



УДК 633.111.1«324»:631.527:(631.559+004.12)  
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.16.2026.17>

## СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ ЛІНІЙ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ПРОДУКТИВНІСТЮ ТА ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ ЗЕРНА

Г. Б. Вологдіна<sup>1</sup>, О. В. Гуменюк<sup>2</sup>, І. В. Правдзіва<sup>3</sup>, С. В. Пикало<sup>4</sup>, Н. П. Замліла<sup>5</sup>

*Вкрай актуальною для селекціонерів є задача пошуку вихідного матеріалу з високою селекційною цінністю щодо врожайності та її якості. У статті наведено результати з визначення селекційної цінності ліній пшениці озимої за врожайністю, крупністю та біохімічними показниками якості зерна. Дослідження були проведені впродовж 2021–2025 рр. в Миронівському інституті пшениці імені В. М. Ремесла НААН України. Використали польовий, лабораторний і статистичний методи. Установлено, що максимальна середня врожайність була в умовах 2025 р. – 8,46 т/га, а мінімальна (6,30 т/га) – в 2022 р. До стабільних віднесли лінії ЛЮТ 60763 і ЛЮТ 61081. Визначено, що найбільші відмінності між генотипами за показниками якості зерна були в 2022 р., а найменші – в 2021 р. (вміст клейковини) та 2025 р. (крупність зерна й вміст*

<sup>1</sup> кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник,  
провідний науковий співробітник лабораторії селекції озимої пшениці  
(Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН, село Центральне)  
e-mail: galinavologdina27@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-4643-1784

<sup>2</sup> кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник,  
завідувач лабораторії селекції озимої пшениці  
(Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН, село Центральне)  
e-mail: alexgumenyuk@ukr.net  
ORCID: 0000-0002-1147-088X

<sup>3</sup> доктор філософії,  
завідувачка лабораторії якості зерна  
(Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН, село Центральне)  
e-mail: irinapravdziva@gmail.com  
ORCID: 0000-0002-0808-1584

<sup>4</sup> кандидат біологічних наук, старший дослідник,  
провідний науковий співробітник відділу біотехнології, генетики і фізіології  
(Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН, село Центральне)  
e-mail: pykserg@ukr.net  
ORCID: 0000-0002-3158-3830

<sup>5</sup> кандидат сільськогосподарських наук,  
старший науковий співробітник лабораторії селекції озимої пшениці  
(Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла НААН, село Центральне)  
e-mail: ninazamlila@ukr.net  
ORCID: 0009-0003-8660-9115

білка в ньому). Найбільш крупне зерно було сформоване в умовах 2025 р. і 2023 р., максимальний рівень відмітили в лінії ЛЮТ 60963 (50,4 г) і ЛЮТ 60734 (49,5 г). Найбільш стабільними були ЛЮТ 60181 і ЛЮТ 61081. Визначено прямиий різної сили зв'язок між урожайністю та крупністю зерна. Більш високий (12,7%) уміст білка в зерні лінії пшениці озимої відмітили в умовах 2021 р., найменший (12,3%) – у 2025 р. Найвищий (12,9%) рівень середнього значення був у лінії ЛЮТ 60963 і ЛЮТ 60763. Установлено негативні кореляції між умістом білка в зерні та врожайністю й компонентом її структури масою 1000 зерен – від -0,13 до -0,65 і від -0,25 до -0,82 відповідно. Підтверджено селекційну цінність ліній ЛЮТ 60763 і ЛЮТ 60963, що не займали перші місця за рівнем урожайності та маси 1000 зерен, але здатні формувати максимальні показники збору білка з одиниці площі та абсолютного вмісту білка. Установлено, що вміст клейковини коливався в межах 20,4% (2022 р.) до 31,8% (2021 р.). Лінія ЛЮТ 60763 мала максимальний показник в середньому по досліді (27,2%). Визначено, що рівень варіювання вмісту клейковини був найвищим за порівняння з крупністю та білковістю зерна. До найбільш стабільних віднесли лінії ЛЮТ 60739 і ЛЮТ 61081. Установлена сильна позитивна кореляція з умістом білка – від 0,67% до 0,98% і негативна – з урожайністю: від -0,19 до -0,80. Отже, за результатами досліджень виділено лінії пшениці озимої з високою селекційною цінністю за продуктивністю та якістю зерна. У 2025 р. лінія ЛЮТ 60963 передана як новий сорт під назвою МІП Єдність на Державну кваліфікаційну експертизу в Український інститут експертизи сортів рослин, лінію ЛЮТ 60763 – планується передати в 2026 р. ЛЮТ 61081 є перспективною лінією за потенціалом урожайності, зі здатністю стабільно формувати підвищений уміст білка.

**Ключові слова:** *Triticum aestivum* L., лінія, врожайність, маса 1000 зерен, уміст білка та клейковини, варіювання, стабільність.

## BREEDING VALUE OF WINTER WHEAT LINES IN TERMS OF PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY INDICATORS

**H. B. Volohdina, O. V. Humeniuk, I. V. Pravdziva, S. V. Pykalo, N. P. Zamlila**

The search for source material with high breeding value in terms of yield and grain quality is an extremely important task for plant breeders. The article presents the results of determining the breeding value of winter wheat lines by yielding capacity, grain size, and biochemical indicators of grain quality. The studies were carried out in 2021–2025 at the V. M. Remeslo Myronivka Institute of Wheat NAAS of Ukraine. Field, laboratory, and statistical methods were used. It was established that the highest average yield was obtained under the conditions of 2025 (8.46 t/ha), while the lowest yield (6.30 t/ha) was recorded in 2022. Lines LUT 60763 and LUT 61081 were classified as stable. The greatest differences among genotypes in grain quality traits were observed in 2022, whereas the smallest differences were recorded in 2021 (gluten content) and in 2025 (grain size and protein content). The largest grain size was formed under the conditions of 2025 and 2023; the highest values were recorded for lines LUT 60963 (50.4 g) and LUT 60734 (49.5 g). Lines LUT 60181 and LUT 61081 were the most stable for grain size. A direct correlation of varying strength between yield and grain size was determined. A higher protein content in grain of winter wheat lines was observed in 2021 (12.7%), whereas the lowest protein content was recorded in 2025 (12.3%). The highest mean protein content (12.9%) was noted in lines LUT 60963 and LUT 60763. Negative correlations were established between grain protein content and yield, as well as with a yield component – grain size – ranging from -0.13 to -0.65 and from -0.25 to -0.82, respectively. The breeding value of lines LUT 60763 and LUT 60963 was confirmed; although these lines did not rank first in terms of yield and 1,000-kernel weight, they were able to form the highest protein yield per unit area and the highest absolute protein content. Gluten content ranged from 20.4% in 2022 to 31.8% in 2021. Line LUT 60763 had the highest gluten content on average in the experiment (27.2%). The level of variation in gluten content was higher compared with grain size and protein content. Lines LUT 60739 and LUT 61081 were classified as the most stable for this trait. A strong positive correlation with protein content (0.67–0.98) and a negative correlation with yield (-0.19 to -0.80) were established. Thus, the study identified winter wheat lines with high breeding value in terms of productivity and grain quality. In 2025, line LUT 60963 was submitted as a new variety called MIP Yednist for State Qualification Testing to the Ukrainian Institute for Plant Variety Examination; line LUT 60763 is planned to be submitted in 2026. Line LUT 61081 is a promising line with high yield potential and the ability to stably form an increased protein content.

**Key words:** *Triticum aestivum* L., line, yield, 1,000-kernel weight, protein content, gluten content, variation, stability.

## Вступ

Важливою складовою агропромислового комплексу України є зернова галузь, що визначає основу економічної безпеки країни. Зернове виробництво займає провідне місце в структурі аграрного сектору економіки. Від рівня ефективності його розвитку залежить добробут населення, гарантування національної продовольчої безпеки та експортні можливості країни (Глушак, 2019). У світовому виробництві зерна частка України становить біля 4 % (Тоцький та ін., 2024).

Відомо, що завдяки своїй високій адаптивності до різних кліматичних умов, пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) є однією з основних культур, що забезпечують стабільність продовольчих запасів у багатьох країнах (Jaradat, 2018; Cann et al., 2022; Хорошун і Назаренко, 2024). В Україні її посівні площі щороку сягають 6–7 млн га, що становить близько 38 % від площі всіх зернових (Уліч та ін., 2022). Поліпшення якості українського зерна, яке часто не відповідає світовим стандартам, залишається актуальною проблемою, оскільки майже половина валового збору пшениці в Україні належить до групи Б (Звонар, 2020; Imra et al., 2020).

Удосконалення сортів пшениці стало вагомим чинником зростання врожайності в світовому масштабі (Abdelmageed et al., 2019; Tadesse et al., 2019). У підвищенні продуктивності та економічної ефективності вирощування пшениці озимої в Україні провідна роль належить створенню сучасних адаптованих до кожного регіону сортів інтенсивного типу з високим генетичним потенціалом продуктивності (Корхова та ін., 2021; Тоцький та ін., 2024). Дослідженнями вчених підтверджено, що сорт, як біологічний фактор, відіграє важливе значення в підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур без додаткових витрат матеріально-технічних ресурсів (Kalenska, 2012; Назаренко, 2020; Thakur & Rane, 2020; Тищенко та ін., 2021).

Показники якості зерна пшениці поділяються на борошномельні (натура зерна, маса 1000 зерен, склоподібність, пружність та ін.) і хлібопекарські, що визначають якість борошна: вміст білка та клейковини, її якість, показник седиментації, реологічні властивості тіста, об'ємний вихід хліба із 100 г борошна та інші (Мазур та ін., 2020). Технологічна, борошномельна та товарна цінність зерна пшениці озимої визначається головним чином такими показниками якості зерна, як вміст у ньому білка та клейко-

вини (Божко і Бурдейна, 2010). Як кількість, так і якість зерна пшениці озимої залежить від генотипу сорту та умов середовища. Найбільш впливовими чинниками на рівень прояву цих показників є агрометеорологічні умови вегетаційного періоду та генетичні особливості сорту (Божко і Бурдейна, 2010).

За оцінки технологічних властивостей зерна важливе значення має вміст білка – чим більше його вміст, тим вище харчова цінність борошна (Починок і Радченко, 2011; Правдзіва, 2021). Уміст білків у зерні є важливим фактором, що визначає кінцеву вартість як м'яких, так і твердих сортів пшениці (Yu et al., 2018). Збільшення показника є основною метою численних селекційних програм пшениці в напрямку покращення харчової цінності (Kumar et al., 2018; Yu et al., 2018). У світі давно відомі зразки пшениці м'якої озимої з високим умістом білка, однак за вирощування в інших умовах вони часто формують дрібне й щупле зерно (Моцний та ін., 2021), а рівень прояву ознаки нижчий (Mikulikova et al., 2009). До головних характеристик пшеничного зерна відносять також клейковину, її вміст та якість поліпшують не лише харчову цінність хліба, але й є головною вимогою до хлібопекарських якостей борошна (Demudov et al., 2022). Доведено, що на якісні показники зерна суттєво впливають такі чинники: погодні умови, які склались під час вегетаційного періоду (Гирка та ін., 2010); елементи агротехнологій (попередники, азотні добрива) та генотип (Кудря і Кудря, 2009; Demudov et al., 2021).

Якість зерна є однією з найскладніших селекційних ознак, що обумовлено сукупністю різних її складових, залежно від напрямку використання (Li et al., 2021). Для успішного вирішення проблеми якості зерна пшениці селекційними методами необхідно використовувати в гібридизації батьківські форми з генетично детермінованою високою якістю зерна. В. Г. Крижанівський установив, що практичний інтерес для селекції мають генотипи з максимальним рівнем середнього показника вмісту білка та з мінімальним коефіцієнтом варіації (Крижанівський, 2022).

Отже, селекція пшениці озимої на продуктивність, якість і стійкість до абіотичних й біотичних чинників середовища є складним завданням через наявні між ними зворотні кореляційні залежності. На разі актуальним є пошук вихідного матеріалу з високою селекційною цінністю щодо ство-

рення сортів пшениці озимої, які дозволять вирішити проблему сумісності умов формування врожайності та її якості на фоні трансформації клімату.

Мета – встановити селекційну цінність ліній пшениці озимої за врожайністю, крупністю та біохімічними показниками якості зерна.

### Матеріал і методи

Дослідження були проведені впродовж 2021–2025 рр. на полях селекційної сівозміни в лабораторії селекції озимої пшениці Миронівського інституту пшениці імені В.М.Ремесла НААН України (МІП). Агротехніка вирощування – загальноприйнята для зони Лісостепу. Попередник – соя. Стандарт – сорт пшениці озимої Подолянка, створений спільно з Інститутом фізіології рослин і генетики НАНУ. Сівбу проводили сівалкою СН-16-10Ц з нормою висіву 5,0 млн схожих зернин на 1 га, з міжряддями 15 см, ширина ділянки – 1,05 м, облікова площа – 10 м<sup>2</sup>. Розміщення послідовне, повторність – чотирикратна. Строки сівби 25 вересня – 5 жовтня в залежності від погодних умов передпосівного та посівного періоду.

Увесь експериментальний матеріал (сім ліній пшениці озимої) був створений методом внутрішньовидової гібридизації з подальшим інтенсивним добором по колосу в гібридних популяціях, починаючи з F<sub>2</sub>. Здійснювали постійний скринінг за показниками якості зерна на етапах підбору батьківських компонентів для схрещування, в гібридів першого покоління, селекційному та контрольному розсадниках, попередньому й конкурсному випробуванні. Під час ідентифікації кращих ліній особлива увага приділялася стабільності прояву як окремих ознак, так і їх комплексу.

Оскільки підвищення врожайності та показників якості зерна більшою мірою залежить від погодних умов під час різних етапів розвитку пшениці озимої (Johansson, 2002; Egekul & Kohn, 2006), важливе значення мав гідротермічний режим у роки досліджень. Для аналізу погодних умов були використані дані агрометеорологічної станції Миронівка. У 2020/21–2024/25 рр. середньомісячна температура повітря за вегетаційний період пшениці озимої перевищувала середній багаторічний показник на 0,4–2,6 °С У 2020/2021 р рівень зволоження був достатнім (ГТК = 1,03), але з повітряно-грунтовою посухою під час сівби, коливанням термічного режиму впродовж

добы навесні, перезволоженням і виляганням посівів під час дозрівання зерна, що призвело до зниження продуктивності пшениці озимої. Погодні умови в 2021/2022 рр. (ГТК = 0,80) були не дуже сприятливими для формування врожайності пшениці озимої: повітряно-грунтова посуха восени, прохолодна весна та значні коливання добової температури повітря. У весняно-літній період 2022/23 р. відмічали дефіцит вологи в травні – червні, але дуже важливими були квітневі опади (197,9 % від норми) на фоні температури повітря, близької до середньої багаторічної, з рівномірним розподілом впродовж перших двох декад, що мало позитивний вплив на рівень урожайності зерна. Спрацював екологічний ефект раннього ЧВВВ – коротка зима та тривала весна, коли температури повітря є винятково сприятливими для нарощування біомаси рослинами пшениці озимої, що позитивно вплинуло на рівень урожайності зерна. Упродовж 2023/2024 р. спостерігали дефіцит вологи в осінній період, теплу зиму, яка згідно температурних показників продовжувалась не більше місяця, тривалий бездощовий період, який супроводжувався не тільки підвищеною температурою повітря, але й значним її зниженням у фазах колосіння, цвітіння. Усе це мало негативний вплив на формування врожайності зерна. Погодні умови впродовж вегетації пшениці озимої в 2024/2025 р. зі сприятливим гідротермічним режимом і раннім відновленням вегетації суттєво вплинули на формування високого потенціалу продуктивності.

У процесі виконання експериментальної частини досліджень використали польовий, лабораторний, порівняльно-розрахунковий і статистичний методи. Закладання дослідів, фенологічні спостереження за фазами росту й розвитку рослин пшениці озимої та обліки проводили згідно з методикою проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні (Методика ..., 2016а). Відповідно до методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні (Методика ..., 2016б) та ДСТУ 3768:2019 (2019) визначали масу 1000 зерен, вміст білка (методом інфрачервоної спектроскопії на приладі СПЕКТРАН 119М) і клейковини (відмивання ручним методом). Для аналізу одержаних результатів дослідження обчислили статистичні показники за загальноприйнятими методами з вико-

ристанням комп'ютерної програми MS Excel і STATISTICA 8.0 (Опрят та ін., 2014).

Для оцінки ліній за вмістом білка розраховували показники білковості за I. I. Motsny et al. (2019):

– збір білка з одиниці площі (урожайність зерна за стандартної вологості, т/га \* вміст білка в зерні, % / 100 %);

– абсолютний вміст білка на 1000 зернин (маса 1000 зерен, г \* вміст білка в зерні, % / 100 %).

### Результати та їх обговорення

За результатами досліджень лінії пшениці озимої сформувавали максимальну середню врожайність в умовах 2025 р. – 8,46 т/га, всі вони перевищили стандарт – розмах варіювання становив 8,14–8,83 т/га. Лінія ЛЮТ 60963 мала найвищий рівень показника в 2024, 2025 рр. – 7,98 і 8,83 т/га відповідно. Мінімальний (6,30 т/га) середній рівень ознаки був у 2022 р і 2021 р. – 6,30 т/га і 6,35 т/га відповідно, понад половину (57,1 %) генотипів сформувавали найменшу врожайність впродовж періоду досліджень в умовах 2021 р. Лінія ЛЮТ 60763 зайняла друге місце за врожайністю в несприятливих для формування високої продуктивності умовах – 7,01 (2021 р.) і 6,45 т/га (2022 р.). У середньому по досліді всі лінії перевищили стандарт Подолянку, за виключенням ЛЮТ 60739 (табл. 1).

Рівень урожайності досліджуваних генотипів коливався від 5,39 т/га (стандарт; 2023 р.) до 8,95 т/га (ЛЮТ 60181; 2023 р.). Аналіз коефіцієнтів варіації та рівня фактичних меж мінливості (R) показав низький ступінь варіювання врожайності за період досліджень – від 2,9 % і 0,58 т/га відповідно (2022 р.) до 10,4 % і 1,89 т/га (2021 р.). За мінімальними статистичними показниками ( $\sigma$ ,  $C_v$ , R) до найбільш стабільних віднесли лінії пшениці озимої з найменшими коливаннями врожайності незалежно від умов року: ЛЮТ 60763 (0,90 т/га; 11,9 %; 2,22 т/га) і ЛЮТ 61081 (1,01 т/га; 13,2 %; 2,28 т/га).

Для оцінки ліній пшениці озимої на якість визначали масу 1000 зерен, як індикатор технологічних і борошномельних властивостей, та біохімічні показники, що істотно впливають на хлібопекарські якості: вміст білка та клейковини. За коефіцієнтом варіації та фактичними межами мінливості (R) ці показники також мали низький рівень варіювання: маса 1000 зерен – від 2,4 % і 2,7 г (2025 р.) до 9,6 % і 12,7 г (2022 р.); вміст білка та клейковини – від 2,5 % і 0,8 % (2025 р.) до 7,4 % і 2,7 % (2022 р.) та від 3,7 % і 3,1 % (2021 р.) до 17,5 % і 10,5 % (2022 р.) відповідно.

Маса 1000 зерен – комплексна ознака, важливий показник якості та невід'ємна складова врожайності (Сандецька

Таблиця 1

Рівень прояву врожайності та показників якості зерна ліній пшениці озимої, середнє за 2020/2021–2024/2025 рр.

Назва лінії	Урожайність, т/га	Маса 1000 зерен, г	Вміст, %	
			білка	клейковини
Подолянка, стандарт	6,54	47,5	12,6	25,7
ЛЮТ 60963	7,44	45,2	12,9	22,9
ЛЮТ 60734	7,32	47,3	12,3	24,7
ЛЮТ 60181	7,31	42,3	12,4	24,7
ЛЮТ 60763	7,55	45,4	12,7	25,2
ЛЮТ 60766	7,24	45,5	12,4	26,1
ЛЮТ 60739	6,68	49,5	11,9	25,5
ЛЮТ 61081	7,64	43,1	12,3	24,3
$\bar{x}$	7,22	45,7	12,4	24,9
max	7,64	49,5	12,9	26,1
min	6,54	42,3	11,9	22,9
R	1,0	7,2	1,0	3,2
$\sigma$	0,4	2,4	0,3	1,0
$\bar{x}-\sigma$	6,8	43,4	12,1	23,9
$\bar{x}+\sigma$	7,6	48,1	12,7	25,9
$C_v$ , %	5,5	5,2	2,4	4,0
$NIIP_{05}$	<b>1,66</b>	<b>5,08</b>	<b>0,92</b>	<b>5,63</b>

Примітки: ЛЮТ – лютеценс; статистичні параметри:  $\bar{x}$ , max, min – середнє, максимальнє та мінімальнє значення ознаки; R – розмах варіювання;  $\sigma$  – стандартнє відхилення;  $C_v$  – коефіцієнт варіації;  $\bar{x}\pm\sigma$  – адаптивна норма;  $NIIP_{05}$  – найменша істотна різниця на 95 % рівні вірогідності.

і Дубровна, 2025). Найбільш крупне зерно було сформоване в умовах 2025 р. і 2023 р. – середнє значення становило 48,0 г і 47,5 г відповідно, максимальний рівень відмітили в стандарту (50,6 г і 49,9 г) і лінії ЛЮТ 60963 (50,4 г; 2025 р.) і ЛЮТ 60734 (49,5 г; 2023 р.). У 2021 р. показник був мінімальним – 42,2 г у середньому. Лінія ЛЮТ 60739 сформувала найвищу масу 1000 зерен у 2021 р. (47,2 г), 2022 р. (53,4 г), а в наступні три роки займала третє місце. За період досліджень амплітуда мінливості показника була на рівні від 40,1 г (ЛЮТ 60181; 2021 р.) до 53,4 г. Найбільш стабільними були лінії ЛЮТ 60181 ( $R=4,2$  г;  $\sigma=2,1$ ;  $Cv=5,0$  %) і ЛЮТ 61081 (5,5 г; 2,6 г; 6,1 % відповідно), але середній показник по досліді вищевказаних ліній був найнижчим – 42,5 г і 43,1 г відповідно.

Результати досліджень вчених вказують на те, що в більшості випадків існує пряма кореляція між крупністю зерна та продуктивністю рослини (Любич, 2013; Господаренко та ін., 2022; Желдубовський; 2024). А.М. Присяжнюк та ін. встановлена пряма залежність маси 1000 насінин від сорту ( $HR_{05}=0,77$ ) (Присяжнюк та ін., 2022). Г. М. Господаренко та ін. визначили, що тіснота зв'язку за коефіцієнтом кореляції між масою 1000 зерен і врожайністю була дуже сильною ( $r=0,98$ ) (Господаренко та ін., 2020). За результатами наших досліджень визначено прямий різної сили зв'язок між ознаками – від слабкого (0,27; Подолянка) до сильного (0,82; ЛЮТ 61081). Отже, результати наших досліджень підтвердили, що на вміст білка великий вплив мають як умови вирощування, так і генотип.

У останні десятиліття попри значне підвищення врожайності зерна пшениці його якість знизилася (Рябовол і Рябовол, 2018; Литвиненко та ін., 2020). Особливо тривожним є відставання вітчизняної селекції щодо якості зерна від провідних світових виробників (Johansson, 2002; Литвиненко та ін., 2020). Надважливим завданням селекціонера є підвищення в зерні пшениці озимої кількості протеїну як головного чинника якості хліба, що обумовлює важливість показника. Більш високий (12,7 %) вміст білка в зерні ліній пшениці озимої відмітили в умовах 2021 р., а найменший (12,3 %) – у 2025 р. Тобто, в роки з несприятливими умовами для одержання високої врожайності білковість зерна збільшувалася. Показник коливався від 11,3 % (ЛЮТ 60739, 2022 р.) до 14,0 % (ЛЮТ 60763, 2022 р.). Найвищий

(12,9 %) рівень середнього значення був у лінії ЛЮТ 60963 і ЛЮТ 60763. За вмістом білка в 2025 р. ЛЮТ 60963 зайняла перше місце (12,8 %), у 2021 р. і 2023 р. – друге (13,7 % і 12,8 % відповідно). Впродовж трьох років (2023–2025) лінія стабільно формувала білковість практично на одному рівні: за виключенням ЛЮТ 60739 (11,9 %), інші лінії мали вміст білка на рівні стандарту або незначно відрізнялися від нього.

У літературі часто зустрічається твердження, що вміст білка знаходиться в зворотній залежності від величини врожайності: чим вищий рівень останнього, тим менша білковість зерна. У наших дослідженнях також виявили цей взаємозв'язок. Установлено негативні кореляції між вмістом білка в зерні та врожайністю й компонентом її структури масою 1000 зерен – від -0,13 (ЛЮТ 61081) до -0,65 (ЛЮТ 60739) і від -0,25 (ЛЮТ 61081) до -0,82 (ЛЮТ 60739) відповідно. Слід зазначити, що такий взаємозв'язок між урожаєм і білком не є обов'язковим (Радченко та ін., 2024). У стандарту Подолянка практично не виявили зв'язку між цими ознаками ( $r=0,02$ ), а в лінії ЛЮТ 60963 установили позитивну кореляцію середньої сили – 0,38. Вірогідно, така тенденція пов'язана з впливом генотипу, який був вирішальним. Визначено за п'ять років досліджень для обох генотипів однакову за силою та спрямуванням залежність між врожайністю та низкою інших ознак якості зерна (маса 1000 зерен, натура зерна, склоподібність, вміст клейковини, загальна оцінка хліба). Також, ЛЮТ 60963, на відміну від стандарту, мала позитивний зв'язок середньої сили між врожайністю та показником седиментації й силою борошна.

Аналіз статистичних показників ( $R$ ;  $\sigma$ ;  $Cv$ ) за ознакою дозволив зробити висновок про їх мінімальний рівень по досліді, що стало результатом селекції не тільки на високу врожайність, як основної мети селекціонера, але й на підвищення вмісту білка. Успіх у селекції на підвищення продуктивності та якості тісно пов'язаний із ретельним підбором батьківських компонентів для схрещувань з якістю сильною та надсильною пшениці, жорстким цілеспрямованим добром у поєднанні з постійним контролем за ознаками. Важливим є проведення візуальної оцінки зерна на всіх етапах процесу з паралельним урахуванням комплексу ознак, що підвищує адаптивний потенціал генотипу.

І. І. Motsnyi et al. дійшли висновку, що визначення загального збору білка з оди-

ниці площі та його абсолютного вмісту на 1000 зернин для порівняння генотипів дає змогу усунути дисперсію за ознакою внаслідок коливань в анатомічній структурі зернівки або продуктивності рослин під впливом чинників зовнішнього середовища (Motsnyi et al., 2019). За результатами наших досліджень лінія ЛЮТ 60763 зайняла перше місце по досліді за середнім значенням (0,9707 т/га) збору білка з одиниці площі, хоча за середньою врожайністю (7,55 т/га) була на другому (табл. 2).

Останній показник, як і середній вміст білка даної лінії знаходились в верхніх межах адаптивної норми  $\bar{x} + \sigma$  – 7,6 т/га і 12,7 % відповідно, що вплинуло на місце ЛЮТ 60763 у рейтингу за збором білка. Лінія ЛЮТ 61081 з максимальною (7,64 т/га) по досліді врожайністю і вмістом білка (12,3 %), менше середнього по досліді, була на третьому місці та віднесена до найбільш стабільних за показником ( $R=0,1728$  т/га;  $\sigma=0,0763$  т/га;  $Cv=8,2$  %). Іншу тенденцію спостерігали щодо абсолютного вмісту білка на 1000 зернин: лінія ЛЮТ 60963 була лідером по досліді за білковістю, а за крупністю зерна (45,2 г) наближалась до середнього впродовж досліджень значення – 45,7 г. Лінія ЛЮТ 60739, що сформувала найбільш крупне (49,5 г) зерно в середньому за п'ять років досліджень з мінімальним (11,9 %) вмістом білка в ньому, була на другому місці по досліді за абсолютним вмістом білка на

1000 зернин. Лінія ЛЮТ 60181 з мінімальним рівнем показника по досліді (5,26 г) була віднесена до найбільш стабільних ( $R=0,52$  г;  $\sigma=0,26$  г;  $Cv=5,0$  %). Отже, вдалося підтвердити селекційну цінність ліній ЛЮТ 60763 і ЛЮТ 60963, що не займали перші місця за рівнем урожайності та маси 1000 зерен, але здатні формувати максимальні показники збору білка з одиниці площі та абсолютного вмісту білка.

До важливих показників якості зерна належить уміст клейковини, рівень якого в досліджуваних ліній пшениці озимої був різним, що обумовлювалось генотипом і погодними умовами. За роки досліджень показник коливався в межах 20,4 % (2022 р.) до 31,8 % (2021 р.), у обох випадках був сорт-стандарт Подолянка. У 2021 р. з низьким рівнем середньої врожайності відмітили найбільший уміст клейковини – в середньому 30,2 % з розмахом варіювання 3,1 %, мінімальним за п'ять років. Слід зауважити, що під час формування й наливу зерна кількість опадів у квітні-червні 2021 р. перевищила середнє багаторічне значення на 56,7 мм, що становило 31,9 %. Вірогідно, це був один із чинників, який вплинув на рівень умісту клейковини: у всіх ліній пшениці озимої та стандарту показник відповідав вимогам першого класу й становив 28,7 % і більше. Тобто, несприятливі для формування високої врожайності умови сприяли накопиченню великої кількості клейковини. Лінія ЛЮТ 60763 мала

Таблиця 2

Збір білка з одиниці площі та його вміст на 1000 зернин у ліній пшениці озимої, середнє за 2020/2021–2024/2025 рр.

Назва лінії	Збір білка з одиниці площі, т/га	Абсолютний вміст білка на 1000 зернин, г
Подолянка, стандарт	0,8255	5,99
ЛЮТ 60963	0,9550	5,80
ЛЮТ 60734	0,9036	5,80
ЛЮТ 60181	0,9094	5,26
ЛЮТ 60763	0,9707	5,84
ЛЮТ 60766	0,8947	5,62
ЛЮТ 60739	0,8006	5,88
ЛЮТ 61081	0,9319	5,28
$\bar{x}$	0,8989	5,69
max	0,9707	5,99
min	0,8006	5,26
R	0,1700	0,73
$\sigma$	0,0593	0,28
$\bar{x} - \sigma$	0,8397	5,41
$\bar{x} + \sigma$	0,9582	5,96
Cv, %	6,6	4,8

Примітки: ЛЮТ – лютесценс; статистичні параметри:  $\bar{x}$ , max, min – середнє, максимальнє та мінімальнє значення ознаки; R – розмах варіювання;  $\sigma$  – стандартнє відхилення;  $\bar{x} \pm \sigma$  – адаптивна норма; Cv – коефіцієнт варіації.

максимальний показник в середньому по досліді (27,2 %) та в 2022 р. (31,0 %) і 2025 р. (27,6 %), а мінімальний – зайняв друге місце (21,8 %) після лінії ЛЮТ 60739 (23,8 %). Крім того, в 2021 р. ЛЮТ 60763 зайняла третє місце (31,0 %) за вмістом клейковини після стандарту (31,8 %) і ЛЮТ 60766 (31,1 %). Визначення середніх значень вмісту клейковини показало незначне варіювання, але їх рівень був найвищим за порівняння з такими ж показниками крупності та білковості зерна. До найбільш стабільних віднесли лінії ЛЮТ 60739 ( $R=4,9\%$ ;  $\sigma=2,7$ ;  $Cv=10,8\%$ ) і ЛЮТ 61081 ( $R=6,9\%$ ;  $\sigma=3,0$ ;  $Cv=12,5\%$ ).

І. Г. Протопінш установив пряму кореляційну залежність масової частки клейковини від вмісту білка в зерні пшениці –  $r=0,88$  (Протопінш, 2016). Співвідношення частки білка в зерні та клейковини подібним чином характеризують результати досліджень С. М. Крамарьова та ін. (Крамарьов та ін., 2014). Нами була встановлена сильна позитивна кореляція з вмістом білка – від 0,67 % (ЛЮТ 60766) до 0,98 % (стандарт) і негативна – з урожайністю: від -0,19 (ЛЮТ 60963) до -0,80 (ЛЮТ 60739). Виключенням була лінія ЛЮТ 61081 – залежність між показниками не встановлена.

Отже, за результатами досліджень було визначено селекційну цінність ліній пшениці озимої за врожайністю, крупністю та біохімічними показниками якості зерна.

### Висновки

На основі проведених досліджень і отриманих результатів визначили селекційну цінність ліній пшениці озимої за врожайністю, крупністю та біохімічними показниками якості зерна. Установлено, що максимальна середня врожайність була в умовах 2025 р. – 8,46 т/га з розмахом варіювання 8,14÷8,83 т/га, а мінімальна (6,30 р.) – в 2022 р. Лінія ЛЮТ 60963 мала найвищий рівень показника в 2024, 2025 рр. – 7,98 і 8,83 т/га відповідно. Аналіз коефіцієнтів варіації та рівня фактичних меж мінливості показав низький ступінь варіювання ознаки за період досліджень – від 2,9 % і 0,58 т/га відповідно (2022 р.) до 10,4 % і 1,89 т/га (2021 р.). До найбільш стабільних віднесли лінії пшениці озимої з найменшими коливаннями врожайності незалежно від умов року: ЛЮТ 60763 ( $\sigma=0,90$  т/га;  $Cv=11,9\%$ ;  $R=2,22$  т/га) і ЛЮТ 61081 ( $\sigma=1,01$  т/га;  $Cv=13,2\%$ ;  $R=2,28$  т/га).

Визначено, що найбільші відмінності між лініями пшениці озимої за показниками якості зерна були в несприятливому для

формування високої врожайності 2022 р., а найменші – в 2021 р. (вміст клейковини) та 2025 р. (крупність зерна й вміст білка в ньому). Найбільш крупне зерно було сформоване в умовах 2025 р. і 2023 р. – середнє значення становило 48,0 г і 47,5 г відповідно, максимальний рівень відмітили в лінії ЛЮТ 60963 (50,4 г; 2025 р.) і ЛЮТ 60734 (49,5 г; 2023 р.). У 2021 р. показник був мінімальним – 42,2 г у середньому. Лінія ЛЮТ 60739 сформувала найвищу масу 1000 зерен у 2021 р. (47,2 г), 2022 р. (53,4 г), а в наступні три роки займала третє місце. За період досліджень амплітуда мінливості показника була на рівні від 40,1 г (ЛЮТ 60181; 2021 р.) до 53,4 г. Найбільш стабільними були лінії ЛЮТ 60181 ( $R=4,2\%$ ;  $\sigma=2,1$ ;  $Cv=5,0\%$ ) і ЛЮТ 61081 (5,5 г; 2,6 г; 6,1 % відповідно). Визначено прямий різної сили зв'язок між ознаками – від слабкого (0,27; Подолянка) до сильного (0,82; ЛЮТ 61081).

Більш високий (12,7 %) вміст білка в зерні ліній пшениці озимої відмітили в умовах 2021 р., а найменший (12,3 %) – у 2025 р. Тобто, в роки з несприятливими умовами для одержання високої врожайності білковість зерна збільшувалася. Показник коливався від 11,3 % (ЛЮТ 60739, 2022 р.) до 14,0 % (ЛЮТ 60763, 2022 р.). Найвищий (12,9 %) рівень середнього значення був у лінії ЛЮТ 60963 і ЛЮТ 60763. Установлено негативні кореляції між вмістом білка в зерні та врожайністю й компонентом її структури масою 1000 зерен – від -0,13 (ЛЮТ 61081) до -0,65 (ЛЮТ 60739) і від -0,25 (ЛЮТ 61081) до -0,82 (ЛЮТ 60739) відповідно. Водночас у стандарті Подолянка практично не виявили зв'язку між цими ознаками ( $r=0,02$ ), а в лінії ЛЮТ 60963 установили позитивну кореляцію середньої сили ( $r=0,38$ ).

Підтверджено селекційну цінність ліній ЛЮТ 60763 і ЛЮТ 60963, що не займали перші місця за рівнем урожайності та маси 1000 зерен, але здатні формувати максимальні показники збору білка з одиниці площі та абсолютного вмісту білка. Визначено, що лінія ЛЮТ 60763 зайняла перше місце по досліді за середнім значенням (0,9707 т/га) збору білка з одиниці площі, хоча за середньою врожайністю (7,55 т/га) була на другому. Останній показник, як і середній вміст білка даної лінії знаходились в верхніх межах адаптивної норми  $\bar{x}+\sigma$  – 7,6 т/га і 12,7 % відповідно, що вплинуло на місце ЛЮТ 60763 у рейтингу за збором білка. Лінія ЛЮТ 61081

з максимальною (7,64 т/га) по досліді врожайністю і вмістом білка (12,3 %) була на третьому місці та віднесена до найбільш стабільних за показником ( $R=0,1728$  т/га;  $\sigma=0,0763$  т/га;  $Cv=8,2$  %). Іншу тенденцію спостерігали щодо абсолютного вмісту білка на 1000 зернин: лінія ЛЮТ 60963 була лідером по досліді за білковістю, а за крупністю зерна (45,2 г) наближалась до середнього впродовж досліджень значення – 45,7 г. Лінія ЛЮТ 60739, що сформувала найбільш крупне (49,5 г) зерно в середньому за п'ять років досліджень з мінімальним (11,9 %) вмістом білка в ньому, була на другому місці по досліді за абсолютним вмістом білка на 1000 зернин. Лінія ЛЮТ 60181 з мінімальним рівнем показника по досліді (5,26 г) була віднесена до найбільш стабільних ( $R=0,52$  г;  $\sigma=0,26$  г;  $Cv=5,0$  %).

Установлено, що вміст клейковини коливався в межах 20,4 % (2022 р.) до 31,8 % (2021 р.). У 2021 р. з низьким рівнем середньої врожайності відмітили найбільший вміст клейковини – в середньому 30,2 % з розмахом варіювання 3,1 %, мінімальним за п'ять років. Лінія ЛЮТ 60763 мала максимальний показник в середньому по досліді (27,2 %) та в 2022 р. (31,0 %)

і 2025 р. (27,6 %). Визначено, що рівень варіювання вмісту клейковини був найвищим за порівняння з крупністю та білковістю зерна. До найбільш стабільних віднесли лінії ЛЮТ 60739 ( $R=4,9$  %;  $\sigma=2,7$ ;  $Cv=10,8$  %) і ЛЮТ 61081 ( $R=6,9$  %;  $\sigma=3,0$ ;  $Cv=12,5$  %). Установлена сильна позитивна кореляція з вмістом білка – від 0,67 % (ЛЮТ 60766) до 0,98 % (стандарт) і негативна – з урожайністю: від -0,19 (ЛЮТ 60963) до -0,80 (ЛЮТ 60739).

Отже, за результатами досліджень виділено лінії пшениці озимої з високою селекційною цінністю за продуктивністю та якістю зерна. У 2025 р. лінія ЛЮТ 60963 передана як новий сорт під назвою МПП Єдність на Державну кваліфікаційну експертизу в Український інститут експертизи сортів рослин, лінію ЛЮТ 60763 – планується передати в 2026 р. Обидві лінії мають високі адаптивні властивості, стабільно формують підвищений рівень урожайності та якості зерна. Продовжується комплексне вивчення в конкурсному випробуванні лабораторії селекції озимої пшениці перспективної лінії ЛЮТ 61081, з високим потенціалом урожайності та здатністю стабільно формувати підвищений вміст білка.

### Список використаної літератури

- Божко А.Ю., Бурдейна І.В. Вплив погодних умов на формування якості зерна озимої пшениці в Поліссі. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2010. № 7. С. 109–115.
- Гирка А.Д., Ярошенко С.С., Гасанова І.І., Педаш О.О., Желязков О.І. Особливості формування урожайності і якості зерна озимої пшениці залежно від строків сівби та азотних підживлень. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 38. С. 33–40.
- Глупак З.І. Стандартизація та сертифікація зерна в Україні та країнах Європейського Союзу. *Наукові горизонти*. 2019. Т. 22, № 7. С. 63–69. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-80-7-63-69>.
- Господаренко Г.М., Черно О.Д., Любич В.В., Рябовол Я.С., Крижанівський В.Г. Урожайність та хлібопекарські властивості зерна пшениці озимої при різних дозах і строках застосування азотних добрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 3. С. 21–31. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.02>
- ДСТУ 3768:2019. Пшениця. Технічні умови. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 21 с.
- Желдубовський М.С., Яроцук С.В., Дубовик І.І. Вплив строків сівби на формування показників структури врожаю пшениці озимої. *Аграрні інновації*. 2024. Вип. 24. С. 67–72. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.9>.
- Звонар А.М. Вплив погодних умов року та сортових особливостей на споживання азоту та формування якості зерна пшениці озимої. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 3. С. 87–95. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-3\(107\)-11](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-3(107)-11).
- Корхова М.М., Нікончук Н.В., Панфілова А.В. Адаптивний потенціал нових сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 122. С. 48–55. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.7>.
- Крамарьов С.М., Жемела Г.П., Шакалій С.М. Продуктивність та якість зерна пшениці м'якої озимої залежно від мінерального живлення в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2014. № 6. С. 61–67.

Крижанівський В.Г. Особливості формування якості зерна сортів пшениці озимої в Правобережному Лісостепу. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2022. Т. 18, № 1. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.01.008>.

Кудря С.І., Кудря Н.А. Вплив зернобобових попередників на запаси вологи в ґрунті та урожайність пшениці озимої в умовах лівобережної частини Лісостепу України. *Бюлетень Інституту зернових культур УААН*. 2009. № 36. С. 32–35.

Литвиненко М.А., Голуб Є.А., Литвиненко Р.І., Щербина З.В. Особливості створення екстрасильного сорту пшениці м'якої озимої Мудрість одеська та реалізації його генетичного потенціалу. *Селекція і насінництво*. 2020. Вип. 118. С. 45–57. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2020.222307>

Любич В.В. Фізичні показники якості зерна пшениці озимої залежно від сорту. *Новітні агро-технології*. 2013. № 1(1). С. 62–70 [https://doi.org/10.21498/na.1\(1\).2013.119728](https://doi.org/10.21498/na.1(1).2013.119728).

Мазур О.В., Мазур О.В., Лозінський М.В. Селекція та насінництво польових культур: навчальний посібник. Вінниця: ТВОРИ, 2020. 348 с.

Методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні / за ред. С.О. Ткачик. Вінниця : ФОП Корзун Д.Ю., 2016а. 82 с.

Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва / за ред. С.О. Ткачик, 4-те вид. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016б. С. 6–64.

Моцний І.І., Нарган, Т.П., Наконечний М.Ю., Лифенко С.П., Молодченкова О.О., Міщенко А.Т. Різноманіття похідних віддаленої гібридизації озимої пшениці за стійкістю до хвороб та іншими чужинними ознаками. *Вісник Одеського національного університету. Біологія*. 2021. Т. 26, № 2(49). С. 51–72. [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2021.2\(49\).246884](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2021.2(49).246884).

Назаренко М.М. Продуктивність сучасних сортів пшениці озимої в умовах підзони Півночі Степу України. *Аграрні інновації*. 2020. № 4. С. 120–125. <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2020.4.18>.

Опря А.Т., Дорогань-Писаренко Л.О., Єгорова О.В., Кононенко Ж.А. Статистика: навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2014. 536 с.

Починок В.М., Радченко О.М. Сучасний стан досліджень запасних білків пшениці. *Фізіологія і біохімія культ. растений*. 2011. Т. 43, № 3. С. 255–266.

Правдзіва І.В. Кореляція між ознаками якості зерна пшениці м'якої озимої. *Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: сталий розвиток сільського господарства в умовах змін клімату* : матеріали Х Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшине, 11 листопада 2021 р.). Львів-Оброшине, 2021. С. 57–58.

Присяжнюк А.М., Хоменко Т.М., Ляшенко С.О., Мельник С.І. Показники продуктивності нових сортів пшениці м'якої озимої (*Triticum aestivum* L.) залежно від факторів вирощування. *Plant Varieties Studying and protection*. 2022. Вип. 18(4). С. 273–282. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273989> [in Ukrainian].

Протопіш І.Г. Оцінювання взаємозв'язків показників якості зерна пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 3. С. 72–75. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201603-15>

Радченко М.В., Скидан М.С., Желдубовський М.С. Дослідження формування продуктивності та якості зерна сортів пшениці озимої різних за походженням. *Аграрні інновації*. 2024. № 26. С. 101–105. <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2024.26.14>.

Рябовол Я., Рябовол А. Оцінка якості зерна селекційних зразків пшениці м'якої озимої. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія*. 2018. Т. 1, № 22. С. 194–200.

Сандецька Н.В., Дубровна О.В. Сучасний стан досліджень якості зерна пшениці. *Фізіологія рослин і генетика*. 2025. Т. 57, № 3. С. 187–222. <https://doi.org/10.15407/frg2025.03.187>

Тищенко А.В., Тищенко О.Д., Пілярська О.О., Куц Г.М., Гальченко Н.М. Адаптивна здатність – важлива ознака в селекції рослин. *Зрошуване землеробство*. 2021. № 75. С. 101–109. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.19>.

Тоцький В.М., Марініч Л.Г., Шостя А.М., Кузьменко А.М., Ільченко М.О. Вплив сортових властивостей на урожайність та якість зерна пшениці озимої. *SWorldJournal*. 2024. Вип. 24, Ч. 2. С. 110–115. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-24-00-002>.

Уліч О.А., Литвиненко М.А., Корхова М.М., Хахула В.С. Новий екстрасильний сорт пшениці м'якої озимої Мудрість одеська, адаптований до посушливих умов. *Вісник аграрної науки*. 2022. Т. 100, № 4. С. 48–56. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202204-06>.

Хорошун І.В., Назаренко М.М. Особливості формування продуктивності та якості зерна у пшениці озимої. *Аграрні інновації*. 2024. № 26. С. 162–166. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.26.24>.

Abdelmageed K., Xuhong C., Demei W., Yanjie W., Yushuang Y., Guangcai Z., Zhiqiang T. Evolution of varieties and development of production technology in Egypt wheat: A review. *Journal of Integrative Agriculture*. 2019. Vol. 18. № 3. P. 483–495. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62053-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62053-2).

Cann D.J., Hunt J.R., Rattey A., Harris F.A.J., Porker K.D. Indirect early generation selection for yield in winter wheat. *Field Crops Research*. 2022. Vol. 282. 108505. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108505>.

Demydov O., Hudzenko V., Pravdziva I., Siroshstan A., Volohdina H., Zaima O., Suddenko Yu. Manifestation and variability level of yield and grain quality indicators in winter bread wheat depending on natural and anthropogenic factors. *Romanian Agricultural Research*. 2022. No. 39. P. 175–185. <https://doi.org/10.59665/rar3917>.

Demydov O., Pravdziva I., Hudzenko V., Rysin A., Volohdina H., Siroshstan A., Yurchenko T., Zaima O., Misiura I. Formation of flour quality indicators in different winter bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes depending on abiotic and anthropogenic factors. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. Vol. 11. Iss. 8. P. 111–118. [https://doi.org/10.15421/2021\\_277](https://doi.org/10.15421/2021_277).

Erekul O., Kohn W. Effect of weather and soil conditions on yield components and bread-making quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter triticale (*Triticosecale* Wittm.) varieties in north-east Germany. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2006. Vol. 192. Iss. 6. P. 452–464. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2006.00234.x>.

Impa S.M., Vennapusa A.R., Bheemanahalli R., Sabela D., Boyle D., Walia H., Jagadish K. High night temperature induced changes in grain starch metabolism alters starch, protein, and lipid accumulation in winter wheat. *Plant, Cell & Environment*. 2020. Vol 43, Iss. 2. P. 431–447. <https://doi.org/10.1111/pce.13671>.

Jaradat A.A. Simulated climate change differentially impacts phenotypic plasticity and stoichiometric homeostasis in major food crops. *Emirates Journal of Food and Agriculture. Special Issue: Climate Change and Food Security*. 2018. Vol. 30. Iss. 6. P. 429–442.

Johansson E. Effect of two wheat genotypes and Swedish environment on falling number, amylase activities, and protein concentration and composition. *Euphytica*. 2002. Vol. 126. P. 143–149. <https://doi.org/10.1023/A:1019646916905>.

Kalenska S., Rakhmetov J., Nidzelskiy V., Mokrienko V., Novitcka N., Kachura I. Bioresource potential of Ukraine in Settling of production and energy security. *Earth bioresources and environmental biosafety challenges and opportunities* : Proceedings of the Intern. Scientific confer. Kyiv: NULES of Ukraine, 2013. 14 p.

Kumar A., Jain S., Elias E.M., Ibrahim M., Sharma L.K. An overview of QTL identification and marker-assisted selection for grain protein content in wheat. *Eco-friendly Agro-biological Techniques for Enhancing Crop Productivity*. 2018. P. 245–274. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-6934-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-981-10-6934-5_11).

Li T., Deng G., Tang Ya., Su Y., Wang J., Cheng J., Yang Z., Qiu X., Pu X., Zhang H., Liang J., Yu M., Wei Y., Long H. Identification and validation of a novel locus controlling spikelet number in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Frontiers in Plant Science*. 2021. Vol. 12. 611106. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.611106>.

Mikulikova D., Masar S., Horvathova V., Kraic J. Stability of quality traits in winter wheat cultivars. *Czech Journal of Food Sciences*. 2009. Vol. 27. Iss. 6. P. 403–417. <https://doi.org/10.17221/96/2009-CJFS>.

Motsnyi I.I., Lytvynenko M.A., Molodchenkova O.O., Sokolov V.M., Fayt V.I., Sechniak V.Yu. Development of winter wheat starting material using interspecific crossing in breeding for increased protein content. *Cytology and Genetics*. 2019. Vol. 53. Iss. 2. P. 113–123. <https://doi.org/10.3103/S0095452719020075>.

Tadesse W., Sanchez-Garcia M., Assefa S., Amri A., Bishaw Z., Ogbonnaya F., Baum M. Genetic gains in wheat breeding and its role in feeding the world. *Crop Breeding, Genetics and Genomics*. 2019. Vol. 1. Iss. 1. e190005. <https://doi.org/10.20900/CBGG20190005>.

Thakur V., Rane J. Assimilate limitation compensating factors under environmental stresses in wheat. *Journal of Cereal Research*. 2020. Vol. 12. № 3. P. 213–228. <http://doi.org/10.25174/2582-2675/2020/105762>.

Yu Z., Islam S., She M., Diepeveen D., Zhang Y., Tang G., Zhang J., Juhasz A., Yang R., Ma W. Wheat grain protein accumulation and polymerization mechanisms driven by nitrogen fertilization. *Plant Journal*. 2018. Vol. 96. Iss. 6. P. 1160–1177. <https://doi.org/10.1111/tpj.14096>.

## References

- Bozhko, L.Y., & Burdeina, I.V. (2010). Vplyv pohodnykh umov na formuvannya yakosti zerna ozymoi pshenytsi v Polissi [Influence of weather conditions on the formation of the grain quality of winter wheat in Polissia]. *Ukrainskyi hidrometeoropohichnyi zhurnal [Ukrainian hydrometeorological journal]*, 7, 109–115. [in Ukrainian].
- Hyrka, A.D., Yaroshenko, S.S., Hasanova, I.I., Pedash, O.O., & Zheliazkov, O.I. (2010). Osoblyvosti formuvannya urozhainosti i yakosti zerna ozymoi pshenytsi zalezno vid strokiv sivby ta azotnykh pidzhyvlen [The peculiarities of forming winter wheat yield and grain quality, depending on sowing dates and nitrogen feeding]. *Bulleten Instytutu zernovoho hospodarstva [Bulletin of the Institute of Grain Farming]*, 38, 33–40. [in Ukrainian].
- Hlupak, Z.I. (2019). Standartyzatsiia ta sertyfikatsiia zerna v Ukraini ta krainakh Yevropeiskoho Soiuzu [Standardization and certification of grain in Ukraine and the European Union countries]. *Naukovi horyzonty [Scientific Horizons]*, 22 (7), 63–69. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2019-80-7-63-69> [in Ukrainian].
- Hospodarenko, G.M., Cherny, O.D., Lubich, V.V., Ryabovol, Y.S., & Kryzhanivsky, V.G. (2020). Urozhainist ta khlibopekarski vlastyvoli zerna pshenytsi ozymoi pry riznykh dozakh i strokakh zastosuvannya azotnykh dobriv [Yield and baking properties of winter wheat grain at different doses and terms of nitrogen fertilizer application]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi akademii [Bulletin of Poltava State Agrarian Academy]*, 3, 21–31. <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.0> [in Ukrainian].
- DSTU 3768:2019 (2019). Pshenytsia. Tekhnichni umovy [Wheat. Specifications]. Kyiv: DP “UkrNDNTs” [in Ukrainian].
- Zheldubovskiy, M.S., Yaroshchuk, S.V., & Dubovyk, I.I. (2024). Vplyv strokiv sivby na formuvannya pokaznykiv struktury vrozhaiu pshenytsi ozymoi [The influence of sowing dates on the formation of indicators of the structure of the winter wheat harvest]. *Ahrarni innovatsii [Agrarian innovations]*, 24, 67–72. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.24.9> [in Ukrainian].
- Zvonar, A.M. (2020). Vplyv pohodnykh umov ta sortovykh osoblyvosti na spozhyvannya azotu ta formuvannya yakosti zerna pshenytsi ozymoi [Influence of weather conditions of the year and variety features on nitrogen consumption and formation of winter wheat grain quality]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomia [Ukrainian Black Sea region agrarian science]*, 3, 87–95. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-3\(107\)-11](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2020-3(107)-11) [in Ukrainian].
- Korkhova, M.M., Nikonchuk, N.V., & Panfilova, A.V. (2021). Adaptivnyi potentsial novykh sortiv pshenytsi ozymoi v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Adaptive potential of new winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Tavriiskiyi naukoviyi visnyk [Taurida Scientific Herald]*, 122, 48–55. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.122.7> [in Ukrainian].
- Kramarov, S.M., Zhemela, H.P., & Shakalii, S.N. (2014). Produktivnist ta yakist zerna pshenytsi miakoi ozymoi zalezno vid mineralnogo zhyvlennia v umovakh Livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Productivity and grain quality of winter bread wheat depending on mineral fertilization in environment of Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy [Bulletin Institute of Agriculture of Steppe Zone NAAS of Ukraine]*, 6, 61–67 [in Ukrainian].
- Kryzhanovskiy, V.G. (2022). Osoblyvosti formuvannya yakosti zerna sortiv pshenytsi ozymoi v Pravoberezhnomu Lisostepu [Peculiarities of grain quality formation of winter wheat varieties in the Right bank Forest steppe]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy [Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine]*, 18 (1). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2022.01.008> [in Ukrainian].
- Kudria, S.I., & Kudria, N.A. (2009). Vplyv poperednykiv na zapasy volohy v grunti ta vrozhainist pshenytsi ozymoi v umovakh livoberezhnoi chastyny Lisostepu Ukrainy [Influence of the leguminous predecessors on stocks of a moisture in ground and productivity of winter wheat in conditions of the left part of the Ukrainian wood-steppe]. *Bulleten Instytutu zernovykh kultur UAAN [Bulletin of the Institute of Grain Crops UAAS]*, 36, 32–35 [in Ukrainian].
- Lytvynenko, M.A., Holub, Ye.A., Lytvynenko, R.I., Shcherbyna, Z.V. (2020). Osoblyvosti stvorennia ekstrasylnoho sortu pshenytsi miakoi ozymoi Mudrist odeska ta realizatsii yoho henetychnoho potentsialu [Peculiarities of creation of extra-strong bread winter wheat variety Mudrist odeska and realization of its genetic potential]. *Selektsiia i nasinnytstvo [Plant Breeding and Seed Production]*, 118, 45–57. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2020.222307> [in Ukrainian].
- Liubych, V.V. (2013). Fizychni pokaznyky yakosti zerna pshenytsi ozymoi zalezno vid sortu [Physical characteristics of winter wheat grain quality depending on the variety]. *Noivitni ahrotekhnologii [Advanced Agritechnologies]*, 1, 62–70. [https://doi.org/10.21498/na.1\(1\).2013.119728](https://doi.org/10.21498/na.1(1).2013.119728) [in Ukrainian].
- Mazur, O.V., Mazur, O.V., & Lozinskyi, M.V. (2020). Seleksiia ta nasinnytstvo polovykh kultur: navchalnyi posibnyk [Plant breeding and seed production of field crops: A textbook]. Vinnytsia: TWORY [in Ukrainian].
- Tkachyk, S.O. (Ed.) (2016). Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslin hrupy zernovykh, krupianykh ta zernobobovykh na prydatnist do poshyrennia v Ukraini [Methodology for examination of plant varieties of the cereal, grain and leguminous group for suitability for distribution in Ukraine]. Vinnytsia: FOP Korzun D.Yu. [in Ukrainian].

Tkachyk, S.O. (Ed.). (2016). *Metodyka provedennia ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti produktsii roslynnytstva* [Methodology for conducting qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. Methods for determining quality indicators of crop production]. (4th ed.) (pp. 6–64). Vinnytsia: TOV “Nilan-LTD”. [in Ukrainian].

Motsnyi, I.I., Nargan, T.P., Nakonechnyi, M.Yu., Lyfenko, S.Ph., Molodchenkova, O.O., & Mishchenko, L.T. (2021). Rizmomanittia pokhidnykh viddalenoj hibrydyzatsii ozymoi pshenytsi za stiikistiu do khvorob ta inshymy chuzhynnymy oznakamy [Diversity of wide hybridization derivatives of winter wheats for resistance to diseases and other alien characters]. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu. Biolohiia* [Odesa National University Herald. *Biology*], 26 (2), 51–72. [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2021.2\(49\).246884](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2021.2(49).246884) [in Ukrainian].

Nazarenko, M.M. (2020). Produktyvni suchasnykh sortiv pshenytsi ozymoi v umovakh pidzony Pivnochi Stepu Ukrainy [Productivity of modern winter wheat varieties under the conditions of Ukrainian Northern Steppe subzone]. *Ahrarni innovatsii* [Agrarian innovations], 4, 120–125. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.18> [in Ukrainian].

Opria, A.T., Dorohan-Pysarenko, L.O., Yehorova, O.V., & Kononenko, Zh.A. (2014). *Statystyka: navchalnyi posibnyk* [Statistics: textbook]. Kyiv: Educational Literature Center [in Ukrainian].

Pochinok, V.M., & Radchenko, A.N. (2011). Suchasnyi stan doslidzhen zapasnykh bilkiv pshenytsi [Current status of investigations of wheat storage proteins]. *Phiziologii i biokhimiia kulturnykh rastenii* [Physiology and Biochemistry of Cultivated Plants], 43 (3), 255–266. [in Ukrainian].

Pravdziva, I.V. (2021). Koreliatsiia mizh oznakamy yakosti zerna pshenytsi miakoi ozymoi [Correlation between grain quality traits of winter bread wheat]. *Materialy X Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh: Aktualni problemy ahropromyslovoho vyrobnytstva Ukrainy: stalji rozvytok silskoho hospodarstva v umovakh zmin klimatu* [Materials of the X All-Ukrainian scientific and practical conference of young scientists: Actual problems of agro-industrial production of Ukraine: sustainable development of agriculture in the conditions of climate change]. Lviv-Obroshyne, 57–58. [in Ukrainian].

Prysiashniuk, L., Khomenko, T., Liashenko, S., & Melnyk, S. (2022). Pokaznyky produktyvnosti novykh sortiv pshenytsi miakoi ozymoi (*Triticum aestivum* L.) zalezho vid faktoriv vyroshchuvannia [The growing factors impact the productivity of new soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 18(4), 273–282. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.18.4.2022.273989> [in Ukrainian].

Protopish, I.G. (2016). Otsiniuvannia vzaiemozviazkiv pokaznykiv yakosti zerna pshenytsi ozymoi [Assessment of correlation of quality factors of winter wheat]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [News of Agrarian Sciences], 3, 7–75. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201603-15> [in Ukrainian].

Radchenko, M.V., Skydan, M.S., & Zheldubovskiy, M.S. (2024). Doslidzhennia formuvannia produktyvnosti ta yakosti zerna sortiv pshenytsi ozymoi riznykh za pokhodzhenniam [Research on the formation of productivity and grain quality of winter wheat varieties of different origins]. *Ahrarni innovatsii* [Agrarian innovations], 26, 101–105. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.26.14> [in Ukrainian].

Riabovol, I., & Riabovol, L. (2018). Otsinka yakosti zerna selektsiinykh zrazkiv pshenytsi miakoi ozymoi [Evaluation of quality of grains of selective samples of soft winter wheat]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu* [Bulletin of Lviv National Agrarian University. *Agronomy*], 22 (1), 194–200. [in Ukrainian].

Sandetska N.V., & Dubrovna, O.V. (2025). Suchasnyi stan doslidzhen yakosti zerna pshenytsi [Current state of research on wheat grain quality]. *Fiziologii roslyn i henetyka* [Plant Physiology and Genetics], 57 (3), 187–222. <https://doi.org/10.15407/frg2025.03.187> [in Ukrainian].

Tyshchenko, A.V., Tyshchenko, O.D., Piliarska, O.O., Kuts, G.M., & Galchenko, N.M. (2021). Adaptivna zdavnist – vazhlyva oznaka v selektsii roslyn [Adaptive ability is an important feature in plant breeding]. *Zroshuvane zemlerobstvo* [Irrigated farming], 75, 101–109. <https://doi.org/10.32848/0135-2369.2021.75.19> [in Ukrainian].

Totskiy, V.M., Marinich, L.G., Shostya, A.M., Kuzmenko, L., & Ilchenko, M.O. (2024). Vplyv sortovykh vlastyvostei na urozhainist ta yakist zerna pshenytsi ozymoi [Influence of varietal properties on grain yield and quality of winter wheats]. *SWorldJournal*, 2(24-02), 110–115. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2024-24-00-002> [in Ukrainian].

Ulich, O., Lytvynenko, M., Korkhova, M., & Khakhula, V. (2022). Novyi ekstrasylnyi sort pshenytsi miakoi ozymoi Mudrist odeska, adaptovanyi do posushlyvykh umov [New extra-strong variety of soft winter wheat Mudrist Odeska adapted to drought conditions]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 100 (4), 48–56. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202204-06> [in Ukrainian].

Khoroshun, I.V., & Nazarenko, M.M. (2024). Osoblyvosti formuvannia produktyvnosti ta yakosti zerna u pshenytsi ozymoi [Peculiarities of productivity and grain quality formation in winter wheat]. *Ahrarni innovatsii* [Agrarian innovations], 26, 162–166. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.26.24> [in Ukrainian].

Abdelmageed, K., Xuhong, C., Demei, W., Yanjie, W., Yushuang, Y., Guangcai, Z., & Zhiqiang, T. (2019). Evolution of varieties and development of production technology in Egypt wheat: A review.

*Journal of Integrative Agriculture*, 18 (3), 483–495. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62053-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62053-2) [in English].

Cann, D.J., Hunt, J.R., Rattey, A., Harris, F.A.J., & Porke, K.D. (2022). Indirect early generation selection for yield in winter wheat. *Field Crops Research*, 282, 108505. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108505> [in English].

Demydov, O., Hudzenko, V., Pravdziva, I., Siroshtan, A., Volohdina, H., Zaima, O., & Suddenko, Yu. (2022). Manifestation and variability level of yield and grain quality indicators in winter bread wheat depending on natural and anthropogenic factors. *Romanian Agricultural Research*, 39, 175–185. <https://doi.org/10.59665/rar3917> [in English].

Demydov, O., Pravdziva, I., Hudzenko, V., Rysin, A., Volohdina, H., Siroshtan, A., Yurchenko, T., Zaima, O., & Misiura, I. (2021). Formation of flour quality indicators in different winter bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes depending on abiotic and anthropogenic factors. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (8), 111–118. [https://doi.org/10.15421/2021\\_277](https://doi.org/10.15421/2021_277) [in English].

Ereikul, O., & Kohn, W. (2006). Effect of weather and soil conditions on yield components and bread-making quality of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and winter triticale (*Triticosecale* Wittm.) varieties in north-east Germany. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 192 (6), 452–464. <https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2006.00234.x> [in English].

Impa, S.M., Vennapusa, A.R., Bheemanahalli, R., Sabela, D., Boyle, D., Walia, H., & Jagadish, K. (2020). High night temperature induced changes in grain starch metabolism alters starch, protein, and lipid accumulation in winter wheat. *Plant, Cell & Environment*, 43 (2), 431–447. <https://doi.org/10.1111/pce.13671> [in English].

Jaradat, A.A. (2018). Simulated climate change differentially impacts phenotypic plasticity and stoichiometric homeostasis in major food crops. *Emirates Journal of Food and Agriculture. Special Issue: Climate Change and Food Security*, 30 (6), 429–442. [in English].

Kalenska, S., Rakhmetov, J., Nidzelskiy, V., Mokrienko, V., Novitcka, N., & Kachura, I. (2013). Bioresource potential of Ukraine in settling of production and energy security. *Earth bioresources and environmental biosafety challenges and opportunities: Proceedings of the International Scientific confer.* Kyiv: NULES of Ukraine. 14 p. [in English].

Kumar, A., Jain, S., Elias, E.M., Ibrahim, M., & Sharma, L.K. (2018). An overview of QTL identification and marker-assisted selection for grain protein content in wheat. *Eco-friendly Agro-biological Techniques for Enhancing Crop Productivity* (pp. 245–274). Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-6934-5\\_11](https://doi.org/10.1007/978-981-10-6934-5_11) [in English].

Li, T., Deng, G., Tang, Ya., Su, Y., Wang, J., Cheng, J., Yang, Z., Qiu, X., Pu, X., Zhang, H., Liang, J., Yu, M., Wei, Y., & Long, H. (2021). Identification and validation of a novel locus controlling spikelet number in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Frontiers in Plant Science*, 12, 611106. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.611106> [in English].

Mikulikova, D., Masar, S., Horvathova, V., & Kraic, J. (2009). Stability of quality traits in winter wheat cultivars. *Czech Journal of Food Sciences*, 27 (6), 403–417. <https://doi.org/10.17221/96/2009-CJFS> [in English].

Motsnyi, I.I., Lytvynenko, M.A., Molodchenkova, O.O., Sokolov, V.M., Fayt, V.I., & Sechniak, V.Yu. (2019). Development of winter wheat starting material using interspecific crossing in breeding for increased protein content. *Cytology and Genetics*, 53 (2), 113–123. <https://doi.org/10.3103/S0095452719020075> [in English].

Tadesse, W., Sanchez-Garcia, M., Assefa, S., Amri, A., Bishaw, Z., Ogbonnaya, F., & Baum, M. (2019). Genetic gains in wheat breeding and its role in feeding the world. *Crop Breeding, Genetics and Genomics*, 1, Article e190005. <https://doi.org/10.20900/CBGG20190005> [in English].

Thakur, V., & Rane, J. (2020). Assimilate limitation compensating factors under environmental stresses in wheat. *Journal of Cereal Research*, 12 (3), 213–228. <http://doi.org/10.25174/2582-2675/2020/105762> [in English].

Yu, Z., Islam, S., She, M., Diepeveen, D., Zhang, Y., Tang, G., Zhang, J., Juhasz, A., Yang, R., & Ma, W. (2018). Wheat grain protein accumulation and polymerization mechanisms driven by nitrogen fertilization. *Plant Journal*, 96 (6), 1160–1177. <https://doi.org/10.1111/tbj.14096> [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 27.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 09.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.05.2026



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