

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.05 – КМР. 1807 “С” 2024.10.11. 019 ПЗ

ЛОСЯ ВЛАДИСЛАВА СЕРГІЙОВИЧА

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 631.563:631.526.3:633.11 «324»

Погоджено

Декан агробіологічного
факультету
д.с.-г. наук, професор
_____ Коваленко В.П.

" ____ " _____ 2024 р.

Допускається до захисту
Завідувач кафедри
технології зберігання, переробки та
стандартизації продукції
рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика
к. с.-г. н., професор

_____ Подпрятков Г.І.
" ____ " _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «ПРИДАТНІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ РІЗНИХ
СОРТІВ ДЛЯ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ»**

Спеціальність: 201 – «Агрономія»

Освітня програма: «Агрономія»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

доктор с.-г.н., професор _____

Каленська С.М.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

канд. с.-г.н., доцент _____

Завадська О.В.

Виконав

Лось В.С.

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології зберігання, переробки та
стандартизації продукції рослинництва
ім. проф. Б.В. Лесика

_____ Г.І. Подпрятков

"__" _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

ЛОСЮ ВЛАДИСЛАВУ СЕРГІЙОВИЧУ

Спеціальність: 201 – «Агрономія»

Освітня програма: «Агрономія»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Придатність зерна пшениці озимої різних сортів для тривалого зберігання та переробки» затверджена наказом ректора НУБіП України від «11» жовтня 2024 р. № 1807 «С».

Термін подання студентом магістерської роботи 10.11.2024 р.

Вихідні дані до магістерської роботи: зерно пшениці озимої сортів Шестопалівка, Етана, Скаген, Сталева, Шпалівка, вирощене в умовах Центрального Степу України, у процесі зберігання та переробки.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- оцінити якість вирощеного зерна пшениці озимої різних сортів та встановити відповідність його вимогам діючого стандарту;
- підібрати найпридатніші сорти пшениці озимої до переробки;
- дослідити динаміку показників якості зерна пшениці при різних режимах зберігання.
- визначити залежність якості зерна пшениці різних сортів від терміну зберігання;
- виявити кореляційні взаємозв'язки між досліджуваними показниками якості зерна пшениці озимої;
- дати економічну оцінку ефективності реалізації зерна пшениці озимої досліджуваних сортів у різні терміни зберігання.

Перелік графічного матеріалу: таблиці, діаграми, рисунки, презентація.

Дата видачі завдання

“05” вересня 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи,
канд.с.-г. наук, доцент

_____ **Завадська О.В.**

Завдання прийняв до виконання

_____ **Лось В. С.**

ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	10
1.1. Народногосподарське значення пшениці озимої.....	10
1.2. Ботанічна характеристика та біологічні особливості пшениці озимої.....	11
1.3. Особливості хімічного складу зерна пшениці озимої.....	18
1.4. Показники якості зерна пшениці озимої.....	22
1.4.1. Фізичні властивості зерна пшениці озимої.....	22
1.4.2. Біохімічні показники зерна пшениці озимої.....	23
1.4.3. Технологічні властивості зерна пшениці озимої.....	24
1.5. Вимоги стандартів до якості зерна пшениці озимої.....	26
1.6. Зміна показників якості зерна пшениці озимої залежно від умов та тривалості зберігання.....	27
РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА.....	33
ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	33
2.1. Характеристика місця і умов проведення досліджень.....	33
2.2. Кліматичні умови господарства.....	34
2.3. Ґрунтові умови господарства.....	35
2.4. Агротехнічні умови в досліді.....	36
2.5. Умови та методика проведення досліджень.....	37
2.6. Характеристика досліджуваних сортів.....	41
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ.....	43
3.1. Якість вирощеного зерна пшениці озимої.....	43
3.2. Якість борошна, отриманого із зерна озимої пшениці різних сортів після 3-х місяців зберігання.....	Помилка! Закладку не визначено.
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ.....	61
ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ.....	61
ВИСНОВКИ.....	65
Пропозиції господарству.....	Помилка! Закладку не визначено.
Список літератури.....	Помилка! Закладку не визначено.

РЕФЕРАТ

Магістерська робота виконана на 75 сторінках друкованого тексту. Складається з вступної і основної частин, містить 6 рисунків та 10 таблиць. Під час написання роботи було використано 52 джерела літератури.

У вступі подається мотив обрання теми досліджень, обґрунтування її актуальності. Наведено об'єкт та предмет, визначено мету та окреслено завдання досліджень, зазначено їх практичну цінність.

В огляді літератури розкриваються відомості відносно об'єкта досліджень, наведено ботанічну характеристику пшениці та її вимоги до умов вирощування; описано сучасні технології збирання, післязбиральної доробки та зберігання зерна; проаналізовано зміни в якості, що відбуваються у зерні пшениці протягом періоду зберігання та їх причини.

У другому розділі наведені дані про місце виконання, умови, методика, схема проведення досліджень. Описано технологію вирощування, післязбиральної доробки та зберігання зерна пшениці; подано короткий опис сортів, використаних для досліджень. В експериментальній частині наведено результати досліджень вивчення впливу сортових особливостей та режиму зберігання на технологічні властивості зерна пшениці протягом тривалого зберігання у табличному та графічному вигляді. Наведені результати супроводжуються аналізом.

Окремим розділами подано результати розрахунків економічної ефективності реалізації зерна пшениці досліджуваних сортів у різні періоди зберігання (4 розділ). У висновках наведені підсумки досліджень. Висловлюються пропозиції щодо впровадження результатів досліджень у виробництво.

ПШЕНИЦЯ ОЗИМА, ЗЕРНО, СОРТ, БОРОШНО, ЯКІСТЬ, ЗБЕРІГАННЯ, ТЕРМІНИ ЗБЕРІГАННЯ, ПЕРЕРОБКА, ХЛІБ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

ВСТУП

Пшениця озима є однією з найвагоміших зернових культур, що становить основний продукт харчування. Її вирощують у 184 країнах на п'яти континентах, а світова площа посівів коливається від 220 до 230 млн гектарів, з річним збором понад 660 млн т. Зерно пшениці експортують 70 країн, найбільшими експортерами є США, Австралія, Канада та Франція [6].

В Україні пшениця озима займає провідну позицію серед сільськогосподарських культур, складаючи близько 40 % загального збору зернових. Частка продовольчої пшениці становить 55–60 %. Україна щорічно збирає понад 70 млн т зерна, що дозволяє їй входити до п'ятірки найбільших виробників [10].

У сучасних умовах ринкових відносин важливо отримувати достовірну інформацію про якість та технологічні характеристики зерна, щоб забезпечити його тривале зберігання і переробку у високоякісні продукти з мінімальними витратами. Це сприятиме стабільному врожаю, зберіганню продукції з мінімальними втратами та зміцненню позицій України на світовому ринку зерна.

Зернові культури займають перше місце за посівними площами в Україні завдяки їхній значущості та широкому використанню. Основні продукти харчування, такі як хліб, крупи та макарони, виробляються з продовольчого зерна, тоді як фуражне зерно використовується для годівлі тварин [11].

У зерновому балансі країни озима пшениця займає провідну позицію, а ключовим завданням є підвищення якості та врожайності через інтенсифікацію. Досвід показує, що застосування інтенсивних технологій дозволяє отримувати високі врожаї у сприятливих умовах.

На переробних підприємствах важливо постійно вдосконалювати технологічні процеси, забезпечувати ефективне зберігання та переробку, щоб уникнути втрат маси та якості продукції на всіх етапах її просування до споживача [14].

Урожай пшениці отримують раз на рік, але потреба населення в продуктах харчування є щоденною, тому важливо створювати умови для зберігання зерна з мінімальними втратами якості. Необхідно також вивчити вплив умов зберігання на якісні показники зерна пшениці озимої різних сортів та доцільність його тривалого зберігання [16]. Для отримання якісних хлібобулочних виробів вирішальне значення має якість вихідної сировини, яка суттєво залежить від сортових особливостей.

Мета дослідження полягає у вивченні придатності зерна пшениці озимої різних сортів до тривалого зберігання та переробки. Для вирішення поставленої мети були сформульовані наступні *завдання*:

- оцінити якість вирощеного зерна пшениці озимої різних сортів та встановити відповідність його вимогам діючого стандарту;
- підібрати найпридатніші сорти для виробництва якісних хлібобулочних виробів;
- дослідити динаміку показників якості зерна пшениці у процесі зберігання;
- визначити залежність якості зерна пшениці різних сортів від строку зберігання;
- виявити кореляційні взаємозв'язки між досліджуваними показниками якості зерна пшениці озимої;
- дати економічну оцінку ефективності реалізації зерна пшениці озимої досліджуваних сортів у різні терміни зберігання.

Об'єкт дослідження магістерської роботи – динаміка якості зерна пшениці у процесі тривалого зберігання.

Предмет дослідження – зерно пшениці озимої м'якої сортів Шестопалівка, Шпалівка, Сталева, Етана та Скаген вирощене в умовах центрального Степу України.

Зерно пшениці озимої п'яти сортів вирощували в ТОВ «Агродар ЛТД» в зоні центрального Степу. Як контроль вибрали добре вивчений, поширений у виробництві сорт Шнестопалівка. Експериментальна частина досліджень проводилася у лабораторії ТОВ «Агродар ЛТД», місто Олександрія.

Методи дослідження – польовий, лабораторний (аналіз показників якості зерна) загальнонаукові (узагальнення, аналіз, синтез тощо), статистичні методи для математичної обробки результатів досліджень.

Практичні результати роботи: підібрано сорти пшениці озимої м'якої, які забезпечуватимуть високу якість хлібобулочних виробів та придатні для тривалого зберігання в умовах звичайного стаціонарного сховища.

За результатами досліджень опубліковано тези доповіді:

Лось В.С., Завадська О.В. Якість зерна пшениці озимої м'якої різних сортів // Вклад наукових інвестицій у розвиток Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції молодих учених і спеціалістів агропромислового комплексу. Інститут зернових культур. Дніпро, ДУ ІЗК НААН, 2023. С. 103-105.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Народногосподарське значення пшениці озимої

Пшениця озима має багатогранне народногосподарське значення, яке проявляється в різних аспектах економіки, соціального життя та аграрної політики України.

1. Продовольча безпека

Зерно пшениці озимої є основним джерелом харчування для населення. Воно забезпечує отримання хлібобулочних та макаронних виробів, які виготовляються з пшеничного борошна, та є основними продуктами харчування для більшості українців.

Зерно пшениці озимої має багатий біохімічний склад. Зерно пшениці містить 13–15 % білка, вуглеводи (до 70 % крохмалю), вітаміни (В1, В2, РР, Е) і мінерали, що робить його важливим для здоров'я населення.

2. Економічна цінність

Виробництво та зайнятість населення. Пшениця озима займає близько 40 % площі під зерновими в Україні. Це створює робочі місця для мільйонів людей у сільському господарстві, обробці та транспортуванні.

Валовий збір. Україна щорічно збирає понад 70 млн т зерна пшениці озимої, що забезпечує суттєвий внесок у валовий внутрішній продукт (ВВП) аграрного сектору.

3. Експортний потенціал

Україна входить до п'ятірки найбільших країн-експортерів зерна пшениці. Експорт пшениці озимої приносить значні валютні надходження, що покращує платіжний баланс держави.

Конкуренентоспроможність. Якість зерна української пшениці на міжнародному ринку дозволяє країні займати сильні позиції, що сприяє розвитку сільськогосподарських підприємств.

4. Розвиток сільських територій

Інфраструктурні зміни: вирощування пшениці стимулює розвиток інфраструктури – будівництво доріг, складів, елеваторів, що підвищує рівень життя на селі.

Соціальна стабільність. Забезпечення робочих місць у сільських районах сприяє зменшенню міграції населення до міст, покращуючи соціальну стабільність.

5. Аграрні технології

Інтенсифікація виробництва. Застосування сучасних агрономічних технологій, таких як використання нових сортів, добрив, засобів захисту рослин, дозволяє підвищувати продуктивність і якість врожаїв.

Наукові дослідження. Вивчення та впровадження інновацій у вирощуванні озимої пшениці стимулює наукові дослідження в агрономії, що позитивно впливає на розвиток агросфери [1].

Таким чином, зерно пшениці озимої має важиве значення у всіх сферах народногосподарської діяльності [19].

1.2. Ботанічна характеристика та біологічні особливості пшениці озимої

Пшениця є представником родини тонконогових (*Poaceae*) роду *Triticum*. Найбільш поширені два види: м'яка пшениця (*Triticum aestivum*) (рис. 1.1) і тверда пшениця (*Triticum durum*) [20].



Рис. 1.1. Загальний вигляд посівів м'якої пшениці озимої
(*Triticum aestivum*)

Коренева система. Пшениця озима формує розгалужену кореневу систему мичкуватого типу. Основна частина коренів розташована в орному шарі ґрунту, тоді як окремі можуть досягати глибини 1,5-2,0 м і більше. Першими виростають 3-6 зародкових коренів, які складають первинну кореневу систему. У процесі росту з підземних стеблових вузлів, зокрема вузла кущіння, утворюються стеблові корені, які становлять більшість кореневої системи. Як зародкові, так і стеблові корені добре розгалужуються, формуючи кореневу мичку. З початком кущіння нові пагони створюють власні вузлові корені. Розвиток кореневої системи залежить від кількох факторів. У умовах низької вологості корені проникають глибше, тоді як на перезволожених ґрунтах розвиток коренів обмежений [2].

Стебло. Ріст стебла починається з моменту проростання зерна. У пшениці стебло, або соломина, складається з 5-7 міжвузлів, розділених

стебловими вузлами. Воно зростає за рахунок поділу клітин у вузлах, міжвузля видовжуються та потовщуються. Після цвітіння ріст стебла припиняється. Висота стебла визначається сортовими особливостями, родючістю ґрунту, рівнем удобрення та іншими чинниками.

Листок. Листок пшениці складається з листкової пластинки та піхви, яка охоплює стебло. У місці переходу піхви в листкову пластинку розташований язичок, що запобігає затіканню води і потраплянню пилу. Першими формуються прикореневі листки, згодом – стеблові. Листки виконують важливі функції, такі як фотосинтез, транспірація і газообмін [3].

Суцвіття. Суцвіття пшениці представлено колосом, що складається з стрижня та колосків. На кожному виступі колосового стрижня розташоване по одному колоску. Кількість колосків коливається від 16 до 22. Колосок містить дві колоскові луски, що захищають квітки та зерна. Кожна квітка прикрита двома квітковими лусками. Цвітіння починається з середини колоса і поширюється до країв.

Плід. Плід пшениці – це насінина, яка має назву зернівка. Вона захищена плодовими і насінними оболонками. Усередині зерна розташований зародок, а більшу частину займає ендосперм, який містить багато азотних сполук [22].

Пшениця озима є однією з найбвимогливіших зернових культур щодо умов вирощування. Її потреби в температурі, волозі, світлі, ґрунті та вмісті поживних речовин змінюються протягом вегетаційного періоду. Ці вимоги залежать від стадії росту, стану рослин, погодних умов та інших чинників. Також важливо враховувати біологічні особливості окремих сортів.

Пшениця озима – холодостійка культура, її насіння може проростати за температури всього 1–2 °С, хоча в таких умовах сходи з'являються повільно і нерівномірно. Найкраще ґрунт поглинає вологу для набухання і проростання насіння при температурі 12–20 °С. За таких умов і при

достатній вологості ґрунту (близько 15 мм) сходи можуть з'явитися вже на 5-6-й день. Вищі температури (понад 25 °С) негативно впливають на проростання, оскільки можуть призвести до ураження сходів хворобами, зокрема іржею. За температури 40 °С і відносної вологості повітря нижче 30 % проросле насіння може загинути через надмірне випаровування вологи, а ті, що лише набухають, втрачають схожість через дихання та споживання поживних речовин [4].

Оптимальним часом для сівби пшениці є період із середньодобовою температурою 14-17 °С. Багато сортів озимої пшениці, вирощуваних в Україні, досить стійкі до низьких температур в осінній, зимовий та ранньовесняний періоди. За доброго загартування восени вони можуть витримати зниження температури на глибині вузла кущіння до -15-18 °С, а деякі сорти, такі як Миронівська 808, навіть до -19-20 °С. Найбільша холодостійкість спостерігається на початку зими, коли вузли кущіння накопичують максимальну кількість захисних цукрів. Однак навесні, через зимове виснаження, рослини можуть загинути при морозах близько -10 °С. Холодостійкість пшениці також знижується під час різких температурних коливань, коли вдень температура підвищується до 8–12 °С, а вночі знижується до -8–10 °С.

Пшениця, яка восени формує 2–4 пагони і накопичує у вузлах кущіння 33–35 % цукру на суху речовину, характеризується високою морозо- та зимостійкістю. Це досягається за умови, що осіння вегетація триває 45–50 діб із сумою температур близько 520–670 °С. Перерослі рослини, які утворили 5–6 пагонів, втрачають стійкість до низьких температур, часто гинуть або зріджуються, що призводить до необхідності пересівання або підсівання інших культур [5].

Пшениця озима стійка до високих температур влітку. Короткочасні спекотні періоди з температурами 35–40 °С не завдають їй значної шкоди,

особливо якщо ґрунт достатньо вологий. Це характерно для сортів південного походження, таких як Одеська 51 і Безоста 1. Протягом вегетації оптимальною середньою температурою є 16–20 °С, із зниженням до 10–12 °С під час кушення та підвищенням до 20–22 °С під час трубкування, а також до 25–30 °С під час цвітіння і наливу зерна. Для формування сильної кореневої системи найкращою є температура ґрунту в межах 10–20 °С.

Щодо вологості, озима пшениця потребує достатньої кількості води протягом усієї вегетації. Найчастіше високий урожай спостерігається при весняних запасах вологи в мертвому шарі ґрунту до 200 мм, а в період колосіння – не менше 80–100 мм при постійній вологості ґрунту 70–80 % від нормальної вологоємкості. Вологість понад 80 % є несприятливою, оскільки погіршує газообмін кореневої системи через насичення повітря в ґрунті [7].

Транспіраційний коефіцієнт пшениці становить 400–500; в роки з достатньою вологістю він може знижуватися до 300, а в посушливі – підвищуватися до 600–700. Особливо високий він у період сходів і початку кушення (800–1000), а найнижчий – наприкінці вегетації (150–200). Рослини, що отримують достатньо поживних речовин, економніше витрачають вологу. Протягом вегетації пшениця поглинає воду нерівномірно, найбільше потребуючи її під час трубкування, особливо за 15 днів до виколошування, коли інтенсивно росте та формує колоски і квітки. Нестача вологості в цей період може суттєво знизити урожай через меншу кількість зерен у колосі та їх масу [9].

Вимоги до ґрунту. Коренева система озимої пшениці на родючих ґрунтах може проникати до 2 метрів у глибину. Найкраще для неї підходять ґрунти з глибоким гумусовим шаром, сприятливими фізичними властивостями, достатніми запасами доступних поживних речовин і води, а також з нейтральною реакцією ґрунтового розчину (рН 6,0–7,5). Коренева система пшениці розвивається найкраще на пухких ґрунтах з об'ємною

масою 1,1–1,25 г/см³. При об'ємній масі 1,35–1,4 г/см³ ріст коренів затримується, а при масі понад 1,6 г/см³ корені або не проникають у ґрунт, або рухаються лише по червоточинах і щілинах.

Надмірно пухкі ґрунти з об'ємною масою менше 1,1 г/см³ також не сприяють формуванню кореневої системи, оскільки при подальшому осіданні ґрунту можуть обриватися корені (наприклад, при запізнілій оранці). У таких ґрунтах спостерігаються втрати води, а верхній шар пересихає, що є особливо небажаним в посушливих районах. Найвищі врожаї пшениці озимої досягаються на чорноземах півдня, а також на каштанових і темно-каштанових ґрунтах. Малоприсадибними для сортів пшениці є кислі підзолисті та солонцюваті ґрунти, а також ті, що схильні до заболочування, наприклад, торфовища. Однак за відповідних умов на таких ґрунтах можна вирощувати до 4,0 т/га і більше [24].

Урожайність пшениці залежить не лише від типу ґрунту, але й від його родючості. Застосування зелених добрив та внесення достатньої кількості органічних і мінеральних добрив підвищує родючість ґрунту і сприяє отриманню високих урожаїв, навіть на супіщаних ґрунтах.

З точки зору виносу поживних речовин, озима пшениця є азотофільною рослиною: 1 центнер зерна в середньому виводить з ґрунту 3,75 кг азоту, 1,3 кг фосфору та 2,3 кг калію. На початку вегетації для пшениці особливо цінні фосфорно-калійні добрива, які покращують розвиток кореневої системи, сприяють накопиченню цукрів у рослинах і підвищують морозостійкість. Азотні добрива є більш ефективними навесні та влітку, коли сприяють росту, формуванню зерна та збільшенню вмісту білка [25].

Вимоги до освітлення. Сонячне світло є основним джерелом енергії для всіх фотосинтезуючих рослин. Озима пшениця належить до рослин, що потребують тривалого світлового дня. Тривалість її вегетаційного періоду

залежить від регіону вирощування та особливостей сорту і становить від 240–260 до 320 днів. Важливим фактором для пшениці також є інтенсивність освітлення. Сонячна погода під час проростання сприяє кращому розвитку вузла кущіння та утворенню більших листків. Інтенсивне сонячне освітлення восени допомагає накопиченню більшої кількості пластичних речовин, зокрема цукрів, що підвищує морозостійкість озимої пшениці.

Добре освітлення на початку фази виходу в трубку сприяє формуванню коротких, міцних міжвузлів, що робить стебла стійкими до вилягання при сильних вітрах та дощах. Однак на надто загущених посівах через густий травостій проходить не більше 10 % сонячного світла, що призводить до надмірного витягування нижніх міжвузлів, і такі посіви можуть вилягати, що суттєво знижує врожайність.

Сорти пшениці озимої, які пройшли всі необхідні випробування, внесено до "Державного реєстру сортів рослин", рекомендованих для вирощування в Україні. Сучасні сорти пшениці озимої мають великий потенціал продуктивності, але для його реалізації потрібна система агротехнічних заходів, що оптимізують умови вирощування на всіх етапах розвитку рослин. Така система, яка дозволяє максимально реалізувати генетичний потенціал сорту і забезпечити урожайність у 2–3 рази вищу, називається інтенсивною. Вона включає правильне розміщення посівів після кращих попередників, використання інтенсивних сортів, оптимальне забезпечення мінеральним живленням з урахуванням його вмісту в ґрунті, дробне внесення азотних добрив, інтегровану систему захисту від бур'янів, хвороб та шкідників, заходи для підвищення родючості ґрунту, протиерозійні заходи, сівбу з технологічними коліями, а також високу дисципліну під час виконання всіх технологічних операцій.

Сорти. Найбільш поширенні такі сорти сильної та цінної пшениці озимої:

- у зоні Полісся – сорти сильної пшениці: Київська 8, Коломак 3, Тіра, Київська остиста; цінної пшениці: Донська напівкарликова, Лютесценс 7, Миронівська 61, Поліська 90 та інші;
- у зоні Лісостепу – сорти сильної пшениці: Донецька 46, Київська остиста, Одеська 267 та ін.; цінної пшениці: Веселка, Вікторія одеська, Українка одеська, Миронівська остиста та інші;
- у зоні Степу – сорти сильної пшениці: Безоста 1, Красуня одеська, Одеська 265, Селянка та ін.; цінної пшениці: Витязь, Зерноградка 8, Одеська 161, Херсонська остиста та інші.

Сорти твердої пшениці – Айсберг одеський, Алий парус, Агронавт, Прима одеська, Леукурум 21 та інші [30].

1.3. Особливості хімічного складу зерна пшениці озимої

Усі культурні рослини вирощують для отримання плодів, хімічний склад яких варіюється залежно від культури та сорту. Він може змінюватися під впливом умов навколишнього середовища, кліматичних факторів та агротехнічних прийомів. Хімічний склад визначає фізичні властивості зернівки.

Зерно пшениці містить: 10,1 % води, 73,3–76,7 % безазотистих речовин (крохмаль, розчинні вуглеводи, моносахариди тощо), 16,6–20,1% білків, 2,4–2,5 % сирової клітковини, 2,0 % жирів та 1,5–2,1% золи.

Вуглеводи, які складають дві третини насіння та зерна, є основним джерелом енергії і зосереджені в ендоспермі. Моносахариди і сахароза відіграють важливу роль у процесах бродіння та випічки хліба, проте їх надлишок може негативно впливати на технологічні властивості. Стиглі зерна пшениці містять 2–4% цукру, головним чином сахарози, яка має важливе значення під час проростання зерна. Мальтоза утворюється при

гідролізі крохмалю, і вона впливає на процес ферментації тіста, забезпечуючи дріжджам глюкозу для бродіння.

Основним вуглеводом зерна пшениці є крохмаль ($C_6H_{10}O_5$)_n, який виступає як запасна речовина. В ендоспермі крохмаль становить від 48 до 62 % маси зерна (за вологості 14 %), залежно від сорту та умов вирощування. Розмір крохмальних зерен – 30–40 мкм, причому в більших зернах більше дрібних крохмальних зерен, які мають підвищену гігроскопічність та легше розщеплюються амілазами.

Крохмаль складається з двох полісахаридів: амілози (24 %) та амілопектину (76 %). Гідроліз крохмалю відбувається у два етапи: спочатку під дією амілази він розщеплюється до мальтози, а потім мальтоза перетворюється на глюкозу. Проміжним продуктом цього процесу є декстрини.

Амілази відіграють важливу роль в оцінці якості зерна та борошна, оскільки процес накопичення цукрів під час бродіння і сам процес залежить від швидкості утворення мальтози.

Клітковина, що входить до складу клітинних стінок, є другим за значенням полісахаридом зерна. У півчастих пшеницях її міститься 5–12 % від маси зернівки, тоді як у голозерних – 2,5–3,0 %.

В ендоспермі зернівки, особливо поблизу алейронового шару (периферичних клітин), крім крохмальних зерен, присутні численні клітини, багаті на білок. У глибших шарах ендосперму таких білкових клітин значно менше. Загальний вміст білка в ендоспермі варіюється від 11,5 до 16%, причому близько 70 % білка зерна міститься саме в ендоспермі.

Білок також присутній у зародку та щитку (17–27%), а у висівках міститься близько 15 % білка, переважно в алейроновому шарі, який в середньому містить 20–35% білка. Розподіл білка в зернівці неоднорідний: у центральній частині його приблизно 8 %, в зовнішніх шарах крохмального

ядра – до 16%, у субалейроновому шарі – до 36 %, в алейроновому шарі – до 30 %, в оболонках насіння – до 16 %, а в плодових оболонках – до 4 %.

Основними білками пшеничного зерна є проламіни і глютеїни, які складають близько 74 % загальної маси білкових речовин. Проламіни – гліадин і глютеїн – мають найбільше значення для хлібопекарської промисловості, оскільки вони формують основну частину клейковини, яка містить близько 80 % білка і складається з рівних частин гліадину та глютеїну.

Клейковина визначає калорійність, смак і якість хліба, завдяки здатності білків поглинати велику кількість води. Її гідратаційна здатність варіюється від 170 до 259 %. Вона є ключовим елементом у формуванні тіста, яке стає пористим під час бродіння з додаванням дріжджів. Клейковина впливає на газотримуючу здатність тіста, що впливає на об'єм і пористість м'якуша. Міцна клейковина робить тісто щільним, а слабка – погано утримує діоксид вуглецю, що призводить до меншого об'єму хліба. Існує пряма залежність між вмістом клейковини в борошні та об'ємом хліба.

Білки в різних частинах ендосперму відрізняються за вмістом амінокислот. Центральна частина ендосперму багатша на ізолейцин, лейцин і фенілаланін, тоді як білки алейронового шару містять більше лізину та аргініну.

Зміна кількості білка в зерні залежить від сорту пшениці, погодних умов під час вегетації та методів агротехніки. Жири та жироподібні речовини розрізняються за хімічним складом, структурою і значенням для рослини. У пшеничному зерні жири переважно зосереджені в зародку. Жири зародку пшениці складаються з 46 % лецитину, 11 % кефаліну та 42 % фосфатидних кислот, які покращують хлібопекарські властивості борошна. У зерні пшениці міститься від 0,3 % до 0,6 % фосфатидів, а в зародку – до 1,6 % [31].

Загальна кількість мінеральних речовин, що залишаються у вигляді золи після спалювання зерна, варіюється залежно від виду пшениці та умов її вирощування. Мінеральний склад зерна становить від 1,5 % до 3,0 % і включає калій, натрій, магній, фосфор, сірку, кремній та інші елементи. Зольність ендосперму пшениці становить 0,72 %, а оболонки – 7–11%, що вказує на те, що більшість мінеральних речовин знаходяться в оболонках. Мінеральний склад зерна та продуктів його переробки відіграє важливу роль для поживності хліба та кормів [40].

Пігменти відповідають за забарвлення зернівки. Вони бувають жиророзчинними (хлорофіли та каротиноїди), водорозчинними (антоціани, флавоноли) і такими, що утворюються в результаті реакцій (меланоїдини, меланіни та інші). Хлорофіл – зелений пігмент, який відіграє важливу роль у процесі фотосинтезу. Каротин – жовтий пігмент, що міститься в ендоспермі і надає зерну жовту або кремову забарвленість. Флавоноїди – речовини фенольного походження, що відіграють важливу роль в обміні речовин рослинних клітин. У зерні зустрічаються більш окиснені флавоноли та менш окиснені антоціани. Меланіни формуються внаслідок окислення ароматичних амінокислот під впливом ферменту тирозинази, що пояснює потемніння зерна та його продуктів (борошна, крупи).

Вологість зерна – важливий показник, що впливає на його зберігання. Під час фази молочної стиглості зернівка містить 62–65 % вологи, в кінці молочної – 50–52 %, у фазі тісто-молочної – 40–50 %, на початку воскової – 35–40 %, в кінці воскової – 20–22%, на початку повної стиглості – 18–20 %, а при повній стиглості – менше 18 % [32].

Вологість зерна після збирання, зазвичай, складає 15–16 %. Спосіб післязбиральної обробки та режим сушіння залежать від вологості зерна. Найкраще зберігається пшениця при вологості 14,5 %, що є критичною для її зберігання [35].

1.4. Показники якості зерна пшениці озимої

1.4.1. Фізичні властивості зерна пшениці озимої

Фізичні властивості зерна, такі як об'ємна маса (натура), маса 1000 зерен, однорідність, пористість, форма і розмір, скловидність, твердість, колір, пошкодження та наявність домішок, мають важливе значення для його обробки і зберігання [35].

Натура зерна – це маса певного об'єму зерна (зазвичай, 1 літра), яка характеризує наповненість, шорсткість та опушеність зерна. Це один із найдавніших показників якості зерна. Для зерна пшениці озимої цей показник варіюється від 725 (іноді менше) до 800 (іноді вище) г/л, а рівень стандартних показників (1–3 клас) для зерна пшениці озимої – 730–775 г/л. Натура є індикатором борошномельних якостей зерна. Підвищений рівень вологості в зерні знижує натуру, наявність домішок також впливає на цей показник. Тому, для об'єктивного визначення показника натури необхідно підготувати зерно до необхідного рівня вологості та чистоти. Натура впливає на технологічні властивості зерна. При значенні менше ніж 700 г/л спостерігається погіршення хлібопекарських властивостей: м'якуш хліба стає сірим, смакові якості його знижуються.

Маса 1000 зерен також має вплив на вміст білка та клейковини. Між білковим складом та масою зерна існує обернена кореляційна залежність: щупле зерно з більшим вмістом білка має гірші харчові властивості, оскільки білки зосереджуються в периферійних частинах, які видаляються під час помолу.

Скловидність, яка характеризує консистенцію ендосперму, відображає структурно-механічні властивості зерна, що залежать від щільності розміщення крохмальних зерен в ендоспермі та їхньої взаємодії з білками.

Запах і смак зерна – важливі органолептичні показники якості. Небажані запахи можуть виникати через бур'яни, домішки або сторонні речовини. Смак використовується для оцінки свіжості зерна, коли інші методи є недостатньо інформативними. Свіже зерно має гладку поверхню, природний блиск і характерне забарвлення.

Тобто, фізичні властивості зерна пшениці озимої значною мірою впливають на технологічну оцінку її якості [36].

1.4.2. Біохімічні показники зерна пшениці озимої

Харчова цінність зерна визначається його біохімічними характеристиками, такими як вміст білка, амінокислотний та фракційний склад, а також кількість вітамінів і мінералів.

Білок є однією з найважливіших складових зерна пшениці, і його вміст варіюється від 9 до 18–19 %. В Україні рівень білка у зерні зазвичай складає 11–14 %. Основна частина білків (65–75 %) знаходиться в ендоспермі, проте найбільший вміст білка спостерігається в алейроновому шарі та зародку.

Амінокислотний склад білка пшениці є ключовим для її харчової цінності. У зерні пшениці міститься 20 амінокислот, з яких особливо важливими є лізин, треонін, триптофан і метіонін, оскільки вони є незамінними і не можуть синтезуватися в організмі людини [37].

Вміст мінеральних речовин (зольних елементів) у зерні варіюється у межах 1,3–2,8 % і залежить від умов вирощування. Основними мінералами є фосфор (50 % зольних речовин), калій (31 %), магній (12,1 %), кальцій (3,2 %) та хлор (3 %). У невеликих кількостях також містяться сірка, залізо, натрій, кремній, а також сліди інших елементів, таких як мідь, цинк, йод, селен та інші. Основна частина золи концентрується в оболонках і алейроновому шарі зерна [23].

Отже, біологічна цінність пшеничного зерна визначається вмістом білка, його амінокислотним складом, наявністю вітамінів і мінералів. Найціннішими є альбумінові та глобулінові фракції білка, оскільки вони легко засвоюються і багаті на амінокислоти. Вони зосереджені в алейроновому шарі та зародку, де також знаходиться більшість ферментів, вітамінів і мінералів. Ця частина зерна майже не потрапляє до білого борошна, що знижує біологічну цінність білого хліба.

1.4.3. Технологічні властивості зерна пшениці озимої

Технологічні властивості зерна – це сукупність характеристик та показників якості, що визначають його поведінку під час переробки, вихід та якість борошна.

Сира клейковина – це гідратований білковий згусток, який залишається після промивання тіста водою. До 70–75 % її складу становить вода, а суха речовина включає 80–88 % білків (гліадинів і глютенінів), 6,7% зв'язаного крохмалю, 2,0–2,1 % жирів, 1,0–1,2 % цукрів і 0,8–1,0 % золи. Хоча клейковина збіднена на незамінні амінокислоти, це створює певний конфлікт між харчовою цінністю і технологічними властивостями зерна [39].

Якість тіста залежить більше від властивостей клейковини, а не лише від її кількості. Клейковина оцінюється за її фізичними властивостями, такими як пружність, еластичність, розтяжність і в'язкість. Ці показники визначаються приладом ІДК-1 (індикатор деформації клейковини) і поділяють клейковину на три групи: міцна, нормальна та слабка [40].

Структура білкових молекул і фізико-хімічні властивості білків значною мірою визначають реологічні властивості тіста, впливаючи на форму і якість виробу. Амінокислотний склад клейковини залишається незмінним і не впливає на її реологічні властивості, але ці властивості є

важливими для хлібопекарських якостей, які характеризують здатність тіста до обробки і формування.

Під "силою борошна" мають на увазі його здатність формувати тісто, яке зберігає свої механічні властивості під час замісу і бродіння. Сильне борошно дозволяє створювати тісто з оптимальною консистенцією, яке поглинає велику кількість води і зберігає форму в процесі випікання. Борошно з високою силою може покращувати слабку пшеницю в сумішах і забезпечує випікання хліба великого об'єму з гарною текстурою м'якуша. Для сильної пшениці сила борошна повинна бути не меншою за 280–300 Дж [41].

Надто сильне борошно може призвести до зниження об'єму хліба через високу пружність, але недостатню розтяжність тіста. Середня за силою пшениця має хороші хлібопекарські властивості, але не може ефективно поліпшувати слабку пшеницю, з неї виготовляють борошно-наповнювач (філлер), яке використовується в сумішах до 35–50 % [31, 33]. Таке борошно має збалансовані реологічні властивості, з достатньою пружністю та еластичністю, і з нього виходить хліб, що відповідає стандартам якості.

Слабке борошно дає клейковину з низькою еластичністю та високою розтяжністю. У тісті зі слабого борошна відбувається активний протеоліз, що призводить до низької пружності і, як наслідок, вироби мають малий об'єм, погану пористість і часто розпливаються під час випічки.

Прямим методом оцінки хлібопекарських властивостей борошна є лабораторна пробна випічка. Під час випічки оцінюються об'єм хліба, його форма, колір скоринки і м'якуша, пористість, еластичність, смак, запах, кислотність, а для черневих хлібів – співвідношення висоти до діаметра. У формуванні смаку та аромату хліба важливу роль відіграють органічні кислоти, такі як молочна, оцтова, яблучна і лимонна, від яких залежить аромат випічки.

1.5. Вимоги стандартів до якості зерна пшениці озимої

Згідно з ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови», стандарт поширюється на всю пшеницю, що заготовляється (табл.1.1.).

Таблиця 1.1

Нормування показників якості зерна пшениці м'якої

згідно ДСТУ 3768:2019

Показник	Характеристики і норми для пшениці м'якої за класами			
	1	2	3	4
Натура, г/л, не менше ніж	775	750	730	Не обмежено
Склоподібність, %, не менше ніж	50	40	Не обмеж.	Не обмежено
Вологість, %, не більше ніж	14	14	14	14
Зернова домішка, %, не більше ніж	5,0	8,0	8,0	15,0
зокрема:				
биті зерна	5,0	5,0	5,0	У межах зернової домішки
зерна злакових культур	3,0	4,0	4,0	У межах зернової домішки
пророслі зерна	2,0	3,0	3,0	У межах зернової домішки
Сміттева домішка, %, не більше ніж	1,0	2,0	2,0	3,0
зокрема:				
мінеральна домішка	0,3	0,5	0,5	1,0
зокрема:				
галька, шлак, руда	0,15	0,15	0,15	0,15
зіпсовані зерна	0,3	0,5	0,5	1,0
зокрема:				
фузаріозні зерна	0,3	0,3	0,5	1,0
І	2	3	4	5
шкідлива домішка	0,1	0,1	0,2	0,2
зокрема:				
сажка, ріжки (разом)	0,05	0,05	0,05	0,1
триходесма сива	Не дозволено			
кукіль	У межах шкідливої домішки			
кожен з видів іншого токсичного насіння	0,05	0,05	0,05	0,05
Сажкове зерно, %, не більше ніж	5,0	5,0	8,0	10,0
Масова частка білка, у перерахунку на суху речовину, %, не менше ніж	14,0	12,5	11,0	Не обмежено
Масова частка сирової клейковини, %, не менше ніж	28,0	23,0	18,0	Не обмежено
Якість клейковини: одиниць приладу ВДК	45-100	45-100	45-100	Не обмежено
Число падання, с, не менше ніж	220	220	180	Не обмежено

Зерно пшениці м'якої, що заготовляється, поділяють на 5 класів відповідно до вимог зазначеного вище стандарту. Пшеницю, що не задовольняє одну з вимог вищого класу, переводять в нижчий. Перевищення граничного значення за будь-яким із показників якості є підставою для класифікації всієї партії зерна як нестандартної, яка може бути прийнята лише за спеціальним дозволом.

Зерно пшениці має бути не перегрітим, здоровим, мати характерний колір і запах, властиві якісному зерну. Особливо для сильної пшениці важливо, щоб зерно не мало потемнінь чи знебарвлень. Зараженість зерна шкідниками хлібних запасів неприпустима, за винятком кліщів.

Пшеницю класифікують за типами: I – м'яка червона яра, II – м'яка червона озима, III – м'яка біла яра, IV – м'яка біла озима, V – тверда яра, VI – тверда озима, VII – некласифікована.

Якщо зерно пшениці внаслідок несприятливих умов збирання, зберігання чи дозрівання втратило природний колір, його класифікують як «потемніле» або «знебарвлене» із зазначенням ступеня знебарвлення.

Згідно стандарту до основного зерна належать цілі й пошкоджені зерна пшениці, за характером пошкоджень, що не належать до смітної або зернової домішки [42].

1.6. Зміна показників якості зерна пшениці озимої залежно від умов та тривалості зберігання

Збереження зерна до моменту його реалізації є досить складним завданням, особливо в останні роки, коли більшість сільськогосподарських виробників зберігають його безпосередньо у своїх господарствах. Важливість організації зберігання зерна ускладнюється його фізіологічними та біохімічними властивостями.

Різні партії зерна, особливо свіжозібране, мають різні фізико-біохімічні процеси, які можуть впливати на поліпшення його якості під час зберігання. Зберігання зерна є заключним етапом його виробництва і має велике значення для отримання продукції високої якості. Це обумовлено тим, що в зерні, як у складній біохімічній системі, постійно відбуваються фізико-хімічні та біологічні процеси, які, в залежності від умов зберігання, можуть спричинити як поліпшення, так і погіршення, або навіть загибель зерна. Це стосується також насіння. Перед посівом насіння має зберігати високу схожість та здатність виростити здорові й сильні рослини, тому важливо забезпечити сприятливі умови для його зберігання [44].

Складно зберігати зерно без втрат і зниження якості, оскільки воно є живим організмом і середовищем для розвитку різних мікроорганізмів, шкідників, хвороб, кліщів і гризунів. Зерно, як будь-який живий організм, дихає, що призводить до втрати його маси, а також до підвищення температури та вологості. Таким чином, зберігання зерна супроводжується певними труднощами, пов'язаними з втратою маси і погіршенням якості.

Згідно з думкою ряду науковців, основним чинником, що визначає спрямованість і інтенсивність фізіологічних і біохімічних процесів при зберіганні зерна, є його вологість. Проте життєздатність зерна також залежить від температури та аерації, тому саме комбінація цих трьох факторів врешті-решт впливає на його збереженість [10].

Отже, активність біохімічних процесів у зерні, як і в будь-якому живому організмі, переважно залежить від вологості і температури зерна та навколишнього середовища. Дослідження, присвячені вивченню залежності інтенсивності дихання від вологості зерна, проводили такі вчені, як Кретович В.Л. та Козьміна Н.П. та інші [18,23]. Вважається, що умови зберігання насінневого та продовольчого зерна є оптимальними, якщо дихання зерна відбувається дуже слабо, а для повного збереження необхідно

знизити вологість до мінімуму, що сприятиме збереженню життєздатності [47].

У зернових сховищах при вологості нижче 14 % і температурі нижче 20 °С дихання зерна сповільнюється, але зростає з підвищенням вологості й температури. Зерно, що надходить на зберігання, має різні якісні характеристики, і завдання полягає в правильному визначенні його стану, щоб не допустити зниження продовольчих та посівних якостей під час зберігання [45].

Важливо зберегти високі посівні та технологічні характеристики зерна на період використання, що можливо лише за умов застосування оптимальних режимів зберігання. Режими зберігання визначаються стійкістю зерна, яка залежить від його хімічного складу, фізичної структури та реакцій на зовнішнє середовище.

У світовій практиці існують різні *режими зберігання зерна*:

1. Зберігання зерна у сухому вигляді за принципом ксероанабіозу (часткове зневоднення);
2. Зберігання вологого зерна при охолодженні (на основі психроанабіозу);
3. Зберігання зерна в герметичних умовах, без доступу повітря (згідно з принципом нарко- або анабіозу).

При виборі режиму зберігання важливо враховувати такі фактори, як вологість зерна, температура, доступ повітря, кліматичні умови, тип сховищ, технологічні можливості установок для очищення та сушіння, призначення зерна та його якість, а також економічну доцільність обраного методу.

Режим зберігання зернових у сухому стані базується на зниженій фізіологічній активності багатьох компонентів зерна при недостатній волозі, оскільки відсутність вільної води не дозволяє брати участь у метаболічних процесах клітин. Відсутність води в зерні також запобігає розвитку

мікрофлори. Через низький рівень вологості в зерновій масі зупиняється розмноження кліщів та деяких комах.

Згідно з дослідженнями Козьміної Н.П., дихання сухого зерна з вологою до 14 % є настільки незначним, що його практично неможливо зафіксувати. Якщо зерно не містить вологих домішок, воно не підлягає самозігріванню і зберігається стабільно [46].

В Україні та інших країнах режим зберігання зерна у сухому вигляді є найпоширенішим, оскільки він забезпечує оптимальні умови для підтримки високої життєздатності насіння, а також зберігає технологічні та хлібопекарські якості продовольчого зерна. Досягти критичної вологості зерна можливо за допомогою різних методів сушіння (теплого, повітряного, сонячного, хімічного).

Температура також має вирішальне значення для зберігання сухого зерна. Дослідження показали, що сухе насіння краще зберігає свою схожість та інші властивості при температурах від 4 до 10 °С. Зберігання зерна в охолодженому стані є одним із способів забезпечення його збереження. Охолодження навіть сухого зерна має помітний позитивний ефект, збільшуючи термін зберігання зернової маси [47].

Охолодження насіння до мінусових температур різко знижує активність фізіолого-біохімічних процесів, перешкоджаючи розвитку мікроорганізмів і шкідників. Тому цей метод широко використовується при зимовому зберіганні насіння і для запобігання псуванню свіжозібраного зерна з підвищеною вологістю під час очікування сушіння.

Одного лише сушіння недостатньо, адже сухе зерно, особливо за високої температури, може бути пошкоджене шкідниками, тому після сушіння його потрібно охолодити. Охолодження зерна також впливає на тривалість післязбирального дозрівання [35].

Краща збереженість насіння за знижених температур пояснюється зменшенням активності життєвих процесів, мікроорганізмів та шкідників під їх впливом. Зберігання зерна при знижених температурах залежить від рівня його зволоження; наприклад, насіння у повітряно-сухому стані навіть при дуже низьких температурах не втрачає схожості.

Сьогодні актуальним є вивчення впливу знижених температур на технологічні та посівні властивості зерна з підвищеною вологістю, що зумовлено значними обсягами виробництва та швидкими темпами збору при несприятливих погодних умовах [48].

Кретович В.Л. зазначає, що одним із ефективних способів зберігання вологого зерна протягом тривалого часу є його охолодження. У охолоджену зерні, в порівнянні з висушеним, втрати сухої речовини значно зменшуються, а охолодження практично повністю усуває самозігрівання.

Проте до охолодження зерна, особливо вологого, потрібно підходити диференційовано. Раніше рекомендувалося не лише охолоджувати, а й проморожувати сире та вологе зерно. Тому важливо встановити нижню критичну температуру для охолодження. Якщо раніше вважалося доцільним охолоджувати зернову масу до максимально можливих низьких температур (навіть до проморожування насіння), то зараз визнається, що надмірне охолодження може призвести до негативних наслідків. Охолодження зернової маси до 0 °C або незначних негативних температур забезпечує їх збереження та полегшує успішний перехід до весняно-літнього зберігання.

Важливим аспектом є вплив охолодження на зміну посівних і технологічних якостей вологого зерна. Вологе зерно, що зберігалось при знижених температурах, має нижчу схожість і енергію проростання в порівнянні з зерном, яке висушили одразу після збору. Однак у процесі післязбирального дозрівання спостерігається підвищення схожості у

волоному зерні, що зберігається при знижених температурах, хоча це дозрівання відбувається повільніше. При температурах вище 0 °С створюються сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів, зокрема плісняви, що поступово знижує схожість.

Повільний процес післязбирального дозрівання зерна при низьких (мінусових) температурах був зафіксований у дослідженнях багатьох авторів, які зберігали свіжозібране зерно пшениці з вологістю 22,7 % протягом 5,5 місяців при температурі -25 °С. За цей період схожість збільшилася з 40 до 60 %, а енергія проростання зросла з 0 до 6 %.

Отже, вибір режиму зберігання для кожної партії зерна, залежно від її початкової якості та цільового призначення, є важливою технологічною операцією. Таким чином, тема магістерської роботи є актуальною, оскільки вона присвячена вивченню змін технологічних властивостей озимої пшениці під час тривалого зберігання в залежності від сорту та режиму зберігання [49].

РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика місця і умов проведення досліджень

Вирощування сортів озимої пшениці, які досліджувались, проводились в «ТОВ АГРОДАР ЛТД». Адреса господарства: Кіровоградська обл., м. Олександрія, вул. Садова, 1. Товариство займається вирощуванням таких культур, як пшениця озима, соняшник, ріпак озимий, соя та кукурудза.

Компанія «Zernari» входить до складу ТОВ «АГРОДАР ЛТД» з 2000 року і займається виробництвом та постачанням зерна. На млині компанії виробляють пшеничне борошно, вищого, першого та другого сортів, а також манну крупу та гранульовані висівки. Компанії належать елеватори загальною потужністю 108 тис. т. та власна залізнична гілка з пропускною спроможністю 24 вагони на добу (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Елеваторні потужності ТОВ «АГРОДАР ЛТД»

2.2. Кліматичні умови господарства

Місто Олександрія входить до зони Північного Степу, для якого характерний такий тип ґрунтів, як чорнозем звичайний глибокий середньогумусний на лесах. Літо тривале та жарке, зима коротка, малосніжна. Абсолютна максимальна температура $+35,6$ °С влітку, а мінімальна -32 °С – взимку. Опади за рік розподіляються нерівномірно, за літній період випадає в середньому 336 мм опадів, за холодний – 177 мм.

На берегах річок, у межах нашого краю виявлені гнейси, граніти, кварцити, різноманітні піски, глини та суглинки; часто на глибині до 70 км залягають шари бурого вугілля, що сприяє розвитку гірничої справи.

Загалом, природно-кліматичні умови сприятливі для вирощування пшениці озимої, кукурудзи, цукрових буряків, картоплі та інших культур, а також ведення садівництва й овочівництва.

Кліматичні умови господарства протягом вегетаційного періоду пшениці озимої наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Кліматичні показники господарства ТОВ «АГРОДАР ЛТД»

Місяць	Середня температура	Максимальна температура	Мінімальна температура	Кількість опадів, мм	Максимальна глибина снігу, см
Вересень	+15,3	+25,8	+4,8	36,4	
Жовтень	+11,9	+25,5	+0,6	21	
Листопад	+3,2	+8,4	-2,2	0	
Грудень	+1,9	+12,6	-9,4	0	0,7
Січень	+0,1	+15,3	-12	9	15 см
Лютий	-0,2	+11,4	-12,1	15,7	2 см
Березень	+5,9	+19,6	-6,2	30,2	
Квітень	+10,4	+19,5	+3,8	84,6	
Травень	+16,3	+27,3	+2,3	59,7	
Червень	+20,5	+31,4	+7,8	33,2	
Липень	+22,9	+37,8	+13,3	75	
Всього				364,8	

У цілому, кліматичні умови господарства сприятливі для вирощування пшениці озимої. Однак, протягом вегетаційного періоду 2022-2023 рр. спостерігалися високі температури протягом літніх місяців за недостатньої кількості опадів.

2.3. Ґрунтові умови господарства

Чорноземи середньогумусні характеризуються високим вмістом гумусу, який зазвичай становить 4–6% у верхньому шарі ґрунту (до 30 см). Це робить їх одними з найбільш родючих ґрунтів, зокрема для вирощування зернових культур, технічних рослин та кормових культур. Вони також багаті на азот, фосфор і калій, що сприяє гарному розвитку рослин, збільшуючи врожайність без значних додаткових добрив.

Чорноземи звичайні мають добре розвинену зернисту структуру, яка забезпечує хорошу аерацію ґрунту та водопроникність. Це дозволяє уникати застою води, водночас підтримуючи достатній рівень вологості. Вони відзначаються високою ємністю вологи, що сприяє стійкості рослин до періодичних посух. Окрім того, ґрунт добре утримує структуру навіть при значних агротехнічних навантаженнях, що робить його ідеальним для механізованих польових робіт.

Ці ґрунти є характерними для степових і лісостепових зон, що відповідають помірно континентальному клімату. Чорноземи звичайні добре підходять для регіонів із відносно стабільними, але помірно зволженими кліматичними умовами. У таких умовах чорноземи демонструють високу врожайність різних культур.

Незважаючи на високу природну родючість, тривале інтенсивне використання чорноземів без належного сівозміни та удобрення може призвести до їх виснаження. Наприклад, без повернення органічної

речовини в ґрунт, вміст гумусу може знизитися, що вплине на родючість. Для підтримання ґрунтової родючості рекомендується впроваджувати комплексні системи добрив, сівозміну та мінімальний обробіток ґрунту, щоб уникати ерозії та деградації.

2.4. Агротехнічні умови в досліді

Досліджувані сорти пшениці м'якої озимої – Шестопалівка, Шпалівка, Сталева Етана та Скаген – вирощували за інтенсивною технологією. Сучасні інтенсивні методи включають: висаджування культури після кращих попередників; використання високопродуктивних сортів; проведення оптимального основного та передпосівного обробітку ґрунту; повне забезпечення рослин елементами живлення на основі розрахункових доз добрив; оптимізація мінерального живлення шляхом поетапного внесення азотних добрив навесні за результатами ґрунтової та рослинної діагностики; використання високоякісного насіння (категорії не нижче РН-1-3), протруєного фунгіцидами; проведення сівби із залишенням постійних технологічних колій; інтегровану систему захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників; своєчасне та якісне виконання агротехнічних операцій, дотримання норм, строків і дозувань, збирання врожаю та підготовку його до зберігання.

Попередником була соя, яка є однією із найкращим попередником для озимої пшениці, тим, що накопичує в ґрунті азот та залишає поле чистим після бур'янів. Після збору попередника вносила амофос у нормі 160 кг/га, після цього запускали дискову борону Amazone Catros на глибину 7–8 см.

За два тижні до сівби проводили протруювання пшениці, такими препаратами як Ламардор Про та Гаучо Плюс у нормах 0,5 л/т. Норма висіву складала 210–220 кг/га та кількісна – 4,3–4,6 млн. на га. До закінчення

осінньої вегетації рослини пшениці встигали сформувати 3–4 пагони та добре розвинену кореневу систему. Це сприяло добрій перезимівлі рослин.

Восени фунгіцидну та інсектицидну обробку не проводили, підживлення по мерзло-талому ґрунті проводилось аміачною селітрою у нормі 200 кг/га. Весною проводилась перша фунгіцидна обробка препаратом Бампер Плюс (1л/га) + карбамід 7,5 кг на га, і друга препаратом Амістар Екстра (0,5л/га). Збирали прямим комбайнуванням комбайном CLAAS LEXION 6700 при вологості 14,1 – Шестопалівка, 13,9 – Шпалівка, 13,9 – Сталева, 13,8 – Етана, 13,9 - Скаген. Після збирання зерно очищали в ЗАВах, і зберігали в типових одноповерхових сховищах.

2.5. Умови та методика проведення досліджень

Аналізи зерна пшениці озимої дослідуваних сортів проводили на елеваторі ТОВ «АГРОДАР ЛТД» у виробничій лабораторії. Для досліджень відібрали п'ять сортів, вітчизняної та зарубіжної селекції, поширені у виробництві, придатні для вирощування у зоні центрального Степу та внесені до Державного реєстру сортів рослин придатних для вирощування в Україні. Досліджували придатність зерна пшениці озимої м'якої, вітчизняної та зарубіжної селекції, до зберігання й переробки на борошно п'яти сортів, а саме: Шестопалівка (контроль) (умовне позначення варіанту 1), Етана (2), Скаген (3), Сталева (4), Шпалівка (5).

Схему проведення досліджень представлено у таблиці 3.1. та на рис 2.2.



Рис 2.2. Схема проведення досліджень

До, під час та після зберігання у дослідних зразках зерна пшениці визначали наступні показники: натуру; вологість; скловидність; кількість клейковини; якість клейковини; число падіння; хлібопекарські властивості. Зазначені показники якості визначали за загальноприйнятими стандартними

методиками [36,44,46]. Зерно зберігали в умовах звичайного типового одноповерхового сховища насипом у сухому стані.

Для підбору найпридатнішого для переробки сорту пшениці озимої через три місяці зберігання зерно, після проходження процесів післязбирального дозрівання, розмелювали та з отриманого борошна випікали хлібці, згідно методики проведення лабораторної пробної випічки [39].

Лабораторну випічку хліба з пшеничного борошна проводили за безопарним методом з інтенсивним замішуванням тіста.

Рецептура. Використовували пшеничне борошно, отримане із зерна пшениці досліджуваних сортів, 70 % виходу (100 г при вологості 14%), пресовані дріжджі (3 г), цукор (2,5 г), сіль (1,3 г), бромат калію (0,003 г), аскорбінову кислоту (0,0075 г) та водопровідну воду в кількості, визначеній за даними фаринографа, для досягнення консистенції тіста 500 одиниць фаринографа (о. ф.).

Заміс, формування і бродіння тіста. У тістомісильну машину додавали 50 мл соле-цукрового розчину, 6 мл розчину бромату калію (KBrO₃), 1,5 мл розчину аскорбінової кислоти та необхідну кількість води, розраховану за ВПЗ борошна (з урахуванням води в розчинах). Потім додавали 200 г борошна і 50 мл дріжджової суспензії. Тісто замішували протягом 7 хвилин при температурі інгредієнтів, що забезпечує початкову температуру тіста 30°C. Після замісу тісто залишали в термостаті на 10 хвилин для зняття напруги, а потім ділили на дві частини, формували і укладали у змащені форми. Тісто розшаровувалося у термостаті протягом 180–240 хвилин при температурі 31 °C.

Випічка. Хліб випікали протягом 25 хвилин за температури 230 °C. Загальна тривалість процесу від замісу до випічки становила 3,5–4,5 години.

Аналіз хліба. Готовий хліб зберігали в шафі до наступного дня, уникаючи його пересихання або відпотівання. Аналіз проводили через 16–20 годин, оцінюючи об'єм хліба, зовнішній вигляд, пористість, еластичність і колір м'якуша. Зовнішній вигляд оцінювали за формою, поверхнею і кольором скоринки. Хліб не повинен мати непритаманного смаку або запаху. Всі показники якості оцінювали за 9-бальною шкалою, а загальну хлібопекарну оцінку в балах визначали як середнє значення за всіма показниками (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Шкала оцінки якості хліба з борошна пшеничного 70 % виходу

Якісні ознаки	Бал				
	1-3	4-5	6-7	8	9
Вихід хліба, см ³	Менше 600	800-600	800-1000	1000-1200	Понад 1200
Зовнішній вигляд хліба, поверхня	Рвана	Тріщинувата	Шершава, горбкувата	Рівна	Гладка, глянцева
Форма	Увігнута	Плеската	Напівовальна	Овальна	Куполоподібна
Колір скоринки	Попелястий	Блідий з сіруватим	Жовтий	Світло-коричневий	Золотисто-коричневий
Пористість	Крупна, нерівномірна	Крупна, рівномірна	Помірно крупна, рівномірна	Дрібна, тонкостінна, нерівномірна	Дрібна, тонкостінна, рівномірна
Еластичність	Нееластичний, не поновлюється	Нееластичний, погано відновлюється	Малоеластичний, недостатньо поновлюється	Помірноеластичний, поновлюється	Еластичний, швидко відновлюється
Колір м'якуша	Темний	Темно-сірий	Світлий з сіруватим відтінком	Світлий або світлий з жовтим відтінком	Білий або білий з жовтуватим відтінком
Смак і запах	Не відповідає пшеничному хлібу	Не відповідає пшеничному хлібу	Без специфічного смаку, пріснуватий	Специфічний для пшеничного хліба	Приємний, специфічний для пшеничного хліба

Для виявлення кореляційних взаємозв'язків між досліджуваними показниками проводили кореляційний аналіз за допомогою комп'ютерної програми Excel. Також визначали між найменшу істотну різницю (НІР) за допомогою програму Агростат.

2.6 Характеристика досліджуваних сортів

У сільському господарстві та зернопереробній промисловості широко використовується поняття сорту. Сортіві характеристики є ключовими для визначення технологічних і харчових якостей зерна, а також продукції, яку з нього отримують. Зерно, як сировина для переробної промисловості та для галузей, що використовують продукти його переробки, потребує детального вивчення з урахуванням сорту [34].

Сорт – це група культурних рослин зі спільною генетикою, що визначає їхню реакцію на навколишнє середовище, і які мають схожий набір біологічних, господарських та технологічних властивостей у певних умовах вирощування [30].

До комплексу таких властивостей належать посухостійкість, морозостійкість, стійкість до хвороб та шкідників, вимоги до ґрунтових умов, вологості, світла та температури, врожайність, швидкість дозрівання, стійкість до вилягання, а також розмір, форма, колір зерна, хімічний склад, стійкість при зберіганні, вихід борошна, енерговитрати на переробку та інші технологічні особливості, такі як хлібопекарні, макаронні або пивоварні властивості. Чим краще новий сорт поєднує ці важливі властивості, тим вищою є його цінність [19, 29,35].

Шестопалівка (контроль) – сорт вітчизняної селекції різновид ерітроспермуму, вегетаційний період складає 260–270 діб, сорт є дворучкою, період яровизації становить 19 днів. Коренева система – мичкуватого типу, відмінно використовує родючість ґрунту. Висота рослини складає 80–90 см.

Маса 1000 насінин складає 45–55 г, відноситься до сильних пшениць, вміст клейковини 30–33 %, вміст білку 13,5–16,0 %. Загальна оцінка хліба – 9 балів. Норма висіву 3,5–5 млн. шт на гектар.

Етана. Оригінатор сорту компанія "Deutsche Saatveredelung AG", Німеччина. Тривалість вегетації – 270–280 діб, висота рослини 82–86 см, маса 1000 гнасінин – 40–50 г. Стебло міцне, товсте, висота рослини – 82–86см. Вміст клейковини 25,6–27,2%, вміст білку – 12,6–13,3 %. Норма висіву насіння – 3,8–5,0 млн. шт на га. Сорт внесений до Реєстру сортів України у 2016 році.

Скаген. Оригінатор сорту компанія NPZ Lembke, Німеччина. Тривалість вегетації – 286–288 діб, висота рослин складає 80–85 см, стебло міцне, товсте. Маса 1000 насінин складає 46–49 г. Вміст клейковини становить 26,8–28,6 %, білку – 12,2–13,6 %. Норма висіву 3,8–5,0 млн. шт. на га. Сорт внесений до Реєстру сортів України у 2020 році.

Сталева – різновид ерітроспермуму, вегетаційний період – 260–275 діб, період яровизації – 20 діб. Стебло товсте, міцне, висота рослини – 75–85 діб. Маса 1000 насінин становить 50–55 г, відноситься до сильних пшениць. Вміст клейковини – 30–32 %, білку – до 16 %. Загальна оцінка хліба – 9 балів. Норма висіву 3,5–5,0 млн. шт на гектар. Сорт внесений до Реєстру сортів України у 2016 році, ціниться високим вмістом білка та клейковини.

Шпалівка – різновид ерітроспермуму, вегетаційний період складає 262–272 діб, дворучка, період яровизації – 20 днів. Коренева система – мичкувата, потужна, використовує відмінно родючість ґрунту. Висота рослини – 80–90 см. Маса 1000 насінин – 45–55 г. Сорт відносять до сильних пшениць, вміст клейковини становить 30–35 %, білка – 13–16 %. Загальна оцінка хліба – 9 балів. Норма висіву 3,5–5,0 млн.шт на гектар. Сорт внесений до Реєстрі сортів України у 2016 році, виведений шляхом відбору сорту Короткостебельна 197 та Шестопалівка [8].

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

3.1. Якість вирощеного зерна пшениці озимої досліджуваних сортів

Зерно пшениці озимої Шестопалівка, Шпалівка, Сталева, Етана, Скаген вирощували на землях господарства ТОВ «АГРОДАР ЛТД», попередником для всіх сортів була соя. Зерно закладали на зберігання очищеним з вмістом смітної домішки – 1,0 %, а зернової – 2,0 % в звичайне типово однопверхове стаціонарне сховище. Зберігали зерно в сухому стані, насипом. Для проведення проміжних обліків закладали контрольні зразки зерна кожного варіанта. Показники якості визначали відразу після збирання та очистки зерна, та періодично протягом усього періоду зберігання – через 1, 3, 6 та 9 місяців. Зберігали та переробляли урдай зерна, отриманого у 2023 р.

На якість зерна пшениці впливає багато чинників: біологічний потенціал рослин, умови вирощування, обробка після збирання та умови зберігання. Однак, сорт є одним із ключових елементів, що визначає насіннєві, технологічні та харчові характеристики зерна і продуктів його переробки.

Цінні властивості сорту можуть проявлятися максимально за сприятливих умов вирощування, коли агрофон дозволяє розкрити потенціал рослини. Однак у несприятливих умовах вплив сорту на якість зерна є менш помітним. Якість вирощеного зерна досліджуваних сортів наведена у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Якість свіжозібраного зерна пшениці озимої різних сортів,
урожай 2023 р.

Показники якості зерна/ назва сорту	Фактичне значення					НІР ₀₅
	Шестопа- лівка (контроль)	Етана	Скаген	Сталева	Шпалів- ка	
Вологість, %	13,7	13,8	13,9	13,8	13,4	0,5
Натура, г/л	752	744	739	758	754	9,5
Масова частка білка, %	13,1	11,9	12,1	12,8	12,8	0,6
Масова частка сирії клейковини, %	26,8	23,4	22,1	27,4	27,1	1,1
Якість клейковини, одиниць приладу ВДК	75	82	84	71	71	9,0
Склопо- дібність,%	41	41	42	43	44	2,5
Число падіння, с	221	220	222	222	225	5,0
Маса 1000 зерен, г	47,8	43,3	41,5	47,4	48,1	4,8
Клас зерна	2	3	3	2	2	

Вологість зерна у всіх сортів коливалася у межах 13,4–13,9 % і не перевищувала стандартної норми – 14 %, тому сушіння не проводили. Суттєвої різниці за вологістю між зерном досліджуваних сортів не виявили.

Щодо натури, то у зерна сортів Шестопалівки, Шпалівки та Сталевої вона перевищувала 750 г/л, що відповідало вимогам 2 класу. Зерно сортів Етана та Скаген мало натуру 744 та 739 г/л і відповідало за цим показником

вимогам 3 класу. Найменшу натуру мало свіжозібране зерно сорту Скаген – 739 г/л, що на 13 г/л менше, порівняно з контролем (різниця суттєва).

Одним із найголовніших показників якості зерна пшениці є вміст білку. Для зерна 2 класу пшениці цей показник нормується на рівні не менше 12,5 %, а третього – не менше 11 %. Зерно сортів Шестопалівка, Шпалівка і Сталева містило 12,1–13,1 % білку і за цим показником відповідали вимогам 2 класу, а Скаген та Етана – 3-му класу.

Вміст сирі клейковини у зерні сильних пшениць, вирощених в Україні, варіюється від 25% до 45 %, тоді як у борошні слабких пшениць цей показник становить 15–20 %. Зерно сортів Скаген і Етана містило на 3,4–4,7 % менше клейковини, порівняно із Шестопалівкою (контроль) (різниця суттєва). Вміст її у зерні сортів Шпалівка та Сталева був на рівні 27,1–27,4 %. Суттєвої різниці за цим показником, порівняно з контролем, не виявлено.

Показник приладу ІДК допускається стандартом для всіх класів зерна м'якої пшениці у межах 45–100 одиниць, окрім 4-го класу, де він не обмежується. Як свідчать результати досліджень, якість відмитої клейковини зерна всіх сортів була в межах 71–82 одиниці приладу ІДК і відповідала вимогам чинного стандарту. За цього, клейковина зерна сортів Шестопалівка (контроль), Сталева та Шпалівка відносилася до першої групи якості, а сортів Етана та Скаген – другої із задовільно слабкою характеристикою.

Склоподібність – є одним з найважливіших класоутворюючих показників зерна пшениці, якій характеризує співвідношення між білково-крохмальним комплексом і визначає придатність зерна для використання на різні цілі [35]. Як відомо, у зерна «сильних» пшениць склоподібність має бути не меншою ніж 40 % [34]. Встановлено, що склоподібність зерна сортів становила 41–44 % і за цим показником воно відповідало вимогам 2 класу

якості. Найвищою склоподібністю характеризувалося зерно сортів Сталева та Шпалівка – 43 та 44 % відповідно. Однак різниця, порівняно з контролем, була несуттєвою.

Число падіння повинно непророслого зерна пшениці бути не менше 220 с. Зерно всіх сортів відповідало цим вимогам. Це свідчить, що амілолітична активність ферментів була низькою, зерно не проростало.

Маса 1000 зерен свіжлізбраного зерна коливалася у межах від 41,5 до 48,1 г. Найбільшою вона була у зерна сорту Шпалівка – 48,1 г, що на 0,3 г більше, ніж у контролю. Істотно меншим цей показник був у зерна сорту Скаген – 41,5 г, що на 6,3 г менше, порівно із сортом Шестипаліка (контроль) (різниця суттєва).

Таким чином, проаналізувавши показники якості вирощеного зерна, можна зробити висновок, що зерно пшениці озимої сортів Шестипалівка (контроль), Сталева та Шпалівка, відповідало вимогам 2 класу, а сортів Етана та Скаген – 3 класу. Зерно пшениці озимої усіх досліджуваних сортів мало високу якість, було придатне для тривалого зберігання, переробки чи експорту.

Найвищими класоутворюючими показниками, перед закладанням на зберігання, характеризувалося зерно сортів Сталева та Шпалівка. Вміст білка у зерні цих сортів становив 12,8 %, сирієї клейковини першої групи якості – 27,1–27,4 %, склоподібність – 43–44 %, а число падіння – 222–225 с.

3.2. Придатність зерна пшениці озимої до зберігання

3.2.1. Динаміка вологості та натуре зерна пшениці озимої протягом зберігання

Зерно пшениці – живий організм, у якому під час зберігання відбуваються фізіологічні процеси, які можуть призвести як до поліпшення його якості, так і значного погіршення. Відомо, що вологість – важливий показник, від якого залежить інтенсивність цих процесів, насамперед – дихання.

Для зерна пшениці озимої, призначеного для тривалого зберігання, вологість має бути в межах 13–14 %, щоб мінімізувати ризики втрати якості.

Як уже зазначалося, вологість зерна досліджуваних сортів урожаю 2023 р. була в межах 13,4–13,9 %, тому після очищення його відразу закладали на зберігання. Зміну вологості зерна пшениці озимої протягом тривалого зберігання наведено на рисунку 3.1.

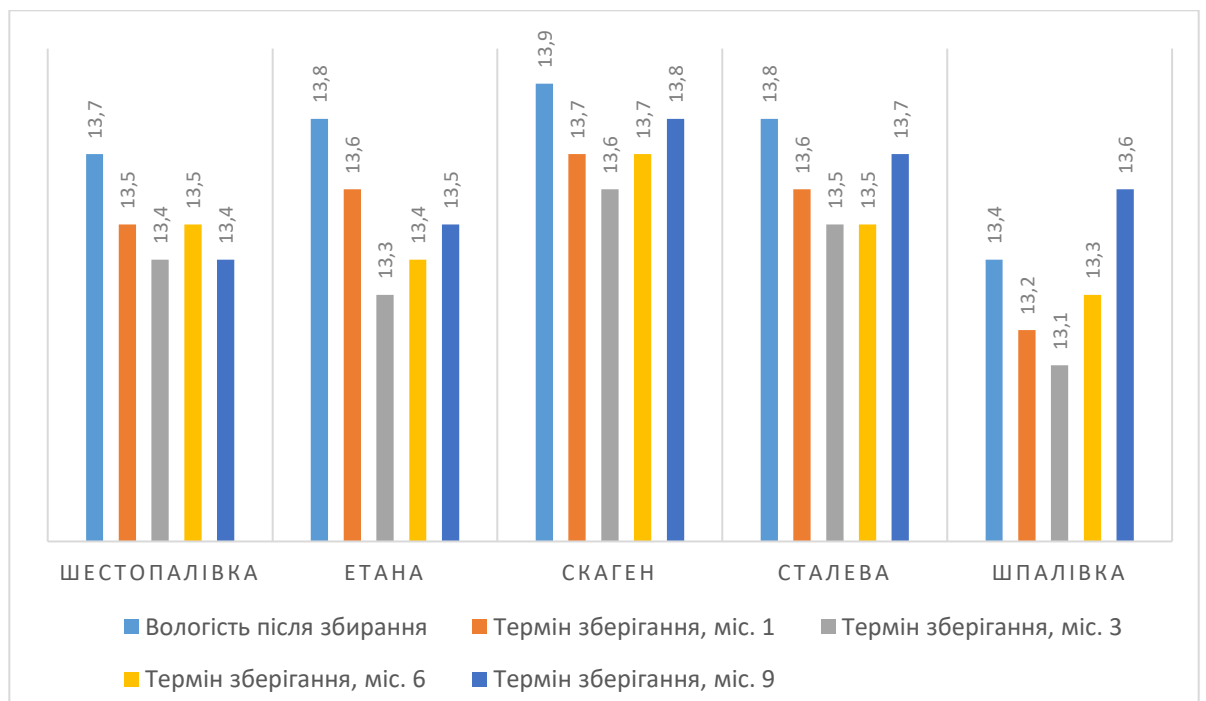


Рис. 3.1. Динаміка вологості зерна озимої пшениці різних сортів протягом тривалого зберігання, %

Як свідчать дані досліджень, вологість зерна усіх досліджуваних зразків протягом перших трьох місяців зберігання поступово зменшувалася, а потім – зростала на 0,2–0,5 % у всіх сортів (різниця несуттєва). Тобто, за зберігання зерна пшениці з вологістю, нижче критичної, термін зберігання не впливає суттєво на її динаміку.

Як відомо, зерно пшениці з високою натурою добре розвинуте, виповнене, має більшу частку ендосперму й менше покривних оболонок. Крім того, за однакових умов із такого зерна можна отримати більше сортового борошна. Тому, дослідження динаміки природи зерна протягом зберігання входило до завдань досліджень (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Натура зерна пшениці озимої протягом зберігання, г/л

Назва сорту	Натура після збирання, г/л	Термін зберігання, міс.			
		1	3	6	9
Шестопалівка (контроль)	752	763	766	765	763
Етана	744	751	755	754	751
Скаген	739	746	750	751	749
Сталева	758	766	770	770	767
Шпалівка	754	760	762	760	758
НІР ₀₅	9,5	4,4			4,0

Встановлено, що протягом перших трьох місяців натура зерна усіх дещо підвищувалася на 11–14 г/л. У зерна сорту Шестопалівка (контроль) вона збільшилась протягом цього періоду на 14 г/л і становила 766 г/л, що є найбільшим показником. Надалі натура зерна несуттєво зменшувалася – на 1 г/л протягом 6-ти місяців та ще на 2 г/л – 9-ти місяців.

У зерна сортів Етана та Скаген, початкове значення природи якого було менше 750 г/л, після 3-х місяців зберігання, натура теж збільшувалася і воно відповідало вимогам 2-го класу за цим показником. Зерно сорту Сталева

після 3-го місяця зберігання перевищувало за натурою контрольний варіант на 4 г/л і мало найкращий результат – 770 г/л. Найбільшу натуру через 9 місяців зберігання мало зерно сорту Сталева – 767 г/л, що 4,0 г/л більше, ніж у контролі (різниця несуттєва).

Було встановлено, що протягом перших трьох місяців зберігання натура зерна досліджуваних сортів збільшувалася, що було зумовлене зниженням вологості. Починаючи з шостого місяця й до кінця періоду зберігання, натура зерна усіх варіантів почала поступово зменшуватися. Результати наших досліджень узгоджуються із даними інших дослідників, які також виявили, що підвищення вологості зерна призводить до зниження його натури [21]. Між цими показниками існує обернений суттєвий кореляційний взаємозв'язок, який підтверджується коефіцієнтом кореляції – $r = -0,71 \pm 0,11$.

Можна зробити висновок, що термін зберігання впливає на натуру зерна. Найвищого значення цей показник набуває після трьох місяців зберігання. Тому, якщо свіжозібране зерно пшениці за усіма показниками якості відповідає вимогам 2 класу, а за натурою – 3-го, то доцільно реалізувати його після трьох місяців зберігання, оскільки натура підвищиться і теж відповідатиме вимогам 2 класу. Зерно пшениці, призначене для виробництва сортового борошна, доцільно переробляти після трьох місяців зберігання. У такому випадку вихід його відповідатиме заданій схемі помелу.

3.2.2. Динаміка основних класоутворюючих показників зерна пшениці озимої під час зберігання

Склоподібність зерна пшениці озимої – це показник, що відображає ступінь прозорості та щільності зерна. Склоподібне зерно має щільну,

однорідну структуру, яка на вигляд нагадує скло. Протилежністю склоподібного зерна є борошністість, коли зерно виглядає пористим і непрозорим. Склоподібність визначається у процентному співвідношенні кількості склоподібних зерен до загальної кількості зерен у вибірці. Склоподібність залежить від багатьох факторів: сорту пшениці, умов вирощування, рівня вологи під час дозрівання, а також технології післязбиральної обробки [34,38].

Склоподібність зерна пшениці озимої досліджуваних сортів протягом періоду зберігання зображена на рис 3.3.

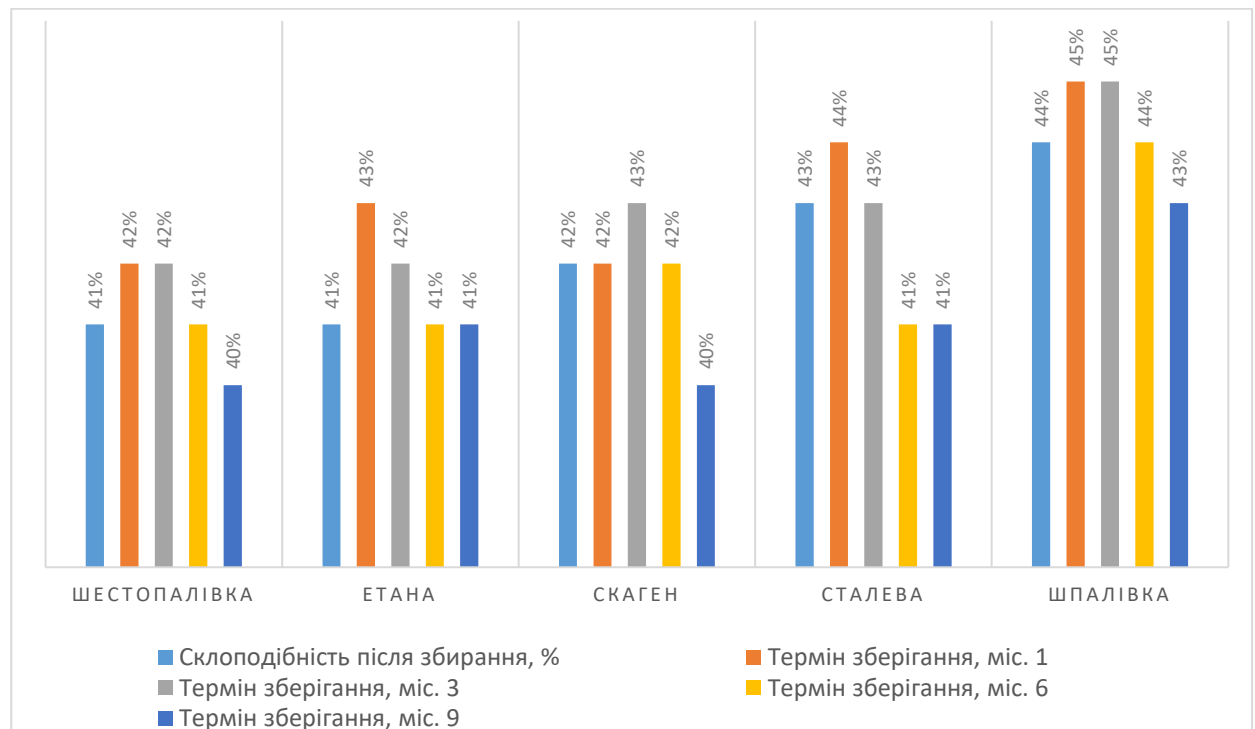


Рис. 3.3 Динаміка склоподібності зерна пшениці озимої протягом тривалого зберігання, %

Як свідчать результати досліджень, протягом першого місяця склоподібність зерна усіх досліджуваних сортів підвищувалася на підвищилась на 1–3 %. Це можна пояснити проходженням процесів післязбирального дозрівання, під час яких із простих білків утворювалися складні й це незначно позначилося на склоподібності зерна. Надалі,

протягом наступних 3 місяців зберігання, склоподібність зерна усіх сортів зменшувалася на 1–3 %, порівнюючи з попереднім терміном, крім зерна сорту Шпалівки, в якого цей показник не змінився.

Упродовж шести місяців і до кінця зберігання склоподібність зерна знижувалася ще на 2–4 %, а у сорту Сталева залишався на попередньому рівні. Загалом, м

Однак, склоподібність зерна усіх сортів через 9 місяців зберігання перевищувала 40 % і воно, як і до зберігання, за цим показником відповідало вимогам 2 класу. Тобто, можна зробити висновок, під час зберігання склоподібність зерна незначно зростає протягом перших місяців, а надалі – поступово знижується на 2–4 %.

Одним з найважливіших класоутворюючих та технологічних показників якості зерна пшениці є білок. Саме його вміст визначає придатність зерна для переробки. Динаміка вмісту білка зерна пшениці озимої досліджуваних сортів протягом зберігання наведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Вміст білку в зерні пшениці озимої проятюм періоду зберігання, %

Назва сорту	Вміст білку після збирання, %	Термін зберігання, міс.			
		1	3	6	9
Шестопалівка (контроль)	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1
Етана	11,9	11,9	11,9	12,0	12,0
Скаген	12,1	12,0	12,0	12,1	12,2
Сталева	12,8	12,8	12,8	12,8	12,9
Шпалівка	12,8	12,8	12,7	12,8	12,9

Протягом тривалого зберігання вміст білку в зерні пшениці не зазнав суттєвих змін. Так, зерно сорту Шестопалівка (контроль) містило найбільше

білку після збирання і такий же вміст його був і через 9 місяців зберігання – 13,1 %. У зерні інших сортів вміст білка або теж залишався незмінним, або коливався у межах 0,1–0,2 %. За цього, суттєвої різниці чи певних закономірностей не виявили

Таким чином, ні сортові особливості, ні термін зберігання не впливали суттєво на вміст білку у зерні пшениці. Вплинути на величину цього показника можливо тільки в полі, забезпечуючи якісне підживлення та захист рослин від хвороб, шкідників та бур'янів [22].

Зміни кількості і якості клейковини у зерні пшениці озимої протягом тривалого зберігання

Клейковина – це комплекс білків зерна пшениці, який суттєво впливає на його технологічні властивості та якість кінцевих продуктів переробки. Вміст і якість клейковини є важливими показниками при оцінці зерна пшениці, особливо за його використання для виробництва хлібобулочних чи і макаронних виробів. Зміна кількості клейковини в зерні пшениці озимої досліджуваних сортів протягом його зберігання представлена на рисунку 3.4.

Зерно всіх сортів, окрім Скагену, за вмістом клейковини відноситься до 2 класу. Зерно сорту Шестопалівка (контроль) харкетризувалося середнім вмістом клейковини – 26,8 %, що на 0,6% менше, ніж у Сталевої.

Протягом першого місяці зберігання зерна спостерігали підвищення вмісту клейковини на 1,5 %, потім ще зростання на 0,1 % до третього місяця. Надалі, у період між 6 та 9 місяцем відбувалося незначне зниження цього показника – на 0,1 %. В останні 3 місяці зберігання вміст клейковини у зерні залишався на попередньому рівні.

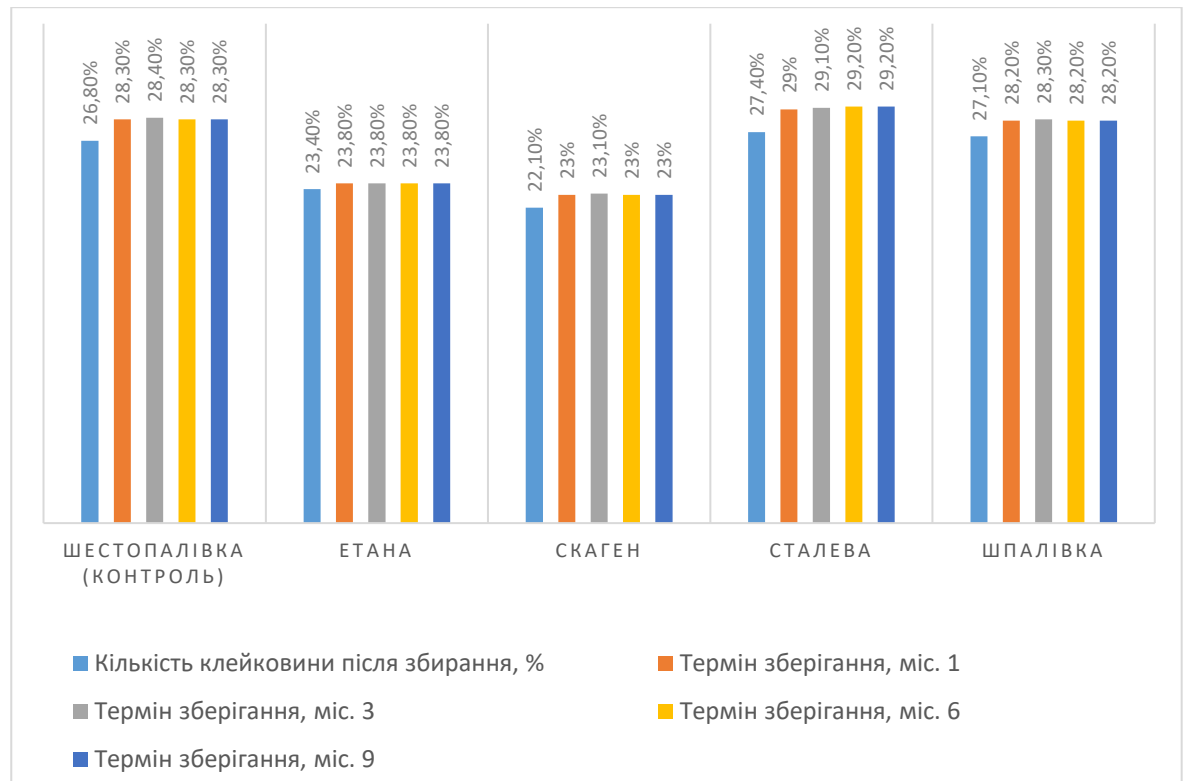


Рис 3.4 Динаміка зміни масової частки сирієї клейковини протягом зберігання

У зерна сорту Етана відбулися найсуттєвіше зростання клейковини протягом перших 30 діб зберігання – на 0,4%. Надалі, цей апоказник, як і у зерна інших сортів залишався незмінним.

У зерні сорту Скаген підвищення клейковини на 0,9 % спостерігали протягом перших 30 діб, потім через 3 місяці зберігання – ще на 0,1%, і протягом 6-го та 9-го місяців показник не змінився.

Найбільше вміст клейковини підвищувався у зерна пшениці озимої сорту Сталева – на 1,6 % протягом першого місяця зберігання та ще 0,1 % через 3 та 6 місяців. Надалі показник не змінювався.

У зерна сорту Шпалівка спостерігали аналогічну тенденцію: протягом першого місяця зберігання вміст клейковини зростав на 1,1%, продовжував підвищуватися, алев же не так суттєво у наступні 2 місяці зберігання (на

0,1 %). Надалі відбувалося незначне зниження цього показника після 6 місяця (на 0,1 %) і його стабілізація до кінця зберігання.

Таким чином, термін зберігання впливає на кількість клейковини у зерні пшениці озимої. Протягом першого місяця зберігання у зерні всі сортів відбувалося зростання цього показника на 0,4–1,6 %. Така тенденція зберігалася 3 місяців зберігання, однак вміст клейковини збільшувався не так суттєво – на 0,1–0,3 %. Максимальних значень за вмістом клейковини зерно набувало через три місяці зберігання – 23,1–29,1 %. Після цього відбувалося зменшення вмісту клейковини у зерні всіх сортів на 0,1–0,3 % і стабілізація цього показника до кінця зберігання. Тому, для переробки доцільно використовувати зерно через три місяці зберігання. Найбільше клейковини після зберігання містило зерно сортів Сталева, Шестопалівка (контроль), Шпалівка та – 28,2, 28,3 та 29,1 % відповідно.

Крім кількості, відстежували також і динаміку якості клейковини. Визначення цього показника в нашій країні є особливо важливим, на відміну від інших регіонів світу. Це зумовлено значним поширенням клопа шкідливої черепашки, яка в окремі роки завдає значної шкоди – пошкоджує до 20 % урожаю зерна. Допустимий рівень пошкоджених зерен не має перевищувати 3 %.

Зміни якості клейковини зерна досліджуваних зразків протягом тривалого зберігання представлено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Якість клейковини зерна пшениці озимої протягом тривалого зберігання,
кількість одиниць приладу ВДК

Назва сорту	До зберігання	Термін зберігання, міс.			
		1	3	6	9
Шестопалівка (контроль)	75	70	69	72	74
Етана	82	74	73	75	76
Скаген	84	77	75	77	79
Сталева	71	68	67	67	68
Шпалівка	71	64	62	66	69
НІР ₀₅	9,0				5,8

Зерно сорту Шестопалівка (контроль) мало середній показник якості клейковини – 75 умовних одиниць ІДК. Протягом першого місяця зберігання якість клейковини зерна цього сорту дещо зміцнилася, показник ІДК знизився на 5 одиниць і становив 70. У зерна сортів Етани та Сталева, якість клейковини яких до зберігання характеризувалася як «друга задовільно слабка», вона теж зміцнювалася і протягом трьох місяців зберігання з другої групи якості переходила до першої. Надалі якість клейковини послаблювалася на 2–4 умовні одиниці приладу ІДК. Загалом, спостерегли таку тенденцію – протягом 3-х місяців якість клейковини у зерні всіх сортів зміцнювалася на 6–11 одиниць приладу ІДК, порівняно з початковим значенням, становила 69–75 умовних одиниць і відповідала вимогам першої групи. Надалі, з шостого місяця і до кінця зберігання спостерігали підвищення цього показника на 1–2 одиниці у всіх сортів.

Зміна числа падіння у зерні пшениці озимої протягом зберігання

Число падіння за Хагбергом є показником активності альфа-амілази, особливого ферменту, який розщеплює молекули крохмалю до цукрів. Це сприяє утворенню газу, що забезпечує пористість і хорошу структуру хліба. Важливо, щоб рівень альфа-амілази був низьким, оскільки надмірна

активність цього ферменту робить тісто в'язким і липким. Високе число падіння свідчить про низьку активність альфа-амілази і відповідно про хороші властивості борошна для випікання.

За ДСТУ 3768:2019 число падіння для перших трьох класів має мати показник не менше 220 секунд, для 4 класу це значення не обмежене. Зміну числа падіння у зерні пшениці озимої протягом періоду зберігання представлено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Динаміка числа падіння у зерні пшениці озимої протягом тривалого зберігання, с

Назва сорту	До зберігання	Термін зберігання, міс.			
		1	3	6	9
Шестопалівка (контроль)	224	230	232	233	233
Шпалівка	225	229	231	232	233
Сталева	226	234	236	236	237
Етана	220	228	230	231	231
Скаген	222	231	232	233	231

Аналізуючи дані таблиці 3.5 можна стверджувати, що з підвищенням терміну зберігання число падіння збільшувалось. Найбільше цей показник зростав протягом першого місяця зберігання у зерні сорту Скагену – на 9 с, що більше на 3 с, ніж у контролю. В зерні сортів Етана та Скаген число падіння протягом перших 30 діб теж зростало на 8 с, а Шпалівка – на 6 с. Після 3-го місяця показник ще підвищувався, але не так суттєво – на 1–2 с у всіх сортів. Після 6-го місяця число падіння продовжувало зростати (на 1 с) у зерні пшениці всіх сортів, крім сорту Сталева. У період між 6 та 89 місяцем зберігання число падіння зростало у зерні сортів та Сталева, у сортів Етана та Шестопалівка – не змінювався, а у Скагену – зменшувався на 2 с.

Таким чином, під час тривалого зберігання зерна пшениці озимої спостерігається загальна тенденція щодо зростання числа падіння до 6 місяців. Найсуттєвіше зростання цього показника відбувається упродовж першого місяця зберігання – на 6–9 с залежно від сорту. Загалом, число падіння на кінець зберігання у зерна досліджуваних сортів було в межах 231–237 с і перевищувало початкове значення на 8–11 с. Найвищим цей показник був у зерна сорту Сталева і становив 237 с, що на 4 с більше, ніж у контролі.

3.3. Придатність зерна пшениці озимої до переробки

Пшеницю відносять до продукції, що гарантує продовольчу безпеку, оскільки зерно її – основна сировина для виготовлення хлібобулочних виробів. Для отримання якісних продуктів переробки вирішальне значення має якість вихідної сировини [34,36]. Тому, до завдагь досліджень входило оцінка зерна пшениці досліджуваних сортів як сировини для виробництва хлібопекарського борошна. З цією метою зерно досліджуваних сортів, розмелювали на лабораторному млину. Отримане борошно оцінювали прямим методом (шляхом проведення лабораторної хлібної впічки) та визначали основні показники якості, що визначають сорт борошна. Результати досліджень наведено у табл. 3.6.

Слід зазначити, що зерно розмелювали через три місяці зберігання, оскільки, як свідчать результати власних досліджень та джерел літератури, саме у цей період воно набуває найвищих технологічних властивостей.

Масова частка білка в отриманому борошні, як і у зерні, значно відрізнялася й залежала від сортових особливостей. Найбільше білка містило борошно, отримане із зерна сорту Шестопалівка (контроль) – 13,1 %. За цим показником, воновідповідало вимогам вищого товарного сорту. Досить багато білка виявили у борошні, виготовленого із сортів пшениці озимої Сталева та Шпалівка, – 12,8 %, що на 0,3 % менше, порівно

з контролем. Із зерна цих сортів можна виготовити борошно першого товарного сорту. Найменше білка було в борошні сортів Етана та Скаген – 11,9 та 12,1 % відповідно, що на 1,0–1,2 % менше, ніж у контролі. За вмістом білка борошно, отримане із зерна цих сортів відносили до другого тваного сорту.

Таблиця 3.6

Якість борошна, отриманого із зерна досліджуваних сортів,
урожай 2023 р.

Показники якості /назва сорту	Шесто-палівка*	Етана	Скаген	Сталева	Шпалівка
Масова частка білка, %	13,1	11,9	12,1	12,8	12,8
Масова частка сирої клейковини, %	27,0	23,4	22,1	27,4	27,1
Якість клейковини, одиниць приладу ІДК	75,0	82,0	84,0	71,0	71,0
Зольність у перерахунку на суху речовину, %	0,55	1,19	1,11	0,65	0,67
Білість, умовних одиниць приладу РЗ-БПЛ	56	32	29	49	51
Сорт борошна	Вищий	Другий	Другий	Перший	Перший
Вихід хліба, см ³	1040	820	840	910	1010
Загальна оцінка хліба, балів	8	6	6	7	8

*контроль

Аналогічну тенденцію виявили і за вмістом клейковини – більше її було у борошні, виготовленому із зерна сортів Сталева, Шпалівка та Шестопалівка (контроль) – 27,0–27,4 %, що позитивно вплинуло на його технологічні властивості. У борошні із зерна сортів Скаген та Етана вміст

сирої клейковини становивив 22,1 та 23,4 % відповідно, що на 4,9 та 3,6 % менше, порівняно з контролем.

За показником ІДК, борошно із сортів пшениці Шестопалівка (контроль) Сталева і Шпалівка мало клейковину першої групи якості. Відомо, що клейковина першої групи має найкращі реологічні показники, до яких відносять пружність, розтяжність, газотримуючу здатність і максимально зберігає їх у процесі бродіння та випікання хліба. Якість клейковини борошна, отриманого із зерна сортів Етана та Скаген, харктеризувалася 82–84 умовними одиницями приладу ІДК і відносилася до другої групи якості – задовільно слабка. Як вілomo, така якість клейковини здoвольняє вимоги чинного стандарту, oлнaк має дещo нижчі реологічні властивості, порівняно із першою групою якості.

Ще одним показником, що характеризує якість борошна, є його зольність. Відомо, що цей показник впливає і на товарний сорт борошна – вищу зольність має борошно нижчих сортів. Зольність досліджуваного борошна значно відрізнялася й коливалася у межах від 0,55 до 1,19 % у переахунку на суху речовину. Як відомо, для борошна вищого сорту зольність нормується не більше 0,55, першого – 0,75, а другого – 1,25 %. Виходячи з цього, борошно із зерна Шестопалівка за цим показником відповідало вимогам вищого товарного сорту, Сталева і Шпалівка – першого, а Етана та Скаген – другого. Висока зольність борошна впливає не тільки на сорт борошна, але й на зовнішній вигляд і якість кінцевого продукту.

Білість борошна тиеж впливає на товарний сорт і якість перероблених продуктів – у борошні вищих сортів цей показник має бати більшим. За органолептичними властивостями борошно вищого і першого сорту біліше, ніж другого й оббивного. Для борошна вищого сорту білість нормується на рівні не менше 54 умовних одиниць приладу РЗ-БПЛ, першого – 36–53, а

другого – 12–35. Борошно, виготовленого із сорту зерна Шестопалівка, мало найвищу білість – 56 умовних одиниць приладу РЗ-БПЛ, сортів Сталева та Шпалівка – 49 та 51 відповідно, а Етана та Скаген – 32 та 29 одиниць відповідно.

Загалом, зерно сорту Шестопалівка (контроль) придатне для виготовлення борошна вищого сорту, сортів Сталева та Шпалівка – першого, а Етана та Скаген – другого.

Прямий метод оцінки якості борошна передбачає випікання в лабораторних умовах хлібців та оцінку їх якості, згідно шкали, представленої у таблиці 2.6. Загальна хлібопекарська оцінка враховує об'єм хліба, а також його зовнішні характеристики, такі як форма, текстура та колір скоринки. Внутрішні властивості також є важливими зокрема, пористість, еластичність і колір м'якуша. Хліб, випечений із борошна досліджуваних сортів, мав такий об'єм, см³: із зерна сорту Шестопалівка (контроль) – 1040, Етана – 820, Скаген – 840, Сталева – 910 і Шпалівка – 1010. Хліб найбільшого об'єму забезпечує використання борошна, отриманого із зерна сортів Шестопалівка (контроль) та Шпалівка – 1040 та 1010 см³ відповідно. Крім того, хліб отриманий із борошна цих сортів мав рівну гладку поверхню, правильну овальну форму, золотисту скоринку й еластичний мякуш. У результаті оцінювання він отримав 8 балів з максимальних 9-ти.

Таким чином, найпридатнішим для переробки є зерно пшениці озимої сортів Шестипалівка та Шпалівка. Борошно, отримане із зерна цих сортів відповідає вимогам вищого та першого товарного сортів, забезпечує об'ємний вихід хліба на рівні 1010–1040 см³ із загально хлібопекарною оцінкою його 8 балів.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Розв'язання проблем збільшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції та покращення її якості вимагає глибоких змін в економічних відносинах, прискорення науково-технічного прогресу та соціальної реорганізації сільських територій. Наразі відбувається поступовий перехід до розвитку агропромислового виробництва на основі різних форм власності та видів господарювання в умовах ринкової економіки.

Підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва є одним із ключових завдань, успішне виконання якого відкриває можливості для прискорення розвитку та стабільного забезпечення країни агропродукцією.

Україна, як аграрна держава, має важливе завдання не лише вирощувати та збирати врожай без втрат, але й зберігати його. Переробка та зберігання є завершальним етапом виробництва рослинницької продукції. Науково обґрунтоване зберігання зерна та його похідних підвищує якість продукції та збільшує її ринкову вартість.

В умовах розвитку ринкових відносин та повної господарської самостійності сільськогосподарських підприємств, економічна оцінка прибутковості набуває вирішального значення.

Економічна ефективність – важлива категорія, яка відображає дію об'єктивних чинників, що впливають на результативність діяльності. Вона є відображенням мети виробництва, показуючи кінцевий корисний результат від використання засобів виробництва та праці, а також окупність сукупних витрат. Ефективність виробництва визначається як співвідношення між витратами минулої та поточної праці і обсягом отриманих продуктів.

У контексті розвитку ринкових відносин та повної самостійності сільськогосподарських підприємств, економічна оцінка прибутковості стає особливо важливою. Основними показниками ефективності виробництва зерна є збільшення його обсягів та якості при мінімальних витратах праці й засобів виробництва на одиницю продукції.

Рентабельність, у свою чергу – це відносний показник, що визначає рівень прибутковості у відсотках.

$$P = \Pi/V*100$$

Де P – рівень рентабельності, %;

Π – прибуток від реалізації продукції;

V – витрати на виробництво та зберігання продукції.

Показник рентабельності демонструє, скільки прибутку підприємство отримує на кожну гривню витрат, пов'язаних з його господарською діяльністю.

Норма прибутку визначається як відношення прибутку у грошовому вираженні до всього авансованого капіталу, виражене у відсотках. На цей показник значно впливає економічна політика держави.

У процесі виробництва та зберігання дослідного зерна кукурудзи використовувалися земельні угіддя, засоби для вирощування, післязбиральної обробки та зберігання, а також ресурси для облаштування сховищ і робоча сила. Усі ці елементи супроводжувалися виробничими витратами. Тому для оцінки економічної ефективності виробництва та зберігання озимої пшениці в досліді використовувалася система відповідних показників.

- Вартість 1 т продукції зерна озимої пшениці різних сортів до та після 1, 3, 6 та 9 місяців зберігання;
- Витрати на виробництво, післязбиральну доробку та зберігання продукції;

- Обсяг валового, чистого доходу та прибутку на 1 тону продукції до та після періоду зберігання;
- Рівень рентабельності виробництва продукції до та після її зберігання.

Вартість продукції розраховували до та після зберігання, виходячи з фактичної вартості зерна озимої пшениці. Зокрема ціна на партії зерна озимої пшениці за 2023-2024 роки становила:

- Для 2 класу – 5630/5930 грн/т;
- Для 3 класу – 5600/5900 грн/т;
- Для 4 класу – 5130/5430 грн/т.

Аналізи зерна озимої пшениці проводились у лабораторії ТОВ «АГРОДАР ЛТД». Оцінку якості проводили відразу після збирання як контроль, через 1, 3, 6 та 9 місяців зберігання. Економічна ефективність зберігання зерна визначається умовно чистим доходом та рівнем рентабельності. Якщо зерно продавати відразу після збору, без післязбиральної обробки та процесів дозрівання, рентабельність реалізації становила в середньому 10–20%. Розрахунки проводилися на основі фактичних витрат на виробництво 1 тонни зерна у 2023 році, які склали 4935 грн, при вартості реалізації 5130–6030 грн/т. У середньому вартість зберігання 1 т зерна пшениці озимої у звичайному сховищі становила за цінами 2023-2024 рр. становила 2 грн/добу або 60–62 грн. на місяць.

Встановлено, що найбільша рентабельність у сортів 2 класу з періодом зберігання до 3 місяців, потім йде спад на 1–2 %, тому найвигідніше реалізувати зерно після трьох місяців зберігання. Слід зазначити, що у цей період воно досягає найвищої якості. У зерна 3 класу ситуація аналогічна.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність зберігання зерна пшениці озимої, урожай 2023 р.

Сорт	Період зберігання, міс	Клас зерна	Реалізаційна ціна, грн/т	Затрати на зберігання, грн/т	Собівартість зерна після зберігання, грн/т	Чистий прибуток, грн/т	Рівень рентабельності, %
Шестопалівка (контроль)	1	2	5530	60	5060	470	9,2
	3	2	5830	180	5180	650	12,5
	6	2	5930	360	5360	570	10,6
	9	2	6030	540	5540	555	10,0
Етана	1	3	5300	60	5060	240	4,7
	3	3	5700	180	5180	520	10,0
	6	3	5800	360	5360	440	8,2
	9	3	5900	540	5540	360	6,4
Скаген	1	3	5600	60	5060	605	4,7
	3	3	5700	180	5180	615	10,0
	6	3	5800	360	5360	580	8,2
	9	3	5900	510	5540	545	6,4
Сталева	1	2	5530	60	5060	470	9,2
	3	2	5830	180	5180	650	12,5
	6	2	5930	360	5360	570	10,6
	9	2	6030	540	5540	555	10,0
Шпалівка	1	2	5530	60	5060	470	9,2
	3	2	5830	180	5180	650	12,5
	6	2	5930	360	5360	570	10,6
	9	2	6030	540	5540	555	10,0

Аналізуючи дані таблиці 4.1 можна стверджувати, що зберігання зерна досліджуваних сортів є прибутковим. За реалізації зерна після одного місяця зберігання рівень рентабельності становитиме 4,7–9,2 %. Найбільшу прибутковість забезпечує реалізація зерна пшениці озимої сортів Шестопалівка, Сталева та Шпалівка після трьох місяців зберігання – умовно чистий прибуток складе 650 грн/т, а рівень рентабельності становитиме 12,5 %. Саме в цей період зберігання зерно набуває найкращих технологічних якостей.

За реалізації зерна пшениці озимої досліджуваних сортів через 6 місяців зберігання рентабельність дещо знижується й становить 8,2–10,6%. У цей період найрентабельнішими залишаються сорти, зерно яких можна реалізувати 2 класом – Шестопалівка, Сталева та Шпалівка.

Реалізація зерна після 9 місяців зберігання забезпечить отримання умовно чистого доходу в межах 6,4–10,0 %. Найменш прибутковим є тривале зберігання зерна пшениці озимої сортів Етана та Скаген.

Таким чином, найприбутковішим є зберігання зерна пшениці озимої сортів Шестопалівка, Сталева та Шпалівка і реалізація його після 3 місяців зберігання умовно чистий прибуток становитиме 650 грн/т, а рівень рентабельності – 12,5 %.

Потрібно зазначити, що така невисока рентабельність зберігання зерна пшениці озимої в маркетинговому сезоні 2023-2024 рр. була спричинена військовим станом, проблемами з логістикою та невисокою закупівельною ціною, що склалася на внутрішньому та зовнішньому ринках.

ВИСНОВКИ

На основі досліджень можна зробити такі висновки:

1. Зберігання зерна пшениці озимої є заключним етапом його виробництва і має важливе значення для отримання переробленої продукції високої якості.

2. Якість свіжозібраного зерна пшениці озимої, вирощеного в умовах ТОВ «Агродар ЛТД» в зоні центрального Степу, залежала від сортових особливостей. Однак вологість його не перевищувала 14 %.

3. Зерно пшениці озимої сортів Шестипалівка (контроль), Сталева та Шпалівка, перед закладанням на зберігання відповідало вимогам 2 класу, а сортів Етана та Скаген – 3 класу. Зерно пшениці озимої усіх досліджуваних сортів мало високу якість, було придатне для тривалого зберігання, переробки чи експорту.

4. Найвищими класоутворюючими показниками, перед закладанням на зберігання, характеризувалося зерно сортів Сталева та Шпалівка. Вміст білка у зерні цих сортів становив 12,8 %, сирієї клейковини першої групи якості – 27,1–27,4 %, склоподібність – 43–44 %, а число падіння – 222–225 с.

5. Протягом тривалого зберігання у зерні пшениці озимої відбуваються фізіологічні процеси, що впливає на зміну показників якості. Найпомітніші зміни всіх показників відбувалися протягом трьох місяців зберігання.

6. Вологість зерна усіх досліджуваних зразків протягом перших трьох місяців зберігання поступово зменшувалася, а потім – зростала на 0,2–0,5 % (різниця несуттєва). Однак, у всі періоди обліку вона не перевищувала стандартної норми – 14 %.

7. Натура зерна протягом перших трьох місяців зберігання дещо підвищувалася, що було зумовлене зниженням вологості. Найвищого значення цей показник набуває саме після трьох місяців зберігання. Починаючи з шостого місяця й до кінця періоду зберігання, натура зерна поступово знижувалася.

Між вологістю і натурою виявили обернений суттєвий кореляційний взаємозв'язок, який підтверджується коефіцієнтом кореляції $-r = -0,71 \pm 0,11$.

8. Впродовж перших місяців зберігання склоподібність зерна незначно зростала, а надалі – знижувалася на 2–4 %. Однак, склоподібність зерна усіх сортів через 9 місяців зберігання перевищувала 40 % і воно, як і до зберігання, за цим показником відповідало вимогам 2 класу. На кінець зберігання найвищу склоподібність мало зерно Шпалівка – 43 %, що на 3,0 % більше, ніж у контрольного сорту та на 1,0 % менше, порівняно з початковим значенням.

9. Протягом тривалого зберігання вміст білку в зерні пшениці не зазнавав суттєвих змін. Так, зерно сорту Шестопалівка (контроль) містило найбільше білку після збирання і такий же вміст його був і через 9 місяців зберігання – 13,1 %. У зерні інших сортів вміст білка або теж залишався незмінним, або коливався у межах 0,1–0,2 %. За цього, суттєвої різниці чи певних закономірностей не виявили.

10. Термін зберігання впливав на кількість клейковини у зерні пшениці озимої. Протягом першого місяця зберігання у зерні всіх сортів цей показник зростав на 0,4–1,6 %. Максимальних значень за вмістом клейковини зерно набувало через три місяці зберігання – 23,1–29,1 %. Після цього відбувалося зменшення вмісту клейковин у зерні всіх сортів на 0,1–0,3 % і поступова стабілізація цього показника до кінця зберігання.

Найбільше вмісту клейковини після зберігання містило зерно сортів Сталева, Шестопалівка (контроль), Шпалівка та Сталева – 28,2, 28,3 та 29,1 % відповідно.

11. Протягом 3-х місяців якість клейковини у зерні всіх сортів зміцнювалася на 6–11 одиниць приладу ІДК, порівняно з початковим значенням, становила 69–75 умовних одиниць і відповідала вимогам першої групи. Надалі, з шостого місяця і до кінця зберігання спостерігали підвищення цього показника на 1–2 одиниці у всіх сортів. Загалом, після 9 місяців зберігання, якість клейковини у зерні досліджуваних сортів становила 68–79 умовних одиниць приладу ІДК і відповідало вимогам стандарту.

12. Під час тривалого зберігання зерна пшениці озимої спостерігається загальна тенденція щодо зростання числа падіння до 6 місяців. Найсуттєвіше підвищення цього показника відбувається упродовж першого місяця зберігання – на 6–9 с залежно від сорту. Загалом, число падіння на кінець зберігання у зерна досліджуваних сортів було в межах 231–237 с і перевищувало початкове значення на 8–11 с. Найвищим цей показник був у зерна сорту Сталева і становив 237 с, що на 4 с більше, ніж у контролі.

13. Для отримання борошна і хлібобулочних виробів високої якості доцільно використовувати зерно пшениці озимої через три місяці зберігання, після завершення в ньому процесів післязбирального дозрівання. Саме в цей період воно набуває максимальних технологічних показників.

14. Якість борошна і хліба суттєво залежить від якості зерна. Найбільше білка містило борошно, отримане із зерна сорту Шестопалівка (контроль) – 13,1 %. За показником ІДК, борошно із сортів пшениці Шестопалівка (контроль) Сталева і Шпалівка мало клейковину першої групи якості, а сортів Етана та Скаген, другої задовільно слабкої.

15. Борошно, виготовлене із сорту зерна Шестопалівка, мало найвищу білість – 56 умовних одиниць приладу РЗ-БПЛ, сортів Сталева та Шпалівка – 49 та 51 відповідно, а Етана та Скаген – 32 та 29 одиниць відповідно.

Загалом, зерно сорту Шестопалівка (контроль) придатне для виготовлення борошна вищого сорту, сортів Сталева та Шпалівка – першого, а Етана та Скаген – другого.

16. Найпридатнішим для переробки є зерно пшениці озимої сортів Шестипалівка та Шпалівка. Борошно, отримане із зерна цих сортів відповідає вимогам вищого та першого товарного сортів, забезпечує об'ємний вихід хліба на рівні 1010–1040 см³ із загально хлібопекарною оцінкою його 8 балів.

17. Зберігання зерна пшениці озимої є рентабельним. Найприбутковішим є зберігання зерна пшениці озимої сортів Шестопалівка, Сталева та Шпалівка і реалізація його після 3 місяців зберігання – умовно чистий прибуток становитиме 650 грн/т, а рівень рентабельності – 12,5 %.

Потрібно зазначити, що така невисока рентабельність зберігання зерна пшениці озимої в маркетинговому сезоні 2023-2024 рр. була спричинена військовим станом, проблемами з логістикою та невисокою закупівельною ціною, що склалася на внутрішньому та зовнішньому ринках.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання зерна, що відповідає вимогам 2 класу якості, в зоні центрального Степу України, доцільно вирощувати пшеницю озиму сортів Шестипалівка, Сталева та Шпалівка.

Для виробництва борошна вищого та першого товарних сортів та отримання хліба з об'ємним виходом на рівні 1010–1040 см³ і загальною хлібопекарною оцінкою його 8 балів за 9-ти бальною шкалою рекомендуємо використовувати зерно пшениці озимої сортів Шестопапалівка і Шпалівка та переробляти його через три місяці зберігання.

Для отримання рентабельності від реалізації зерна у межах 12–13 % пропонуємо зберігати зерно пшениці озимої сортів Шестопапалівка, Сталева та Шпалівка в умовах звичайного сховища та реалізувати його через три місяці зберігання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агрохімія / Городній М.М., Мельник С.І., Маліновський А.С та ін. Підручник, 2-е видання доп. і перер. К.: Алефа 2003. 778 с.
2. Бойко О.В., Слюсарчук В.В. Вплив мінеральних добрив на продуктивність озимої пшениці. Вісник НУБіП України. Серія «Агрономія», 2022. № 3. С. 12–21.
3. Бойко П.І. Сівозміни у землеробстві України. Київ: Аграрна наука. 2002. 53 с.
4. Господаренко Г.М., Черно О.Д. Якість зерна пшениці озимої за тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. Вісник Уманського національного університету садівництва, №1, 2016. С. 10–15.
5. Городній, М. М. Зберігання і переробка зернових культур. Київ: Урожай, 2001, 386с.
6. Гриценко, В. І. Інновації в агротехнологіях зберігання зерна. Львів: ЛНУ, 2017, 322 с.
7. Данилюк, М. Д. "Адаптивні сорти озимої пшениці для умов України". Вінниця: Універсум, 2019, 250 с.
8. Державний Реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2022 рік. Київ: Алефа, 2022. 258 с.
9. Дробот В.І., Зуб Г.І., Кононеко М.П. та ін.; За ред. Лузана Ю.Я., Саблука П.Т. Економічний довідник аграрника. Київ.: «Преса України», 2003. С. 457-532.
10. Дрозд, О. Г. Вплив умов зберігання на якість зерна озимої пшениці. Київ: Наукова думка, 2017. 187 с.
11. Іванченко, В. К. Сучасні методи зберігання зерна. Полтава: ПНТУ, 2021. 310 с.

12. Жемела Г.П., Шемальов В.І., Олексюк О.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва : підручник. Полтава: РВВ "TERRA", 2013. 420 с.
13. Зберігання зерна : веб-сайт. URL: <https://gcs.com.ua/ua/zerno>
14. Іваненко Ф.В., Сінченко В.М. Технологія зберігання та переробки сільськогосподарської продукції. Навч. метод. посібник для самостійного вивчення дисципліни. Київ.: КНЕУ. 2005. 221 с.
15. Каталог препаратів захисту рослин Syngenta: веб сайт. URL: <https://www.syngenta.ua/products/search/crop-protection>
16. Каталог препаратів захисту рослин Adama: веб-сайт. URL: <https://www.adama.com/ukraine/ua>
17. Каталог препаратів захисту рослин Bayer: веб-сайт. URL: <https://www.bayer.com/uk/ua/products>
18. Казаков Е.Д., Кириленко Г.П. Біохімія зерна и хлебопродуктов.: ГИОРД. 2005. 512 с.
19. Каленська С.М., Токар Б.Ю., Ташева Ю.В. Управління стійкістю рослин зернових культур до вилягання. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: «Агрономія». 2015. Ч. 1. Вип. 210. С. 22–30.
20. Кірпа Н.Я. Особливості первинної обробки та зберігання зерна. Зберігання і переробка зерна, 2012. №7. С. 38–40.
21. Коваль, С. В. Якість та збереження зерна пшениці під час тривалого зберігання. Харків: Фоліо, 2018. 128 с.
22. Крамарьов С.М., Жемела Г.П., Шакалій С.М. Продуктивність та якість зерна пшениці м'якої озимої залежно від мінерального живлення в умовах Лісостепу України. Бюл. Ін-ту сільського господарства степової зони НААН України, 2014. № 6. С.61–67.
23. Кретович В.Л. Біохімія рослин. К.: Вища школа, 1980. 130 с.

24. Кушнір, А. Д. Ефективне зберігання зерна в умовах України. Харків: Фоліо, 2020.
25. Мішина Н.І., Руснак В.В., Мішина Н.П. Вплив строків сівби на продуктивність озимої пшениці. Вісник Одеського державного аграрного університету, 2022. № 52. С. 37–42.
26. Мельник, Г. І. Тривале зберігання зерна: наукові підходи. Одеса: ОНУ, 2021. 227 с.
27. Мухіна, Л. Ю. Вплив умов зберігання на якість пшениці. Одеса: ОНУ, 2018. 322с.
28. Озима пшениця: технологія вирощування та підвищення продуктивності: навчальний посібник. О.В. Бойко, О.В. Бойко, В.В. Слюсарчук та ін.; за ред. О.В. Бойка. – 2-ге вид., випр. І доп. К.: НУБіП України, 2022. 272 с.
29. Озима пшениця: технологія вирощування та захисту від хвороб: навчальний посібник. Н.І. Мішина, В.В. Руснак, Н.П. Мішина та ін. Одеса: ОДАУ, 2018. 132 с.
30. Павленко, О. М. Сорти озимої пшениці для тривалого зберігання. Вінниця: ВНАУ, 2021, 280 с.
31. Панасюк Н.Г. Урожай і якість зерна озимої пшениці залежно від удобрення та попередників у сівозміні. Вісник аграрної науки. 2020. №9. С. 72–73.
32. Післязбиральна обробка насіння: веб-сайт. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/8932-pisliazbyralna-obrobka-nasinnia.html>
33. Подпрятів Г.І., Бобер А.В. Післязбиральна доробка та зберігання продукції рослинництва: навч. посіб. К.: НУБіП України, 2024. 492 с.
34. Подпрятів Г.І., Бобер А.В., Гунько С.М. Переробка продукції рослинництва : навч. посібник. Київ: НУБіП України, 2024. 650 с.

35. Подпратов Г.І., Бобер А.В., Ящук Н.О. Якісна і безпечна зернова продукція: умови отримання, зберігання та напрями використання : монографія. К.: ЦП «Компринт», 2014. 186 с.
36. Подпратов Г.І., Бобер А.В., Ящук Н.О. Технохімічний контроль продукції рослинництва: Підручник. К.: О.В., Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2022. 790 с.
37. Подпратов Г.І., Войцехівський В.І., Мацейко Л.М., Рожко В.І. Основи стандартизації, управління якістю та сертифікація продукції рослинництва: посібник. Луцьк: Терен, 3-е вид. доп. і перер. 2015. 712 с.
38. Подпратов Г.І., Завадська О.В., Бобер А.В., Ящук Н.О. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: підручник. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2023. 844 с.
39. Півоваров О.А., Ковальова О.С. Кошулько В.С. Інноваційні методи визначення показників якості зерна, 2023, 325с.
40. Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва: Підручник. М.М. Городній, С.Д. Мельничук, О.М. Гончар та ін. ; За ред. М.М. Городнього. Київ : Арістей, 2006. 484 с.
41. Пшениця озима. Технологія вирощування: підручник. В.В. Слюсарчук, А.М. Гуцалюк, М.В. Гнатюк та ін.; за ред. В.В. Слюсарчука. 2-ге вид., випр. і доп. К.: НУБіП України, 2022. 552 с.
42. Сайко В.Ф., Свидинюк І.М., Камінський В.Ф., Корнійчук М.С., Вінничук Т.С. Технологія вирощування та захисту зернових культур : практичні рекомендації з технології вирощування зернових колосових у зонах Лісостепу і Полісся. Київ, 2006. 28 с.
43. Скалецька Л.Ф., Подпратов Г.І., Завадська О.В. Методи досліджень рослинницької сировини : навчальний посібник. 2-е видання, перер. доп.: К. ЦП «Компринт», 2013. 242 с.

44. Скалецька Л.Ф., Подпратов Г.І., Завадська О.В. Методи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва : навчальний посібник. К.: ЦП «Компринт», 2013. 320 с.
45. Сокол Л.Я., Смирнов В.М., Шпирка І.Г. Біохімія рослин : Підручник. К.: Вища освіта, 2009. 212 с.
46. Спектор Є. Методика дослідження агроекологічних показників в зернових культурах. Наукові записки НДУ «Острозька академія», 2014. №6. С. 44–50.
47. Статистичний щорічник України за 2015 рік. Київ: Державна служба статистики України. 2016. 236 с.
48. Ташева Ю.В., Коломицев В.В., Соколенко А.В. Вплив погодних умов на урожайність зернових культур в Лісостепу України. Вісник аграрної науки, 2014. № 5. С. 23–27.
49. Технологія післязбиральної обробки і зберігання продукції рослинництва: Підручник. Г.М. Жемела, Г.П. Шемальов, О.М. Олексюк. Полтава: РВВ «Терра», 2012. 496 с.
50. Тригуба Ю.В. Агрометеорологічні аспекти зернового виробництва в Україні: монографія. Харків: Аграрна наука, 2016. 192 с.
51. Федотов П.М. Підвищення зимостійкості озимих культур. Зернове господарство, 2014. № 3. С. 12–16.
52. Якименко, В. В. Основи післязбиральної обробки і зберігання зерна. Київ: Фенікс, 2005, 382 с.