

**БОРОШНОМЕЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ
ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ**

Костецька К. В., к.с.-г н., доцент, доцент кафедри харчових технологій
<https://orcid.org/0000-0003-2387-5400>

Герасимчук О. П., к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри харчових технологій
<https://orcid.org/0000-0003-4242-0946>

Соловей В. О., здобувач II-го рівня вищої освіти
<https://orcid.org/0009-0009-5228-8062>

<https://doi.org/10.31073/foodresources2024-23-09>

Предмет. Вивчення особливостей сорту зерна пшениці через оцінювання їхніх борошномельних показників дає можливість обґрунтовано встановити рекомендації щодо їхнього використання. **Мета.** Оцінювання борошномельних властивостей зерна пшениці м'якої озимої сортів української селекції: Дарунок Поділля (контроль) і Аліот, а також європейських сортів: Скаген, Нордіка, Авеню, що є відповідно німецького, чеського і французького походження в умовах Правобережного Лісостепу України. **Методи.** Для визначення якості зерна використовували стандартні методи дослідження за борошномельними показниками. **Результати.** Зерно сорту Дарунок Поділля віднесено до третього класу пшениць. На зниження класності вплинула склоподібність зерна (35,9%), а також величина масової частки білка (12,8%), що відповідала нормам другого класу зерна пшениці м'якої. Не зважаючи на високий вміст клейковини (28,6%) та білка (13,4%), зерно пшениці м'якої сорту Аліот за показником склоподібності (лише 32,7%) – визначено пшеницею III-го класу. Натомість зерно пшениці сорту Нордіка ідентифіковано третьокласним за рахунок показника масової частки білка на рівні 12,2% та склоподібності – 39,2%. Лідер за величиною склоподібності зерна (58,4%), серед варіантів дослідів, французький сорт пшениці Авеню визначений також лише третім класом за вмістом білка (12,3%). Найкращим за рядом показників визначено зразок пшениці сорту Скаген, що вирізняється високими значеннями сирової клейковини (31,7%), білка (15,0%), склоподібності (42,4%) та показником седиментації на рівні 57,4 мл. **Сфера застосування результатів.** Показник седиментації зерна сорту Аліот і Скаген характеризує названі сорти як особливо цінні у хлібопеченні. Високосклоподібне зерно французького сорту пшениці Авеню рекомендуємо використовувати для збагачення хлібопекарського борошна.

Ключові слова: зерно пшениці м'якої озимої, сорт, стандарт, методи дослідження, склоподібність, вміст білка, вміст та якість клейковини, вміст крохмалю, седиментація, клас якості

FLOUR PROPERTIES OF SOFT WINTER WHEAT DEPENDING ON THE VARIETY

Kateryna Kostetska, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor
<https://orcid.org/0000-0003-2387-5400>

Olena Herasymchuk, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor
<https://orcid.org/0000-0003-4242-0946>

Vitalii Solovei, applicant for higher education
<https://orcid.org/0009-0009-5228-8062>

Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine

Subject. The study of the properties of the wheat grain variety through the assessment of their flour-milling indicators makes it possible to reasonably establish recommendations for their use. **Purpose.** Assessment of flour-milling properties of soft winter wheat grain of Ukrainian breeding varieties Darunok Podillia (control) and Aliot, as well as European varieties Skagen, Nordica, Avenue, which are respectively of German, Czech and French origin in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** To determine quality of the grain, standard research methods were used based on flour-milling indicators. **Results.** Grain of Darunok Podillia variety belongs to the third class of wheat. The decrease in quality was influenced by the vitreousness of the grain (35.9%), as well as value of the mass content of protein (12.8%), which corresponded to the norms of the second class of soft wheat

grain. Despite the high content of fiber (28.6%) and protein (13.4%), soft wheat grain of Aliot variety is determined by the vitreousness index (only 32.7%) as wheat of the third class. On the other hand, Nordica wheat grain is identified as third-class due to the indicator of the mass content of protein at the level of 12.2% and vitreousness – 39.2%. The leader in terms of grain vitreousness (58.4%), among the variants of the experiment, French wheat variety Avenue was also determined to be only the third class in terms of protein content (12.3%). Skagen wheat sample was determined to be the best in terms of a number of indicators, characterized by high values of crude fiber (31.7%), protein (15.0%), vitreousness (42.4%) and a sedimentation index at the level of 57.4 ml. **Scope of results.** Grain sedimentation index of Aliot and Skagen varieties characterizes the named varieties as particularly valuable in bread baking. Highly vitreous grain of French wheat variety Avenue is recommended to be used to enrich baking flour.

Key words: soft winter wheat grain, variety, standard, research methods, vitreousness, protein content, gluten content and quality, starch content, sedimentation, quality class

Постановка проблеми. Однією з основних проблем людства залишається продовольча безпека. Сьогодні, агресія російської федерації проти України робить дану проблему кризовою. Стабільне виробництво продуктів перероблення зерна високої якості допоможе не допустити Світової продовольчої кризи та зробить можливим забезпечити населення доступною їжею у кризовий період.

З повномасштабною війною Україна зіткнулася з неможливістю експорту зерна з країни та як наслідок, відбулося накопичення значних зернових запасів, переважно злакових культур. Саме тому є актуальним оцінити особливості сорту пшениці зі встановленням рекомендацій до перероблення зерна на борошняні вироби.

Вивчення особливостей сорту зерна пшениці через оцінювання їхніх борошномельних показників зерна дає можливість обґрунтовано встановити рекомендації щодо їхнього використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.), включаючи її озиму форму є найважливішою культурою у світі [1]. Зерно пшениці зазвичай використовується для продовольчих і кормових цілей [2, 3]. Після його перероблення отримують борошно, крупи, макаронні та хлібобулочні вироби, використовують як добавку до інших продуктів харчування [4, 5].

Збільшення виробництва зерна і підвищення його якості залишається основною проблемою сільськогосподарського виробництва в Україні, вирішити ці завдання можна лише на основі раціонального використання земельних ресурсів, впроваджуючи в кожному господарстві науково обґрунтовану систему землеробства, підвищуючи родючість ґрунту і застосовуючи інтенсивні технології вирощування зернових культур [6–9].

Якість зерна визначається сукупністю властивостей. Залежно від призначення продукції, сукупність властивостей, за якими оцінюють якість, буде різною [10–12].

За останні 15–20 років спостерігаємо значний прогрес в аспекті поліпшення харчової цінності зерна пшениці через введення в її геном генів від дикоростучих родичів, використання генно-інженерних технологій та гармонійне поєднання якості борошна інших злаків. Однак, попри вагомі успіхи сучасної світової генетики, біотехнології, селекції й технології вирощування і переробки зерна пшениці, невирішеною або не до кінця вирішеною залишається ще низка питань. Особливо тривожним є відставання вітчизняної української селекції пшениці щодо якості зерна від провідних світових виробників (ЄС, США, Канада, Австралія) [7]. На жаль, якість зерна, вирощеного на території України, часто не відповідає світовим стандартам. А на внутрішньому ринку нині недостатньо якісного борошна для виготовлення хліба і хлібопродуктів відповідної якості [12].

Метою досліджень є оцінювання якості за борошномельними показниками зерна зразків пшениці м'якої озимої українських і європейських сортів в умовах Правобережного Лісостепу України.

Матеріали та методи. Зерно пшениці вирощували на виробничих полях фермерських господарств «Пролісок+» і «Боднюк», що в Гайсинському районі Вінницької області. Дослідження проводили впродовж 2021...2023 рр. на кафедрі харчових технологій Уманського національного університету садівництва.

Предметом дослідження були борошномельні властивості зерна пшениці м'якої озимої сортів української селекції: Дарунок Поділля (контроль) і Аліот, а також європейські сорти: Скаген, Нордіка, Авеню, що є відповідно німецького, чеського і французького походження.

Для визначення якості зерна використовували стандартні методи: відбір проб (ДСТУ ISO 13690; ДСТУ 3355); визначення кольору і запаху (ГОСТ 10967; ГОСТ 10847); склоподібність (ГОСТ 10987); масову частку білка (ДСТУ 4117); масову частку крохмалю (ГОСТ 10845); кількість і якість клейковини (показник ВДК) (ДСТУ 4117; ДСТУ ISO 21415); індекс седиментації (ДСТУ ISO 5529).

Результати та їх обговорення. Відповідно до мети та завдань роботи було визначено головні показники якості зерна зразків пшениці м'якої озимої сортів, що вивчали. Це дало можливість зробити ряд висновків щодо його використання. У залежності від показників якості (ДСТУ 3768:2019) пшеницю м'яку поділяють на чотири класи. Слід зазначити, що м'яку пшеницю 1...3 класів використовують для продовольчих цілей, а також з метою експортування. Тоді як пшеницю 4-го класу використовують на продовольчі і непродовольчі потреби та на експорт.

На рис. 1–4 наведено оцінювання якості зерна пшениці озимої сортів, що вивчали у порівнянні з нормами якості стандарту ДСТУ 3768:2019 та даними джерел літератури [1, 3, 4, 6, 8, 9].

Високий показник склоподібності зерна пшениці сортів закордонної селекції Авеню та Скаген, на рівні 58,4 і 42,4% відповідно, забезпечить вихід високоякісної купи перших (крупніших) номерів і борошна вищого сорту (рис. 1). Склоподібність інших сортів, що вивчали знаходилась у межах 32,7...39,2%, що відповідає нормам для третього класу зерна пшениці м'якої.

Консистенція ендосперму впливає як на режим зволоження так і відволоження, що використовуються у технології підготовки зерна до луцення задля покращення його технологічних показників [3].

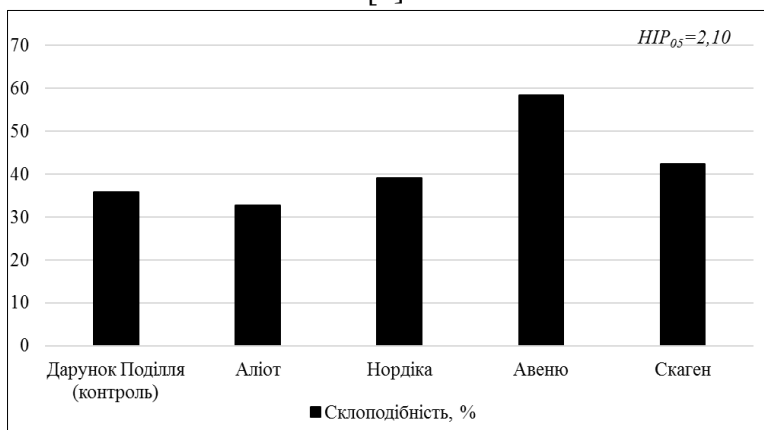


Рис. 1. Склоподібність зерна пшениці

Примітка. Допустима норма склоподібності для зерна пшениці м'якої (ДСТУ 3768:2019) для класу: 1-го/2-го/3-го/4-го, % – не менше ніж 50/40/не обмежено/«».

За основним із борошномельних показників якості зерна – кількістю сирової клейковини вищі значення зафіксовано у зерні сортів Скаген, Аліот і Дарунок Поділля й були на рівні 31,7, 28,6 і 28% відповідно, що відносить їх до пшениць першого класу. Зерно ж сортів Авеню і Нордіка за даним показником відповідає другому класу пшениці зі значеннями 26,3 і 24,9% відповідно (рис. 2).

Масова частка сирової клейковини корелює з білком зерна (рис. 2). Проте визначена його кількість відповідає нормам першому класу зерна лише для сорту Скаген (15%), для сортів Аліот (13,4%) і Дарунок Поділля (12,8%) – другому класу та для Авеню і Нордіка – третьому.

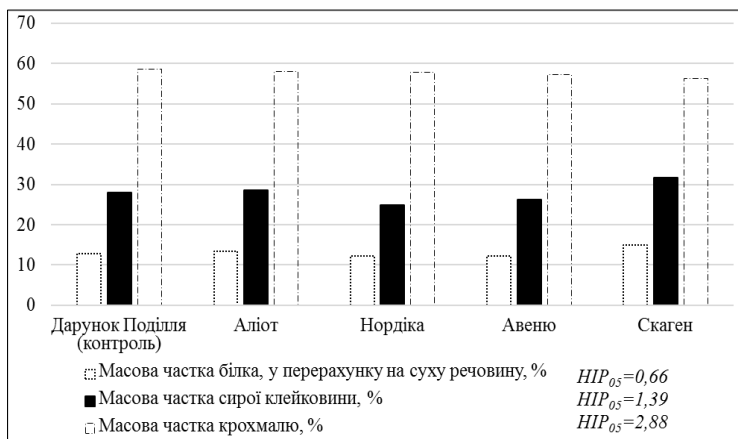


Рис. 2. Вміст деяких компонентів хімічного складу зерна пшениці

Примітки:

¹Допустима норма для зерна пшениці м'якої (ДСТУ 3768:2019) для класу: 1-го/2-го/3-го/4-го, %: масова частка білка, у перерахунку на суху речовину – не менше ніж 14,0/12,5/11,0/не обмежено; масова частка сирої клейковини – не менше ніж 28,0/23,0/18,0/не обмежено.

²Масова частка крохмалю в зерні пшениці м'якої згідно джерел літератури [4, 12] – 30...50%.

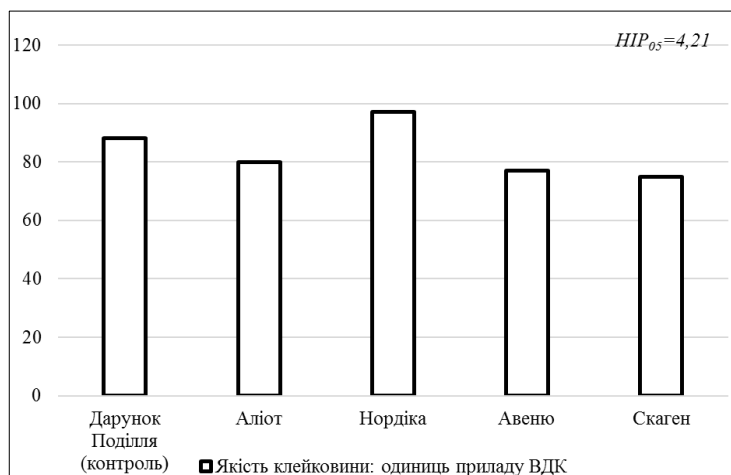


Рис. 3. Якість сирої клейковини зерна пшениці

Примітка. Допустима норма якості клейковини для зерна пшениці м'якої (ДСТУ 3768:2019) для класу: 1-го/2-го/3-го/4-го, од. пр. ВДК – 45–100/«/«/«/не обмежено.

таке, що призначене для виготовлення борошна для одержання гарантовано якісних хлібобулочних продуктів. На світовому ж ринку показник седиментації має особливе значення, як під час експорту, так і за імпорту зернових, і навпаки: показник повільної седиментації дозволяє визначити пошкодження борошна шкідниками хлібних запасів, такими як клоп-черепашка.

На рис. 4 наведено результати проведених досліджень щодо визначення показника седиментації по Зелені в контрольному зразку борошна із зерна м'якої пшениці контрольного сорту Дарунок Поділля та інших сортів, що вивчали. Так, задовільну характеристику отримали усі зразки пшениці, при чому показник седиментації зерна сорту Аліот знаходився на верхніх значеннях літературних джерел, а сорту Скаген – перевищував літературні дані, що може характеризувати названі сорти як особливо цінні у хлібопеченні.

Важливою характеристикою якості сорту пшениці є вміст крохмалю в зерні. Найбільшу частку крохмалю мав контрольний зразок (59%), що на 2,5% перевищувало показник сорту Скаген. Загалом у досліді середнє значення цього показника було на рівні 58%.

Якість клейковини зерна, що вивчали віднесено до другої групи якості, що характеризується як задовільна слабка, за виключення зерна сортів Авеню і Скаген, у яких за значень відповідно 77 і 75 од. пр. ВДК, клейковина була хоро-шою, тобто першої групи якості (рис. 3).

Тест Зелені або ж седиментаційний аналіз за методом Зелені переважно використовують для оцінки якості і сили борошна, що виготовлено із зерна м'якої пшениці. Даний метод вимірювання базується на здатності білка пшениці, що міститься в зерні, набухати у кислому середовищі і характеризується показником седиментації (індексом Зелені). Це дозволяє визначити цінність пшениці та її цільове призначення на етапі заготівлі [ДСТУ ISO 5529:2014].

Зерно ж з високим показником седиментації – це

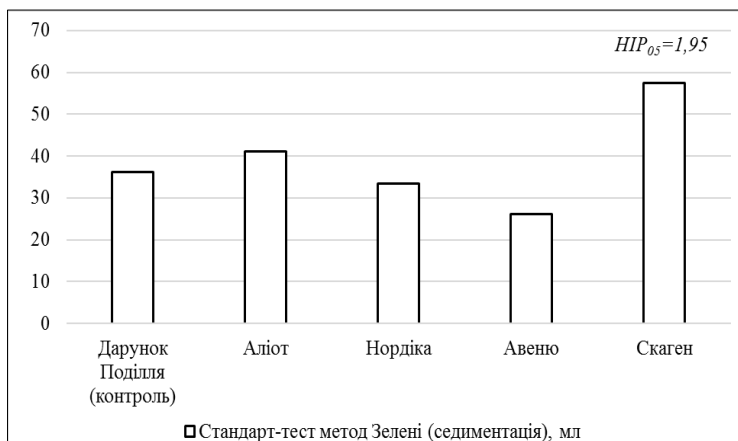


Рис. 4. Седиментація зерна пшениці

Примітка. Седиментація зерна пшениці м'якої згідно джерел літератури [1, 3] – 18...46 мл.

пшениці, що вивчали мають ознаки властиві даній культурі.

Висновки. Отже, зерно має стандартні показники свіжості й якості. Це дозволяє використовувати його не лише у цілях фуражних, а й в інших галузях перероблення, у т. ч. для виготовлення круп і борошна. Зерно сорту **Дарунок Поділля** віднесено до третього класу пшениць. На зниження класності вплинула склоподібність зерна (35,9%), а також величина масової частки білка (12,8%), що відповідали нормам другого класу зерна пшениці м'якої. Не зважаючи на високий вміст клейковини (28,6%) та білка (13,4%), зерно сорту **Аліот** за показником склоподібності (лише 32,7%), визначено пшеницею третього класу. Натомість пшеницю сорту **Нордіка** ідентифіковано третьюкласним зерном за рахунок масової частки білка на рівні 12,2% та склоподібності – 39,2%. Лідер за величиною склоподібності (58,4%) серед варіантів досліду французький сорт пшениці **Авеню** визначений також лише третім класом за вмістом білка (12,3%). Сорт **Скаген** визначено найкращим за рядом показників: сирою клейковиною (31,7%), білком (15,0%), числом паданням (284 с), склоподібністю (42,4%) та величиною седиментації на рівні 57,4 мл.

Подяки. Для проведення досліджень надали допомогу з забезпечення (виращування, збір, підготовка) зерна пшениці ФГ «Боднюк» відповідно до договору №1/23 від 10.04.2023.

Бібліографія

1. Костецька К. В., Герасимчук О. П. Quality of spring wheat grain varieties under application of mineral nutrition elements. Вісник Уманського національного університету садівництва, 2023. № 1, С. 101–108. <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2023-1-101-108>.
2. Ben-Ari T., Makowski D. Analysis of the trade-off between high crop yield and low yield instability at the global scale. Environmental Research Letters, 2016, 11(10), 104005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/10/104005>.
3. Kostetska, K. Ulianych, O., Shevchuk, K. Technological properties of wheat flour with additives. Agronomy Research, 2023, 21(2), 788–798. <https://doi.org/10.15159/ar.23.098>.
4. Єремєєва О. А., Харченко Є. І., Любич В. В. Технологічні процеси переробки зерна пшениці в борошно: моногр. Київ, 2021. 160 с.
5. Siddiqi R. A., Singh T. P., Rani M., Sogi D. S., Bhat M. A. Diversity in grain, flour, amino acid composition, protein profiling, and proportion of Total flour proteins of different Wheat cultivars of North India. Front Nutr., 2020, 7, 141. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00141>.
6. Сухомуд О. Г., Любич В. В. Урожай і якість зерна пшениці ярої за різних умов мінерального живлення. Вісник Уманського НУС. 2013. №2, С. 51–55.
7. Khalid A., Hameed A, Tahir MF. Estimation of genetic divergence in Wheat genotypes based on agro-morphological traits through agglomerative hierarchical clustering and principal component analysis. Cereal Res Commun., 2020, 50, 1–8. <https://doi.org/10.1007/s42976-022-00287-w>.

8. Герасимчук О. П., Костецька К. В. Формування технологічних властивостей зерна пшениці озимої за внесення різних доз та термінів елементів азотного живлення. Вісник Уманського НУС. 2022. № 1. С. 64–68. <http://10.31395/2310-0478-2022-1-64-69>.

9. Герасимчук О. П., Костецька К. В., Чернега А. О. Сортова продуктивність і якість зерна пшениці м'якої ярої в умовах Правобережного Лісостепу України. Вісник Уманського НУС. 2022. № 1, 58–63. <http://10.31395/2310-0478-2022-1-58-63>.

10. ДСТУ 4138-2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Державний стандарт. К.: Держспоживстандарт України, 2003, 173 с.

11. Anam Khalid, A.H., Shamim, S., Ahmad, J. Divergence in single kernel characteristics and grain nutritional profiles of wheat genetic resource and association among traits. *Front Nutr.*, 2022, 8, 805446. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.805446>.

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

References

1. Kostetska, K.V., Herasymchuk, O.P. (2023). Quality of spring wheat grain varieties under application of mineral nutrition elements. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. [Bulletin of Uman National University of Horticulture], 1, 101–108. <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2023-1-101-108>.

2. Ben-Ari, T., Makowski, D. (2016). Analysis of the trade-off between high crop yield and low yield instability at the global scale. *Environmental Research Letters*, 11(10), 104005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/10/104005>.

3. Kostetska, K. Ulianych, O., Shevchuk, K. (2023). Technological properties of wheat flour with additives. *Agronomy Research*, 21(2), 788–798. <https://doi.org/10.15159/ar.23.098>.

4. Ieremeieva, O. A., Kharchenko, Ye. I., Liubych, V. V. (2021). *Tekhnologichni protsesy pererobky zerna pshenytsi v boroshno*. [Technological processes of processing wheat grain into flour]: monograph. Kyiv. [in Ukrainian].

5. Siddiqi, R. A., Singh, T. P., Rani, M., Sogi, D. S., Bhat, M. A. (2020). Diversity in grain, flour, amino acid composition, protein profiling, and proportion of Total flour proteins of different Wheat cultivars of North India. *Front Nutr.*, 7, 141. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00141>.

6. Sukhomud, O. H., Liubych, V. V. (2013). Urozhai i yakist zerna pshenytsi yaroї za riznykh umov mineralnoho zhyvlennia. [Yield and grain quality of spring wheat under different conditions of mineral nutrition]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. [Bulletin of Uman National University of Horticulture], 2, 51–55. [in Ukrainian].

7. Khalid, A., Hameed, A., Tahir, MF. (2022). Estimation of genetic divergence in Wheat genotypes based on agro-morphological traits through agglomerative hierarchical clustering and principal component analysis. *Cereal Res Commun.*, 50, 1–8. <https://doi.org/10.1007/s42976-022-00287-w>.

8. Herasymchuk, O. P., Kostetska, K. V. (2022). Formuvannia tekhnologichnykh vlastyvostei zerna pshenytsi ozymoї za vnesennia riznykh doz ta terminiv elementiv azotnoho zhyvlennia. [The formation of technological properties of winter wheat grain with the introduction of different doses and terms of elements of nitrogen nutrition]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. [Bulletin of Uman National University of Horticulture], 1, 64–68. <http://10.31395/2310-0478-2022-1-64-69> [in Ukrainian].

9. Herasymchuk, O. P., Kostetska, K. V., Cherneha, A. O. (2022). Sortova produktyvnist i yakist zerna pshenytsi miakoi yaroї v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. [Varietal productivity and grain quality of soft spring wheat in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. [Bulletin of Uman National University of Horticulture], 1, 58–63. <http://10.31395/2310-0478-2022-1-58-63> [in Ukrainian].

10. DSTU 4138-2002. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti. [Seeds of agricultural crops. Methods of determining quality]. *Derzhavnyi standart*. [National standardization basic principles]. Kyiv, Derzhpozhyvstandart Ukraine. 2003. 173 p. [in Ukrainian].

11. Anam Khalid, A. H., Shamim, S., Ahmad, J. (2022). Divergence in single kernel characteristics and grain nutritional profiles of wheat genetic resource and association among traits. *Front Nutr.*, 8, 805446. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.805446>.

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