

DOI: 10.32636/01308521.2025-(78)-1-2

Оригінальна наукова стаття

УДК 633.111.1«324»:631.84

**ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ БОРОШНА ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ
ЗАЛЕЖНО ВІД НОРМ АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ
ТА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ****Н. В. Василенко, І. В. Правдзіва, О. А. Заїма, Т. М. Шадчина**

Миронівський інститут пшениці
імені В. М. Ремесла НААН України
вул. Центральна, 68, с. Центральне
Обухівський р-н, Київська обл.,
08853

Про авторів:

Надія ВАСИЛЕНКО,
науковий співробітник
ORCID: 0000-0002-4326-6613

Ірина ПРАВДЗИВА,
доктор філософії
ORCID: 0000-0002-0808-1584

Олексій ЗАЇМА,
кандидат сільськогосподарських
наук
ORCID: 0000-0001-5714-6308

Тамара ШАДЧИНА,
доктор біологічних наук
ORCID: 0009-0002-1690-7566

Для листування:

Надія ВАСИЛЕНКО
e-mail: vasylenkonv147@gmail.com

Інформація про фінансування:

Національна академія аграрних наук
України

Отримано:

4 серпня 2025 р.

Погоджено до друку:

22 серпня 2025 р.

Опубліковано:

30 вересня 2025 р.

В умовах Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН досліджено вплив норм азотного живлення на формування клейковинного комплексу нових сортів пшениці м'якої озимої за різних гідротермічних умов вирощування. Виявлено суттєві сортові відмінності щодо показників клейковинного комплексу залежно від різних норм внесення добрив (25, 50 і 75 кг діючої речовини (д. р.) на 1 га) та їх виду (аміачна селітра і карбамідо-азотна суміш (КАС-32)). Встановлено, що найбільші показники вмісту білка і клейковини у сортів пшениці м'якої озимої МПП Аеліта (10,2 і 23,6 %) та МПП Відзнака (11,1 і 24,3 % відповідно) формуються за підживлення аміачною селітрою у нормі 75 кг д. р. на га, а у сорту МПП Фортуна (9,7 і 21,7 % відповідно) – за підживлення азотним добривом КАС-32 з нормою 50 і 75 кг д. р. на га. У середньому по досліді максимальними значеннями показника седиментації, вмісту білка та клейковини характеризувався сорт МПП Відзнака (56 мл, 10,2 і 22,8 % відповідно), а найменшими – сорт МПП Фортуна (48 мл, 9,3 і 21,3 % відповідно). Сорт МПП Відзнака характеризувався вищими показниками якості клейковинного комплексу. Таким чином, необхідно враховувати генетичні особливості сортів при визначенні оптимальних норм живлення азотними добривами (аміачна селітра і КАС-32) для отримання максимальних значень вмісту білка й клейковини. Дані елементи агротехніки матимуть важливе значення у вдосконаленні ощадних технологій виробництва екологічно чистого зерна пшениці м'якої озимої.

Ключові слова: *Triticum aestivum* L., сорти, гідротермічні умови року, показник седиментації, вміст білка й клейковини, аміачна селітра, КАС-32.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Василенко Н. В., Правдзіва І. В., Заїма О. А., Шадчина Т. М., 2025

Quality indices of winter bread wheat flour depending on nitrogen nutrition rates and growing conditions

The V. M. Remeslo Myronivka
Institute of Wheat of NAAS
Tsentralna street, 68,
Tsentralne village, Obukhiv district,
Kyiv region, 08853

About authors:

Nadiia VASYLENKO
ORCID: 0000-0002-4326-6613

Iryna PRAVDZIVA
ORCID: 0000-0002-0808-1584

Oleksii ZAIMA
ORCID: 0000-0001-5714-6308

Tamara SHADCHYNA
ORCID: 0009-0002-1690-7566

For corresponding:
Nadiia VASYLENKO
e-mail: vasylenkonv147@gmail.com

Funding information:
National Academy of Agrarian
Sciences of Ukraine

Received:
August 4, 2025
Accepted:
August 22, 2025
Published:
September 30, 2025

The influence of nitrogen nutrition norms on the formation of gluten complex of new varieties of bread winter wheat under different hydrothermal growing conditions was studied at the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat of NAAS. Significant varietal differences were found in the gluten complex indices depending on different fertilizer application rates (25, 50 and 75 kg of active ingredient (a.i.) per 1 ha) and their type (ammonium nitrate and urea ammonium nitrate (KAS-32)). It was established that the highest protein and wet gluten content in the winter bread wheat varieties MIP Aelita (10.2 and 23.6 %, respectively) and MIP Vidznaka (11.1 and 24.3 %, respectively) are formed when fertilizing with ammonium nitrate at the rate of 75 kg of a.i. per hectare, and in the variety MIP Fortuna (9.7 and 21.7 %, respectively) when fertilizing with nitrogen fertilizer KAS-32 at the rate of 50 and 75 kg of a.i. per hectare. On average, the variety MIP Vidznaka was characterized by the maximum values of sedimentation index, protein and wet gluten content (56 ml, 10.2 and 22.8 %, respectively), and the variety MIP Fortuna was characterized by the lowest values (48 ml, 9.3 and 21.3 %, respectively). The variety MIP Vidznaka was characterized by higher quality indicators of the gluten complex. Thus, it is necessary to take into account the genetic characteristics of varieties when determining the optimal rates of nitrogen fertilizer feeding (ammonium nitrate and KAS-32) to obtain maximum values of protein and gluten content. These elements of agricultural practices will be important in improving cost-effective technologies for the production of environmentally friendly bread winter wheat grain.

Keywords: *Triticum aestivum* L., varieties, hydrothermal conditions of growing season, sedimentation index, protein and wet gluten content, ammonium nitrate, KAS-32.

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

Вступ. Важливе місце у підвищенні врожайності та якості зерна пшениці належить агротехнічним заходам, які входять до складу технології вирощування, створюючи умови для повної реалізації генетичних особливостей новітніх сортів озимої пшениці. На сучасному етапі розвитку зернового господарства важливим завданням є підвищення врожайності зернових культур, зокрема й пшениці озимої, а також поліпшення їх якості, одночасно зі зниженням матеріальних, трудових і фінансових витрат на виробництво одиниці продукції [6, 16]. Тому створення і вдосконалення ресурсо- та енергоощадних технологій вирощування пшениці озимої, з високим рівнем

адаптивності для конкретних умов вирощування є досить важливим питанням для агропромислового виробництва України.

Зниження інтенсивності виробництва зерна пшениці спричинене, головним чином, незавершеним реформуванням в аграрному секторі, недотриманням технологій вирощування культури (сівозміни, добрива, застаріла техніка, недбале ведення насінництва тощо), погіршення погодних умов, що зумовлено глобальними змінами клімату на планеті, водночас і в Україні [14, 19, 25]. Максимальна реалізація потенціалу сортів озимої пшениці в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах залишається не

повністю вивченою, оскільки залежить не тільки від генетичних особливостей сорту, але й погодних умов, які змінюються за роками, і можуть бути дуже контрастними впродовж усієї вегетації пшениці [10, 26, 15]. Посухи та суховії у Лісостеповій зоні відбуваються кожні три-п'ять років, які проходять за високих температур і тривалої відсутності опадів. Навіть у районах з достатнім зволоженням, через вісім-десять днів без дощів у літні місяці у ґрунті створюється дефіцит вологи, а триваліша відсутність опадів веде до пересихання орного й нижніх шарів ґрунту, у котрих зосереджена основна маса корінців рослин пшениці [8].

Залежно від сорту, фази розвитку рослини, її стану, погодних умов та інших причин вимоги до забезпечення основними чинниками, що впливають на ріст і розвиток рослин, у пшениці постійно змінюються [22, 24]. На формування одиниці маси сухої речовини пшениця витрачає 300–450 одиниць води, водночас вологість ґрунту впродовж вегетації має бути в межах 65–80 % [9]. Показники якості пшениці та хлібопекарські властивості борошна більшою мірою залежать від погодних умов, що склалися в період наливу і дозрівання зерна, а також від особливостей самого генотипу [7, 11]. Недостатня кількість вологи на II й III етапах органогенезу впливає на зниження куцистості, у фазу колосіння-цвітіння зменшує озерненість колоса, а під час наливу зерна знижує масу 1000 насінин [9]. Нові сорти за біологічними властивостями повинні мати добру генетичну композицію ознак якості зерна, і максимально використовувати родючість ґрунту та протидіяти чинникам, що знижують якість продукції, ефективно акумулювати азот у рослині та переміщувати його по стеблу в зерно, ще до початку воскової стиглості, накопичуючи в ньому запасні білки [1, 17]. Азотним добривам, на ранніх етапах росту та розвитку рослин, властива пригнічувальна дія підвищеної концентрації азоту в ґрунті, таким чином їх не слід застосовувати у

високих дозах під передпосівну культивуацію та під час сівби [23]. Проте азотне голодування у цей період різко погіршує всі функції рослин, знижуючи кількість колосків у колосі [8]. Тому пропонується азот вносити в основне удобрення восени й весною у підживлення [21]. Також важливою умовою нормального переходу від осінньої вегетації до періоду зимового спокою є метеорологічні умови, насамперед кількість опадів, з урахуванням яких прогнозують ефективність і доцільність проведення ранньовесняного азотного живлення. Низькі температури й підвищена вологість ґрунту пригнічують нітрифікацію, відтак вміст азоту в кореновому шарі рано навесні, як правило, буває недостатнім, у зв'язку з чим у пшениці озимої виникає гостра потреба в азоті [8, 12, 25].

Від погодних умов та різної забезпеченості рослин азотом і вологою ґрунту залежить якість зерна, а саме вміст клейковини й білка [9]. Результати науково-дослідних установ показують, що з мінеральних добрив найбільше значення для одержання зерна високої якості мають азотні добрива. Вони сприяють підвищенню вмісту в зерні білка й клейковини, поліпшують його хлібопекарські властивості. Причому важливим чинником виступають норми їх внесення [18, 20]. За даними польових досліджень на Вінниччині [25] з підвищенням доз добрив вміст білка і клейковини в зерні зростав. Так, у контрольному варіанті без підживлення азотом вміст білка складав 13,7 %, за внесення N_{30} – 14,2 %, N_{60} – 14,8 %, також збільшувався вміст клейковини із 29,0 % до 29,4 і 29,9 % відповідно. Автором відмічено і тенденцію до підвищення фізичних показників якості – склоподібності, натури й маси 1000 зерен. Азотне живлення впродовж вегетації пшениці озимої, і особливо в період формування генеративних органів, має важливе значення для отримання зерна високої якості як посівного матеріалу, так і

продукту харчування. Тому, досліджувати вплив різних норм внесення азотних добрив на формування показників якості клейковинного комплексу зерна пшениці м'якої озимої в умовах центрального Лісостепу України є наразі актуальним.

Мета досліджень – виявити вплив норм мінерального живлення за різних гідротермічних умов з метою удосконалення технології вирощування для отримання зерна з високими показниками якості клейковинного комплексу нових сортів пшениці м'якої озимої.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у вегетаційні 2022/2023 і 2023/2024 рр. в умовах Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла НААН України (МІП). Встановлювали вплив на показники якості борошна сортів пшениці м'якої озимої (МІП Аеліта, МІП Відзнака, МІП Фортуна) одноразового внесення двох видів добрив (аміачна селітра (ам. с.) і карбамідо-азотна суміш із часткою азоту 32 % (КАС-32)) за різних норм живлення (25, 50 і 75 кг д. р. на 1 га) на III етапі органогенезу. Ґрунти – чорноземи малогумусні слабовилугувані середньосуглинкові. Вміст гумусу у 20 см прошарку складає 3,7–4,0 %; легкогідролізованого азоту 12–13 мг на 100 г; рухомого фосфору – 21–25 мг на 100 г; обмінного калію – 10–16 мг на 100 г ґрунту. Гідролітична кислотність у межах 1,7–2,2 мг-екв. на 100 г ґрунту, pH – 5,4–6,0. Агротехніка у досліді – загальноприйнята для Правобережного Лісостепу України [5].

Польові досліді закладали після попередника соя на зерно. Сівбу проводили сівалкою СН–10 Ц, норма висіву 5 млн схожих насінин на 1 га. Облікова площа ділянки 10,5 м², повторність чотириразова. Для передпосівного захисту насіння використовували протруйник Вінцит Форте SC, к. с. (1,2 л/т). Проти бур'янів застосовували гербіцид Гранстар Голд 75, в. г. (30 г/га); обробку посівів проти хвороб і шкідників проводили препаратами Тілт 250 ЕС, к. е. (0,5 л/га) + Карате 050 ЕС, к. е. (0,2 л/га). Зерно з дослідних ділянок збирали

методом прямого комбайнування «Сампо-130» з перерахуванням на стандартну (14 %) вологість. У лабораторії якості зерна МІП із борошна нових сортів пшениці врожаю 2023 і 2024 рр. визначали показники якості [3, 4]: вміст білка та вміст клейковини – за використання інфрачервоного аналізатора СПЕКТРАН-119М, показник седиментації – за методикою Пумпянського. Обрахунки результатів дослідження проводили за методом описової статистики [13, 2].

Показники якості зерна і борошна більшою мірою залежать від гідротермічних умов, що склалися в період формування і дозрівання зерна [7]. Гідротермічні умови 2023 р. за вказаний період характеризувалися надмірною вологозабезпеченістю (129 %) порівняно із середньобагаторічним рівнем (СБР 255 мм), а умови 2024 р. – недостатньою кількістю опадів (74 % до СБР). Зокрема, аномально велику їх кількість (129–230 % до СБР) відмічено у червні 2024 р., у липні 2023 р. та у квітні за обидва роки. Нестачу вологи (8,8–49 % до СБР) спостерігали у травні 2023 і 2024 рр. та у червні 2023 р. й липні 2024 р. Період формування і дозрівання зерна у роки дослідження супроводжувався підвищенням температури повітря на 0,1–4,2 °С від СБР.

Результати та обговорення. За результатами дослідження встановлено незначну реакцію сортів пшениці м'якої озимої, а саме МІП Відзнака та МІП Фортуна, на умови вирощування за показником седиментації (табл. 1). Отримано істотний вплив умов року на індекс седиментації лише у сорту МІП Аеліта, з вищими значеннями цього показника у 2023 р. (54 мл). Вірогідно вищий вміст білка (10,0–11,3 %) та клейковини (23,6–25,6 %) у середньому за варіантами живлення для всіх сортів пшениці м'якої озимої одержано у 2024 р. У роки дослідження коефіцієнт варіації за показниками якості були помірними (CV = 5,1–10,0).

1. Показники якості сортів пшениці м'якої озимої у роки випробування (середнє за варіантами живлення)

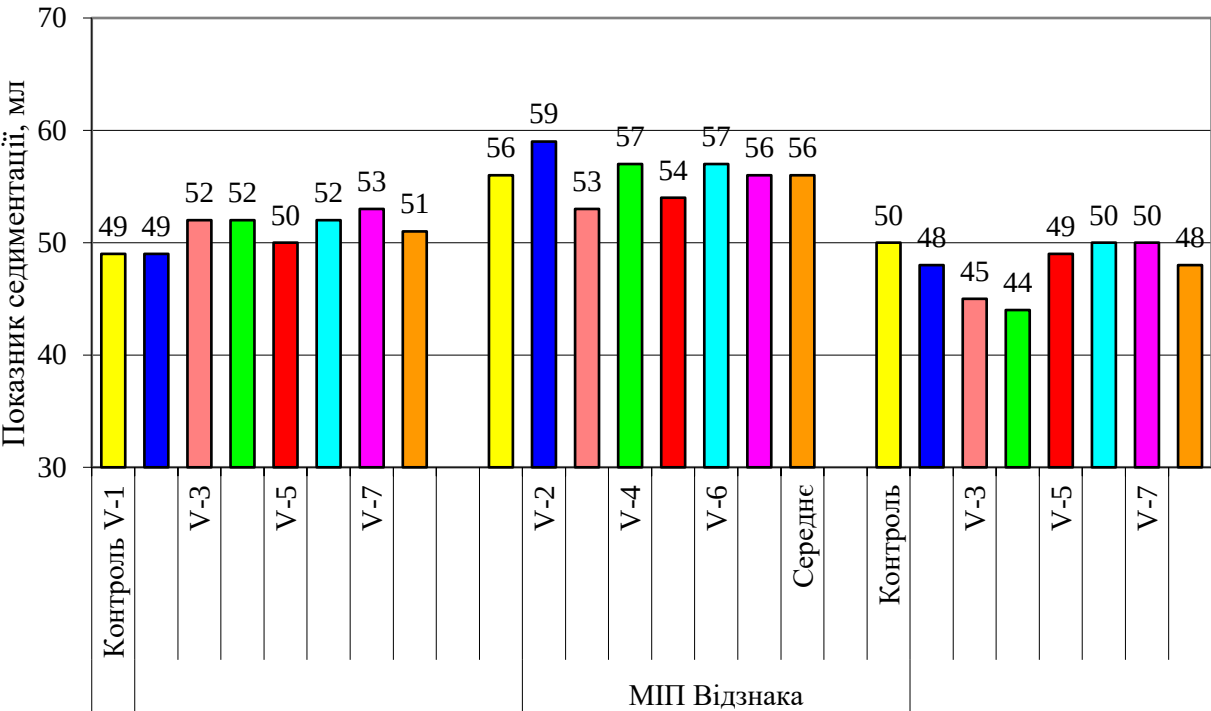
Назва сорту	Показники якості					
	Індекс седиментації, мл		Уміст білка, %		Уміст клейковини, %	
	2023 р.	2024 р.	2023 р.	2024 р.	2023 р.	2024 р.
МПП Аеліта	54	47	9,2	10	20,6	24,2
МПП Відзнака	55	57	9,1	11,3	20,1	25,6
МПП Фортуна	48	48	8,5	10,1	18,8	23,6
Середнє	52	51	8,9	10,5	19,8	24,5
CV, %	9,7	10,0	6,3	7,5	6,0	5,1

НІР_{0,05}30,30,6

Примітка: CV – коефіцієнт варіації.

При визначенні показника седиментації за різних норм мінерального живлення (рис. 1) виявлено вірогідний вплив на підвищення цього показника лише у сорту МПП Аеліта за підживлення аміачною селітрою та КАС-32 у нормі N₅₀ і N₇₅ (варіант V-3, 4, 6, 7). У сортів МПП Відзнака і МПП Фортуна варіанти живлення не мали суттєвого впливу на підвищення індексу седиментації. У окремих варіантах

спостерігали навіть істотне зниження цього показника за підживлення аміачною селітрою у сорту МПП Відзнака з нормою N₅₀ (V-3) та у сорту МПП Фортуна у нормі N₅₀ і N₇₅ (V-3 і 4). Сорт МПП Відзнака у середньому за всіма варіантами дослідів сформував найвищий показник седиментації (56 мл), а сорт МПП Фортуна (48 мл) – найнижчий.



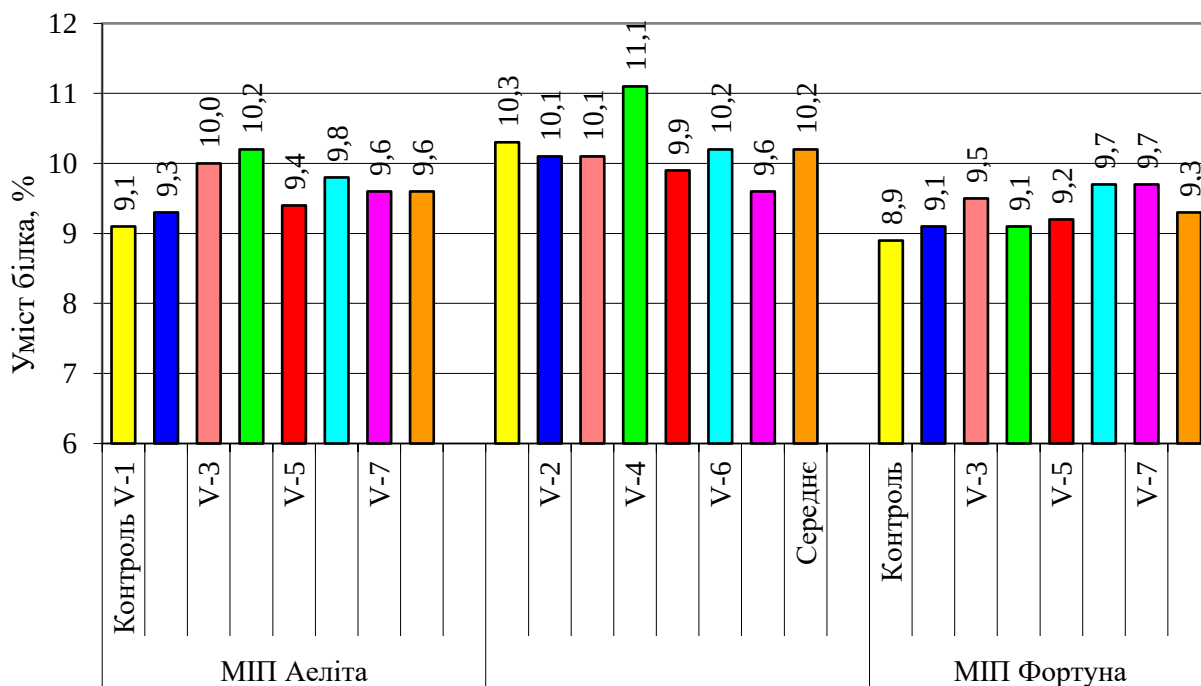
Примітка: V-1 – Контроль; V-2 – аміачна селітра (ам. с.), 25 кг/га; V-3 ам. с., 50 кг/га; V-4 – ам. с., 75 кг/га; V-5 карбамідо-азотна суміш із часткою азоту 32 % (КАС-32), 25 кг/га; V-6 КАС-32, 50 кг/га; V-7 – КАС-32, 75 кг/га.

Рис. 1. Показник седиментації (мл) пшениці м'якої озимої залежно від норм азотних добрив (середнє за 2023 і 2024 рр.)

По всіх досліджуваних сортах відмічено неоднозначну реакцію щодо впливу підживлення рослин різними нормами азотних добрив на показники вмісту білка і клейковини пшениці м'якої озимої (рис. 2 і 3).

У середньому за роками в сорту МП Відзнака, залежно від варіантів живлення, відмічали максимальне варіювання вмісту білка 9,6–11,1 %, а без обробки даних

показник становив 10,3 % (рис. 2). У сорту МП Аеліта вміст білка у контрольному варіанті становив 9,1 %, а за використання добрив вміст білка знаходився у діапазоні 9,3–10,2 %. У сорту МП Фортуна вміст білка був найменшим і на контролі (8,9 %), і за варіантів з підживленням (9,1 – 9,7 %), водночас варіювання даної ознаки теж було найменшим.



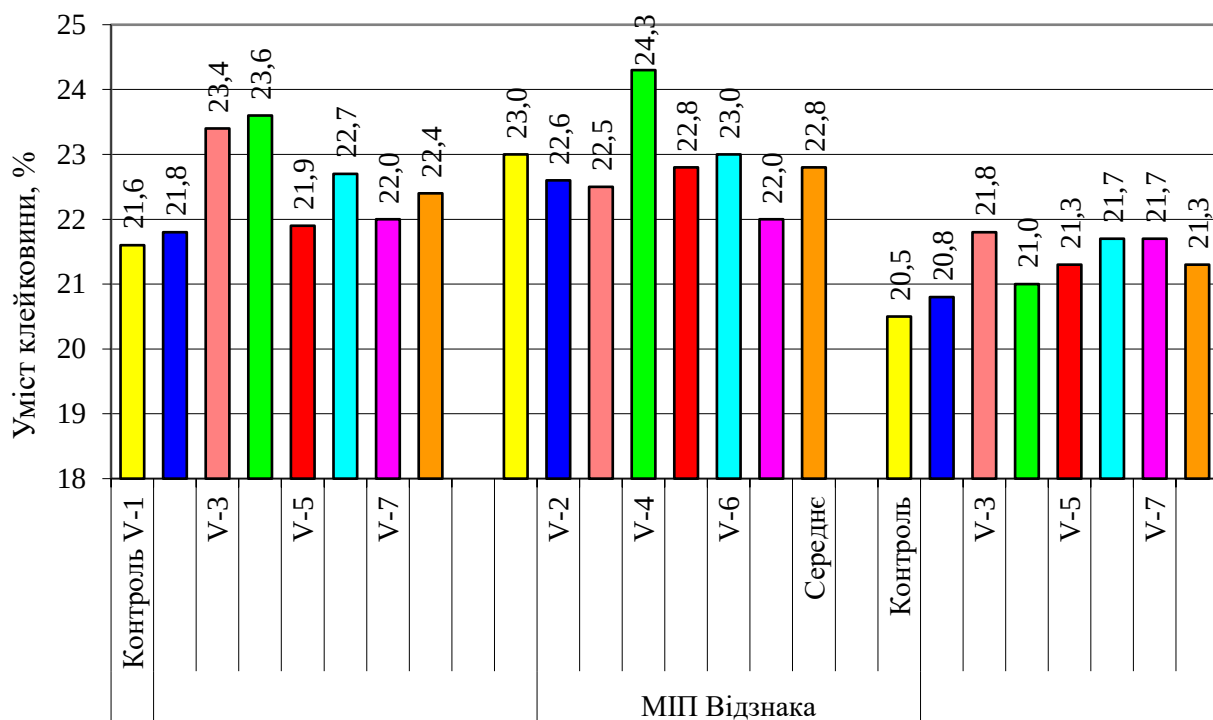
Примітка: V-1 – Контроль; V-2 – аміачна селітра (ам. с.), 25 кг/га; V-3 ам. с., 50 кг/га; V-4 – ам. с., 75 кг/га; V-5 карбамідо-азотна суміш із часткою азоту 32 % (КАС-32), 25 кг/га; V-6 КАС-32, 50 кг/га; V-7 – КАС-32, 75 кг/га.

Рис. 2. Вміст білка (%) пшениці м'якої озимої залежно від норм азотних добрив (середнє за 2023 і 2024 рр.)

Також, у середньому за роками порівняно з контролем, встановлено максимальну білковість для сортів МП Аеліта (10,2 %) та МП Відзнака (11,1 %) за підживлення аміачною селітрою у нормі N_{75} (V-4). Сорт МП Фортуна найвищий (9,7 %) вміст білка формував за підживлення азотним добривом КАС-32 за двох норм N_{50} і N_{75} (V-6 і 7).

Середній вміст клейковини за роками у сорту МП Відзнака на контролі становив

23,0 %, а за варіантів підживлення спостерігали варіювання ознаки у межах 22,0–24,3 % (рис. 3). У сорту МП Аеліта на контролі вміст клейковини становив 21,6 %, а за використання добрив параметри клейковини збільшувались до 21,8–23,6 %. У сорту МП Фортуна вміст клейковини був найменшим 20,5 % (V-1), а за варіантів з азотним підживленням – 20,8–21,8 %.



Примітка: V-1 – Контроль; V-2 – аміачна селітра (ам. с.), 25 кг/га; V-3 ам. с., 50 кг/га; V-4 – ам. с., 75 кг/га; V-5 карбамідо-азотна суміш із часткою азоту 32 % (КАС-32), 25 кг/га; V-6 КАС-32, 50 кг/га; V-7 – КАС-32, 75 кг/га.

Рис. 3. Вміст клейковини (%) пшениці м'якої озимої залежно від норм азотних добрив (середнє за 2023 і 2024 рр.)

За живлення аміачною селітрою у нормі N75 (V-4) отримано максимальний вміст клейковини у сортів МПП Аеліта та МПП Відзнака (23,6; 24,3 % відповідно). Підвищення параметрів клейковини до 21,7–21,8 % у сорту МПП Фортуна відзначали за підживлення аміачною селітрою у нормі N₅₀ (V-3) та КАС-32 з нормою внесення N₅₀ і N₇₅ (V-6 і 7 відповідно).

Таким чином, за різного рівня азотного живлення у сортів пшениці м'якої озимої виявлені суттєві сортові відмінності за показниками якості клейковинного комплексу. Зокрема, вищі значення показників якості борошна сортів МПП Аеліта та МПП Відзнака отримали за підживлення аміачною селітрою з нормою 75 кг д. р. на 1 га (N₇₅), а сорту МПП Фортуна – КАС-32 з нормою внесення 50 і 75 кг д. р. на 1 га (N₅₀ і N₇₅ відповідно).

Встановлено, що збільшення доз азотних добрив впливало на формування підвищених показників вмісту білка та

клейковини у двох сортів пшениці м'якої озимої, а саме МПП Аеліта та МПП Фортуна.

Висновки. Установлено, що одноразове весняне підживлення азотними добривами у вищих дозах (N₅₀ і N₇₅) на III етапі органогенезу сприяло збільшенню параметрів вмісту білка й клейковини у нових сортів пшениці м'якої озимої.

Визначено, що найвищі показники вмісту білка й клейковини у сортів пшениці м'якої озимої МПП Аеліта (10,2 і 23,6 % відповідно) та МПП Відзнака (11,1 і 24,3 % відповідно) формуються за підживлення аміачною селітрою у нормі 75 кг д. р. на га, а для сорту МПП Фортуна (9,7 і 21,7 % відповідно) – за підживлення рідким добривом КАС-32 як з нормою 50 кг д. р. на га, так і з нормою 75 кг д. р. на га.

Виділено сорт МПП Відзнака зі стабільно вищим рівнем ознак якості клейковинного комплексу (індекс седиментації – 56 мл, вміст білка – 10,2 % і клейковини – 22,8).

Необхідним є враховувати генетичні особливості сортів при визначенні

оптимальних норм живлення азотними добривами (аміачна селітра і КАС-32) для отримання максимальних значень вмісту білка й клейковини. Дані елементи

Список використаної літератури

1. Жемела Г. П., Кузнецова О. А. Вплив сортових властивостей на продуктивність та якість зерна пшениці. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2012. № 3. С. 23–25.
2. Озеранський В. С., Крилик Л. В., Шевчук О. Ф. Теорія ймовірності та математична статистика. Вінниця : ВНТУ, 2025. 114 с.
3. Пивоваров О. А., Ковальова О. С., Кошулько В. С. Інноваційні методи визначення показників якості зерна. Дніпро : ДДАЕУ, 2023. 325 с.
4. Пшениця. Технічні умови : ДСТУ 3768:2019. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 21 с.
5. Технологія вирощування насіння пшениці озимої / за ред. А. А. Сіроштана, В. П. Кавунця. Центральне, 2023. 37 с.
6. Трансфер інноваційних технологій в агропромислове виробництво регіонів України / Я. М. Гадзало та ін. Київ : Аграрна наука, 2016. 242 с.
7. Фактори впливу на якість зерна та борошна нових сортів пшениці м'якої озимої. 2. Показники якості борошна / І. В. Правдзіва та ін. *Миронівський вісник*. 2016. Вип. 3. С. 191–202. <http://mvis.mip.com.ua/article/view/119452>.
8. Формування елементів продуктивності сортів пшениці озимої в умовах Центрального Лісостепу залежно від агротехнічних чинників / О. А. Демидов та ін. *Plant varieties studying and protection*. 2024. Т. 20, № 2. С. 96–103. DOI: 10.21498/2518-1017.20.2.2024.304102.
9. Agricultural climatic factors and their thresholds for winter wheat cultivation in northern China / S. Chen et al. *Scientia Agricultura Sinica*. 2024. Vol. 57, Iss. 16. P. 3142–3153. DOI: 10.3864/j.issn.05781752.2024.16.004.
10. Azizov B., Khudaykulov J., Israilov I. Effect of late nitrogen nutrition on formation of harvest elements, grain yield, and quality indicators of winter wheat. *BIO Web of Conferences*. 2023. Vol. 65. Article: 04005. DOI: 10.1051/bioconf/20236504005.
11. Barabolia O. V., Tatarko Yu. V., Olefir O. A. Influence of quality indicators of winter wheat grain on baking properties of flour. *SWorldJournal*. 2021. Iss. 7, Part 3. No. 07–03. P. 68–75. DOI: 10.30888/2663-5712.2021-07-03-004.
12. Effects of reducing nitrogen application rate under different irrigation methods on grain yield, water and nitrogen utilization in winter wheat / J. Li et al. *Agronomy*. 2022. Vol.12, Iss. 8. Article: 1835. DOI: 10.3390/agronomy12081835.
13. Griffith B., Friesen L. Boundless Statistics for Organizations. Data Analysis & Interpretation.

агротехніки матимуть важливе значення у вдосконаленні ощадних технологій виробництва екологічно чистого зерна пшениці м'якої озимої.

References

1. Zhemela H. P., Kuznietsova O. A. Influence of varietal properties on productivity and quality of wheat grain. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2012. No. 3. P. 23–25.
2. Ozeranskyi V. S., Krylyk L. V., Shevchuk O. F. Theory and mathematical statistics. Vinnytsia : VNTU, 2025. 114 p.
3. Pivovarov O. A., Kovalova O. S., Koshulko V. S. Innovative methods for determining grain quality indicators. Dnipro : DDAEU, 2023. 325 p.
4. Wheat. Technical conditions : State Standard of Ukraine 3768:2019. Kyiv: DP «UkrNDNTs», 2019. 21 p.
5. Technology of Growing Winter Wheat Seeds / za red. A. A. Sirostana, V. P. Kavuntsia. Tsentralne, 2023. 37 p.
6. Transfer of innovative technologies to the agro-industrial production of regions of Ukraine / Ya. M. Hadzalo et al. Kyiv : Ahrarna nauka, 2016. 242 p.
7. Factors of influence on grain and flour quality of new varieties of bread winter wheat. 2. Characteristics of flour quality / I. V. Pravdziva et al. *Myronivskyi visnyk*. 2016. Vol. 3. P. 191–202. <http://mvis.mip.com.ua/article/view/119452>.
8. Formation of productivity elements of winter wheat varieties depending on agrotechnical factors in the conditions of the central Forest-Steppe / O. A. Demydov et al. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2024. Vol. 20, No. 2. P. 96–103. DOI: 10.21498/2518-1017.20.2.2024.304102.
9. Agricultural climatic factors and their thresholds for winter wheat cultivation in northern China / S. Chen et al. *Scientia Agricultura Sinica*. 2024. Vol. 57, Iss. 16. P. 3142–3153. DOI: 10.3864/j.issn.05781752.2024.16.004.
10. Azizov B., Khudaykulov J., Israilov I. Effect of late nitrogen nutrition on formation of harvest elements, grain yield, and quality indicators of winter wheat. *BIO Web of Conferences*. 2023. Vol. 65. Article: 04005. DOI: 10.1051/bioconf/20236504005.
11. Barabolia O. V., Tatarko Yu. V., Olefir O. A. Influence of quality indicators of winter wheat grain on baking properties of flour. *SWorldJournal*. 2021. Iss. 7, Part 3. No. 07–03. P. 68–75. DOI: 10.30888/2663-5712.2021-07-03-004.
12. Effects of reducing nitrogen application rate under different irrigation methods on grain yield, water and nitrogen utilization in winter wheat / J. Li et al. *Agronomy*. 2022. Vol.12, Iss. 8. Article: 1835. DOI: 10.3390/agronomy12081835.
13. Griffith B., Friesen L. Boundless Statistics for Organizations. Data Analysis & Interpretation.

Oklahoma, 2021. 438 p. URL: <https://dlib.hust.edu.vn/bitstream/HUST/22911/1/OER00002117-1.pdf>.

14. Influence of nitrogen application rate on wheat grain protein content and composition in China : a meta-analysis / H.-Y. An et al. *Agronomy*. 2024. Vol. 14, Iss. 6. Article: 1164. DOI: 10.3390/agronomy14061164.

15. Kalitsinska O., Zaima O. Grain yield and quality of winter bread wheat depending on crop processing. *Genetics, Physiology and Plant Breeding* : 8-th International Scientific Conference (Chisinau, October 7–8, 2024). Chisinau : CEP USM, 2024. P. 591–593. DOI: 10.53040/gppb8.2024.106.

16. Kovalenko N., Hloba O. The model of regional development of agrarian science in Ukraine: the relationship between a centenary past and today. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2021. Vol. 11, Iss. 4. P. 845–856. DOI: 10.31407/ijees11.423.

17. Lachutta K., Jankowski K. J. The quality of winter wheat grain by different sowing strategies and nitrogen fertilizer rates: a case study in northeastern Poland. *Agriculture*. 2024. Vol. 14, Iss. 4. Article: 552. DOI: 10.3390/agriculture14040552.

18. Long-term addition of compost and NP fertilizer increases crop yield and improves soil quality in experiments on smallholder farms / W. Bedada et al. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2014. Vol. 195. P. 193–201. DOI: 10.1016/j.agee.2014.06.017.

19. Modeling the effects of extreme high-temperature stress at anthesis and grain filling on grain protein in winter wheat / R. Osman et al. *The Crop Journal*. 2021. Vol. 9, Iss. 4. P. 889–900. DOI: 10.1016/j.cj.2020.10.001.

20. Nadew B. B. Effects of climatic and agronomic factors on yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). seed: A review on selected factors. *Advances in Crop Science and Technology*. 2018. Vol. 6, Iss. 2. Article: 356. DOI: 10.4172/2329-8863.1000356.

21. Optimizing top dressing nitrogen fertilization using VEN μ S and Sentinel-2 L1 data / D. J. Bonfil et al. *Remote Sensing*. 2021. Vol. 13, Iss. 19. Article: 3934. DOI: 10.3390/rs13193934.

22. Performance of wheat-based cropping systems and economic risk of low relative productivity assessment in a sub-dry Mediterranean environment / A. Nasrallah et al. *European Journal of Agronomy*. 2020. Vol. 113. Article: 125968. DOI: 10.1016/j.eja.2019.125968.

23. Plant nitrogen metabolism: balancing resilience to nutritional stress and abiotic challenges / M. Farhan et al. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*. 2024. Vol. 93, Iss. 3. P. 581–609. DOI: 10.32604/phyton.2024.046857.

24. Productivity of winter wheat (*T. aestivum*, *T. durum*, *T. spelta*) depending on varietal characteristics in the context of climate change / M. Korkhova et al. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2023. Vol. 24, Iss. 4. P. 236–244. DOI: 10.12912/27197050/163124.

Oklahoma, 2021. 438 p. URL: <https://dlib.hust.edu.vn/bitstream/HUST/22911/1/OER00002117-1.pdf>.

14. Influence of nitrogen application rate on wheat grain protein content and composition in China : a meta-analysis / H.-Y. An et al. *Agronomy*. 2024. Vol. 14, Iss. 6. Article: 1164. DOI: 10.3390/agronomy14061164.

15. Kalitsinska O., Zaima O. Grain yield and quality of winter bread wheat depending on crop processing. *Genetics, Physiology and Plant Breeding* : 8-th International Scientific Conference (Chisinau, October 7–8, 2024). Chisinau : CEP USM, 2024. P. 591–593. DOI: 10.53040/gppb8.2024.106.

16. Kovalenko N., Hloba O. The model of regional development of agrarian science in Ukraine: the relationship between a centenary past and today. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2021. Vol. 11, Iss. 4. P. 845–856. DOI: 10.31407/ijees11.423.

17. Lachutta K., Jankowski K. J. The quality of winter wheat grain by different sowing strategies and nitrogen fertilizer rates: a case study in northeastern Poland. *Agriculture*. 2024. Vol. 14, Iss. 4. Article: 552. DOI: 10.3390/agriculture14040552.

18. Long-term addition of compost and NP fertilizer increases crop yield and improves soil quality in experiments on smallholder farms / W. Bedada et al. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2014. Vol. 195. P. 193–201. DOI: 10.1016/j.agee.2014.06.017.

19. Modeling the effects of extreme high-temperature stress at anthesis and grain filling on grain protein in winter wheat / R. Osman et al. *The Crop Journal*. 2021. Vol. 9, Iss. 4. P. 889–900. DOI: 10.1016/j.cj.2020.10.001.

20. Nadew B. B. Effects of climatic and agronomic factors on yield and quality of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). seed: A review on selected factors. *Advances in Crop Science and Technology*. 2018. Vol. 6, Iss. 2. Article: 356. DOI: 10.4172/2329-8863.1000356.

21. Optimizing top dressing nitrogen fertilization using VEN μ S and Sentinel-2 L1 data / D. J. Bonfil et al. *Remote Sensing*. 2021. Vol. 13, Iss. 19. Article: 3934. DOI: 10.3390/rs13193934.

22. Performance of wheat-based cropping systems and economic risk of low relative productivity assessment in a sub-dry Mediterranean environment / A. Nasrallah et al. *European Journal of Agronomy*. 2020. Vol. 113. Article: 125968. DOI: 10.1016/j.eja.2019.125968.

23. Plant nitrogen metabolism: balancing resilience to nutritional stress and abiotic challenges / M. Farhan et al. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*. 2024. Vol. 93, Iss. 3. P. 581–609. DOI: 10.32604/phyton.2024.046857.

24. Productivity of winter wheat (*T. aestivum*, *T. durum*, *T. spelta*) depending on varietal characteristics in the context of climate change / M. Korkhova et al. *Ecological Engineering & Environmental Technology*.

25. Silifonov T. V. Grain yield and protein content in different ripening varieties of soft winter wheat using various types and doses of fertilizers. *Plant varieties studying and protection*. 2023. Vol. 19, No. 1. P. 44–51. DOI: 10.21498/2518-1017.19.1.2023.277770.

26. The formation of the productivity of winter wheat depends on the predecessor, doses of mineral fertilizers and bio preparations / V. Gamayunova et al. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, No. 6. P. 65–74. DOI: 10.48077/scihor.25(6).2022.65-74.

2023. Vol. 24, Iss. 4. P. 236–244. DOI: 10.12912/27197050/163124.

25. Silifonov T. V. Grain yield and protein content in different ripening varieties of soft winter wheat using various types and doses of fertilizers. *Plant varieties studying and protection*. 2023. Vol. 19, No. 1. P. 44–51. DOI: 10.21498/2518-1017.19.1.2023.277770.

26. The formation of the productivity of winter wheat depends on the predecessor, doses of mineral fertilizers and bio preparations / V. Gamayunova et al. *Scientific Horizons*. 2022. Vol. 25, No. 6. P. 65–74. DOI: 10.48077/scihor.25(6).2022.65-74.