

УДК 633.111.1»321»(477.4)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.147.2.2>

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВИРОЩУВАННЯ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ЯРОЇ В АГРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Лозінська Т. П. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри лісового господарства,

Білоцерківський національний аграрний університет

orcid.org/0000-0002-7119-0759

Панченко Т. В. – к.с.-г.н., доцент,

завідувач кафедри рослинництва та цифрових технологій в агрономії,

Білоцерківський національний аграрний університет

orcid.org/0000-0003-1114-5670

Пшениця м'яка яра є стратегічною культурою в Лісостепу України, що забезпечує продовольчу та технологічну стабільність. Агрокліматичні коливання, підвищений ризик грибкових захворювань та нестабільна фітосанітарна ситуація роблять необхідним удосконалення технологій вирощування. Метою дворічного дослідження, проведеного у 2023–2024 роках, було визначення найефективніших комбінацій сортів пшениці, рівня мінерального живлення, фунгіцидного захисту та стимуляторів росту для підвищення продуктивності та якості м'якої ярої пшениці в різних гідротермічних умовах. Польові дослідження проводилися за трифакторною схемою, що включала два сорти («Елегія миронівська» та «Сімкода миронівська»), три рівні азоту та чотири захисно-стимулюючі варіанти обробки, застосовані у два періоди. Різниця погодних умов між вологим 2023 роком та посушливим 2024 роком дозволила оцінити адаптивні реакції сортів: вологий рік призвів до вищої густоти продуктивних стебел та маси 1000 зерен, тоді як посушливий рік спричинив зниження врожайності, але збільшив вміст білка та клейковини. Використання фунгіциду в поєднанні з мікродобривами («Протіоро, КС + Нутривант» та «Флутривіт + Нутривант») стабільно збільшувало врожайність обох сортів за рахунок зменшення ураження септоріозом, борошнистою рососою та бурою іржею. Кореляційний аналіз підтвердив ключову роль структурних елементів культури: мінливість врожайності визначалася густиною продуктивних стебел ($r = 0,72$) та масою 1000 зерен ($r = 0,64$), тоді як продуктивність негативно корелювала з вмістом білка ($r = -0,57$). Результати свідчать про те, що поєднання адаптивних сортів з обробкою фунгіцидами та мікродобривами є найефективнішим способом забезпечення стабільної врожайності та високої якості зерна в змінних кліматичних умовах. Ці підходи можуть бути використані для вдосконалення технологій вирощування ярої пшениці та підвищення ефективності виробництва. Перспективи подальших досліджень вбачаємо в довготривалому моніторингу ефективності комбінованих фунгіцидно-мікродобривних обробок, поглибленому вивченні фізіолого-біохімічних механізмів їхньої дії і розробці цифрових систем підтримки рішень для точного прогнозування оптимальних технологічних утручань в умовах змін клімату.

Ключові слова: пшениця м'яка яра, технологія вирощування, мінеральне живлення, фунгіцидний захист, урожайність, якість зерна.

Lozinska T. P., Panchenko T. V. Optimization of spring bread wheat cultivation elements under the agroclimatic conditions of the Forest-Steppe of Ukraine

Soft spring wheat is a strategic crop in the Forest-Steppe of Ukraine, ensuring food and technological stability. Agroclimatic fluctuations, increased risk of fungal diseases and unstable phytosanitary situation make it necessary to improve growing technologies. The aim of the two-year study conducted in 2023–2024 was to determine the most effective combinations of wheat



© Лозінська Т. П., Панченко Т. В., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

varieties, mineral nutrition levels, fungicidal protection and growth stimulants to increase the productivity and quality of soft spring wheat in different hydrothermal conditions. Field studies were conducted according to a three-factor scheme, including two varieties ("Elehiia Myronivska" and "Simcoda Myronivska"), three nitrogen levels, and four protective-stimulating treatment options applied in two periods. The differences in weather conditions between the wet year 2023 and the dry year 2024 allowed us to assess the adaptive responses of the varieties: the wet year led to higher stem density and 1000-grain weight, while the dry year decreased yield but increased protein and gluten content. The use of a fungicide in combination with microfertilizers ("Amistar Extra + Nutrivant" and "Elatus Ria + Nutrivant") steadily increased yields of both varieties by reducing the incidence of septoria, powdery mildew, and brown rust. Correlation analysis confirmed the key role of crop structural elements: yield variability was determined by the density of productive stems ($r = 0.72$) and the weight of 1000 grains ($r = 0.64$), while productivity was negatively correlated with protein content ($r = -0.57$). The results indicate that combining adaptive varieties with fungicide and micronutrient treatments is the most effective approach to ensure stable yields and high grain quality under changing climatic conditions. These approaches can be used to improve spring wheat growing technologies and increase production efficiency. We see prospects for further research in long-term monitoring of the effectiveness of combined fungicide-micronutrient treatments, in-depth study of the physiological and biochemical mechanisms of their action, and the development of digital decision-support systems for accurate prediction of optimal technological interventions in conditions of climate change.

Key words: spring wheat, cultivation technology, mineral nutrition, fungicidal protection, yield, grain quality.

Постановка проблеми. Пшениця м'яка яра залишається стратегічною культурою в Лісостепу України, де її вирощування забезпечує продовольчу та технологічну стабільність. Протягом останніх двох десятиліть регіон зазнав значущих агрокліматичних змін, зокрема підвищення весняної температури повітря, нестабільність опадів і збільшення короткочасних посушливих періодів у фазах кушіння та колосіння. За даними Українського гідрометеорологічного центру середня температура у квітні-травні за останні 20 років зросла на $0,8-1,3\text{ C}^{\sup>0\<\sup>$ у більшості регіонів Правобережного Лісостепу. Це суттєво змінює реакцію ярих культур на рівень мінерального живлення та технологічні прийоми. Водночас нестабільність опадів у критичні періоди вегетації збільшує ризик низького формування біомаси та порушень якості зерна.

За цих умов особливо важливо ретельно підбирати сорти з підвищеною адаптивністю, оптимізувати систему мінерального живлення та використовувати сучасні методи фітосанітарного контролю. Загальновідомо, що зниження стійкості рослин до грибкових хвороб за зміни кліматичних умов суттєво впливає на продуктивність і стабільність сортів м'якої ярої пшениці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження, проведені в різних господарствах Лісостепового регіону у 2023–2025 рр., узгоджуються з результатами вітчизняних науковців, які підтверджують важливу роль мінерального живлення у формуванні продуктивності зернових культур.

Зокрема, у роботі О. Демидова та ін. встановлено тісний зв'язок між рівнем мінерального забезпечення та показниками якості зерна, включаючи масу 1000 зерен та вміст білка [1, с. 50]. У дослідженні Р. Прокопенко та ін. показано вплив абіотичних та антропогенних чинників на формування насінневої продуктивності пшениці за умов зміни агротехнічних режимів [2, с. 122].

Крім того, дані С. Каленської та ін. підтверджують значний сортовий вплив на ефективність технологічних елементів вирощування, включаючи інтеграцію добрив, систем захисту та застосування стимуляторів росту [3, с. 225]. Також, сортові особливості суттєво впливають на ефективність технологічних елементів обробітку, зокрема інтеграції добрив, схем захисту та стимуляторів росту

в систему управління виробничим процесом [4, 5, с. 10]. Недостатнє поширення пшениці ярої зумовлене відсутністю сортів, що поєднують пластичність і високу продуктивність. Удосконалення технології здійснюється на основі сортів, що пройшли державне сортовипробування та внесені до Державного реєстру сортів рослин, дозволених до поширення в Україні [6, с. 3].

Польові дослідження останніх років показують, що впровадження оптимізованих режимів живлення разом із сучасними схемами фунгіцидів може збільшити врожайність ярої пшениці на 10–22 %, залежно від року та погодних умов. Результати міжнародних публікацій також підтверджують, що гнучкі системи удобрення та захисту мають стабільно позитивний вплив у регіонах із континентальним кліматом і нерівномірним водопостачанням (наприклад, дослідження 2023–2024 років щодо впливу рівня азотного постачання на продуктивність ярої пшениці в Центральній та Східній Європі) [7, с. 15; 8].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Однак комплексний вплив сортових характеристик, рівня мінерального живлення, фунгіцидного захисту та використання стимуляторів росту в інтегрованій системі вирощування пшениці м'якої ярої в реальних агрокліматичних умовах Лісостепу України протягом кількох контрастних вегетаційних періодів залишається недостатньо вивченим. Саме це робить актуальним проведення сучасних досліджень із використанням факторних польових дослідів і розширених статистичних підходів.

Агрокліматичні зміни, підвищений ризик грибкових захворювань, мінливі фітосанітарні умови та зростання економічної вартості ресурсів (добрив і засобів захисту рослин) вимагають розробки та наукового обґрунтування оптимізованих технологічних рішень для ярої пшениці. Комплексна оцінка технологічних елементів, проведена протягом двох контрастних вегетаційних періодів, дає результати, що точно відображають реальні виробничі умови та практику.

Метою дослідження є обґрунтування оптимальних комбінацій сортів, рівнів мінерального живлення, фунгіцидного захисту та застосування стимуляторів росту для забезпечення високої продуктивності, стійкості до хвороб та якості зерна пшениці м'якої ярої в агрокліматичних умовах Лісостепу України.

Завдання дослідження:

1. Оцінка реакції сортів пшениці м'якої ярої на різні рівні мінерального живлення, а також встановлення особливостей формування врожаю та його структурних елементів у два контрастні вегетаційні періоди.

2. Визначити ефективність фунгіцидного захисту та стимуляторів росту, а також оцінити фітосанітарний стан посівів та ступінь пошкодження листя грибковими хворобами.

3. Проаналізувати зміни показників якості зерна залежно від технологічних прийомів та побудовано модель взаємодії факторів для визначення найефективніших комбінацій.

Гіпотеза дослідження. Вважається, що поєднання адаптивних сортів з оптимізованим рівнем мінерального живлення, системою фунгіцидного захисту і стимуляторами росту призведе до статистично значущого підвищення продуктивності та якості зерна пшениці м'якої ярої, особливо в кліматично контрастні періоди вегетації.

Методи. Дослідження проводилися протягом двох контрастних вегетаційних періодів (2023 та 2024). Проводилися польові дослідження на базі Навчально-виробничого центру (НВЦ) Білоцерківського національного аграрного університету, що розташований у центральній частині Правобережного Лісостепу України, на

території Київської області. Гідротермічні характеристики двох років суттєво відрізнялися, що дозволило оцінити адаптивні реакції сортів і технологічні прийоми в контрастних сценаріях. У 2023 році рослинність характеризувалася високою відносною вологістю повітря. Середньодобова температура у квітні становила 10,4 °С, а у травні 15,8 °С. Загальна кількість опадів з квітня по червень становила 182 мм, що на 14–18 % вище за багаторічну середню. Рівномірний розподіл опадів у травні та на початку червня сприяв активному росту стеблової маси і формуванню продуктивного стебла. Натомість сезон 2024 року був значно сухішим і теплішим, із середніми температурами 12,1 °С у квітні та 17,4 °С у травні, що на 1,5–2,3 °С перевищувало кліматичну норму. Кількість опадів у квітні–травні обмежувалася 96 мм (близько 55 % від норми), що призвело до зменшення запасів продуктивної вологи в орному шарі до 60–65 % від норми теплової енергії у фазі кушення та початку формування трубки. Покращення вологозабезпеченості в другій половині червня (48 мм протягом 10 днів) було недостатнім для компенсації весняного дефіциту.

Схему досліду було побудовано як трифакторну, повністю відповідно до вимог навчально-виробничих польових експериментів БНАУ. У структуру факторної моделі включали два сорти пшениці м'якої ярої: Елегія миронівська та Сімкода миронівська, оригіноміатором яких є Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН; вони становили фактор А. Фактор В передбачав використання різних фунгіцидів і їхню комбінацію з мікродобривами, тоді як фактор С визначав строки внесення робочих розчинів – у фазу кушення та у фазу прапорцевого листка. Для кожного сорту формували ідентичний набір варіантів обробки, що дозволяло здійснити коректне порівняння реакції генотипів на ті самі технологічні впливи.

У фазу кушення передбачали п'ять схем обробки: контроль без застосування препаратів, використання фунгіциду Протіоро, КС, використання Флутривіт, внесення Протіоро, КС в поєднанні з добривом, а також застосування Флутривіт в поєднанні з добривом. У фазу прапорцевого листка рослини обробляли чотирма варіантами: Протіоро, КС, Флутривіт, Протіоро, КС з добривом та Флутривіт з добривом. Як мікродобрива застосовували комплексне добриво Нутривант, що забезпечувало оптимізацію мінерального живлення на фоні фунгіцидних обробок і дозволяло оцінити їхній комбінований ефект.

Загалом для кожного сорту формували дев'ять варіантів поєднання факторів у двох строках внесення, що в сукупності становило вісімнадцять варіантів досліду. Кожен із них закладали у триразовому повторенні. Розміщення варіантів здійснювали рендомізовано. Усі агротехнічні заходи з вирощування пшениці ярої проводили відповідно до загальноприйнятих нормативів для зони Лісостепу, за винятком технологічних елементів, які становили предмет дослідження.

Польові спостереження проводили відповідно до методичних рекомендацій Українського інституту експертизи сортів рослин і протоколів ЕРРО з урахуванням трифакторної схеми досліду. Облік ростових процесів виконували протягом основних фаз органогенезу для двох сортів пшениці м'якої ярої (Елегія миронівська і Сімкода миронівська) із фіксацією динаміки накопичення біомаси, стану листового апарату та проявів стресу за різних комбінацій фунгіцидних обробок і внесення мікродобрив у фазу кушення та прапорцевого листка.

Фітосанітарний моніторинг проводили систематично, визначаючи ураження рослин борошнистою россою (*Blumeria graminis*), септоріозом (*Septoria tritici*) і борою іржею (*Puccinia recondita*) за 9-бальною шкалою із окремою оцінкою

верхнього, середнього та нижнього ярусів. Обробки виконували відповідно до варіантів досліді із застосуванням фунгіцидів Протіоро, КС (0,5 л/га) та Флутривіт (0,6 л/га), а також їхніх комбінацій із комплексним добривом Нутривант (1,5 л/га). Робочі розчини вносили ранцевим і штанговим обприскувачами відповідно до регламентів у фазу кушіння (C_1) та прапорцевого листка (C_2).

Параметри продуктивності визначали на основі густоти стеблостою, маси сирого і сухої біомаси у визначені календарні строки, структури колоса (кількість колосків і зерен), маси 1000 зерен та валового збору з облікових ділянок. Якісні характеристики зерна після збирання оцінювали шляхом визначення вмісту білка за допомогою ІЧ-спектроскопії, кількості та якості клейковини методом ВДК, а також встановлення показників натурності та склоподібності згідно з чинними ДСТУ.

Збирання врожаю здійснювали малогабаритним дослідним комбайном у фазі повної стиглості з подальшим очищенням зерна та доведенням його вологості до стандартного рівня 14 %. Урожайність перераховували на абсолютно суху речовину для забезпечення порівнюваності варіантів.

Статистичну обробку результатів проводили з використанням одно- та багатифакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) для оцінки впливу сортових особливостей, фунгіцидних схем і строків внесення. Окрім того, застосовували кореляційний і регресійний аналізи, а також багатовимірне моделювання для визначення комбінацій технологічних прийомів, що забезпечують максимальну врожайність і стабільні показники якості в умовах Правобережного Лісостепу.

Виклад основного матеріалу досліджень. Аналіз отриманих результатів показав, що продуктивність пшениці м'якої ярої суттєво залежить від сорту, застосованих технологічних прийомів (фунгіциди та мікродобрива) і строків їх внесення, а також від погодних умов у 2023 та 2024 роках. У 2023 році загальна врожайність була вищою порівняно з 2024 роком, що обумовлено більш рівномірним розподілом опадів і сприятливими температурами у фазу кушіння та прапорцевого листка.

Середня врожайність двох сортів пшениці за різними варіантами обробки у 2023 році коливалася від $3,05 \pm 0,07$ т/га до $3,85 \pm 0,09$ т/га, а у 2024 році – від $2,45 \pm 0,06$ т/га до $3,10 \pm 0,08$ т/га (табл. 1, рис. 1). Ці дані демонструють, що застосування фунгіцидів у поєднанні з мікродобривами забезпечує стабільне підвищення продуктивності незалежно від гідротермічного режиму року.

Таблиця 1

Врожайність ярої пшениці залежно від сорту та варіантів обробки, т/га (середнє \pm SE)

Рік	Сорт	Контроль	Протіоро, КС	Флутривіт	Протіоро, КС + Нутривант	Флутривіт + Нутривант
2023	Елегія миронівська	3.05 ± 0.07	3.30 ± 0.08	3.35 ± 0.08	3.70 ± 0.09	3.85 ± 0.09
	Сімкода миронівська	3.15 ± 0.07	3.35 ± 0.08	3.40 ± 0.08	3.75 ± 0.09	3.80 ± 0.09
2024	Елегія миронівська	2.45 ± 0.06	2.65 ± 0.07	2.70 ± 0.07	3.00 ± 0.08	3.10 ± 0.08
	Сімкода миронівська	2.55 ± 0.06	2.70 ± 0.07	2.75 ± 0.07	3.05 ± 0.08	3.08 ± 0.08

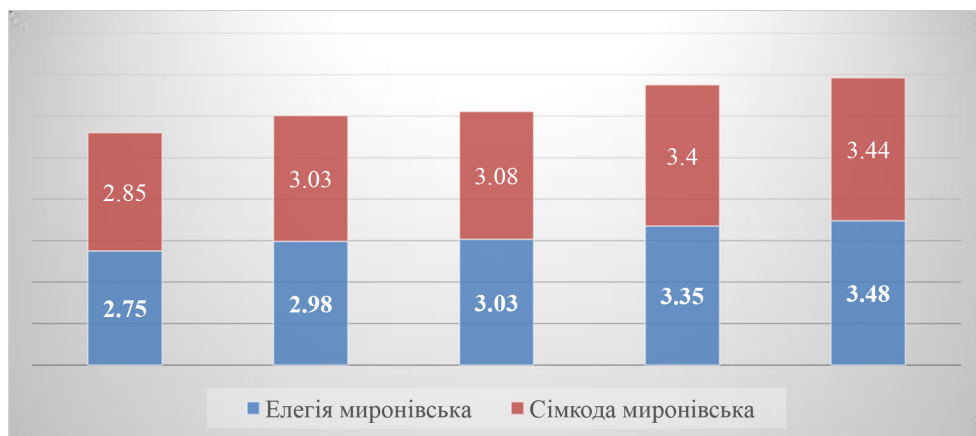


Рис. 1. Врожайність (т/га) за рівнями азотного живлення

Аналіз структури врожайності показав, що у посушливий 2024 рік зниження продуктивності відбулося головним чином за рахунок зменшення густоти продуктивних стебел і кількості зерен у колосі. Щільність продуктивних стебел у 2023 році становила 365 ± 12 шт./м², а у 2024 – 305 ± 13 шт./м², тоді як маса 1000 зерен знизилася з $41,0 \pm 0,9$ г до $36,8 \pm 1,0$ г (табл. 2, рис. 2).

Таблиця 2

Показники структури врожайності за сортами та роками (середнє \pm SE)

Показник	2023	2024
Щільність продуктивних стебел, шт./м ²	365 ± 12	305 ± 13
Кількість зерен у колосі, шт.	29.2 ± 0.6	25.0 ± 0.7
Маса 1000 зерен, г	41.0 ± 0.9	36.8 ± 1.0
Суха біомаса на момент цвітіння, т/га	6.95 ± 0.16	5.15 ± 0.18

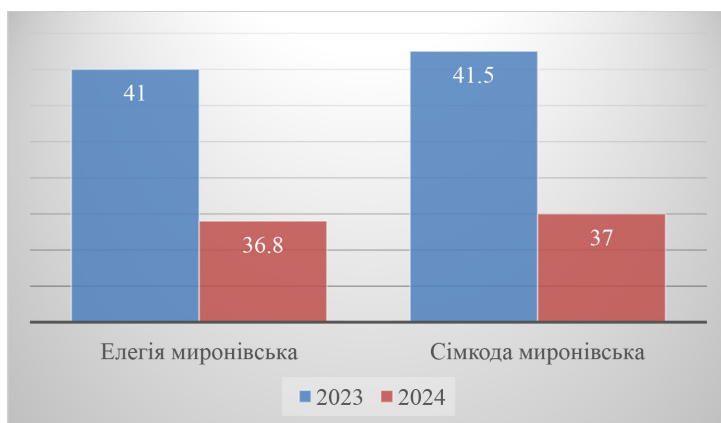


Рис. 2. Маса 1000 зерен за сортами та роками

Фітосанітарний стан посівів залежав від погодних умов і варіантів обробки. У більш посушливий 2024 рік пошкодження борошнистою россою зросло до $9,6 \pm 1,3$ %, тоді як септоріоз листя був більш виражений у вологіший 2023 рік ($11,5 \pm 1,5$ %). Застосування комбінацій фунгіциду з добривами суттєво знижувало ураження хворобами (табл. 3).

Таблиця 3

Фітосанітарний стан посівів (% ураження, середнє \pm SE)

Рік	Борошниста роса	Септоріоз листя	Бура іржа
2023	6.2 ± 1.2	11.5 ± 1.5	5.0 ± 0.9
2024	9.6 ± 1.3	18.0 ± 1.8	7.2 ± 1.1

Якісні показники зерна демонстрували сезонні коливання: у 2024 році, незважаючи на нижчу врожайність, вміст білка збільшився з $12,3 \pm 0,2$ % до $13,5 \pm 0,3$ %, а сирого клейковини – з $25,0 \pm 0,6$ % до $27,2 \pm 0,7$ % (Таблиця 4).

Таблиця 4

Якісні показники зерна (середнє за сортами)

Рік	Білок, %	Сирий глютен, %	Натура, г/л	Склоподібність, %
2023	12.3 ± 0.2	25.0 ± 0.6	760 ± 5	42 ± 3
2024	13.5 ± 0.3	27.2 ± 0.7	748 ± 6	47 ± 4

Кореляційний аналіз показав сильну позитивну взаємозалежність між щільністю стебла і врожайністю ($r = 0,72$) та між масою 1000 зерен і врожайністю ($r = 0,64$). Негативна кореляція спостерігалася між вмістом білка та врожайністю ($r = -0,57$), що узгоджується з законом взаємного компромісу між продуктивністю і якістю зерна (табл. 5, рис. 3).

Таблиця 5

Основні кореляційні взаємозв'язки між показниками продуктивності та якістю зерна (2023–2024).

Параметри	<i>r</i>
Щільність стебел – врожайність	0.72
Маса 1000 зерен – врожайність	0.64
Вміст білка – врожайність	-0.57
Септоріоз листя – врожайність	-0.42
Рівень азоту – білок	0.65

Таким чином, результати дослідження демонструють комплексний вплив сорту, фунгіцидного захисту, мікродобрив і строків внесення на врожайність та якість зерна пшениці м'якої ярої. Найбільш ефективними виявилися комбінації фунгіциду з мікродобривами, що забезпечували стабільну продуктивність навіть у контрастні гідротермічні умови.

Результати нашого дослідження підтверджують, що продуктивність пшениці м'якої ярої суттєво залежить від сорту, застосованих технологічних прийомів (фунгіциди та добрива) і строків їх внесення, а також від погодних умов.

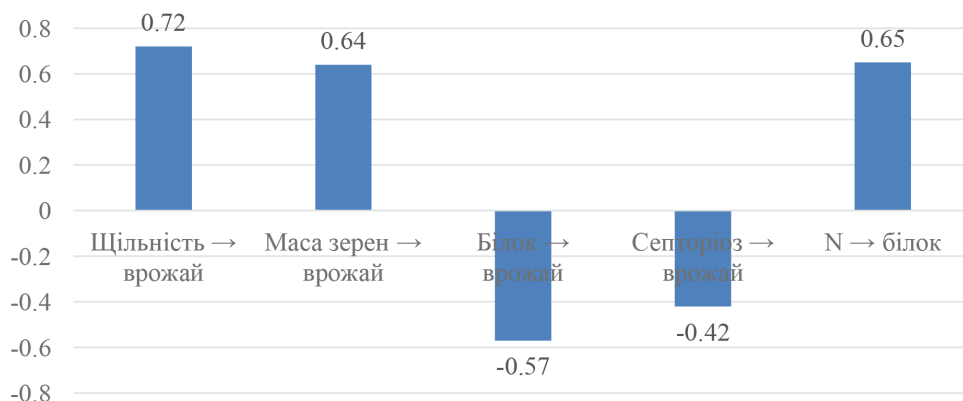


Рис. 3. Основні кореляційні взаємозв'язки

Спостережуване збільшення врожайності при використанні комбінованих обробок фунгіциду та добрива узгоджується з даними літератури, де показано, що розділене внесення азоту (N) й оптимізовані технологічні прийоми забезпечують високий баланс між врожайністю та вмістом білка в зерні [9, с. 1766; 10, с. 1058].

Наші спостереження за 2023 та 2024 роками свідчать, що сприятливі гідротермічні умови 2023 року забезпечили вищу врожайність (3,05–3,85 т/га) порівняно з посушливим 2024 роком (2,45–3,10 т/га), що відображає значний вплив кліматичних чинників на продуктивність сортів «Елегія миронівська» та «Сімкода миронівська». Аналогічно, дослідження Ву та ін. показали, що розділене внесення азоту дозволяє підвищити вміст білка в зерні без значних втрат врожайності [10, с. 1058], що частково пояснює збільшення білка в зерні у 2024 році ($13,5 \pm 0,3$ %), незважаючи на нижчу продуктивність.

Вплив фунгіцидного захисту в поєднанні з мікродобривами був помітним: комбінації «Протіоро, КС + Нутривант» та «Флутривіт + Нутривант» стабільно підвищували врожайність обох сортів у всі роки досліджень. Це узгоджується з попередніми даними щодо інтегрованого захисту рослин, де високий рівень азоту разом із фунгіцидами компенсує негативний вплив хвороб на біомасу та врожайність [13, с. 5–7].

Аналіз структури врожайності показав, що зниження продуктивності у 2024 році було пов'язане головним чином зі зменшенням густоти продуктивних стебел (305 ± 13 шт./м²) і кількості зерен у колосі ($25,0 \pm 0,7$ шт.). Кореляційний аналіз підтвердив сильну позитивну залежність між густотою стебел і врожайністю ($r = 0,72$) та масою 1000 зерен і врожайністю ($r = 0,64$), тоді як вміст білка негативно корелював із продуктивністю ($r = -0,57$), що відповідає класичному закону взаємного компромісу між врожайністю та якістю зерна [11, с. 128–132; 12, с. 27]. Попередніми дослідженнями сортів пшениці ярої у цих же агроекологічних умовах зазначено, що між ознаками продуктивності та якості суттєвих позитивних і негативних кореляцій не встановлено [13, с. 74].

Спостережувана взаємодія між захистом і живленням підтверджує важливість комплексного підходу, адже оптимальне поєднання фунгіциду та мікродобрив дозволяє підтримувати стабільну продуктивність навіть за контрастних гідротермічних умов. Подібні результати спостерігали Улла та ін., які показали, що багатократне внесення азоту покращує як врожайність, так і морфологічні параметри пшениці (кількість зерен, масу 1000 зерен) [15, с. 601].

Якісні показники зерна, включаючи вміст білка та сирого глютену, демонструють сезонні коливання. Зокрема, підвищення вмісту білка в посушливий 2024 рік підтверджує ефективність пізнього або розділеного внесення азоту для синтезу білка на пізніх стадіях розвитку [11, с. 1058; 12, с. 27]. Екологічно орієнтовані підходи також підкреслюють важливість адаптивного живлення, поєднуючи оптимальні норми азоту та фунгіцидний захист, що сприяє високій продуктивності й ефективному використанню азоту [17, с. 212].

Таким чином, нові результати демонструють комплексний вплив сорту, технологічних прийомів і гідротермічних умов на врожайність і якість зерна пшениці м'якої ярої. Найбільш ефективними виявились комбінації фунгіциду з добривами, що забезпечують стабільну продуктивність та якість зерна в умовах Правобережного Лісостепу України, підтверджуючи необхідність інтегрованого підходу до живлення та захисту рослин [18, с. 1811; 19, с. 108].

Висновки. Продуктивність та якість пшениці м'якої ярої суттєво залежать від сорту, застосованих технологічних прийомів (фунгіциди та мікродобрива), строків їх внесення та гідротермічних умов вегетації. Посушливий сезон 2024 року знижив врожайність порівняно зі сприятливим 2023 роком, але сприяв підвищенню вмісту білка та сирого глютену в зерні. Найбільш ефективними виявились комбінації фунгіциду з мікродобривами («Протіоро, КС + Нутривант») та «Флутривіт + Нутривант»), які забезпечували стабільну врожайність обох сортів незалежно від гідротермічного режиму. Ключовими морфологічними показниками, що визначають врожайність, є щільність продуктивних стебел і маса 1000 зерен, тоді як високий вміст білка та прояви септоріозу листя негативно впливають на продуктивність, що узгоджується з законом взаємного компромісу між врожайністю та якістю зерна. Використання сортів з адаптивними властивостями («Елегія миронівська» та «Сімкода миронівська») у поєднанні з інтегрованим фунгіцидним захистом та оптимізованим внесенням мікродобрив дозволяє забезпечити стабільні показники врожайності і покращену якість зерна навіть у контрастні вегетаційні періоди. Отримані результати можуть бути використані для обґрунтування технологій вирощування м'якої ярої пшениці в Лісостепу України, сприяючи підвищенню економічної ефективності та стабільності виробництва.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо в довготривалому моніторингу ефективності комбінованих фунгіцидно-мікродобривних обробок, поглибленому вивченні фізіолого-біохімічних механізмів їхньої дії і розробці цифрових систем підтримки рішень для точного прогнозування оптимальних технологічних утручань в умовах змін клімату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Демидов О., Хоменко С., Чугункова Т., Федоренко І. Урожайність та гомеостатичність колекційних зразків пшениці ярої. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 9 (97). С. 47–51. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201909-07> (дата звернення: 12.11.2025).
2. Прокопенко Р. А., Оничко В. І., Деркач Я. С., Бало В. П. Застосування регуляторів росту на посівах пшениці ярої. *«Гончарівські читання»*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 94-річчю з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Гончарова Миколи Дем'яновича (м. Суми, 25 травня 2023 р.). Суми, 2023. С. 120–121. URL: <https://agro.snau.edu.ua/wp-content/uploads/2023/11/%D0%93%D0%BE%D0%BD%D1%87%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D1%96-%D1%87%D0%B>

8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_2023.pdf#page=120 (дата звернення: 12.11.2025).

3. Каленська С. М., Антал Т. В., Максименко О. А. (2015). Вплив елементів технології вирощування на урожайність пшениці м'якої ярої в умовах північної частини Лісостепу України. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2015. № 2 (50), Т. 1. С. 223–227. URL: <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/3428> (дата звернення: 12.11.2025).

4. Лозінський Б. М., Грабовський М. Б. Фітопатологічний стан посівів пшениці ярої залежно від застосування фунгіцидів. *Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, електроенергетиці, лісовому та садовопарковому господарстві*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Біла Церква, 02 жовтня 2025 р.). Біла Церква: БНАУ, 2025. С. 43–45. URL: https://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/tezy/tezy_agro_02.10.2025.pdf#page=43 (дата звернення: 12.11.2025).

5. Лозінський Б. М., Грабовський М. Б. Вплив сортових особливостей на ефективність технології вирощування пшениці ярої. *Наукові пошуки молоді у XXI столітті*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції магістрантів і молодих дослідників (м. Біла Церква, 29 жовтня 2025). Біла Церква: БНАУ, 2025. URL: https://science.btsau.edu.ua/sites/default/files/konference/prog_agro_mag_29.10.25.pdf (дата звернення: 12.11.2025).

6. Лозінська Т. П., Федорук Ю. В. Біологічні особливості формування продуктивності пшениці ярої в умовах Лісостепу України. *II International Scientific and Practical Conference "Topical Issues of Science and Education"*: зб. матеріалів конференції. Warszawa, Poland: Sciece Revier, 2017. № 7, Т. 2. С. 3–9. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1877> (дата звернення: 12.11.2025).

7. FAO. Global Report on Food Crises 2023. FAO, 2023. URL: <https://www.fao.org> (дата звернення: 12.11.2025).

8. Banach J. K., Majewska K., Żuk-Gołaszewska K. Effect of cultivation system on quality changes in durum wheat grain and flour produced in North-Eastern Europe. *PLOS One*. 2021. Vol. 16. No. 1. Article e0236617. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236617> (дата звернення: 12.11.2025).

9. Split nitrogen application rates for wheat (*Triticum aestivum* L.) yield and grain N using the CSM-CERES-wheat model / G. R. Khan et al. *Agronomy*. 2022. Vol. 12. No. 8. Article 1766. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12081766> (дата звернення: 12.11.2025).

10. Enhancing wheat yield and quality through late-season foliar nitrogen application: A global meta-analysis. W. Wu et al. *Agronomy*. 2025. Vol. 15. No. 5. Article 1058. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy15051058> (дата звернення: 12.11.2025).

11. Global evaluation of key factors influencing nitrogen fertilization efficiency in wheat: a recent meta-analysis (2000-2022) / S. Yokamo et al. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14. Article 1272098. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1272098> (дата звернення: 12.11.2025).

12. Split nitrogen fertilizer application improved grain yield in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) via modulating antioxidant capacity and ¹³C photosynthate mobilization under water-saving irrigation conditions / Z. Zhang et al. *Ecological Processes*. 2021. Vol. 10. No. 1. Article 21. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13717-021-00290-9> (дата звернення: 12.11.2025).

13. Лозінська Т. П., Шевчук А. В. Урожайність та якість сортів пшениці м'якої ярої в умовах дослідного поля Білоцерківського НАУ. *ЛЮГОС. Мистецтво наукової думки*. 2019. № 2. С. 73–75. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/3294> (дата звернення: 12.11.2025).

14. Effect of split application of different N rates on productivity and nitrogen use efficiency of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) / F. Belete et al. *Agriculture & Food Security*. 2018. Vol. 7. No. 1. Article 92. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40066-018-0242-9> (дата звернення: 12.11.2025).

15. Effect of different nitrogen levels on growth, yield and yield contributing attributes of wheat / I. Ullah et al. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 2018. Vol. 9. No. 9. P. 595–602. URL: https://www.researchgate.net/publication/327816379_Effect_of_Different_Nitrogen_Levels_on_Growth_Yield_and_Yield_Contributing_Attributes_of_Wheat (дата звернення: 12.11.2025).

16. Planting pattern and nitrogen management strategies: positive effect on yield and quality attributes of *Triticum aestivum L.* crop / M. F. Azam et al. *BMC Plant Biology*. 2024. Vol. 24. No. 1. Article 845. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05537-z> (дата звернення: 12.11.2025).

17. Schierenbeck M., Fleitas M. C., Simón M. R. The interaction of fungicide and nitrogen for aboveground biomass from flag leaf emergence and grain yield generation under tan spot infection in wheat. *Plants*. 2023. Vol. 12. No. 1. Article 212. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12010212> (дата звернення: 12.11.2025).

18. Split application of nitrogen fertilizer for optimum yield of durum wheat (*Triticum Turgidum L.* var. durum) at Central Ethiopia / A. M. Gezahegn et al. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2022. Vol. 53. No. 14. P. 1809–1822. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2022.2063325> (дата звернення: 12.11.2025).

19. Optimal nitrogen management to achieve high wheat grain yield, grain protein content, and water productivity: A meta-analysis / Y. Wang et al. *Agricultural Water Management*. 2023. Vol. 290. Article 108587. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108587> (дата звернення: 12.11.2025).

Дата першого надходження статті до видання: 27.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 20.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026
