
ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION,
STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК 633.11:631.53.02:006.83

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.138.31>

ВПЛИВ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОГО ДОСТИГАННЯ НА ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Бараболя О.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри рослинництва,

Полтавський державний аграрний університет

Піщаленко М.А. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри захисту рослин,

Полтавський державний аграрний університет

Правильне поводження з зерном пшениці після збору має таке ж важливе значення, як і вирощування, та впливає на його якість. Під час післязбирального досягання функціональні та поживні властивості зерна змінюються, а за дотримання всіх вимог відбувається покращення її якісних показників (вміст білка та клейковини, натура, склоподібність тощо).

Дослідження проводилось з використанням трьох сортів пшениці озимої м'якої – Оржися, Сагайдак і Диканька. Визначення показників якості зерна здійснено за допомогою загальноприйнятих методик.

За результатами досліджень виявлено, що більшість якісних показників пшениці озимої м'якої сортів Оржися, Сагайдак і Диканька протягом періоду післязбирального досягання покращились. Після 60 днів вологість зерна всіх сортів пшениці зменшилась в межах 2,9–6,7% від початкового рівня, що відповідав стандарту. Збільшення вмісту білка в зерні склало 1,4–4,1% і становило від 13,8% (сорт Оржися) до 15,6% (сорт Сагайдак). Зроста загальна маса сирової клейковини в зерні протягом 60 днів післязбирального досягання (Оржися – на 1,6%; Сагайдак – на 2,9%; Диканька – на 3,1%) до рівня 30,5–34,0%. Однак, якість клейковини зерна зменшилась за цей період на 2,1–4,7%, що не є критичним за її рівня (86–92 од.).

Визначено, що в дослідних сортах число падіння на початок зберігання було в межах 366–452 с, а через 60 днів зменшилось на 4,6–6,1% – до 345–432 с, що у даному випадку оцінюється як збільшений показник.

Досліджено, що протягом 60 днів післязбирального досягання не зазнала змін натура зерна та залишилась на рівні 2 класу: Оржися – 756 г/л, Сагайдак – 767 г/л, Диканька – 759 г/л. Незмінними лишились протягом цього періоду й показники склоподібності та вмісту домішок. За показником склоподібності наведені сорти є сильними та дорівнюють: Оржися – 96%, Сагайдак – 81%, Диканька – 85%. За вмістом домішок зерно відповідає 1–2 класу та становить: сміттєві – 1,45–1,89%; зернові – 2,41–3,95%.

Ключові слова: вологість, натура, білок, клейковина, склоподібність, число падіння, домішки.

Barabolia O.V., Pischalenko M.A. The impact of after-harvest ripening on quality indicators of winter wheat grain

The correct handling of wheat grain after harvesting has the same importance as its cultivation and affects its quality. During after-harvest ripening, the functional and nutritional properties of grain change, and in case of following all the requirements, the improvement of its quality indicators (such as protein and gluten content, hectoliter weight, hardness, and so on) takes place.

The study was conducted using three varieties of soft winter wheat – Orzhysia, Sahaidak, and Dykanka. The determining of grain quality was made by generally accepted methods.

According to the research results it was found that the majority of quality indicators of Orzhysia, Sahaidak, and Dykanka soft winter wheat varieties during the after-harvest ripening period improved. After 60 days, grain moisture content of all wheat varieties decreased within 2.9–6.7 % from the initial level, which corresponded to the standard. The increase in protein content in the grain was 1.4–4.1 % and made 13.8 % (in Orzhysia variety) to 15.6 % (in Sahaidak variety). The general weight of crude gluten in grain during 60 days of after-harvest ripening increased (by 1.6 % in Orzhysia variety; by 2.9 % in Sahaidak; and by 3.1 % in Dykanka) to the level of 30.5–34.0 %. However, grain gluten quality decrease by 2.1–4.7 % during this period, which is not critical having the level of 86–92 units.

It was determined that in the experimental varieties, the falling-number value at the beginning of storage was within 366–452 and after 60 days it decreased by 4.6–6.1 % – to 345–432, which in the given case is estimated as the increased indicator.

It was investigated that during 60 days of after-harvest ripening grain hectoliter weight did not change and remained at the level of class 2: Orzhysia – 756 h/l, Sahaidak – 767 h/l, and Dykanka – 759 h/l. Hardness and impurities content indicators remained unchanged during this period. As to hardness indicators the given varieties are strong and equal: Orzhysia – 96 %, Sahaidak – 81 %, and Dykanka – 85 %. As to impurities content, the grain corresponds to class 1–2 and makes: garbage – 1.45–1.89 %; grain – 2.41–3.95 %.

Key words: moisture content, hectoliter weight, protein, gluten, hardness, falling-number value, impurities.

Вступ. Пшениця є другою за величиною зерновою культурою в світі та головним чином використовується як сировина для основних продуктів харчування та продуктів бродіння. Пшеничне зерно зазвичай зберігається до наступного врожаю [1] для внутрішніх і експортних потреб в умовах, які можуть бути достатньо скрутними, як через геополітичні події [2], так і кліматичні коливання. Це обумовлює необхідність забезпечення зерну відповідних умов зберігання з урахуванням, що воно представляє собою біологічну систему, яка володіє властивостями дихання, післязбирального дозрівання, самозгрівання та проростання [3].

Зерно пшениці, як і деяких інших культур, одразу після збирання та ще впродовж певного часу не проростає чи має незначну схожість [4]. Це пов'язано з післязбиральним дозріванням – проходженням складних процесів синтезу, що забезпечують формування білків, жирів, вуглеводів тощо [5]. Протягом цього періоду відбувається остаточне накопичення крохмалю, синтез якого відбувається завдяки більш простим сполукам, тому під час післязбирального дозрівання в зерні відбувається зменшення кількості цукрів. Водночас закінчується синтез білків – зменшується вміст низькомолекулярних азотистих речовин, що потрібні для утворення білка. Під час зберігання свіжозібраного зерна настає повна фізіологічна стиглість (післязбиральне досягання), що проявляється у збільшенні кількості жиру, який синтезується завдяки вільним жирним кислотам – лінолевій, олеїновій, ліноленовій тощо. Відбуваються зміни кількості й якості білка та крохмалю. Так, білок стає менш розчинним і більш стійким до впливу тих ферментів, що спричиняють розпад білка. Крохмаль у дозрівшому зерні має підвищену здатність набухати у воді [5].

У зерні, що зберігається, відбуваються фізіологічні процеси як результат життєдіяльності його живих компонентів (зерна, насіння інших культурних рослин і бур'янів, грибків, мікробів, комах, кліщів) [6, 7]. Також у зерно на зберіганні потрапляють інші домішки, такі як органічні та мінеральні частини рослин, частки каміння, ґрунту та пісок [8]. Зерно, яке не повністю дозріло, містить більшу частку вологи та швидше псується, ніж зрілі зерна, оскільки ферментні системи все ще активні [9].

Таким чином, необхідно забезпечити оптимальний стан післязбирального досягання та зберігання зерна шляхом врахування складу його структури. В залежності від складу компонентів зернової маси, що містить різні за розмірами, формою, масою, вологістю, іншими технологічними та хімічними показниками зерна, встановлюється відповідний режим зберігання, який повинен забезпечити мінімізацію фізіологічних процесів всередині цієї маси, що пов'язана з життєдіяльністю шкідників і розвитком патогенної мікрофлори [10, 11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Період післязбирального дозрівання є результатом тривалої еволюції, в результаті якої насіння пристосовувалось до умов зовнішнього середовища та не проростало за умов зволоження ще на материнській рослині чи одразу після відокремлення від неї, щоб неминуче призвело до вимирання виду [12]. Щойно зібрана пшениця є фізіологічно незрілою і потребує дозрівання, щоб помітно покращити якість її насіння [13]. При цьому процес дозрівання є генетично обумовленою ознакою [12] та коливається від 10–20 днів для пшениці озимої на півдні України до 60 днів у північних районах [4].

Правильне поводження з пшеницею після збору врожаю має важливе значення для зменшення втрат і покращення якості продукції [14]. За оптимальних умов зберігання пшениця має потенціал для збереження протягом приблизно 3–5 років [15]. Значне прискорення післязбирального дозрівання відбувається, коли після збирання зерно одразу добре просушене, зберігається при підвищеній температурі (20–22 °C) і достатньому доступі кисню [16].

Згідно з дослідженням [1] термін зберігання 60 днів позитивно вплинув на число падіння, вміст амілази та вологи клейковини, за винятком зниження вмісту цукру. За даними дослідження [17] термін зберігання 3 місяці позитивно вплинув на якість пшениці, однак вага, вміст клейковини, активність ферментів, кислотність і колір пшениці погіршилися.

Умови зберігання теж впливають на якість зерна та можуть коригувати необхідні його показники [18]. Режим зберігання з регульованими умовами є більш затратним, ніж умови звичайного зерносховища, та краще застосовувати для зерна з рівнем вологості більше норми. Якщо вологість зерна нижче або в межах стандарту та клейковина нормальної якості, то більш доцільно зберігати його в умовах звичайного зерносховища [19]. Зберігання зерна у відкритих складах протягом післязбирального досягання призводить до погіршення індексу деформації клейковини, зольності та числа падіння [20].

Отже, дотримання вимог зі зберігання зерна в різних типах зерносховищ дозволяє зменшити чи уникнути втрат в якості й у вазі в процесі післязбирального досягання [21].

Постановка завдання. Мета роботи – дослідити зміну основних показників якості зерна пшениці озимої впродовж післязбирального досягання та виявити їх причину.

Дослідження проводилось в умовах приватного фермерського господарства Полтавської області з використанням трьох сортів пшениці озимої м'якої (Оржиця, Сагайдак і Диканька) врожаю 2023 року. Свіжозібраний врожай зерна було розміщено на післязбиральне досягання у підлогових вентильованих складах, які попередньо були очищені, висушені, знезаражені від шкідників з дотриманням вимог ДСТУ ISO 6322-1, ДСТУ ISO 6322-2 і ДСТУ ISO 6322-3. Дезінсекція комірних приміщень проводилась шляхом обробки інсектицидом Фастак у нормі 0,02 л/100 м², а фумігація зернових запасів – у нормі 16 мл/т зерна.

Основні показники якості зерна пшениці вимірювались в лабораторних умовах до його закладання на післязбиральне досягання та через 60 днів з дотриманням вимог ДСТУ 3768-2019 «Пшениця. Технічні умови» [22]: вологість, натура, склоподібність, кількість та якість клейковини, масова частка сирого білка, число падіння, засміченість сміттєва та зернова.

Визначення показників якості зерна здійснено за допомогою загальноприйнятих методик відповідно до вимог ДСТУ або ГОСТ. Вологість зерна визначали згідно з ДСТУ ISO 712:2015, натури – ДСТУ 4233:2003 і ДСТУ 4234:2003, масова частка сирого білка – ГОСТ 10846-91, кількість і якість клейковини – ДСТУ ISO 21415-1:2009 і ДСТУ ISO 21415-2:2009, склоподібність – ГОСТ 10987-76, число падіння – ДСТУ ISO 3093:2019, вміст домішок – ГОСТ 30483-97.

Виклад основного матеріалу дослідження. Безпечне зберігання зерна пшениці визначається взаємодією між вологістю зерна під час збирання, ефективністю сушіння та температурою, коли зерно закладається на зберігання. Розвиток мікроорганізмів, кліщів, комах та інших шкідників, життєдіяльність яких сприяє суттєвим втратам зерна, пов'язаний з вмістом води в зерні [23]. Також за вологості зерна в 16 % не відбувається самонагрівання, тоді як вже за підвищення її рівня до 18 % виникають процеси, що сприяють активному росту плісневих грибів [21], а отже скорочується термін зберігання [24].

Якщо на етапі сушіння пшеницю висушити до вологості 14,5 %, то можна забезпечити коротко- та середньострокове зберігання [25]. Отже, підтримання вмісту вологи між 8 і 14 % є вирішальним для підтримки високої якості пшениці протягом рекомендованого терміну зберігання [26]. Також рівнем вологості зерна (до 13 %) можна регулювати кількість шкідників, а для більш тривалого зберігання – рекомендовано її зменшити ще на 1,0–1,5 % [27].

За результатами наших досліджень (рис. 1) всі сорти пшениці озимої було закладено на післязбиральне досягання з вологістю в межах стандарту (14–16 %) [28], а сорт Сагайдак – навіть дещо нижче. В результаті після 60 днів вологість усіх сортів пшениці зменшилась в межах 2,9–6,7 % за найбільшого рівня для сорту Оржиця, що мав найвищий початковий рівень, до найменшого – за сортом Диканька. Це свідчить про достатність поживних речовин у зерні, придатність для післязбирального досягання та подальшого зберігання.

Доцільність забезпечення вологості зерна в межах норми обумовлено тим, що у вологого зерна змінюються фізичні властивості. Відбувається зниження натури зерна й опір до роздавлювання, погіршується його сипкість [29]. Натура є одним із найдавніших показників якості зерна, яка характеризує його виповненість, що підтверджує довершеність процесів синтезу поживних речовин, а отже містить більше ендосперму, крохмалю, білків, цукрів [30]. Натура зерна є якісним параметром, котрий позначається масою певного об'єму зерна (так звана насипна щільність) [31]. Також за натурною масою зерна можна охарактеризувати його борошномельні властивості [32].

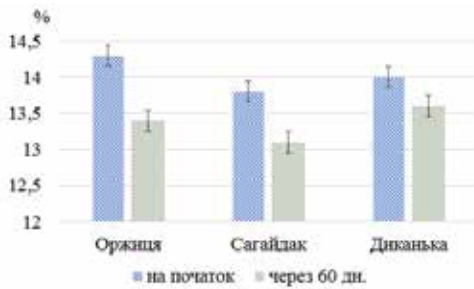


Рис. 1. Динаміка зміни вологості дослідних сортів пшениці протягом післязбирального досягання

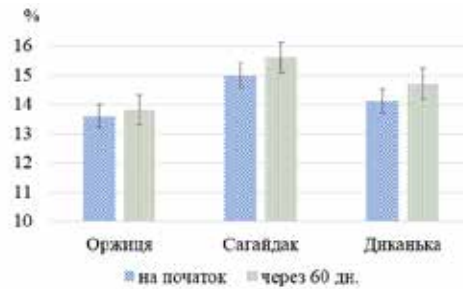


Рис. 2. Динаміка зміни білка дослідних сортів пшениці протягом післязбирального досягання

Дослідні сорти пшениці відносяться до м'яких сортів і за показниками натурності відносяться до 2 класу (від 750 до 775 г/л згідно з ДСТУ 3768:2019 [22]) і мають максимальне значення оскільки рівень вологості в межах 14–16 % [33]: Оржиця – 756 г/л, Сагайдак – 767 г/л, Диканька – 759 г/л. Доцільно відзначити, що цей якісний показник не змінився впродовж післязбирального досягання (60 днів). Хоча між натурою зерна та вологістю існує високий рівень кореляції (вологість знижує натуру зерна) [34], в нашому випадку зменшення вологості не призвело до підвищення натурної маси через її незначні зміни, короткий термін післязбирального досягання та високу склоподібність зерна.

Більше значення натурності зерна відповідає більшим показникам вмісту в зерні білка та частки клейковини, які визначають якість зерна й є важливими показниками для визначення його класу в світовій практиці. Чим вище масові частки білка та сирової клейковини у складі зерна пшениці, тим вище його якість і клас [32]. Так, згідно з ДСТУ 3768:2016 [22] визначено параметри масової частки білка в зерні пшениці м'якої озимої в межах 11,0–14,0 %, а клейковини – 18,0–28,0 %.

Згідно з рис. 2 всі дослідні сорти пшениці озимої мають показники білка більше 13,6 % (показник сорту Оржиця одразу після збору зерна). Найвищий рівень вмісту білка мав сорт Оржиця за обох умов (до закладання на післязбиральне досягання та через 60 днів) – 15,0–15,6 %.

Як видно за результатами всі сорти пшениці через 60 днів покращили показники вмісту білка: Оржиця – на 1,4 %; Сагайдак – на 3,8 %; Диканька – на 4,1 %. Це свідчить про сприятливі умови зберігання та процес післязбирального досягання.

Зерно пшениці озимої зазвичай використовується для виробництва борошна, з якого випікають хліб, що обумовлює необхідність вмісту в ньому достатньої кількості й високої якості клейковини. Борошно отримує необхідні технологічні властивості через певний період зберігання (залежно від сорту пшениці та умов вирощування). Покращання хлібопекарських якостей пшеничного борошна при зберіганні називають його дозріванням. Протягом зберігання борошна в ньому змінюється вологість, кислотність, колір, вміст жиру, вуглеводно-амілазний та білково-протеїназний комплекси [35].

Клейковина – це білкова високогідратована речовина (містить 80–85 % білків глютену та гліадину), яка не розчиняється у воді, а її складові набухаючи переходять у колоїдний стан [36]. Від масової частки й якості клейковини напряду залежать хлібопекарські якості борошна та споживча цінність хліба, відношення

висоти подового хліба до його діаметра, зовнішній вигляд і його пористість [37, 38]. У зерні пшениці вміст сирі клейковини коливається в межах 14–50 %. Пшеницею з високим вмістом клейковини вважають таку, зерно якої містить більше 28 % сирі клейковини [33].

Необхідно відмітити, що зміна властивостей білка призводить до зміни й виміру властивостей клейковини. Зазначається, що під час післязбирального дозрівання її кількість залишається майже без змін, тоді як якість може дещо маневрувати, що залежить від вихідних показників. Клейковина у цей період дозрівання може як покращувати свою розтяжність, еластичність і підвищувати здатність до набухання [39–41], так може відбутись і деяке ослаблення клейковини.

У дослідженні [1] зазначається, що для отримання оптимальної кількості клейковини післязбиральне досягання зерна має становити від 60 до 90 днів. Проте зберігання зерна від 90 до 150 днів призводить до збільшення індексу клейковини. Існують результати [42], коли кількість клейковини збільшувалась протягом одного місяця зберігання, тоді як у більш довгостроковій перспективі (після 12 місяців) – зменшується в залежності від сорту від 0,4–2,8 %.

Наведені на рис. 3 показники кількості клейковини дослідних сортів пшениці озимої перед закладанням на післязбиральне досягання та через 60 днів після свідчать про її збільшення за всіма сортами: Оржиця – на 1,6 %; Сагайдак – на 2,9 %; Диканька – на 3,1 %. Загальна маса сирі клейковини (30,5–34,0 %) свідчить про високі хлібопекарські властивості борошна з пшениці дослідних сортів.

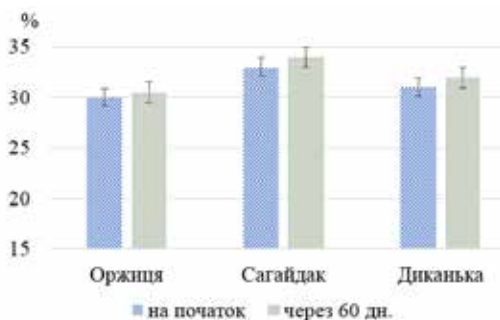


Рис. 3. Динаміка зміни кількості клейковини дослідних сортів пшениці протягом післязбирального досягання

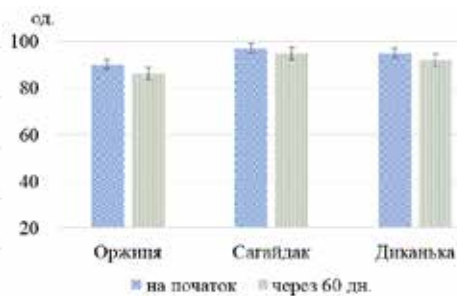


Рис. 4. Динаміка зміни якості клейковини дослідних сортів пшениці протягом післязбирального досягання

Додатковим важливим показником з оцінки хлібопекарських якостей борошна є якість клейковини, яка утворюється двома фракціями білків (глютеліни, проламіни) і відображає сукупність фізичних її властивостей: колір, еластичність, тягучість, пружність [33, 37].

Високоякісна клейковина борошна за замішування тіста стає пружною, еластичною, при бродінні тіста утримує вуглекислий газ, допомагає його розпушенню й одержанню пористого хліба. Отже, низька якість клейковини у борошні не сприяє випіканню хорошого хліба [43]. Значну добавку в об'ємі та масі хліба отримують завдяки здатності клейковини вбирати й утримувати воду. В той же час, її водовбирна здатність залежить від крупності частинок борошна, якості та

кількості білків [38]. Якість клейковини вимірюється одиницями пружності та регулюється ДСТУ 3768:2019.

Згідно з результатами наших досліджень (рис. 4) всі сорти пшениці озимої мають високоякісну клейковину – від 90 од. (сорт Оржиця) на початку післязбирального досягання та від 86 од. (сорт Оржиця) через 60 днів зберігання. Найбільший вміст клейковини визначено за сортом Сагайдак – 97 і 95 од. відповідно. Отже, прослідковується зменшення якості клейковини протягом 60 днів післязбирального досягання на 2,1–4,7 %, що відповідає вищенаведеним дослідженням.

Доведено, що при зберіганні пшеничного борошна відбувається зміна не лише кількості клейковини, але й її якості. За результатами досліджень [44] якість клейковини при зберіганні борошна погіршилась, оскільки клейковина з часом стає більш міцною, втрачає еластичність та розтяжність.

Таким чином, за даними масової частки білка, вмісту й якості клейковини дослідних сортів пшениці Оржиця, Сагайдак і Диканька їх товарний клас – II. Враховуючи кількість клейковини (більше 24 %) та її гарну якість (60–95 ІДК) [37], з цього борошна можна отримати високоякісний хліб.

Відомо, що між кількістю білка в зерні та вмістом клейковини та натури існує позитивна кореляційна залежність [45, 46]. Згідно з [47] масова частка клейковини детермінується з вмістом білка на 88 %, тоді як натура зерна залежна від останнього на 96 %. За такої закономірності зерно з більшим вмістом білка має кращу натуру та більшу якість клейковини, що підтверджується нашими експериментальними даними (відповідно – білок, клейковина, натура): Оржиця – 13,6 %; 756 г/л; 30,0 %, Сагайдак – 15,0 %; 767 г/л; 33,0 %; Диканька – 14,1 %; 759 г/л; 31,0 %.

Важливим показником щодо якості зерна пшениці є склоподібність, яка характеризує консистенцію та будову ендосперму зерна [43]. Вважається, що існує пряма залежність – чим вище вміст білка, тим більш високосклоподібним є зерно пшениці. Таке зерно містить більше білків, що створюють клейковину високої якості, а це відповідно покращує хлібопекарські якості борошна [33]. Отримане з такого зерна борошно добре розсипається та просіюється. Однак нові дані свідчать про те, що склоподібність є лише відносним показником вмісту білка й клейковини [23].

Серед дослідних зразків пшениці озимої найбільший показник склоподібності мав сорт Оржиця – 96 %, тоді як сорти Сагайдак і Диканька – 81 і 85 % відповідно. Отже, наведені сорти можна віднести до сильних (загальний рівень склоподібності більше 60 % [37]), що робить їх придатними для отримання високоякісної хлібопекарської продукції. Протягом всього періоду післязбирального досягання за дослідними сортами пшениці показник склоподібності не зазнав змін.

Одним з основних сертифікаційних показників якості зерна є число падіння, який залежить від умов зберігання [48]. Цей показник призначений для відображення активності альфа-амілази, яка визначає хлібопекарські властивості борошна та свідчить про непошкодженість зерен крохмалю [36].

Так, згідно з ДСТУ 3768:2019 для пшениці м'якої норма числа падіння в залежності від класу становить 180–220 с (чим вище клас, тим більше швидкість падіння) [22]. В дослідних сортах цей показник на початок зберігання був в межах 366–452 с (рис. 5), а через 60 днів зменшився на 4,6–6,1 % – до 345–432 с, що у даному випадку оцінюється як збільшений показник, а це може вплинути на кінцеву якість хлібобулочних виробів у не найкращу сторону [36].

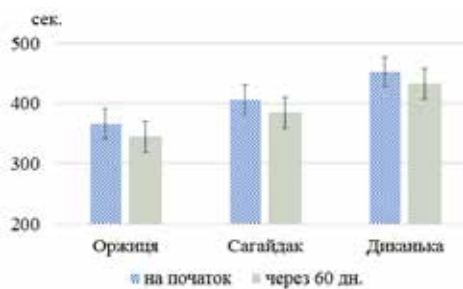


Рис. 5. Динаміка зміни числа падіння дослідних сортів пшениці протягом післязбирального досягання

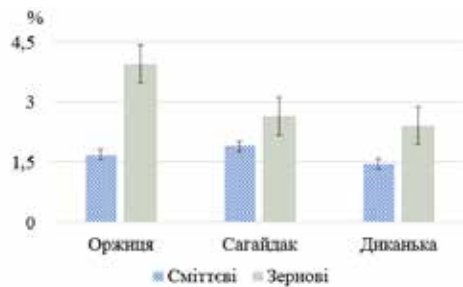


Рис. 6. Вміст домішок у дослідних сортах пшениці

Зернова маса, окрім зерна основної культури, містить ще у певній кількості домішки насіння бур'янів та інших культурних рослин, мінеральні й органічні домішки, пошкоджені зерна тощо. Якісний склад і кількість цих домішок залежні від рівня агротехніки, організації та способів збирання врожаю. Присутність домішок знижує цінність зерна, підвищує неоднорідність зернової маси, збільшуючи її обсяг, що потребує додаткових витрат на їх додаткове очищення, затарювання та перевезення. Також за наявності домішок різко погіршується збереженість свіжозібраних зернових мас. Це обумовлено впливом насіння бур'янів, яке зазвичай, має підвищену вологість, а це, в свою чергу, збільшує вологість самого зерна. В цих умовах підсилюються процеси дихання насіння й утворюється сприятливе для розвитку мікроорганізмів середовище [33].

Вміст домішок, як і вологість, ушкодженість шкідниками, температура, впливає на натуру зерна [38]. Згідно з ДСТУ 3768:2019 [22] визначено види, склад і межі домішок, що для пшениці м'якої становлять залежно від класу (чим більше домішок, тим менше клас): зернові домішки – 5,0–15,0 %; сміттєві домішки – 1,0–3,0 %.

Наведені на рис. 6 дані свідчать, що за вмістом сміттєвих домішок найбільший показник за сортом Сагайдак (1,89 %), а найменший – за сортом Диканька (1,45 %), що відповідає зерну 2 класу. Зернові домішки є більшими для сорту Оржиця – 3,95 %, а найменші в 2,41 % – для сорту Диканька, що характеризує сорти за 1 класом пшениці згідно з ДСТУ 3768:2019. Протягом періоду післязбирального досягання вміст домішок у зерні не змінився, що свідчить про дотримання відповідних умов зберігання.

Висновок. Проведені дослідження показали, що післязбиральне досягання зерна пшениці є важливим процесом для забезпечення її якості. При цьому виникає необхідність забезпечення йому відповідних умов зберігання з урахуванням властивостей дихання, післязбирального дозрівання, самозігрівання та проростання, наявності різних домішок.

За результатами досліджень виявлено, що більшість якісних показників зерна пшениці озимої м'якої сортів Оржиця, Сагайдак і Диканька протягом 60 днів післязбирального досягання покращились: вологість зменшилась на 2,9–6,7 %; вміст білка збільшився на 1,4–4,1 %; загальна маса сирої клейковини також зросла на 1,6–3,1 %. Однак, якість клейковини зерна зменшилась за цей період на 2,1–4,7 %. У дослідних сортах число падіння через 60 днів зменшилось на 4,6–6,1 % – до 345–432 с, що оцінюється як збільшений показник. Протягом

60 днів післязбирального досягання не зазнали змін: натура зерна – 756–759 г/л; склоподібність – 81–96 %; смітєві домішки – 1,45–1,89 %; зернові домішки – 2,41–3,95 %. Отже, проведене дослідження засвідчило, що забезпечення відповідних умов під час післязбирального досягання сприяло покращенню якості зерна пшениці озимої.

Таким чином, сортові властивості дослідної пшениці м'якої, дотримання вимог вирощування, збору та зберігання зерна дозволяють отримати з неї борошно для виробництва високоякісної хлібопекарської продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Physicochemical properties of wheat grains affected by after-ripening / S. Ma et al. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*. 2016. Vol. 8 (2). P. 189–194. doi: 10.3920/QAS2015.0595
2. Бараболя О.В., Доронін С.М. Стан і проблеми вирощування зернових культур в Україні під час війни. *Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри* : доп. учасн. міжнар. наук.-практ. конф., 1–2 черв. 2023 р., м. Миколаїв. Миколаїв : МНАУ, 2023. С. 11–14.
3. Microbial bioformulation: a microbial assisted biostimulating fertilization technique for sustainable agriculture / A. Khan et al. *Frontiers in Plant Science*. 2023. Vol. 14, 1270039. doi: 10.3389/fpls.2023.1270039
4. Післязбиральне дозрівання насіння та заходи щодо його скорочення. URL: <https://consumerhm.gov.ua/3104-pislyazbiralne-dozrivannya-nasinnya-ta-zakhodishchodo-jogo-skorochennya>.
5. Тривятський Л. Найбільш складним біологічним порогом для зерна є післязбиральне дозрівання. *Зерно і хліб*. 2011. № 1. С. 44–45. URL: http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/Zerno-i-hlib/ZIH2011-1/ZIH2011-1_44-45.pdf.
6. Effects of variety and fertiliser nitrogen on alcohol yield, grain yield, starch and protein content, and protein composition of winter wheat / D.R. Kindred et al. *Journal of Cereal Science*. 2008. Vol. 48. P. 46–57. doi: 10.1016/j.jcs.2007.07.010
7. Uygun U., Koksel H., Atli, A. Residue levels of malathion and its metabolites and fenitrothion in post-harvest treated wheat during storage, milling and baking. *Food Chemistry*. 2005. Vol. 92. P. 643–647. doi: 10.1016/j.foodchem.2004.08.045
8. Бараболя О.В., Кириченко Д.В. Перспективні технології зберігання зерна під час надзвичайних ситуацій. *Вісник ПДАА*. 2022. № 4. С. 25–31. doi: 10.31210/visnyk2022.04.03
9. Post-harvesting processing. URL: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/12a578c2-47c3-4095-9ab3-c95126878d7d/content>.
10. Дослідження процесу зберігання зерна в герметичних умовах / О.І. Шаповаленко та ін. *Наукові праці ОНАХТ*. 2010. Вип. 38. Том 1. С. 116–122.
11. Пузик Л.М., Пузик В.К. Технологія зберігання і переробки зерна. Харків : Точка, 2013. 315 с.
12. Льченко Л.І. Тривалість періоду післязбирального дозрівання насіння сортів пшениці м'якої озимої. *Миронівський вісник*. 2017. Вип. 7. С. 46–53. doi: 10.31073/mvis201807-05
13. Bojovic B. The effects of temperature, length of storage and plant growth regulators on germination of wheat (*Triticum Aestivum* L.) and triticale seeds. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 2010. Vol. 2. P. 1849–1853. doi: 10.2478/V10133-010-0027-1
14. Pre- and Post-harvest management of wheat for improving the productivity, quality, and resource utilization efficiency / N. Kumar et al. In: *Wheat Science*. 2023. doi: 10.1201/9781003307938-3
15. Lancelot E., Fontaine J., Grua-Priol J., Le-Bail A. Effect of long-term storage conditions on wheat flour and bread baking properties. *Food Chemistry*. 2021. Vol. 346, 128902. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128902

16. Хомик Н.І., Гаврон Н.Б., Рубінець Н.А. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції : курс лекцій. Тернопіль : ФОП Паляниця В.А., 2016. 248 с.
17. Karaoglu M.M., Aydeniz M., Gurbuz H., Gercelaslan K.E. A comparison of the functional characteristics of wheat stored as grain with wheat stored in spike form. *International Journal of Food Science Technology*. 2010. Vol. 45. P. 38–47. doi: 10.1111/j.1365-2621.2009.02101.x
18. Федорів В.М., Підлісний В.В., Семенов О.М. Обґрунтування впливу фізіологічних процесів на якість зберігання зернової маси. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2020. Вип. 33. С. 47–53. doi: 10.37406/2706-9052-2020-2-6
19. Буйвал С.М. Вплив умов та тривалості зберігання на якість зерна пшениці різних сортів. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u152/buyval_0.pdf.
20. Ravsanov S., Pardaev Z., Ergashev A. Effect of storage of wheat grains in open warehouses during post-harvest ripening on physico-chemical parameters. *Chemistry and Chemical Engineering*. 2024. Vol. 2023, No. 1, 11. doi: 10.34920/cce2023111
21. Іщенко В., Гайденко О., Козелець Г., Мостіпан Т. Основні вимоги до зберігання сухого зерна. *Агробізнес Сьогодні*. 2020. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/zberihannia/item/18708-osnovni-vumohy-do-zberihannia-sukho-ho-zerna.html>.
22. ДСТУ 3768:2019. Пшениця. Технічні умови. [Чинний від 2019-06-10]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. 19 с.
23. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва. Лабораторний практикум / Г.П. Жемела та ін. Дніпропетровськ, 2005. 248 с.
24. Safe storage time of high moisture wheat / C. Karunakaran et al. *Journal of Stored Products Research*. 2001. Vol. 37, Issue 3. P. 303–312. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00033-3
25. Magan N., Aldred D., Baxter E. Good Postharvest Storage Practices for Wheat Grain. In: *Mycotoxin Reduction in Grain Chains*. 2014. doi: 10.1002/9781118832790.ch18
26. Effects of hydrothermal treatment and low-temperature storage of whole wheat grains on in vitro starch hydrolysis and flour properties / A. Abdullah et al. *Food Chemistry*. 2019. Vol. 395, 133516. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.133516
27. Підлісний В.В., Варфоломєєв А.І., Соколенко А.І. Фізико-хімічні явища в масообміні при зволоженні зерна. *Харчова і переробна промисловість*. 2008. № 1. С. 18–19.
28. Як визначити вологість зерна для ефективного зберігання врожаю? URL: <https://ventalab.ua/yak-vuznachytu-volohist-zerna-dlia-efektyvnoho-zberihannia-vrozhaia>.
29. Білинський Й.Й., Скалецька М.О. Аналіз методів та способів вимірювання вологості сипких продуктів. *Радіоелектроніка та радіоелектронне апаратобудування*. 2023. № 2. С. 125–134. doi: 10.31649/1997-9266-2023-167-2-125-134
30. Класифікація пшениці по класам згідно з ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови». URL: <https://ventalab.ua/klasyfikatsiia-pshenytsi-po-klasam>.
31. Що таке натура зерна та як її визначити? URL: <https://ventalab.ua/shcho-take-natura-zerna-ta-yak-yii-vuznachytu>.
32. Черно О.Д., Педоренко О.О. Якість зерна пшениці озимої залежно від азотних підживлень після сої. *Education and science of today: intersectoral issues and development of sciences*. 2021. № 2. С. 40–42. doi: 10.36074/logos-19.03.2021.v2.10
33. Подпрятков Г.І., Рожко В.І., Скалецька Л.Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2014. 393 с.
34. Коваленко О.А., Косовська Н.В. Вплив режимів сушіння зерна пшениці озимої на показники його продовольчих і насінневих якостей. *Наукові праці. Сер. Екологія*. 2012. Вип. 167. Т. 179. С. 68–72.

35. Грянник Г.М., Лехман С.Д. Зміни технологічних якостей при зберіганні борошна. Київ : Урожай. 1999. 350 с.
36. Жемела Г.П., Бараболя О.В., Татарко Ю.В., Антоновський О.В. Вплив сортових особливостей на якість зерна пшениці озимої. *Вісник ПДАА*. 2020. № 3. С. 32–39. doi: 10.31210/visnyk2020.03.03
37. Протопіш І.Г. Формування врожаю та якості зерна пшениці озимої залежно від строків сівби, попередників та сорту в умовах Лісостепу правобережного : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09. Вінниця, 2016. 226 с.
38. Удосконалення технологій післязбиральної обробки, зберігання та переробки зерна різного цільового призначення (заключний) : Звіт про НДР / Г. Подпрятков та ін. Київ : НУБіП України, 2008. 181 с.
39. Tas A.A. Effect of thermal processing and storage on digestibility of starch in whole wheat grains. *Journal of Cereal Science*. 2010. Vol. 52 (3). P. 480–485. doi: 10.1016/j.jcs.2010.08.002
40. Crowley P., Schober T., Clarke C., Arendt E. The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. *European Food Research Technology*. 2002. Vol. 214. P. 489–496.
41. Rheological characteristics of halberd wheat starch / M. Tako et al. *Starch-Starke*. 2009. Vol. 61. P. 275–281. doi: 10.1002/star.200800073
42. Голуб В.О., Голуб С.М. Вплив термінів зберігання на технологічні властивості пшеничного борошна. *Тенденції та перспективи розвитку освіти, науки та технології в епоху трансформаційних процесів* : зб. матеріалів Всеукр. наук.-практ. конф. (22 квітня 2021 р.) / упоряд., голов. ред. О.Ю. Ройко. Луцьк : Вежа-Друк, 2021. С. 49–51.
43. Жемела Г.П., Баган А.В., Бараболя О.В., Шакалій С.М., Чайка Т.О. Екологізація випікання пшеничного хліба з використанням хмелевих заквасок і спіруліни. *Вісник ПДАА*. 2020. № 1. С. 100–106. doi: 10.31210/visnyk2020.01.11
44. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Київ : Либідь, 2008. 416 с.
45. Діордієва І.П., Новак Ж.М. Кількість та якість клейковини в зерні колекційних зразків чотиривидного тритикале. URL: <https://institut-zerna.com/library/magazine1/19.pdf>.
46. Жигунов Д.О., Волощенко О.С., Хорегжий Н.В. Взаємозалежність показника кількості клейковини та білка в зерні та борошні. *81 наукова конференція викладачів академії* : зб. тез. (м. Одеса, 27–30 квіт. 2021 р.). Одеса : ОНАХТ, 2021. С. 24–25.
47. Протопіш І.Г. Оцінювання взаємозв'язків показників якості пшениці озимої. *Вісник аграрної науки*. 2016. Т. 94, № 3. С. 72–75.
48. Антіпіна О.О., Борта А.В., Ляшан Г.Г., Верещинський О.П. Технологічна експертиза процесу зберігання зерна пшениці як інструмент забезпечення якості. *Наукові праці ОНАХТ*. 2019. Т. 83. Вип. 2. С. 65–70.