	2025 р.	середні багаторічні*
Січень	-	40	15	35	-2,2	2,0	-5,9
Лютий	-	39	3	33	3,3	-3,8	-4,4
Березень	I	0,0	0,0	9	2,4	6,3	-2,0
	II	43,8	18	9	2,2	6,2	-0,3
	III	6,2	7	12	8,3	7,8	3,1
Квітень	I	5,3	23	14	14,1	4,8	7,0
	II	39,8	5	17	11,6	11,4	7,8
	III	32,9	0,0	16	11,5	14,4	10,4
Травень	I	0,8	17	16	14,8	11,6	13,5
	II	0,0	23	12	12,9	10,6	15,3
	III	11,8	44	18	19,4	16,7	15,8
Червень	I	21,8	9	23	21,3	21,4	17,3
	II	58,8	17	27	20,0	17,4	17,4
	III	0,8	9	23	21,2	17,7	18,7
Липень	I	0,0	1	35	22,5	22,7	18,5
	II	40,9	14	24	26,5	20,6	19,4
	III	1,2	114	26	21,4	21,9	19,1

Примітка: * – використано базову норму за 1991–2020 рр.

На період сівби пшениці м'якої ярої (26 березня 2024 р.) у ґрунті сформувалися достатні запаси продуктивної вологи. Так, упродовж січня–лютого випало 79 мм опадів за середньобагаторічної норми 68 мм. У березні кількість опадів становила 50 мм, що на 20 мм перевищувало

середньобагаторічний показник (30 мм) і забезпечило сприятливі умови для отримання дружних сходів культури. У 2025 р. сівбу проводили 19 березня, однак за січень–березень випало лише 43 мм опадів, що становило 43,9 % середньобагаторічної кількості. Водночас

опадів першої декади квітня (23 мм) дещо покращили вологозабезпечення посівів пшениці м'якої ярої.

У 2024 р. з першої декади квітня до третьої декади липня ріст і розвиток рослин відбувалися загалом за умов надмірного зволоження, про що свідчить гідротермічний коефіцієнт (ГТК), який становив 1,68. Разом із тим погодні умови характеризувалися значною нерівномірністю. Так, у травні за випадання лише 12,6 мм опадів спостерігалася дуже сильна посуха (ГТК = 0,26). За винятком другої декади травня, в усі інші декади температура повітря перевищувала середньобогаторічні показники. Найбільші позитивні відхилення відмічено у першій декаді квітня та другій декаді липня (+7,1 °C), а також у перших декадах червня і липня (+4,0 °C).

У 2025 р. з другої декади квітня до третьої декади липня вегетація пшениці м'якої ярої проходила за умов слабкої посухи (ГТК = 0,84). Водночас у другій і третій декадах квітня (ГТК = 0,22), а також у першій і другій декадах липня (ГТК = 0,35) відзначено дуже сильну посуху. На відміну від 2024 р., у 2025 р. окремі періоди характеризувалися температурами, нижчими за середньобогаторічні: у першій декаді квітня (-2,2 °C), першій (-1,9 °C) та другій (-4,7 °C) декадах травня, а також у третій декаді червня (-1,0 °C). Найбільше перевищення середньобогаторічної температури зафіксовано у першій декаді липня (+4,2 °C), першій декаді червня (+4,1 °C), другій (+3,6 °C) і третій (+4,0 °C) декадах квітня.

Формування зерна пшениці м'якої ярої у третій декаді липня відбувалося за контрастних погодних умов. У 2024 р. цей період характеризувався дуже сильною посухою (ГТК = 0,05), тоді як у 2025 р. спостерігалася надмірна зволоження (ГТК = 4,73), що було зумовлено випаданням 114 мм опадів у третій декаді липня.

Аналіз метеорологічних умов свідчить, що 2024 та 2025 роки суттєво відрізнялися між собою й від середньобогаторічних показників за температурним режимом і кількістю атмосферних опадів. Такі контрастні погодні умови зумовили різний рівень вологозабезпечення рослин упродовж вегетації, що вплинуло на формування продуктивності та якісних показників зерна. Однією з причин зниження вмісту білка у зерні пшениці м'якої ярої у 2025 р. стало надмірне зволоження під час досягання культури, зокрема випадання 114 мм опадів у третій декаді липня.

Результати досліджень вказують на істотний вплив системи позакореневого підживлення та застосування фунгіцидів на формування вмісту білка у зерні пшениці м'якої ярої. У середньому за 2024–2025 рр. найвищий вміст білка встановлено у сорту Дубравка на варіанті 10, де проводили дворазове застосування фунгіциду Елатус Ріа 358 SC (0,5 л/га) у поєднанні з позакореневим підживленням сечовиною (7 кг/га), сульфатом магнію (1 кг/га) та комплексним добривом Нутривант Плюс Зерновий (2 кг/га) у фазах кущення (ВВСН 21–23) та формування й розвитку колоса (ВВСН 41–45). За цих умов вміст білка досягав 13,54 %, що достовірно перевищувало контроль (варіант 6) на 1,49 % (табл. 2).

У сорту Оксамит миронівський за аналогічної технології вирощування вміст білка становив 13,13 %, що було на 0,41 % менше порівняно із сортом Дубравка, проте достовірно перевищувало контроль на 1,44 %. Дещо нижчі показники одержано на варіанті 9, де застосовували фунгіцид Амістар Екстра 280 SC (0,6 л/га) у поєднанні з аналогічною схемою позакореневого підживлення. Вміст білка становив 13,37 % у сорту Дубравка та 13,05 % у сорту Оксамит миронівський, що перевищувало контроль відповідно на 1,32 % і 1,36 %.

2. Вплив сорту та елементів технології вирощування на вміст білка у зерні ярої м'якої пшениці, %

Сорт (фактор А)	Застосування фунгіцидів і добрив у позакореневе підживлення (фактор В)	2024 р.	2025 р.	Середнє
Оксамит миронівський	1	12,13	11,20	11,67
	2	12,40	11,43	11,92
	3	12,53	11,53	12,03
	4	12,73	12,03	12,38
	5	12,90	12,13	12,52
	6	12,10	11,27	11,69
	7	13,23	12,03	12,63
	8	13,40	12,23	12,82
	9	13,57	12,53	13,05
	10	13,63	12,63	13,13
Дубравка	1	12,57	11,47	12,02
	2	12,67	11,67	12,17
	3	12,97	11,80	12,39
	4	13,20	12,27	12,74
	5	13,33	12,37	12,85
	6	12,63	11,47	12,05
	7	13,53	12,27	12,90
	8	13,63	12,47	13,05
	9	13,97	12,77	13,37
	10	14,17	12,90	13,54
НІР ₀₅ , для	А	0,03	0,03	-
	В	0,06	0,06	-
	АВ	0,08	0,09	-

Примітка: * – варіанти досліду 1–5: одноразовий обробіток у фазі кушення (ВВСН 21–23): 1. Контроль (обприскування водою); 2. Амістар Екстра 280 SC (0,6 л/га) + сечовина (7 кг/га) + сульфат магнію (1 кг/га); 3. Елатус Ріа 358 SC (0,5 л/га) + сечовина (7 кг/га) + сульфат магнію (1 кг/га); 4. Амістар Екстра 280 SC (0,6 л/га) + Нутривант Плюс Зерновий (2 кг/га); 5. Елатус Ріа 358 SC (0,5 л/га) + Нутривант Плюс Зерновий (2 кг/га). Варіанти досліду 6–10 включали дворазовий обробіток: 1 – у фазі кушення (ВВСН 21–23); 2 – у фазі формування і розвитку колоса (ВВСН 41–45). 6. Контроль (обприскування водою); 7. Амістар Екстра 280 SC (0,6 л/га) + сечовина (7 кг/га) + сульфат магнію (1 кг/га); 8. Елатус Ріа 358 SC (0,5 л/га) + сечовина (7 кг/га) + сульфат магнію (1 кг/га); 9. Амістар Екстра 280 SC (0,6 л/га) + сечовина (7 кг/га) + сульфат магнію (1 кг/га) + Нутривант Плюс Зерновий (2 кг/га); 10. Елатус Ріа 358 SC (0,5 л/га) + сечовина (7 кг/га) + сульфат магнію (1 кг/га) + Нутривант Плюс Зерновий (2 кг/га).

За одноразового застосування фунгіцидів і позакореневого підживлення добривами у фазі кушення (варіанти 2–5) вміст білка був меншим порівняно з дворазовим застосуванням цих препаратів. На контролі (варіант 1) вміст білка становив 11,67 % у сорту Оксамит миронівський та 12,02 % у сорту Дубравка. Найефективнішим у цій схемі виявився варіант 5 із застосуванням фунгіциду Елатус Ріа 358 SC (0,5 л/га) та добрива

Нутривант Плюс Зерновий (2 кг/га), де вміст білка зріс до 12,85 % у сорту Дубравка та 12,52 % у сорту Оксамит миронівський, що забезпечило достовірне перевищення контролю відповідно на 0,83 та 0,85 %.

Порівняно з контролем, за одноразового застосування фунгіцидів і позакореневого підживлення добривами (варіанти 2 і 3) приріст вмісту білка становив у сорту Оксамит миронівський 0,25 і 0,36 %, а у сорту Дубравка – 0,15 і

0,37 %. За дворазового застосування фунгіцидів і позакореневого підживлення (варіанти 7 і 8) ефективність технології була вищою: приріст відносно контролю становив відповідно 0,94 і 1,13 % у сорту Оксамит миронівський та 0,85 і 1,00 % у сорту Дубравка. Таким чином, повторне внесення фунгіцидів у поєднанні з позакореневим підживленням добривами у фазі формування колоса забезпечувало інтенсивніше накопичення білка у зерні порівняно з одноразовим їх застосуванням.

Отримані результати узгоджуються з даними інших дослідників. Зокрема, за даними Л. М. Олексій та ін. [13], встановлено, що позакореневе підживлення пшениці м'якої озимої мікродобривами Росток Zn (0,5 л/га), Росток Cu (1,0 л/га) та Росток Mn (1,0 л/га), проведене у фазі весняного кущення, виходу в трубку та колосіння, забезпечувало підвищення вмісту білка в зерні на 0,5 %. Аналогічну закономірність відзначено і в наших дослідженнях, де застосування комплексного позакореневого підживлення в поєднанні з фунгіцидним захистом сприяло достовірному збільшенню вмісту білка порівняно з контролем.

Т. М. Коткова і Л. Л. Довбиш [10] довели, що використання препаратів «НАЙС зернові» та «Акселератор Мікро» на фоні мінерального удобрення підвищувало врожайність пшениці озимої на 7,9–11,5 %, вміст клейковини – на 14,4–20,9 %, а вміст білка – до 13,6–14,1 %. Отримані нами показники вмісту білка (13,13–13,54 %) є близькими до наведених авторами, що підтверджує високу ефективність поєднання основного удобрення та позакореневого живлення рослин добривами.

Подібні результати наведено також у роботі W. Jarecki та M. Czernicka [28], у якій застосування комплексних добрив YaraVita Gramitrel, YaraVita Kombiphos та YaraVita Thiotrac покращувало забезпечення рослин елементами живлення, сприяло збільшенню площі листової поверхні, врожайності та підвищенню вмісту білка в зерні. Це свідчить про важливу роль

збалансованого мінерального живлення у формуванні високої якості зерна пшениці.

Результати наших досліджень також підтверджують висновки досліджень О. В. Сидякіної та В. В. Гамаюнової [32, які встановили, що поєднання основного удобрення з позакореневими підживленнями азотними, органо-мінеральними та бактеріальними препаратами забезпечувало підвищення вмісту білка у зерні пшениці ярої на 0,7–1,4 %. Максимальні показники якості зерна (14,9 % білка та 28,1 % клейковини) отримано за внесення $N_{30}P_{30}$ у поєднанні з позакореневим підживленням сечовиною у фазі колосіння. У наших дослідженнях найбільший вміст білка у зерні пшениці м'якої ярої забезпечило дворазове позакореневе підживлення із застосуванням сечовини (7 кг/га), сульфату магнію (1 кг/га) у поєднанні з комплексним добривом «Нутривант Плюс Зерновий» (2 кг/га) та фунгіцидним захистом «Амістар Екстра 280 SC» (0,6 л/га) або «Елатус Ріа 358 SC» (0,5 л/га).

За роками досліджень більш сприятливими для накопичення білка в зерні були погодні умови 2024 р. Так, на 10-му варіанті досліду у сорту Дубравка вміст білка становив 14,17 %, що достовірно перевищувало контроль на 1,54 % і було на 0,54 % більше, ніж у сорту Оксамит миронівський. У 2025 р. на цьому ж варіанті вміст білка зменшився до 12,90 % у сорту Дубравка та 12,63 % у сорту Оксамит миронівський, тобто був нижчим порівняно з попереднім роком відповідно на 1,27 та 1,00 %.

Важливо відзначити, що незалежно від погодних умов року та варіанту технології вирощування сорт Дубравка стабільно мав вищий вміст білка порівняно із сортом Оксамит миронівський. Зниження показників у 2025 р. було пов'язане з надмірним зволоженням під час досягання зерна, коли у третій декаді липня випало 114 мм опадів, що майже у 4,4 раза перевищувало середньобаторічний показник (26 мм). Нами встановлено, що в умовах 2024 р. найбільший вплив на

формування вмісту білка у зерні пшениці м'якої ярої мав фактор В, а саме застосування фунгіцидів і добрив для позакореневого підживлення – 86,58 %.

Фактор А (сорт пшениці ярої) визначав формування показника на рівні 12,19 %, а взаємодія досліджуваних факторів – 0,74 % (рис. 1).

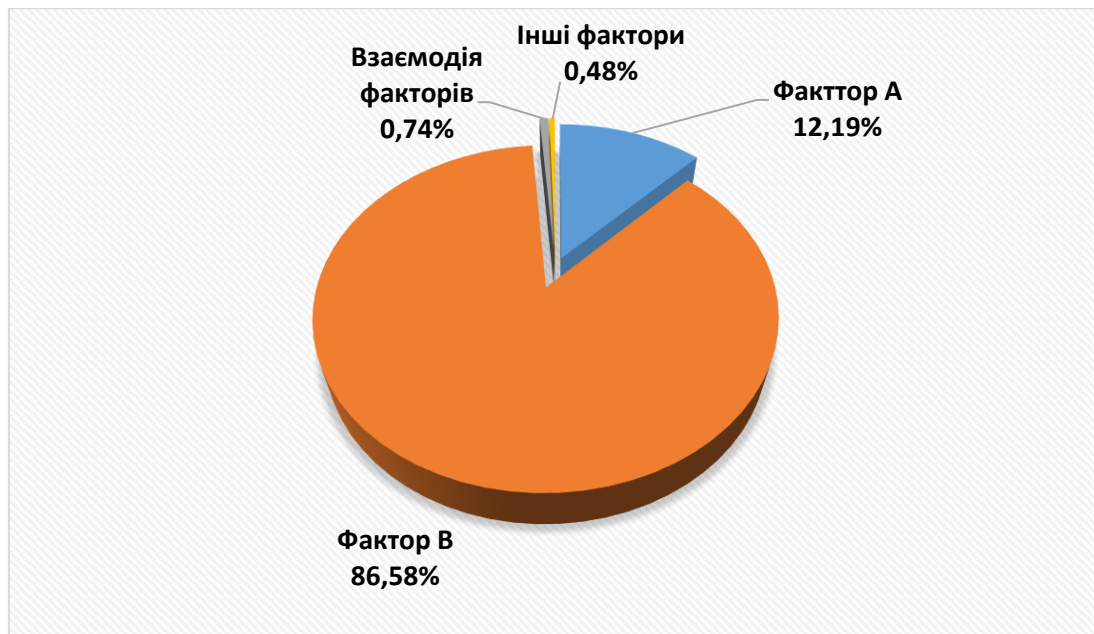


Рис. 1. Частка впливу досліджуваних факторів на вміст білка у зерні ярої м'якої пшениці, 2024 р.

У 2025 р. досліджено зростання впливу фактора В (застосування фунгіцидів і добрив при позакореновому підживленні) на формування вмісту білка у зерні до 93,66 % за значного зменшення (до 5,63 %)

частки фактора А (сорт м'якої ярої пшениці) та впливу взаємодії досліджуваних факторів – до 0,04 % (рис. 2).



Рис. 2. Частка впливу досліджуваних факторів на вміст білка у зерні ярої м'якої пшениці, 2025 р.

Отримані результати дисперсійного аналізу свідчать, що у 2024–2025 рр. головну роль у формуванні вмісту білка у зерні пшениці м'якої ярої відіграло застосування фунгіцидів і позакореневе підживлення добривами.

Висновки. Формування високопродуктивних агрофітоценозів пшениці м'якої ярої з високими показниками якості зерна в мінливих агрокліматичних умовах Правобережного Лісостепу України потребує оптимізації системи живлення рослин і фунгіцидного захисту. Встановлено, що вдосконалення фунгіцидного захисту в поєднанні зі збалансованим позакореневим підживленням добривами у критичні фази онтогенезу сприяє реалізації генетичного потенціалу сортів та підвищенню вмісту білка у зерні.

Комбіноване дворазове застосування фунгіцидів Амістар Екстра 280 SC (0,6 л/га) або Елатус Ріа 358 SC (0,5 л/га) і позакореневого підживлення добривами у фазі кушення (ВВСН 21–23) з повторним внесенням у фазі формування і розвитку колоса (ВВСН 41–45) забезпечило істотне підвищення вмісту білка у зерні пшениці м'якої ярої. Порівняно з контролем (варіант 6) приріст вмісту білка у середньому за 2024–2025 рр. становив у сорту Дубравка 0,85–1,49 %, а у сорту Оксамит миронівський – 0,94–1,44 %. Найвищий вміст білка у сортів Дубравка і Оксамит миронівський сформувався на 10-му варіанті дослідів при застосуванні бакової суміші фунгіциду Елатус Ріа 358 SC (0,5 л/га), сечовини (7 кг/га), сульфату

магнію (1 кг/га) та комплексного добрива Нутривант Плюс Зерновий (2 кг/га) – 13,54 і 13,13 % відповідно.

На всіх варіантах дослідів сорт Дубравка формував достовірно вищий вміст білка у зерні порівняно із сортом Оксамит миронівський. Водночас обидва сорти характеризувалися подібною реакцією на досліджувані агротехнічні заходи, забезпечуючи максимальне накопичення білка за комплексного дворазового застосування фунгіцидів і позакореневого підживлення добривами у фазах ВВСН 21–23 та ВВСН 41–45.

Дисперсійний аналіз засвідчив, що визначальний вплив на формування вмісту білка у зерні мав фактор В (застосування фунгіцидів і позакореневого підживлення добривами), частка якого становила 86,58 % у 2024 р. та 93,66 % у 2025 р. Частка впливу фактора А (сорт) була значно меншою – 12,19 і 5,63 %, тоді як взаємодія факторів А × В становила лише 0,74 та 0,04 %.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на оцінку впливу досліджуваних систем живлення та фунгіцидного захисту на формування клейковини і її якісних показників, визначення економічної та енергетичної ефективності дворазового застосування фунгіцидів і позакореневого підживлення добривами, а також розширення спектра досліджуваних сортів для виділення генотипів, найбільш адаптованих до гідротермічних умов Правобережного Лісостепу України.

Список використаної літератури

1. Бараболя О. В., Доронін С. М. Вплив погодних умов і систем удобрення на урожайність пшениці озимої. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. 26 (1). С. 24–30. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.01.04>.
2. Врожайність та посівні якості насіння пшениці ярої залежно від обробки посівів фунгіцидами / С. Лісковський та ін. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія : Агрономія*. 2020. № 24. С. 176–180. https://web.archive.org/web/20201213025745id_/http://visnuk.kl.com.ua/joom/images/archive/agro/24-

References

1. Barabolia O. V., Doronin S. M. Influence of weather conditions and fertilizer systems on the winter wheat yield. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. 26 (1). 24–30. <https://doi.org/10.31210/spi2023.26.01.04>.
2. Yield and sowing quality of spring wheat seeds depending on fungicide treatment of crops / S. Liskovskyi et al. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu: ahronomiia*. 2020. No. 24. P. 176–180. https://web.archive.org/web/20201213025745id_/http://visnuk.kl.com.ua/joom/images/archive/agro/24-

visnuk.kl.com.ua/joom/images/archive/agro/24-2020/Agro-24-2020-32.pdf.

3. Горох О. В., Остапенко Р. М., Тихий О. М. Продовольча безпека України і світу в контексті інноваційного підходу до сталого розвитку економіки. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 58. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-58-31>.

4. Дем'янюк О. С., Полтава О. П. Позакореневе підживлення як ефективний спосіб підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. *Агроекологічний журнал*. 2025. № 4. С. 143–150. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2025.345451>.

5. Дослідна справа в агрономії : навчальний посібник / А. О. Рожков та ін. У 2 кн. Кн. 2. *Статистична обробка результатів агрономічних досліджень*. Харків : Майдан, 2016. 342 с.

6. Ефективність застосування хелатних добрив при вирощуванні пшениці ярої твердої / А. О. Османов та ін. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва* : матеріали IX Міжнар. наук.-практ. конф. (Харків, 28 лист. 2025 р.). Харків : ДБТУ, 2025. С. 119–122. <https://repo.btu.kharkiv.ua/handle/123456789/77706>.

7. Заїма О., Каліцінська О. Урожайність та якість зерна пшениці м'якої озимої за обприскування посівів фунгіцидами і мікродобривом. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2025. Т. 77 (1). С. 67–76. [https://doi.org/10.32636/01308521.2025-\(77\)-1-6](https://doi.org/10.32636/01308521.2025-(77)-1-6).

8. Іваніна В., Прокоп'юк Т. Стан родючості чорнозему вилугуваного за тривалого застосування добрив у зерно-буякових сівоzmінах. *Вісник аграрної науки*. 2024. Том 102, №. 11. С. 18–25. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202411-03>.

9. Ільчук М. М., Березовська Л. О. Перспективи експорту зерна українських нішевих культур. *Підприємництво та інновації*. 2025. № 34. С. 205–210. <https://doi.org/10.32782/2415-3583/34.33>.

10. Коткова Т. М., Довбиш Л. Л. Вплив позакореневого (фоліарного) підживлення рослин пшениці озимої на урожай і якість зерна. *Український журнал природничих наук*. 2023. № 3. С. 176–185. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.3.2023.176-185>.

11. Лихочвор В. В., Альохін В. В. Урожайність пшениці озимої залежно від сорту в умовах Західного Лісостепу. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2026. Т. 79, № 2. С. 60–68. [https://doi.org/10.32636/01308521.2026-\(79\)-2-6](https://doi.org/10.32636/01308521.2026-(79)-2-6).

12. Лозінський Б. М., Грабовський М. Б. Захист посівів пшениці ярої від хвороб за змін клімату. Збірник матеріалів науково-практичної конференції «Наукові читання до 100-річчя від дня народження Філіп'єва Івана Давидовича – видатного вченого у галузі агрохімії та ґрунтознавства», присвяченої пам'яті доктора с.-г. наук, професора, Заслуженого

2020/Agro-24-2020-32.pdf.

3. Horokh O. V., Ostapenko R. M., Tykhyi O. M. Food security of Ukraine and the world in the context of an innovative approach to sustainable economic development. *Ekonomika ta suspilstvo*. 2023. Issue 58. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-58-31>.

4. Demianiuk O. S., Poltava O. P. Foliar fertilization as an effective method for increasing the productivity of agricultural crops. *Ahroekolohichniy zhurnal*. 2025. No. 4. P. 143–150. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2025.345451>.

5. Experimental work in agronomy : textbook / A. O. Rozhkov et al. In 2 books. Book 2. *Statistical processing of results of agronomic research*. Kharkiv : Maidan, 2016. 342 p.

6. Efficiency of chelated fertilizers application in the cultivation of durum spring wheat / A. O. Osmanov et al. *Scientific principles for enhancing the efficiency of agricultural production: materialy IX Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii* (Kharkiv, Nov. 28, 2025 r.). Kharkiv : DBTU, 2025. P. 119–122. <https://repo.btu.kharkiv.ua/handle/123456789/77706>.

7. Zaima O., Kalitsinska O. Yield and grain quality of soft winter wheat following the application of fungicides and micro-fertiliser to crops. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2025. Vol. 77 (1). P. 67–76. [https://doi.org/10.32636/01308521.2025-\(77\)-1-6](https://doi.org/10.32636/01308521.2025-(77)-1-6).

8. Ivanina V., Prokopiuk T. State of fertility of leached chernozem under long-term application of fertilizers in grain-beet crop rotations. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2024. Issue 102, no. 11. P. 18–25. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202411-03>.

9. Ilchuk M. M., Berezovska L. O. Prospects for export of Ukrainian niche crop grains. *Pidpriemnystvo ta innovatsii*. 2025. No. 34. P. 205–210. <https://doi.org/10.32782/2415-3583/34.33>.

10. Kotkova T. M., Dovbysh L. L. Influence of foliar fertilization of winter wheat plants on yield and grain quality. *Ukrainskyi zhurnal pryrodnychkh nauk*. 2023. No. 3. P. 176–185. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.3.2023.176-185>.

11. Lykhochvor V. V., Alokhin V. V. Winter wheat yield depending on variety under conditions of the Western Forest-Steppe. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnystvo*. 2026. Vol. 79, no. 2. P. 60–68. [https://doi.org/10.32636/01308521.2026-\(79\)-2-6](https://doi.org/10.32636/01308521.2026-(79)-2-6).

12. Lozinskyi B. M., Grabovskyi M. B. Protection of spring wheat crops from diseases under climate change. Zbirnyk materialiv naukovo-praktychnoi konferentsii «Scientific Readings Marking the Centenary of the Birth of Ivan Davydovych Filipiiev, an Eminent Scientist in the Fields of Agricultural Chemistry and Soil Science», dedicated to the memory of Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Honoured Worker of Science and Technology of Ukraine, FILIPiEVA IVANA DAVYDOVYChA (m. Odesa, 20 veresnia 2024 r.). Odesa : IKOSH NAAN,

діяча науки і техніки України, ФІЛІП'ЄВА ІВАНА ДАВИДОВИЧА (м. Одеса, 20 вересня 2024 р.). Одеса : ІКОСГ НААН, 2024. С. 177–179.

13. Олексій Л. М., Шубала Г. В., Самець Н. П. Продуктивність пшениці озимої залежно від внесення мікродобрив в умовах Західного Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2025. Т. 103, № 5. С. 51–59. https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2025_05_06.pdf.

14. Побоченко Л. М., Татаренко Н. О., Прокоп'єва А. А. Сучасні тренди розвитку світового ринку зерна в умовах війни в Україні. *Економіка та суспільство*. 2023. Вип. 48. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-48-29>.

15. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Вольвач О. В. Основи агрометеорології : підручник. Одеса : Вид-во «ТЕС», 2012. 250 с. <https://dspace.organic-platform.org/server/api/core/bitstreams/c7501621-4569-41c8-9a50-4e5c19ac019e/content>.

16. Роль аграрного сектору економіки в забезпеченні продовольчої безпеки України та світу / І. О. Андрощук та ін. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2022. Вип. 45. С. 10–14. <https://doi.org/10.32782/2413-9971/2022-45-2>.

17. Сівозміна як захід ресурсозаощадження та екологічної рівноваги південного регіону України в повоєнний період / В. В. Гамаюнова та ін. *Climate-smart agriculture: science and practice : Scientific monograph*. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2023. Ch. 18. С. 361–394. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-18>.

18. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва : практикум для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти зі спеціальності 201 «Агрономія» / В. І. Глеваський та ін. Біла Церква, 2021. 175 с. <http://rep.btsau.edu.ua/handle/БНАУ/9839>.

19. Ткачик С. О., Присяжнюк О. І., Лещук Н. В. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина. 4-те вид., випр. і доп. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2017. 119 с. <https://press.sops.gov.ua/catalog/view/1031/1699/11008>

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

21. Comparing soil vs. foliar nitrogen supply of the whole fertilizer dose in common wheat / M. Ferrari et al. *Agronomy*. 2021. Vol. 11, no. 11. Article 2138. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112138>.

22. Effects of foliar fertilization: a review of current status and future perspectives / J. Niu et al. *Journal of*

2024. P. 177–179.

13. Oleksii L. M., Shubala H. V., Samets N. P. Winter wheat productivity depending on microfertilizer application under conditions of the Western Forest-Steppe. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2025. Vol. 103, no. 5. P. 51–59. https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2025_05_06.pdf.

14. Pobochenko L. M., Tatarenko N. O., Prokopieva A. A. Modern trends in the development of the global grain market under conditions of the war in Ukraine. *Ekonomika ta suspilstvo*. 2023. Issue 48. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-48-29>.

15. Polovyi A. M., Bozhko L. Yu., Volvach O. V. Fundamentals of agrometeorology : textbook. Odessa : Vyd-vo "TES", 2012. 250 p. <https://dspace.organic-platform.org/server/api/core/bitstreams/c7501621-4569-41c8-9a50-4e5c19ac019e/content>.

16. The role of the agricultural sector of economy in ensuring food security of Ukraine and the world / I. O. Androshchuk et al. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriia : Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo*. 2022. Issue 45. P. 10–14. <https://doi.org/10.32782/2413-9971/2022-45-2>.

17. Crop rotation as a measure of resource saving and ecological balance of the southern region of Ukraine in the post-war period / V. V. Hamaiunova et al. *Climate-smart agriculture: science and practice: Scientific monograph*. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2023. P. 361–394. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-18>.

18. Technology of storage and processing of crop production: practical manual for applicants of the first (bachelor's) level of higher education in speciality 201 "Agronomy" / V. I. Hlevaskyi et al. Bila Tserkva, 2021. 175 p. <http://rep.btsau.edu.ua/handle/БНАУ/9839>.

19. Tkachyk S. O., Leshchuk N. V., Prysazhnuk O. I. Methodology for conducting qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. General part. 4th ed. Vinnytsia : FOP Korzun D. Yu., 2017. 119 p. <https://press.sops.gov.ua/catalog/view/1031/1699/11008>.

20. Iamkovyi V. Yu., Buniak O. I., Yashchuk N. O. Yield and grain quality of winter wheat in relation to foliar fertilisation in the Left-Bank Forest-Steppe. *Ahrarni innovatsii*. 2021. No. 5. P. 101–107. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.5.16>.

21. Comparing soil vs. foliar nitrogen supply of the whole fertilizer dose in common wheat / M. Ferrari et al. *Agronomy*. 2021. Vol. 11, no. 11. Article 2138. <https://doi.org/10.3390/agronomy11112138>.

22. Effects of foliar fertilization: a review of current status and future perspectives / J. Niu et al. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2021. Vol. 21. P. 104–118. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00346-3>.

23. Enhancing grain yield and nitrogen accumulation in wheat plants grown under a Mediterranean arid environment by foliar spray with papain-released whey peptides / A. M. El-Sanatawy et

Soil Science and Plant Nutrition. 2021. Vol. 21. P. 104–118. <https://doi.org/10.1007/s42729-020-00346-3>.

23. Enhancing grain yield and nitrogen accumulation in wheat plants grown under a Mediterranean arid environment by foliar spray with papain-released whey peptides / A. M. El-Sanatawy et al. *Agronomy*. 2021. 11 (10). 1913. <https://doi.org/10.3390/agronomy11101913>.

24. High night temperature induced changes in grain starch metabolism alters starch, protein, and lipid accumulation in winter wheat / S. M. Impa et al. *Plant, Cell & Environment*. 2020. Vol. 43, no. 2. P. 431–447. <https://doi.org/10.1111/pce.13671>.

25. How Wheat Shortage Is Sparking a Global Food Crisis. *Earth.Org*. 30.05.2022. <https://earth.org/wheat-shortage/>.

26. Influence of mineral fertilizers on yielding capacity and quality of soft spring wheat grain / M. V. Radchenko et al. *Agronomy Research*. 2021. Vol. 19, no. 4. P. 1901–1913. <https://doi.org/10.15159/ar.21.104>.

27. Influence of seeding rate on the productivity and quality of soft spring wheat grain / M. Radchenko et al. *Agriculture and Forestry*. 2024. Vol. 70, no. 1. P. 91–103. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.70.1.06>

28. Jarecki W., Czernicka M. Reaction of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on the multi-component foliar fertilization. *Chemical Proceedings*. 2022. Vol. 10 (1). Article 68. <https://doi.org/10.3390/IOCAG2022-12292>.

29. Patil B., Chetah H. T. Foliar fertilization of nutrients : A review. *Marumegh*. 2018. Vol. 3. P. 49–53.

30. Plant nutrition challenges for a sustainable agriculture of the future / L. E. Hernandez et al. *Physiologia Plantarum*. 2024. Vol. 176, no. 6. Article e70018. <https://doi.org/10.1111/ppl.70018>.

31. Precision agriculture: temporal and spatial modeling of wheat canopy spectral characteristics / D. Zhang et al. *Agriculture*. 2025. Vol. 15, no. 3. P. 326. <https://doi.org/10.3390/agriculture15030326>.

32. Sydiakina, O., Gamajuova, V. Productivity of spring wheat depending on food backgrounds in the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*, 2020. 08 (93). 104–111. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-93-8-104-111>.

33. The climate change impact on the development of droughts in Ukraine / A. Polevoy et al. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25, no. 6. P. 194–205. <https://doi.org/10.12911/22998993/187276>.

34. The effectiveness of microfertilizers for seed treatment and foliar applications of winter wheat crops / V. V. Hanhur et al. *Scientific Progress & Innovations*. 2021. (2), 46–51. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.05>.

35. Variations in yield and gluten proteins in durum wheat varieties under late-season foliar versus soil application of nitrogen fertilizer in a northern

al. *Agronomy*. 2021. 11 (10). 1913. <https://doi.org/10.3390/agronomy11101913>.

24. High night temperature induced changes in grain starch metabolism alters starch, protein, and lipid accumulation in winter wheat / S. M. Impa et al. *Plant, Cell & Environment*. 2020. Vol. 43, no. 2. P. 431–447. <https://doi.org/10.1111/pce.13671>.

25. How Wheat Shortage Is Sparking a Global Food Crisis. *Earth.Org*. 30.05.2022. <https://earth.org/wheat-shortage/>.

26. Influence of mineral fertilizers on yielding capacity and quality of soft spring wheat grain / M. V. Radchenko et al. *Agronomy Research*. 2021. Vol. 19, no. 4. P. 1901–1913. <https://doi.org/10.15159/ar.21.104>.

27. Influence of seeding rate on the productivity and quality of soft spring wheat grain / M. Radchenko et al. *Agriculture and Forestry*. 2024. Vol. 70, no. 1. P. 91–103. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.70.1.06>.

28. Jarecki W., Czernicka M. Reaction of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on the multi-component foliar fertilization. *Chemical Proceedings*. 2022. Vol. 10 (1). Article 68. <https://doi.org/10.3390/IOCAG2022-12292>.

29. Patil B., Chetah H. T. Foliar fertilization of nutrients : A review. *Marumegh*. 2018. Vol. 3. P. 49–53.

30. Plant nutrition challenges for a sustainable agriculture of the future / L. E. Hernandez et al. *Physiologia Plantarum*. 2024. Vol. 176, no. 6. Article e70018. <https://doi.org/10.1111/ppl.70018>.

31. Precision agriculture: temporal and spatial modeling of wheat canopy spectral characteristics / D. Zhang et al. *Agriculture*. 2025. Vol. 15, no. 3. P. 326. <https://doi.org/10.3390/agriculture15030326>.

32. Sydiakina, O., Gamajuova, V. Productivity of spring wheat depending on food backgrounds in the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*, 2020. 08 (93). 104–111. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-93-8-104-111>.

33. The climate change impact on the development of droughts in Ukraine / A. Polevoy et al. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. Vol. 25, no. 6. P. 194–205. <https://doi.org/10.12911/22998993/187276>.

34. The effectiveness of microfertilizers for seed treatment and foliar applications of winter wheat crops / V. V. Hanhur et al. *Scientific Progress & Innovations*. 2021. (2), 46–51. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.05>.

35. Variations in yield and gluten proteins in durum wheat varieties under late-season foliar versus soil application of nitrogen fertilizer in a northern Mediterranean environment / G. Visioli et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2018. Vol. 98, no. 6. P. 2360–2369. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8727>.

36. Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) yield depending on the duration of autumn vegetation and the terms of spring vegetation recovery: 50-years study in Ukraine / M. Lozinskyi et al. *Scientific Papers. Series*

Mediterranean environment / G. Visioli et al. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2018. Vol. 98, no. 6. P. 2360–2369. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8727>.

36. Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) yield depending on the duration of autumn vegetation and the terms of spring vegetation recovery: 50-years study in Ukraine / M. Lozinskyi et al. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2023. Vol. LXVI, no. 1. P. 406–415. https://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2023/issue_1/Art54.pdf.

A. Agronomy. 2023. Vol. LXVI, no. 1. P. 406–415. https://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2023/issue_1/Art54.pdf.