

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.05. КМР“С” 2024. 08.01. 100ПЗ

**Мироненко Антон Юрійович**

**2024 р.**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**УДК 633.15:631.527.5:631.53.02**

**ПОГОДЖЕНО**

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

Декан агробіологічного факультету

Завідувач кафедри  
технології зберігання, переробки та  
стандартизації продукції рослинництва  
ім. проф. Б.В. Лесика  
Г.І. Подпрятков

\_\_\_\_\_ В.П.Коваленко

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2024 р.

\_\_\_\_\_ 2024 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА**

**на тему: «Зміна технологічних властивостей зерна кукурудзи  
різних гібридів у процесі зберігання»**

Спеціальність \_\_\_\_\_ 201 «Агрономія» \_\_\_\_\_

Освітня програма \_\_\_\_\_ Агрономія \_\_\_\_\_

Орієнтація освітньої програми \_\_\_\_\_ освітньо-професійна \_\_\_\_\_

Гарант освітньої програми

д. с.-г. н. \_\_\_\_\_

Каленська С.М.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

канд. с.-г. н., доцент \_\_\_\_\_

Войцехівський В.І.

Виконав \_\_\_\_\_

Мироненко А.Ю.

**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

к.с.-г.н., проф. \_\_\_\_\_ Подпрятков Г.І.  
" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

**Мироненко Антон Юрійович**

Спеціальність: 201 “Агрономія”

Освітня програма: Агрономія

Орієнтація освітньої програма підготовки: освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Зміна технологічних  
властивостей зерна кукурудзи різних гібридів у процесі зберігання»

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 08.01.2023р.№ 18“С”

Термін подання завершеної роботи на кафедру 25.10.2024р.

Вихідні дані до роботи: кукурудза різних сортів, яка вирощена та  
закладена на зберігання в умовах господарства.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- дослідити урожайності залежно від погодних умов вирощування;
- виявити зміни цінних характеристик якості зерна кукурудзи різних гібридів вирощених та закладених на зберігання;
- виявити вплив особливостей гібриду кукурудзи та тривалості зберігання на зміну основних технологічних показників зерна кукурудзи;
- розрахувати економічну оцінку ефективності виробництва та зберігання зерна кукурудзи досліджуваних гібридів.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Войцехівський В.І.

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Мироненко А.Ю.

## РЕФЕРАТ

Обсяг роботи – 64 сторінки. Робота складається з 4 основних розділів, вона містить 17 таблиць, 10 рисунків, в тексті було використано 70 посилань на наукові та виробничі джерела.

Об'єктом наших досліджень виступало зерно кукурудзи різних гібридів. Метою роботи є дослідження чинників які впливають на товарні і господарські показники у процесі зберігання. Вихідними матеріалами для виконання роботи були хіміко-технологічні показники зерна кукурудзи вирощеного і закладеного на зберігання в умовах ТОВ “Агрофірма Шевченко”.

Завданням дослідження є оцінка якості 3 гібридів кукурудзи, які закладені на зберігання, одразу після збирання і досушування; відстеження змін технологічних властивостей зерна у процесі зберігання (в період – через 3, 6, 9 і 12 місяців).

Розраховано економічну ефективність вирощування та тривалого зберігання зерна кукурудзи в умовах ТОВ “Агрофірма Шевченко”.

Технологічні аналізи зразків зерна кукурудзи проводились у виробничій лабораторії та у лабораторії кафедри технології зберігання та переробки продукції рослинництва ім. проф. Б.В.Лесика НУБіП України.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА: КУКУРУДЗА, ВРОЖАЙНІСТЬ, ГІБРИД, ЯКІСТЬ ЗЕРНА, ЗБЕРІГАННЯ, РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ.**

## Зміст

Зміст.....	3
Вступ.....	4
1.Огляд літератури .....	6
1.1. Народногосподарське значення культури кукурудзи.....	6
1.2. Вплив різних факторів вирощування на якість зерна кукурудзи.....	8
1.3. Сучасні технології післязбиральної доробки та зберігання зерна кукурудзи.....	14
2. Умови, базова інформація і методика виконання роботи.....	21
2.1 Особливості ґрунтових умов ТОВ “ Агрофірма Шевченко”.....	21
2.2 Характеристика погодно-кліматичних умов з оцінкою відповідності їх вимогам культури кукурудзи.....	23
2.3. Характеристика вирощуваних гібридів 3 у господарстві.....	25
2.4. Схема проведення досліджень .....	27
2.5. Методики проведення випробувань продукції .....	28
3. Результати досліджень.....	34
3.1. Вплив факторів умов вирощування та біологічних особливостей гібриду на формування продуктивності кукурудзи .....	34
3.2. Зміна технологічних властивостей зерна кукурудзи за тривалого зберігання .....	43
3.3. Облік природних втрат за тривалого зберігання зерна кукурудзи ....	47
4. Економічна ефективність зберігання зерна кукурудзи .....	53
Висновки .....	56
Рекомендації виробництву .....	58
Список використаних джерел .....	67

## ВСТУП

Зернове господарство є однією із важливих ланок сільськогосподарського виробництва. Розширення та інтенсифікація виробництва високоякісного зерна кукурудзи гарантує зростання економіки, продовольчої безпеки країни та експортного потенціалу країни [12, 13].

Зростання валового виробництва зернових культур, зокрема кукурудзи в Україні важлива стратегія до економічного зростання. В нашій країні кукурудза стала першочерговою сільськогосподарською культурою. У зв'язку із сезонністю виробництва виникає необхідність ефективного зберігання зернового збіжжя для його використання на різні потреби протягом року і більше [12, 22].

З метою підвищення схоронності зерна кукурудзи та поліпшення якості доцільно створювати оптимальні умови зберігання. Затримка доробки, або дотримання технологічних операцій, з порушенням режимів обробки зерна кукурудзи, спричинює незворотні технологічні зміни, які спричиняють невинуваті втрати маси і якості зерна.

Відомо, що якість зерна кукурудзи залежить від комплексу факторів. Так технологічна цінність зерна кукурудзи знаходиться в прямій залежності як від гібриду, агротехніки, кліматичних умов, ефективності збирання урожаю, післязбиральної обробки, транспортування і зберігання.

Мета дослідження полягає у вивченні зміни урожайності залежно від гібриду та погодних умов, зміни технологічних властивостей зерна кукурудзи у процесі зберігання та у проведенні порівняльної оцінки ефективності зберігання зерна різного терміну зберігання.

З метою вирішення поставлених завдань було сформульовано і вирішено наступні задачі: дослідження впливу погодних умов вирощування на формування урожайності і якості зерна; дослідити зміни технологічних властивостей зерна кукурудзи різних гібридів в процесі зберігання; порівняти економічну ефективність зберігання.

Об'єкт дослідження магістерської роботи – це зерно кукурудзи різних гібридів.

Предмет досліджень – це зміна технологічних властивостей зерна кукурудзи у процесі його зберігання.

Методи дослідження. В даній роботі застосовувано спеціальні та загальнонаукові методи дослідження.

Загальнонаукові: 1) діалектичний метод – спостереження за процесами формування якості; 2) метод гіпотез – складання схеми досліду; 3) метод експерименту – схеми дослідів по впливу термінів зберігання на якість зерна; 4) метод аналізу – вивчення результатів дослідження; 5) метод синтезу – формування висновків, узагальнення.

Спеціальні: 1) виробничий – проведення досліджень по зберіганню зерна пшениці; 2) лабораторний метод – проведення досліджень по технологічних та фізико-хімічних показниках; 3) метод математичної статистики – підготовка експериментальних даних до аналізу та визначення точності і вірогідності досліджень.

Експериментальна частина досліджень проводилася у виробничих умовах та на базі кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б. В. Лесика НУБіП України.

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше проведено дослідження впливу погодних умов на формування продуктивності нових для господарства гібридів кукурудзи. Досліджено зміни технологічних показників зерна умовах господарства.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані експериментальні результати рекомендовано враховувати під час вирощування та закладання на зберігання зерно досліджуваних гібридів кукурудзи. Одержані експериментальні дані були враховані під час розроблення рекомендацій виробництву з визначенням переваг умов зберігання у сховищах з витяжною вентиляцією.

Особистий внесок здобувача полягав у постановці і проведенні

експериментів, зборі, систематизації та аналізі наукових джерел літератури щодо стану досліджуваної проблеми, виконанні експериментів, проведення досліджень в умовах ТОВ “ Агрофірма Шевченко”, узагальнення результатів та їх інтерпретації, підготовці матеріалів до публікації, впровадження результатів досліджень у виробництво.

Апробація результатів магістерської роботи. Результати досліджень магістерської роботи обговорювались на засіданнях кафедри технології зберігання, переробки і стандартизації продукції рослинництва ім. Б.В.Лесика НУБіП України.

Магістерська робота розглянута та рекомендована до захисту на засіданні кафедри технології зберігання, переробки і стандартизації продукції рослинництва ім. професора Б.В.Лесика НУБіП України.

Публікації. За результатами досліджень по магістерській роботі, здійснено виступи на студентській постерній конференції.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Народногосподарське значення кукурудзи

Кукурудза – одна з найпоширеніших в Україні та світі зернових, кормових та овочевих культур. Особливо цінна вона у кормових посівах. Завдяки високому вмісту жиру і білка кукурудзяне зерно є збалансованим. Найбільш цінний корм - зерно кукурудзи, яке містить 9 - 12 % білків, 65 - 70 % вуглеводів, 4 - 8 % олії, 1,5 % мінеральних речовин. У 100 кг його міститься 134 корм. од., до 8 кг перетравного протеїну. У вигляді кормового борошна, висівок воно добре перетравлюється і засвоюється організмом тварин. При годівлі свиней особливо ціниться жовтозерна кукурудза, в 1 кг якої міститься від 3,2 до 9 мг каротину, або провітаміну А (у білозерної - до 1,1 мг), який значно підвищує їх продуктивність. Завдяки високій енергетичній поживності воно є незамінним компонентом комбикормів. Використовують зерно на корм також силосуванням качанів у фазі молочно-воскової стиглості, яке за поживністю мало поступається зерну повної стиглості. Із подрібненого зерна вологістю близько 25 % разом з подрібненими стрижнями качанів виготовляють зерно-стрижневу кормову масу, яку закладають у траншею, трамбуєть і вкривають плівкою, а тільки з подрібненого зерна з такою самою вологістю - такий новий вид корму.

Підраховано, що з кукурудзи виготовляють понад 300 різних виробів, значна частина яких, у свою чергу, є сировиною для виготовлення іншої продукції. Наприклад, з кукурудзяного сиропу виробляють каучук, фарби, різні антисептики, розчинники олії та ін.

Відповідно до біокліматичного потенціалу лісостепової зони України, кукурудза може формувати врожайність зерна від 8 до 11 т/га. Цьому сприяють отримані вітчизняними селекціонерами скоростиглі посухостійкі високопродуктивні гібриди, які адаптовані до ґрунтово-кліматичних умов Лісостепу і можуть реалізувати свою потенціальну продуктивність.

Впровадження у виробництво скоростиглих гібридів кукурудзи вирішує одночасно декілька важливих проблем. Кукурудза є досить урожайною культурою, а можливості використання гетерозису при створенні гібридів скоростиглої групи далеко не вичерпані

## 1.2. Вплив ґрунтово-кліматичних та агротехнічних факторів на формування цінних показників зерна кукурудзи

Вирощування кукурудзи потребує остаточного підбору обґрунтування та дотримання агротехнічних заходів, оскільки ці фактори впливають на якість і врожайність зерна. Для розвитку рослини оптимальним є добре структурований обґрунтований із достатнім запасом живильних речовин. Збалансована структура забезпечує сприятливий водно-повітряний режим, а глибоку проникність сприяє утворенню потужної кореневої системи, яка закінчується стійкістю до вилягання та ефективністю використання вологи [1, 3].

Система заробітку обґрунтована має на меті збереження його родючості, боротьбу з бур'янами та створення сприятливих умов для продовження використання. Наприклад, заробіток після збирання попередніх культур із подрібненням залишків і зяблевим оранням готовий зберегти структуру підстави та уникнути переущільнення, яке зменшує доступність поживних речовин [2].

Внесення добрив має значний вплив на показники якості зерна. Азотні добрива сприяють підвищенню врожайності, збільшують вміст білків, покращують їхній амінокислотний склад. Фосфор і калій стимулюють синтез крохмалю та білків, а також впливають на формування міцного стебла. Баланс мікроелементів, таких як цинк і марганець, необхідний для активізації ферментативних процесів, що

забезпечує стійкість і розвиток рослин [6, 7].

Щоб забезпечити високі показники польової придатності, важливе значення мають заходи передпосівної обробки, зокрема протруювання фунгіцидами та інсектицидами. Це знижує ризик розвитку хвороб хворобами та шкідниками, покращення формування рівномірних сходів і високоякісного захворювання [8].

Густота посіву також є фактором. Оптимальна кількість рослин залежить від сорту та умов вирощування і варіюється від 40 до 80 тис. на гектар. Щільність прояви на рівномірність освіти, формування качанів і синтез біохімічно важливих речовин у зерні [9].

Таким чином, якість зерна кукурудзи складається зі всіх факторів: родючістю та обґрунтованістю обробітку, підготовкою середовища, густиною посівів і забезпеченням оптимального живлення рослин протягом усього періоду вегетації. Ретельне утримання цих умов дозволяє досягти високих показників урожайності й якості зерна.

### 1.3. Технології збирання, післязбиральної доробки та зберігання зерна кукурудзи

Збирання кукурудзи є ключовим етапом, від якого залежить якість зерна для продовольчого чи насіннєвого використання. Оптимальна вологість зерна для збирання становить 17–20 %, а насіннєвих качанів – до 25 %. Первинна обробка починається з очищення та висушування зерна до 18–19 % вологості, що мінімізує травмування. Особливо пошкоджують зерна кременистих і зубоподібних сортів, що знижує їх схожість на 6–8 %, а при пошкодженні зародка – до 50 % [3].

Зберігання зерна є завершальним етапом, який забезпечує його якість та тривале використання. Зерно кукурудзи часто збирають із підвищеною вологістю, що потребує відновлення післязбірної обробки: очищення, сушіння та знезараження у разі утворення шкідників. Для тривалого зберігання вологість зерна знижують до 14 %, через підвищену вологість воно може

проростати вже через 1–2 дні [4].

Основними способами консервування зерна є:

1. Сушіння – для продовольчих і насінневих цілей.
2. Герметичне зберігання без доступу повітря або силосування – для кормового використання.
3. Додавання консервантів – для використання у господарстві [6].

Сушіння може використовуватися гарячим повітрям або вентиляванням невідігрітим повітрям. Гаряче сушіння дозволяє швидко пошкодити вологість зерна, але може спричинити механічне пошкодження. Оптимальним є комбінований підхід: спочатку швидке висушування до 20 %, а потім досушування до 14 % за допомогою холодного повітря [5].

Для насінневого матеріалу та промислового використання температура сушіння повинна бути нижчою: не більше 30–35 °С для продовольчих і 45 °С для насінневих цілей. Кормове зерно допустимо нагрівати до 50 °С. Очищення здійснюється повітряно-ситовими машинами, трієрами та магнітними сепараторами, забезпечуючи відповідність стандартам якості [3].

Зберігання зерна створюється в елеваторах, підлогових сховищах або поліетиленових герметичних рукавах. Рукави створюють анаеробні умови, що уповнює дихання зерна та пригнічує активність шкідників і мікроорганізмів. Це сучасний метод, який дозволяє значно скоротити витрати на зберігання [7].

Сухе зерно найкраще зберігається за вологості 12–14 % і температури 5–10 °С. Сире зерно може зберігатися тимчасово в охолодженому стані або в герметичних умовах, але для насінневого матеріалу такий метод відповідає ризику втрати життєздатності зародка [8].

Таким чином, правильне проведення збирання, обробки та зберігання зерна забезпечує його високу якість і зменшує втрати під час тривалого зберігання.

#### 1.4. Фізіолого-біохімічні процеси, що відбуваються в зерні за зберігання

Однією з основних господарських проблем є зменшення втрат та забезпечення збереження якості й харчової цінності продуктів під час їх зберігання. Це завдання можна вирішити через розробку ефективних методів зберігання для різних видів сировини. Для визначення оптимальних умов зберігання необхідно отримати ключові процеси, які відбуваються під час цього. Для подовження терміну зберігання продуктів слід уповільнити процеси, які призводять до їх псування. Водночас важливо пам'ятати, що створення несприятливих умов для одних процесів може прискорити інші небажані зміни в продуктах. Наприклад, зниження активності мікробіологічних процесів може сприяти розвитку неферментативного потемніння. У свою чергу, гальмування процесу неферментативного потемніння може призвести до посиленого автоокислення жирів.

[13].

Харчові продукти за хімічним складом являються собою багатокомпонентні системи, які містять азотні речовини, ліпіди, вуглеводи, мінеральні сполуки, вітаміни та ферменти. Під час їх зберігання кожна з цих сполук піддається складним змінам, які можуть призвести до зниження харчової цінності та смакових якостей, зробити продукт малопродатним або непридатним для харчування людини. З усіх компонентів харчових продуктів вода найбільш впливає на їх властивості. У багатьох харчових продуктах вода займає найбільшу питому вагу [9].

Усі процеси, що протікають у харчових продуктах при зберіганні, можна поділити на такі групи: фізичні та фізико-хімічні процеси, пов'язані зі зміною температури, вологості, форми продукту; хімічні процеси, викликані хімічною взаємодією речовин, що містяться у продуктах та у навколишньому середовищі (окислення, не ферментативне потемніння); біохімічні процеси, які відбуваються під дією ферментів (гідролітичні процеси; дихання); мікробіологічні процеси, пов'язані з життєдіяльністю мікроорганізмів (бродиння, гниття, пліснявіння) [6].

Фізичні та фізико-хімічні процеси. Один із найбільш розширених

фізичних процесів під час зберігання продуктів - це зміна їх вологості. Це може відбуватися як через поглинання води продуктами з навколишнього середовища (сорбція), так і через випаровування води (десорбція). Існує чотири основні форми зв'язку води в харчових продуктах: хімічна, адсорбційна, осмотична та капілярно зв'язана [18].

Хімічно зв'язана вода має найбільшу енергію, оскільки знаходиться в гідроскладних групах (іонний зв'язок) або в молекулярній формі, як частина кристалогідратів. Неможливо видалити простою сушкою. Адсорбційно зв'язана вода має середню міцність зв'язку і утримується на поверхні продукту полярними групами. Така вода може або зберегти свої властивості (фізична адсорбція), або розщеплюватися на іони (хімічна адсорбція чи хемосорбція) [13].

До фізико-хімічних процесів також відносяться процеси кристалоутворення в середовищі з високим вмістом розчиненого цукру або води.

Хімічні процеси. Псування продуктів, викликане хімічними процесами, окислення ліпідів або вітамінів, розкладання амінокислот, призводить до зміни кольору, запаху і смаку продуктів [18].

Окислювальні процеси відбуваються в жировмісних продуктах. Ліпіди в харчових продуктах є найбільш чутливими до окислення під впливом атмосферного кисню залежно від інших хімічних сполук. Тому здатність жирів витримувати окислювальні процеси є однією з основних вимог до їх властивостей, поряд з харчовою цінністю та органолептичними властивостями, які взаємопов'язані [9].

Під час зберігання жири знають складних і незворотних хімічних змін, що погіршують до зниження їх біологічної цінності та зниження органолептичних властивостей. Одночасно погіршуються небажані продукти окислення, деякі з яких можуть бути токсичними для людини. [12].

Під впливом тепла, води, світла та деяких речовин-каталізаторів у жирах відбуваються певні хімічні перетворення трьох основних видів: окислення,

гідроліз, полімеризація. Їх можна розглядати як види псування жирів під час зберігання. Зниження якості жиру внаслідок гідролізу або окислення називають гідролітичним або окислювальним прогірканням [13].

Біохімічні процеси. У продуктах з низьким або середнім рівнем вологості, що запобігають розвитку мікробіологічних процесів і неферментативного потемніння, все одно можуть виникати біологічні зміни. Зниження харчової цінності та смакових властивостей таких продуктів зазвичай пов'язане з ферментативними процесами, характер яких завершився кінцевими або проміжними продуктами реакцій. Ці процеси відбуваються переважно в тих продуктах, де ферменти залишаються активними [18].

Одним із факторів, що забезпечують активність ферментів, є порушення фізичної структури продукту, наприклад, через подрібнення або нарізку, що забезпечує кращий контакт між ферментом і субстратом. Багато зернових продуктів можуть зберігатися тривалий час без псування при низькому вмісті вологи, проте після подрібнення вони починають швидко псуватися без під.

Теплова обробка значно знижує активність ферментів, особливо в продуктах з низькою вологістю, основні білі ферменти в сухих продуктах денатуруються значно повніше, ніж

Дихання в продуктах втрачає до втрати сухих речовин, підвищення вологості, зміна складу повітря в скибах і видах

Дихання може бути аеробним (за наявності кисню) або анаеробним (за велику кисню). У процесі аеробного дихання відбувається повне окислення речовин, утворюється вода та вуглекислий газ, при цьому вивільняється найбільша енергія. Анаеробне дихання, яке відбувається в умовах відсутності кисню, використання кисню з води чи органічних сполук і пошкоджень до часткового окислення, утворюючи етиловий спирт, органічні кислоти та меншу

Інтенсивність дихання залежить від низки факторів, таких як фізіологічний стан продукту, вологість, температура та ступінь аерації повітря. Велику роль у цій комерційній температурі. При температурі від 0 до

10 °C дихання зерна практично не відчутне, однак при підвищених температурах інтенсивність дихання різко зростає, а потім зменшується. Продукти з механічними пошкодженнями або мікробіологічними захворюваннями значно посилюються [9].

Мікробіологічні процеси. Мікроорганізми під час розвитку викликають низку процесів, які можуть призвести до їх псування.

Пліснявіння зумовлене розвитком плісневих грибів. Часто в продуктах, що зберігаються, з'являються пухнасті, оксамитові плями різних забарвлень, являючи собою колонії плісневих грибів, що розрослися [12].

Пліснявіння може спостерігатися всередині продукту, якщо туди потрапили повітря та волога. [18].

Гниття виникає в продуктах, багатих білковими речовинами. Збудниками гниття є гнильні бактерії, які можуть розвиватися при доступі повітря або без нього. Оптимальна температура розвитку гнильних бактерій – + 25–35 °C. Вже за температури + 4–6 °C розвиток більшості гнильних бактерій затримується, а за мінусових температур повністю припиняється.

Бродіння викликають дріжджі, плісеневі та бактерії в продуктах, що містять значну кількість вуглеводів. Існує бродіння спиртове, молочнокисле, маслянокисле, оцтовокисле.

Спиртове бродіння – анаеробний процес розщеплення вуглеводів з утворенням етилового спирту і вуглекислого газу. Процес здійснюється дріжджами і деякими видами плісень [51].

Молочнокисле бродіння – це процес перетворення молочнокислими бактеріями цукру в молочну кислоту в анаеробних умовах.

Маслянокисле бродіння – це складний процес перетворення цукру бактеріями і відбувається в анаеробних умовах з утворенням масляної кислоти, вуглекислого газу й водню.

Оцтовокисле бродіння - це процес окиснення оцтовими бактеріями етилового спирту в оцтову кислоту.

Таким чином, на якість зерна кукурудзи впливають як фактори

вирощування, так і фактори зберігання. Також урожайність та якість знаходиться в тісній залежності від ґрунтово-кліматичних умов. Важливо, щоб температура повітря під час цвітіння не перевищувала оптимуму і в комплексі з низькою вологістю не знижувала життєздатності пилку – бо це головні умови формування високого врожаю. Висока температура повітря під час вегетації прискорює дозрівання, скорочує період наливання зерна, через що зменшується маса 1000 зерен, погіршується якість урожаю.

## УМОВИ, БАЗОВА ІНФОРМАЦІЯ І МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

### 2.1 Особливості ґрунтових умов ТОВ “Агрофірма Шевченко”

ТОВ “Агрофірма Шевченко” знаходиться в смт.Голованівськ, Кіровоградської області. В господарстві загальна посівна площа становить 15000 га. В структурі площ кукурудза займає більшу половину земельної площі. Також господарство займається і тваринництвом.

Рослинництво обслуговує тракторна - польова бригада з наявністю 12 тракторів з них :

Автомашини та вантажні в кількості 20 шт.; тракторні плуги 15 шт., обприскувач -8шт.

Ґрунтовий покрив господарства включає кілька різновидностей, головною з яких є чорнозем типовий мало гумусний крупнопилувато-середньосуглинковий за гранулометричним складом. Переважна більшість полів сівозміни господарства розміщені на чорноземах типових малогумусних середньосуглинкових. Ґрунти цього типу добре гумусовані, внаслідок чого мають темний колір та значну глибину, добре оструктурені. Такі ґрунти багаті на поживні елементи, їхні фізичні та механічні якості досить сприятливі для вирощування культурних рослин.

Чорноземи - ґрунти з високим вмістом гумусу зернистої або грудкуватої структури, з наявністю карбонатів кальцію в нижніх шарах, з великим вмістом пилуватих або глинистих частинок, що відрізняються підвищеною вологоємністю, липкістю, пластичністю. Чорноземи переважають у ґрунтовому покриві України, займаючи 27,8 млн. га, з яких 22 млн. га це орні землі. Чорноземи це найродючіші ґрунти в Україні.

З моменту використання чорноземів для сільськогосподарського вирощування рослин, з початком їх розорювання почався процес їх деградації. Винос поживних речовин з урожаєм почав перевищувати надходження їх у

грунт з органічними добривами, ґрунту віддавали поживні речовини рослинам за рахунок руйнування гумусу, його мінералізації. Зникнення чорноземів є однією з найсерйозніших проблем в Україні. За прогнозами різних вчених, українська земля здатна нагодувати 400 млн. чоловік. Це можливо завдяки комплексу заходів, на першому місці серед яких – відновлення родючості, оскільки за 100 років вона знизилася до 2%.

Для підвищення родючості чорноземів також велике значення має накопичення вологи і раціональне їх використання, особливо в степових районах, де більшою мірою спостерігається дефіцит атмосферного зволоження. Для поліпшення водного режиму проводять зрошення чорноземів, створюють полезахисні лісові смуги. Особливу роль відіграють заходи щодо запобігання ерозії ґрунту, забруднення її пестицидами, засолення можливого при зрошенні [14, 16].

Особливістю чорноземів є – глибокий гумусний профіль. Він може бути близько 145-150 см.

Таблиця 2.1  
Фізико-хімічні показники чорнозему типовий за гранулометричним складом

Глибина шару, горизонт, см	Гумус, %	pH водне	pH сольове	Гідролітична кислотність, мг-екв. на 100 г ґрунту	Сума основ мг-екв. на 100 г ґрунту	Місткість вбирання, мг-екв. на 100 г ґрунту	Ступінь насичення основами, %	Карбонати, %	Рівноважна об'ємна маса, г/см <sup>4</sup>	Питома маса, г/см <sup>4</sup>
0-20	4,58	5,60	6,8-7	1,45	22,9	24,8	92,5	-	1,16	2,59
20-50	4,48	5,85	7,4	0,52	24,4	24,6	94,8	0,52	1,25	2,66
50-100	1,4	7,12	7,4	0,5	21,6	22,8	95,0	4,15	1,27	2,66

Ґрунтові води залягають на глибині 4,5-4 м. Мінеральна тверда фаза ґрунту складається з 49% фізичної глини, 61 % піску. В рівноважному стані щільність ґрунту складає: 1,18-1,27 г/см<sup>4</sup>, а вологість стійкого в'янення відповідає 11,1 %.

Аналіз вмісту елементів живлення в ґрунтах господарства показав, що в шарі ґрунту 0-20 см вміст легкогідролізованого азоту становить 86,00 мг/кг, обмінного калію – 102 мг/кг та рухомого фосфору – 99 мг/кг.

Таблиця 2.2

#### Агрохімічна характеристика ґрунтів господарства

Глибина шару, см	Вміст загального азоту, %	Мг на 100 г ґрунту		
		легкогідролізованого азоту за Тюрнімом	рухомого фосфору за Мачигінім	обмінного калію за Масловою
0-20	0,21	8,8	10,0	10,5
20-50	0,17	1,8	8,0	6,25
50-100	0,04	-	5,1	4,4

Водно-фізичні властивості ґрунту представлено в таблиці 2.4. В шарі 0-40 см ємкість ґрунту становить 47.6 %, в шарі 40-45 см – 41.2 %.

Таблиця 2.4

#### Водно-фізичні властивості чорнозему типового

Глибина горизонту, см	Щільність, г/см <sup>4</sup>	Загальна пористість, %	Максимальна молекулярна вологоємність, %	Вологість в'янення, %	Повна вологоємність, %	Польова вологоємність, %
5-25	1,25	52	14,6	10,8	28,2	41,6
25-45	1,16	55	14,2	10,7	27,4	47,4
80-100	1,27	52	12,4	9,8	25,6	41,0
145-155	1,20	54	-	-	21,5	45,0
185-205	1,20	56	12,0	9,6	14,6	48,4

Повна вологоємність ґрунту в шарі 0-40 см відповідає 27,7 %, вологість розриву капілярів – 18,4 %, максимальна гігроскопічність – 7,11 %, недоступна вологість для рослин – 11%, щільність у рівноважному стані – 49-52%.

Отже, у господарстві досить родючі ґрунти і дозволяють з незначними затратами, вирощувати високі врожаї з якісною зерновою продукцією, зокрема кукурудзу на зерно.

2.2 Характеристика погодно-кліматичних умов з оцінкою відповідності їх вимогам культури кукурудзи

ТОВ “Агрофірма Шевченко ” належить до центрального агрокліматичного району Лісостепової зони.

Агрокліматичні та агрогрунтові умови області сприятливі для розвитку сільського господарства. Клімат Кіровоградської області помірно континентальний. Територією області з південного заходу на північний схід проходить смуга високого атмосферного тиску (вісь Воейкова), на півночі від якої переважають вологі повітряні маси, що їх приносять західні вітри з Атлантичного океану, на півдні - континентальні повітряні маси. Зима малоснігова, м'яка, з частими відлигами. Літо спекотне з невеликими опадами. На території області переважають північно-східні та північно-західні вітри, у травні різко збільшується кількість східних вітрів. Сума активних температур для вирощування цієї культури знаходиться в діапазоні:

- ранньостиглі гібриди — 2100-2200 °С;
- середньоранні і середньостиглі — 2400-2600 °С;
- пізньостиглі — 2800-3200 °С.

Отже за природно-кліматичними умовами територія господарства характеризується сприятливими умовами для вирощування усіх с-г культур

### 2.3. Характеристика вирощуваних гібридів у господарстві

Наразі у господарстві вирощують гібриди різних груп стиглості, але більш стабільні показники продуктивності і якості відмічено у гібридів середньої стиглості, тому вони були взяті для проведення досліджень.

ДКС 4795. Виробник DEKALB, користується попитом у посушливих районах.

- Зона вирощування: усі зони.
- Рівень мінерального живлення: середній і високий.
- Температура ґрунту в період посіву - від 8 °С.
- Придатний для вирощування в монокультурі.

- Обробіток ґрунту: традиційний, мінімальний, No-Tillage.
- Придатний до перестою.
- Можливе використання на силос.
- Придатний для вирощування на зрошенні.
- ФАО : 390

#### ДКС 4014. Виробник DEKALB

- Зона вирощування: усі зони.
- Рівень мінерального живлення: високий.
- Температура ґрунту в період посіву - від 10 °С.
- Обробіток ґрунту: традиційний, мінімальний.
- Можливе вирощування на силос.
- придатний до вирощування у різних умовах
- швидка вологовіддача
- посухостійкість
- ФАО : 310

#### Джоді Пончо. Виробник LG Seeds

- придатний для виробництва високоякісного силосу, невибагливий до умов виробництва
- гібрид набирає популярності у фермерів в країнах Східної Європи завдяки своїй пластичності та стабільності при товарному виробництві зерна та силосу
- відмінний гібрид для виробництва силосу з високим вмістом сухої речовини
- чудові агрономічні якості в товарному виробництві висока продуктивність та стабільність за стресових умов
- ФАО : 380

#### 2.4. Схема проведення досліджень

Опираючись на аналіз наукових і виробничих джерел, з подальшим їх критичним аналізом, була створена орієнтовна схема досліджень згідно поставленої мети та завдання. Для проведення аналізу ми використовували дані з виробничих журналів 2022-2024 років.

При складанні схеми досліджень було взято до уваги рекомендації з вирощування та ефективного зберігання зерна кукурудзи для даної зони.

Дослід 1. Дослідити врожайність досліджуваних гібридів кукурудзи середньостиглої групи залежно впливу кліматичних умов року.

В досліді ми проаналізували дані за 3 гібридами. Ці гібриди рекомендовані для вирощування в даній зоні, а також мають гарні показники посухостійкості та урожайності.

Дослід 2. Зміни технологічних показників за тривалого зберігання.

Досліди було проведено щодо таких показників: вологість зерна з якісних показників: вміст білку, крохмал., олії, маси 1000 зерен. Визначення проводили на початку, всередині і по закінченню періоду зберігання

Дослід 3. Виявлення загальних втрат зерна кукурудзи.

Перед нами стояло завдання дослідити та виявити максимальні природні втрати, для рекомендації господарству з метою оптимізації списання зерна.

## 2.5. Методики проведення випробувань продукції

Кукурудзу починали збирати при вологості зерна не більше 35–40 % вручну. Після збирання качани облущували вручну, визначали початкову якість зерна та порівнювали фактичні дані з вимогами діючого стандарту (табл. 2.111.)

Таблиця 2.111.  
Вимоги до зерна кукурудзи згідно ДСТУ 4525:2006 Кукурудза.  
Технічні умови

Показник	Характеристика і норма для зерна кукурудзи різних груп використання				
	харчові концентрати і продукти	продукти дитячого харчування	крупя, борошно	крохмаль і патока	кормові потреби
Типовий склад	I – VIII типи				I – IX типи
Вологість, %, не більше	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Зокрема після штучного сушіння, %, не менше	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Зернова домішка, %, не більше	7,0	3,0	7,0	7,0	15,0
Зокрема: пророслі зерна	2,0	Не дозволено	2,0	У межах зернової домішки	5,0
пошкоджені зерна	1,0	Те саме	1,0	Те саме	У межах зернової домішки
зерна і насіння інших культурних рослин, віднесені до зернової справи	Не дозволено	Не дозволено	Не дозволено	Не дозволено	2,0
Смітна домішка, %, не більше	1,0	1,0	2,0	3,0	5,0
Зокрема: зіпсовані зерна	0,5	Не дозволено	1,0	1,0	1,0

мінеральна домішка зокрема: галька, шлак, руда	0,3	0,3	0,3	0,3	1,0
шкідлива домішка зокрема: сажка і ріжки гірчак повзучий і в'язель різнокольоровий	0,15 0,1	Те саме Те саме	0,15 0,1	0,15 0,1	0,15 0,1
триходесма сива, геліотроп опушеноплідний і насіння рицини, амброзія	Не дозволено				
Крупність, %, не менше	80,0				
для кукурудзи VII – VIII типів	Не обмежено	Не обмежено			
Схожість, %, не менше	Не обмежено	55,0	Не обмежено	55,0	Не обмежено
Зараженість шкідниками	Не дозволено		Не дозволено, крім зараженості кліщем не вище I ступеня		

Перед зберіганням зерно було досушено до вологості 13–14 %. Для сушіння використовували повітряно-сонячне сушіння. Для кожного варіанту експерименту сформували середні проби масою 3 кг, відповідно до вимог стандарту [22], які поміщали в полотняні мішечки і закладали на зберігання в чотирьох повторах у приміщенні лабораторії кафедри технологій зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика. Умови зберігання були подібні до звичайних умов зерносховища. Дослідне зерно зберігалось протягом 12 місяців.

Перед закладанням на зберігання і під час контрольних оглядів протягом усього періоду зберігання зерно аналізували за основними показниками якості згідно з програмою досліджень, порівнюючи їх із вимогами чинного стандарту на зерно кукурудзи (табл. 2.10) [54].

Зерно оцінювали за органолептичними, технологічними та біохімічними показниками [21]. Окремо досліджували вплив системи землеробства та обґрунтування заробітку на посівні якості зерна кукурудзи, а також зміни цих показників під час зберігання. таким, визначали схожість, енергію проростання та масу 1000 зерен за стандартами [14, 19]. Органолептичні

характеристики (колір, запах, смак, зовнішній вигляд) оцінювали за стандартними методиками [15]. Крім того, зерно перевіряли наявність живих шкідників.

Технологічні показники, такі як природа та вирівняність зерна, оцінювали для визначення придатності зерна до використання для борошномельних цілей [14, 16, 18]. весь період зберігання досліджували динаміку зміни вологості зерна в кожному варіанті дослідження [13].

Для оцінки можливості використання кукурудзи на крупи, борошно та харчові концентрати випускається вміст основних біохімічних показників, таких як крохмаль та жири. Ці показники визначали згідно з діючими стандартами [11, 13]. Методики вимірювання зазначених показників якості зерна кукурудзи були стандартними.

Методика визначення вологості зерна основним методом. Використовували сушильну шафу з контактним термометром. Із середньодобової проби брали близько 40 г зерна, подрібнюють його (ступінь розмелювання – 60 % з просівом крізь сито з діаметром отворів 0,8 мм), відбирали дві наважки по 5 г у зважені бюкси і вміщували у шафу при температурі 140 °С. При цьому температура знижується на 6–8 °С, а через 10 хв повертається до попередньої. Через 60 хв бюкси виймали, закривали кришками, охолоджували в ексикаторі, зважували із точністю до 0,01 г. Вологість  $W$  визначали за формулою де  $M_1$ ,  $M_2$  – маса наважки відповідно до і після висушування, г;  $K$  – поправний коефіцієнт (для зерна кукурудзи – 0,45). Різниця між паралельними зважуваннями – не більш як 0,25 %.

Методика визначення натури зерна. *Натурою зерна* називається маса певного його об'єму. Вона виражається масою 1 л зерна в грамах, експортно-імпортного зерна – масою 1 гл в кілограмах. Натура зерна залежить від особливостей культури та умов її вирощування.

Для визначення натури зерна використовували *літрову пурку*. Літрова пурка складається з пристрою для зважування і трьох циліндрів, основним із яких є циліндр-мірка, що складається із циліндра з отвором внизу та вантажу. Об'єм від верхньої частини вантажу до прорізу в мірці  $l$  становить 1 л.

Наповнювач 2 – порожній ллється зерно, що висипається з циліндра з лійкою 4, призначеною для початкового насипання зерна. Маса вантажу – 450 г, діаметр його дорівнює внутрішньому діаметру мірки. Ваги складаються із штатива з кронштейном 5, підвіски, коромисла, чашок для гир. Маса чашки дорівнює масі мірки з падаючим вантажем (без ножа), завдяки чому ваги врівноважуються перед початком зважування без ножа.

Визначення натури розпочинали з урівноваження ваг. Далі вантаж виймали з мірки, яку встановлювали у призначене для неї гніздо на ящику. В щілину мірки вставляли ніж 4 (догори боком з номером), на нього кладемо вантаж і надівали на мірку циліндр-наповнювач. Циліндр з лійкою ставили на стіл і засипали у нього зерно до мітки на внутрішній стінці (на 4–4 см нижче від верхнього краю циліндра). Зерно з ковша засипали рівною цівкою без поштовхів. Після цього циліндр з лійкою встановлювали на циліндр-наповнювач і, натиснувши пальцем на важіль замка, відчиняли заслінку лійки. Циліндр з лійкою знімали, виймали ніж із щілини мірки, і вантаж, а за ним і зерно потрапляють у мірку. Виштовхуючи повітря в отвори у дні мірки, вантаж забезпечує рівномірне розміщення зерна. Ніж знову вставляли у щілину, відділяючи таким чином 1 л зерна (виймати і вставляти ніж слід обережно). Мірку виймали з підставки ящика разом з наповнювачем і, притримуючи пальцями правої руки наповнювач та ніж, перевертали їх, висипали залишки зерна поверх ножа наповнювача. Останній знімали, видаляли рештки зерна і виймали ніж із щілини мірки. Мірку із зерном зважували з точністю до 0,5 г. Натуру зерна з кожного зразка слід визначати двічі, причому з різних порцій.

Вологість змінює натуру зерна, тому остаточну натуру записували з урахуванням вологості.

Методика визначення маси 1000 зерен. Із відібраної середньої проби без відбору відраховували два зразки по 500 насінин і зважували кожний з точністю до 0,5 г.

Обчислювали їхню суму, середньоарифметичне, а також фактичну розбіжність між ними. Різниця між масою дослідних зразків та

середньоарифметичним значенням не повинна перевищувати 4 %.

Якщо розбіжність не перевищує допустимі межі, визначали суму мас двох повторностей. Результат заокруглювали до другого знака. Якщо розбіжність перевищувала допустиму норму, аналізували третю повторність. Кінцевий результат визначали за двома повторностями, розбіжність між якими не перевищували допустимих норм. У разі коли значення двох паралельних визначень виходить за межі допустимих відхилень, середньоарифметичне обраховували з усіх визначень (за умов відсутності помилок).

Методика визначення вмісту крохмалю. Зернові злакові належать до крохмалоносіїв. В ендоспермі зернівок крохмаль є запасною речовиною. Особливо багато крохмалю в борошнистих зернах кукурудзи (понад 80 %). У процесі дозрівання зерна змінюється щільність крохмалю та інші його властивості. Його складові – полісахариди різняться будовою і властивостями: амілоза має молекулярну масу (до 100 тис.), меншу, ніж амілопектин (до 1 млн), легкокорозчинна, має меншу щільність. У крохмалі більшості зерен міститься від 10 до 40 % амілози та 70–90 % амілопектину. Амілопектин, зосереджений у зовнішніх частинах крохмальних зерен, у гарячій воді утворює клейстер. Значну частину крохмалю одержують із зерен зернових злакових.

Усі методи визначення вмісту крохмалю ґрунтуються на його здатності розпадатись під дією кислот на полісахариди з меншою молекулярною масою: спочатку утворюються декстрини, потім у результаті гідролізу – мальтоза і, нарешті, глюкоза.

Визначали вміст крохмалю за методом Реверса. Для цього зважували (з точністю до 0,001 г) 4 г добре подрібненого зерна і висипали наважку в мірні колби об'ємом 100 см<sup>4</sup>. Додавали 12,5 см<sup>4</sup> 1%-го розчину хлористоводневої кислоти, збовтували вміст колби, потім доливали ще таку саму кількість цього розчину і ставили на водяну баню, ретельно помішували вміст колби скляною паличкою. Через 15 хв. колби виймали, додавали у них по 40 см<sup>4</sup> дистильованої води і охолоджували. Далі доливали 5 см<sup>4</sup> 5%-го розчину фосфорно-вольфрамової кислоти, збовтували і доводимо до мітки дистильованою водою.

На цьому етапі аналіз можна перервати, помістивши колби в холодильник.

Перед поляриметриванням екстракт фільтрували у суху безмірну колбу з широким горлом. Прозорий фільтрат наливали у поляриметричну трубку (фіксуємо її довжину, щоб далі при підрахунку взяти поправку, помноживши чи поділивши результат на 2). Трубку вставляли у поляриметр і визначали кут повороту площини поляризації. Оптично активна речовина – цукор повертає площину поляризації, і поле зору стає темним. Щоб співвіднести освітленість поля зору, за допомогою ручки компенсатора повертали призми аналізатора у протилежний бік на такий кут, за якого забарвлення всього поля стає рівномірним. Кут повороту аналізатора визначали за шкалою.

Методика визначення вмісту білка. В основі методики визначення вмісту білка лежить процес перетворення білкових речовин зерна через мінералізацію його сірчаною кислотою на солі амонію. Останні піддають підгону; аміак, що виділяється, нейтралізують титрованим розчином сірчаної кислоти. Для визначення брали наважку зерна масою 40 – 50 г, звільненого від смітної домішки, подрібнювали, щоб продукти розмелу проходили через металоткане сито № 08. продукти розмелу розміщували на скляній пластинці шаром 4 – 4 мм, придавлювали склом. Забравши скло, з 10 різних місць відбирали дві наважки масою по 0,5 – 1 г в суху пробірку. Зважували їх з точністю до 0,0002 г.

Пробірку вводили у колбу К'ельдаля відкритим кінцем, висипали наважку та зважували пробірку, щоб урахувати втрати наважки на стінках пробірки. Одночасно визначали вологість зерна основним методом. У колбу К'ельдаля вливали 10 – 15 мл сірчаної кислоти і для прискорення реакції додавали 0,5 – 1 мл каталізатора. Прикривши колбу скляною лійкою, нагрівали її у витяжній шафі до повного обвуглювання, поки вміст не набуде зеленувато – голубуватого кольору без жовтого відтінку. Після охолодження в колбу додавали близько 40 мл дистилляту. Нагриваючи воду, від якої нагрівається колба К'ельдаля, виділяючи аміак. Останній разом з паром пропускали крізь холодильник і переганяли у колбу з 0,1 н. розчином сірчаної кислоти. Допускається

відгонка аміаку і без пари. Вміст приймальної колби титрували 0,1 н. розчином натрію оксиду до появи 1 – 2 крапель розчину ясно – зеленого кольору після майже безбарвного перехідного. За різницею між взятою кількістю мілілітрів 0,1 н. розчину сірчаної кислоти та витраченого на зворотне титрування кількістю мілілітрів 0,1 н. розчину натрію оксиду визначали кількість сірчаної кислоти, нейтралізованої аміаком, що виділився.

Підрахунки проводили з точністю до десятих часток відсотка. Остаточним результатом є середнє арифметичне не двох паралельних визначень. Допустима розбіжність між результатами паралельних визначень не повинна перевищувати 0,4 %.

Методика визначення вмісту жиру. Із середньої проби зерна відбирали наважку масою 50 г, очищали його від домішки, і розмелювали на лабораторному млину так щоб розмелений продукт проходив при просіюванні через сито із металевої сітки № 08.

Для зерна з вологістю до 17 % помел проводили без попереднього підсушування. Для зерна з вологістю більше 17 % розмел проводили з попереднім підсушуванням на повітрі або в одному із наступних устаткувань: сушильній шафі, термостаті при температурі повітря не більше 50 °С.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Вплив факторів умов вирощування та біологічних особливостей гібриду на формування продуктивності кукурудзи

За сучасних умов вирощування в Україні, культура кукурудзи спроможна реалізувати генетичний потенціал сучасних гібридів можливо тільки за умов ретельного планування усіх польових робіт та чіткого дотримання усіх технологічних операцій. Запорукою успіху є ретельне виконання усіх операцій технологічної карти культури. Багато управлінських рішень, таких як підбір гібриду, освоєння сівозміни, оптимальність системи обробітку ґрунту, оптимізація живлення, густоти посіву, тощо, відбуваються за довго робіт у полі. Ми спробуємо сфокусуватися на ключових моментах при вирощуванні кукурудзи, які забезпечать отримання найвищого урожаю в даних умовах: рівномірне розташування насінин у рядку, підбір правильної густоти, стреси на ранніх фазах розвитку кукурудзи, їх вплив на урожай, прийняття рішень щодо пересіву, синхронність цвітіння та урожайність кукурудзи.

Найважливішим показником для виробника є прогнозована продуктивність культури і гібриду зокрема. Дане господарство вирощує гібриди різних груп стиглості, ми взяли для аналізу більш стиглі з ФАО 320-330. Ґрунтово-кліматичні умови досить вирівняні, попередник був кукурудза.

Урожайність досліджуваних гібридів кукурудзи представлено в таблиці 3.1. Як бачимо з таблиці усі сорти мають досить високу урожайність. В середньому за сортами і роками середня урожайність становила майже 9,9т/га. Досліджувані гібриди кукурудзи за роки досліджень показали досить високу стабільність за урожайністю, що дозволяє з високою імовірністю прогнозувати продуктивність.

Таблиця 3.1

## Урожайність зерна кукурудзи різних гібридів, т/га

Сорт	Рік досліджень			Середнє по сортами
	2022	2023	2024	
ДКС 4795	9,42	11,7	8,5	9,87
ДКС 4014	9,26	12,1	8,34	9,9
Джоді Пончо	9,12	11,32	8,25	9,56
Середнє за роками	9,27	11,70	8,39	9,78

Порівнявши продуктивність між гібридами можна стверджувати, що вони незначно відрізнялись за продуктивністю, в той же час погодні умови мають достатньо істотний вплив. Відмічено, що у 2023 році підвищення продуктивності, що пов'язано з випаданням опадів у критичні періоди росту і розвитку рослин кукурудзи.

Проаналізовані дані за три роки в поєднанні з елементами кліматичних умов (сума активних температур, сума опадів, ГТК), нам вдалось виявити залежності лише певними елементами.

Дисперсійний аналіз впливу погодних умов вирощування на формування урожаю кукурудзи досліджуваних гібридів кукурудзи (ДКС 4795, ДКС 4014, Джоді Пончо) показав, що цей показник мірою залежить від умов року (54%) (зокрема запасу вологи у ґрунті) ніж від сортових особливостей, інші фактори менше істотно впливають.

Дослідження змін цінних компонентів хімічного складу зерна кукурудзи має господарське і наукове значення. Дані отримані можливо застосувати для прогнозування забезпеченості білком, крохмалем і жирами при годівлі тварин. Важливим показником, який характеризує кормову цінність кукурудзи є вміст білка. Засвоюваність цього компонента може бути різною, але й істотно впливати на прирости тварин. Дані представлено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

## Формування вмісту білка залежно від гібриду і умов вирощування, %

Сорт	Рік досліджень	Середнє по
------	----------------	------------

	2022	2023	2024	сортами
ДКС 4795	6	6,20	5,90	6,03
ДКС 4014	6,50	7,10	6,40	6,66
Джоді Пончо	5,60	5,20	5,50	5,43
Середнє за роками	6,00	6,16	5,93	6,04

Наші дослідження показали, що досліджувані зразки містять в середньому за роками досліджень 6,04% білку. В той же час гібрид ДКС 4014 у 2020 році відзначився підвищеним вмістом білку (7,1%).

Дисперсійний аналіз впливу сортових особливостей і погодних умов вирощування на формування білку в зерні кукурудзи досліджуваних гібридів майже рівною мірою залежить від сортових особливостей і погодних умов вирощування і більшою мірою залежить від взаємодії досліджуваних факторів (погодні умови і сортові особливості).

Проаналізувавши отримані дані можна стверджувати, що потенціал за здатністю формувати білок не розкрито, тому що він може досягати значення 14-15%, тобто доцільно покращити живлення рослин, зокрема азотом.

Культура кукурудзи є досить універсальною. Наразі на полицях магазинів соняшникова олія представлена в досить широкому асортименті. Цей продукт відноситься до загальнозміцнюючих рослинних олій, які позитивно діють на організм людини. Якщо регулярно вживати в їжу таку олію, холестерин крові може понижуватись до нормальних значень. Це є досить потужною профілактикою розвитку атеросклерозу. Варто відзначити і досить високі антиоксидантні властивості цього харчового продукту. Олія кукурудзяна здатна покращувати роботу серцево-судинної системи. За тривалого використання підвищується опірність організму дії вірусів і бактерій, а також сприяє зміцненню нервової системи.

Вмісту цінної олії у зерні досліджуваних гібридів можна вважати не досить високим, тому що в для України зафіксоване формування олії на рівні – 6-8%, але це стосується гібридів з досить великим ФАО. Середній вміст олії

в зерні досліджуваних гібридів становив – 4,13% (табл. 3,3). В той же час здатністю формувати підвищеного вмісту олії відрізнявся гібрид ДКС 4795 – 4,57 в середньому за роки досліджень. Незначно нижчими показниками відрізнялись інші зразки. Меншим вмістом у зерні олії відрізнявся гібрид ДКС 4014 – 3,65%.

Таблиця 3.3

Формування вмісту олії залежно від гібриду і умов вирощування, %

Сорт	Рік досліджень			Середнє по сортами
	2022	2023	2024	
ДКС 4795	4,60	4,20	4,9	4,57
ДКС 4014	3,40	3,65	3,90	3,65
Джоді Пончо	4	4,30	4,20	4,17
Середнє за роками	4	4,05	4,33	4,13

Зерно кукурудзи є хорошою сировиною для виробництва спирту, біопалива, крохмалю, глюкози та кормовою культурою. Тому здатність формувати високі показники крохмалистості є надзвичайно потрібним показником для ранніх гібридів кукурудзи.

Отримані дані представлені в таблиці 3. 4. Як видно з таблиці середній вміст крохмалю за досліджуваними гібридами складає 65,23%.

Таблиця 3.4

Формування вмісту крохмалю залежно від гібриду і умов вирощування, %

Сорт	Рік досліджень			Середнє по сортами
	2022	2023	2024	
ДКС 4795	60,50	67,60	63,55	63,88
ДКС 4014	58,80	63,24	62,10	61,38
Джоді Пончо	70,76	72,35	67,20	70,10

Середнє за роками	63,35	67,73	64,28	65,23
-------------------	-------	-------	-------	-------

Аналіз показника крохмалистості за роками показав, що існують незначні відхилення між гібридами, в той же час за показники по гібридах більш різні. Кращою здатністю формувати більш високий вміст крохмалистості відрізнявся гібрид Джоді Пончо – 70,10% в середньому за роками. Більш низькі показники за роками показав гібрид ДКС 4014 – 61,38%.

### 3.2. Зміна технологічних властивостей зерна кукурудзи за тривалого зберігання

Насіння будь-якої культури, включаючи кукурудзу, є живим організмом. Після завершення вегетаційного періоду в зернах відбуваються різні фізіологічні процеси, такі як синтез і розпад, швидкість і спрямованість яких залежить від умов навколишнього середовища. Дослідження товарних властивостей зерна кукурудзи під час збору, приведені до відповідних умов і зберігання, є етапом логістичного процесу до його реалізації.

Для забезпечення високої збереженості зерна за мінімального рівня природних втрат та оптимальних енергетичних витрат потрібно розуміння складних біохімічних процесів, які відбуваються в зерні. Найефективнішим методом зберігання для зерна будь-якої культури, зокрема кукурудзи, незалежно від його призначення, є утримання його в сухому стані.

Процес зберігання зерна кукурудзи є досить складним і залежить від багатьох факторів. також, початкова вологість зерна змінює ключову роль у його здатності до тривалого зберігання, впливає на природні втрати, інтенсивність дихальних процесів, розвиток шкідників і мікроорганізмів, а також на активізацію проростання та самозігрівання зерна.

Під час збирання дослідні зразки зерна кукурудзи досліджуваних гібридів було вологістю – від 17-23%. Перед закладанням на тривале

зберігання було проведено ретельне досушування, використовуючи наявні технічні засоби і повітряно-сонячне сушіння, до стану – 14%. Як відомо сухим вважають зерно, яке має лише зв'язану вологу. Початкові дані вологості після сушіння коливалися в межах 13,5-14,0 %.

Зерно кукурудзи різних гібридів закладалось на зберігання у сховище з витяжною вентиляцією у засіки з висотою насипу до 2 м за вологості нижче критичної (14%). За весь термін зберігання спостерігали незначне коливання вологості зерно, що можливо пов'язано з сорбційними властивостями зерна, зокрема високою вологістю повітря у осінньо-зимовий період і зимово-весняний. Ці коливання досить незначні в середньому до 0,9%, що складає до 6,5%.

В цілому ми можемо зробити заключення, що зерно даних гібридів досить ефективно може зберігатись.

Більш сухішим зерно кукурудзи було після 6-9 місяців зберігання. Після цього вологість всіх дослідних варіантів незначно зростала. На динаміку зміни вологості впливали умови зберігання. і не впливали фактори вирощування. Зберігання зерна кукурудзи в умовах, подібних до зберігання в звичайному зерносховищі (з витяжною вентиляцією), протягом 12 місяців вважається досить ефективним, що не призвело до значних змін показника вологості.

### 3.3. Зміна цінних біохімічних компонентів зерна кукурудзи за тривалого зберігання

У зерні кукурудзи може міститись 6-15% білків. За калорійністю кукурудзяний білок є на другому місці після тваринного та рослинних жирів, у ньому є до 60% сирого легко перетравного протеїну. У складі білків кукурудзи значна кількість незамінних амінокислот, таких як метіонін, треонін, триптофан, а також провітамін «А» (бета-каротин). Крім того, кукурудзяний білок є джерелом жиророзчинних і водорозчинних вітамінів,

зокрема E, B1, B2, B3, B4, B5, B6.

Основними білковими компонентами зерна є зеїн і глютелін, які складають близько 40% загальної кількості білків. Однак зеїн є неповноцінним, оскільки не містить амінокислоти лізину. Через цей білковий склад кукурудзи обробляється пшениця та інші зернові культури за вмістом лізину. Наприклад, за дослідженнями американського вченого Джекобса М.Б., кількість лізину в пшеничних білках у 1,5 рази перевищує його вміст у білках жовтої кукурудзи.

Глютелін, інший компонент кукурудзяного білка, має більше збалансований амінокислотний склад і є повноцінним білком. Цікавою особливістю білків кукурудзи є їх слабка здатність до набухання у воді, що значно впливає на технологічні властивості кукурудзяного борошна.

У 2023 році зерно досліджуваних гібридів кукурудзи, було закладено на зберігання у засіки і використовувалось для годівлі тварин та часткової реалізації на спиртозавод. Зерно закладалось на зберігання з вологістю нижче критичної. В цілому 2023 рік був сприятливий для формування великого врожаю, що відобразилось на формування і білків (табл. 3.8). Середній вміст білку за гібридами склав 6,04%. Більшим вмістом білку серед досліджуваних гібридів був гібрид ДКС 4014 (7,1%).

Крохмаль є головним компонентом зерна кукурудзи, його вміст становить 65–75 % і складає понад третину маси зернівки. Під час тривалого зберігання крохмаль перетворюється для забезпечення фізіологічних процесів у зернівці. Рівень втрат крохмалю значно впливає на тривалість зберігання зерна, а також на його придатність до використання для конкретних цілей.

Проаналізувавши дослідження нами виявлено, що збирання кукурудзи за вологості 17-20% термінове досушування до 14% і закладання на зберігання сприяє ефективному збереженню крохмалю. Аналіз показника крохмалистості за роками показав, що існують незначні відхилення між гібридами, в той же час за показники по гібридах більш різні. Кращою здатністю формувати більш

високий вміст крохмалю відрізнявся гібрид Джоді Пончо – 70,10% в середньому за роками. Більш низькі показники за роками показав гібрид ДКС 4014 – 61,38%.

Кукурудзяна олія — цінний харчовий продукт, що отримується із зародків зерна кукурудзи. За своїми властивостями вона схожа на соняшникову олію, проте в Україні не має широкої популярності. Водночас доведено, що кукурудзяна олія значно корисна для здоров'я, ніж соняшникова.

Середній вміст олії в зерні досліджуваних гібридів становив – 4,13% (табл. 3,3). В той же час здатністю формувати підвищеного вмісту олії відрізнявся гібрид ДКС 4795 – 4,57 в середньому за роки досліджень. Незначно нижчими показниками відрізнялись інші зразки. Меншим вмістом у зерні олії відрізнявся гібрид ДКС 4014 – 3,65%.

#### 3.4. Облік природних втрат за тривалого зберігання зерна кукурудзи

Для запобігання посиленням втратам у виробничих підрозділах запроваджено систематичний контроль змін маси продукції. Основним завданням цього обліку є мінімізація втрат і впровадження заходів щодо зменшення втрат зерна під час транспортування, завантаження, розвантаження та зберігання.

В облік до спеціального журналу вносяться відомості про втрати, які виявлені через неефективне транспортування, зберігання чи переробку зерна, сировини або готової продукції. Крім маси зерна та інших видів сировини, реєструють такі ключові показники, як вологість і вміст сметани та зернових домішок, які суттєво впливають на зменшення маси зерна.

Під час післязбірної обробки та зберігання зниження вологості й видалення сміттєвих домішок, які переходять у відхід, покращується якість зерна і водночас зменшується його маси. Однак підвищення вологості через адсорбцію вологи зерном ґрунту до зменшення якості та збільшення природних втрат. Зростання мінеральних домішок через руйнування зернівок також істотно знижує якість партії зерна.

Дослідження природних втрат здійснювали шляхом закладання мішечків облікованої маси (5кг) у трикратній повторності, які зважували у заплановані дати.

Зерно різних гібридів з відповідною за вологістю закладали у засіки фуражного зерна (табл. 3.5). Аналіз отриманих результатів зі зберігання зерна у сховищі з витяжною вентиляцією, можна зробити висновок, що втрати є вищими за рекомендовані.

В той же час за тривалого зберігання зерна в пристосованому приміщенні з витяжною вентиляцією втрати зростають ще на 6-12%.

Згідно поставленим виробничим завданням, щодо виявлено різниці у втратах за тривалого зберігання зерна різних гібридів кукурудзи у однакових умовах для оптимізації списання навесні. Нами рекомендовано використати на господарські цілі (годівля худоби) протягом 6 місяців. Після 6 місяців зберігання у сховищі з вентиляцією природні втрати складають 0,24-0,33%. Тому за зберігання 50 т усіх сортів можливо списати на природні втрати лише 0,135т.

Таблиця 3.13

Зміна природні втрати зерна кукурудзи за тривалого зберігання у мовах, % (дані за 2023-2024 р.р.)

Сорти	Термін зберігання, діб			
	30	90	180	270
ДКС 4795	0,15	0,25	0,31	0,38
ДКС 4014	0,15	0,25	0,33	0,41

Джоді Пончо	0,13	0,18	0,24	0,32
-------------	------	------	------	------

За зберігання до 1 року втрати складуть 0,32-0,41%. Тому наближено 50 т можливо списати на природні втрати – 0,85 т.

Незважаючи, що зерно кукурудзи досліджуваних гібридів кукурудзи закладено на зберігання з вологістю 14%, можна сказати що різниця між гібридами є невеликою.

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ

Проблема розвитку сільськогосподарського виробництва та підвищення його якості вимагає значних змін у господарських відносинах, а також прискорення науково-технічного прогресу та реформування сільської місцевості. Сьогодні відбувається поступовий перехід до інноваційного розвитку агропромислового комплексу, що базується на різноманітних формах власності, в умовах сучасної ринкової економіки.

Підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва є важливою проблемою, яка дозволяє забезпечити країні необхідну сільськогосподарську продукцію, що також сприяє розвитку експортного потенціалу держави.

У контексті переходу до інтенсивних ринкових відносин та забезпечення незалежності сільськогосподарських підприємств, важливою є всі економічні оцінки видів доходів, що дозволяють оцінити ефективність діяльності в умовах ринку.

Дослідження проводилися як у виробничих умовах, так і на кафедрі технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослин імені професора Б.В. Лесика НУБіП України. Реалізація досліджень була здійснена після 6, 9 та 12 місяців зберігання зерна.

Результати розрахунків показали, що зберігання кукурудзяного зерна є найбільш вигідним протягом 6-9 місяців. Це пояснюється тим, що ціни на зерно К протягом року, а витрати на зберігання становлять близько 25-35 грн/т на місяць. Аналіз економічної ефективності зберігання та понесених витрат дає змогу зробити висновок про доцільність зберігання зерна на термін 6-9 місяців.

Ціни на зерно кукурудзи значно зростають у періоди весни та літа, що

зумовлено зменшенням запасів зерна в цей час. Отже, зерно, яке зберігалось, можна з успіхом реалізувати на переробку. Підсумовуючи, можна стверджувати, що найбільш економічно обґрунтовано продаж зерна після тривалого зберігання.

Таблиця 5.1

Економічна ефективність зберігання зерна кукурудзи  
(кінець зберігання квітень 2023-2024 р.р.)

Сорти	Собівартість виробництва, грн./т	Закупівельна ціна*, грн./т	Затрати на зберігання, грн/т	Всього затрат, грн	Вартість продажу зерна після зберігання, грн/т	Умовно чистий дохід, грн	Рівень рентабельності, %
	До зберігання						
Для всіх сортів	6200	-	-	6200	7500	1300	21
	Після 3 місяців зберігання						
Для всіх сортів після зберігання	6200	-	100	6300	7800	1500	23,8
	Після 6 місяців зберігання						
Для всіх сортів після зберігання	6200	-	90	6290	8200	1910	30,3
	Після 9 місяців зберігання						
Для всіх сортів після зберігання	6200	-	90	6290	8700	2410	38,3

\*Закупівельні ціни 2023-2024 років

\*\* Затрати на зберігання 1 т – 90-100грн

Зерно кукурудзи зберігали 3, 6 та 9 місяців, при цьому були затрати на нагляд за продукцією. Якщо у жовтні зерно кукурудзи господарство реалізовувало по 7500 грн/т, то весною ціна зросла до 7800 грн/т і до осені вже була 8700 грн/т. Розрахунок рівня рентабельності показав що він становить: для зерна, яке зібрали доочистили і продали у жовтні 21%, а після зберігання 3 місяців і реалізації у січні-лютому склав – 23,8%. В той серпні-вересні

незважаючи на втрати та затрати на зберігання понад 38,3%.

Аналізуючи наші дані можна стверджувати, що доцільніше зерно кукурудзи відразу після збирання довести до кондицій і закласти на зберігання на 9-12 місяців.

Підбиваючи підсумки по результатам роботи, зберігання зерна є вигідним для господарства.

Отже, підприємство здійснює будівництво нових сучасних сховищ, для оптимізації прибутковості галузі рослинництва.

## ВИСНОВКИ

1. Проведені нами дослідження дозволили виявити певні залежності формування продуктивності та цінних компонентів зерна кукурудзи гібридів ранньої групи стиглості. Проведений дисперсійний аналіз дозволи виділити провідні фактори впливу на досліджувані показники.

2. За досліджуваний проміжок середня урожайність гібридів 9,9 т/га. Незначна перевага за врожайністю є у гібрида Теліас. В той же час більшою стабільністю цього показника відзначився гібриди Фотон і Апіоко. Дисперсійний аналіз показав, що урожайність більшою мірою залежить від забезпеченості вологою протягом вегетації.

3. Досліджувані гібриди за роки досліджень мають середній вміст білка на рівні 6%. Серед досліджуваних гібридів більшим вмістом білка відзначився гібрид СІ Теліас 6,77%. Виявлено пряму тісну залежність між сумою активних температур і формуванням білку ( $R_{yx}=0,81+0,14$ ). Дисперсійний аналіз показав, що урожайність більшою мірою залежить від забезпеченості вологою протягом вегетації.

4. Середній вміст олії за у досліджуваних гібридах складає 4%. Більшим вмістом олії відрізняється гібрид СІ Фотон 4,47%. Встановлено, що вміст олії у досліджуваних гібридів істотно залежить від ГТК за вегетацію  $R_{yx} = 0,71 + 0,12$ . Дисперсійний аналіз показав, що урожайність більшою мірою залежить від забезпеченості вологою протягом вегетації.

Крохмалистість досліджуваних сортів за роки досліджень було на рівні 62,23%. Більшим вмістом крохмалю відзначився гібрид СІ Апіоко 70%. Статистична обробка отриманих даних виявила, що цей показник найбільшою мірою залежить від ГТК за вегетацію  $R_{yx} = 0,79 + 0,18$ . Дисперсійний аналіз виявив, що формування цього показника більшою мірою залежить від сортових особливостей.

5. За результатами проведених досліджень були зроблені наступні висновки. Вологість зерна закладеного на зберігання змінюється в незначних межах. Відмічено, що у осінньо-зимовий та зимово-весняний період

спостерігається максимум адсорбування вологи зерном кукурудзи на 0,9% з подальшим зниженням на 0,5%.

6. Середнє значення природи за гібридами складає 735 г/л. Аналіз отриманих даних виявив, що більшою природою характеризується зерно кукурудзи гібриду Фотон 748 г/л, в той же час на природа зерна гібриду Теліас була нижча 731 г/л.

7. Технологічний показник маса 1000 зерен постійно поступово знижувалась за весь період зберігання в середньому на 8,3 г. Найбільшу масу 1000 зерно мало зерно гібриду Теліас (256 г).

8. Середній вміст білку за досліджуваними гібридами склав 6,13%. Більшим вмістом білку серед досліджуваних відрізнявся СІ Теліас (7,1%). Зниження білковості за весь період зберігання складає понад 10%. Слід зазначити, що втрати понад 11% відмічені у зерна кукурудзи СІ Теліас.

9. Середній вміст крохмалю за досліджуваними гібридами складає 66,34%. Зниження вмісту крохмалю за весь період зберігання складає в середньому за гібридами понад 2% в абсолютній величині. Більшим вмістом крохмалю на кінець зберігання відрізняється зерно гібриду Апіоко (68%).

10. Середній вміст олії за досліджуваними зразками склав 3,95%. Незначно вищим вмістом відзначалось зерно гібриду Фотон і Апіоко, 4,1 і 4,2% відповідно. Зниження вмісту олії у насінні за весь період зберігання складає майже 11,5% від початкового.

**11.** Економічна оцінка зберігання зерна кукурудзи різних гібридів в середньому мали подібні показники. Рентабельність вирощування у 2020 році складала 28,1%. Зерно доведене до вологості і закладене на зберігання незважаючи на втрати через 6 місяців можливо реалізувати з рентабельністю 34,6%, а через 9 39,1 ф через 12 55,5%, що пов'язано з дефіцитом на ринку кукурудзи у вересні.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

- Для оптимізації та прискорення проведення післязбиральної доробки господарству необхідно дообладнати:

а) Побудувати ще одне місце для вивантаження зерна з автомобілів:

б) Замінити сепаратора КБС-1270 на більш продуктивнішу й сучаснішу машину БСХ-400:

Розглянути можливість переведення зерносушарок на альтернативні види палива на пелети, тирсу, соломі чи сухі качани чи відходи після очищення вороху.

- З метою підвищення темпів збирання та мінімізації енергетичних витрат на проведення сушіння зерна до базисних показників в деяких випадках перед збиранням доцільно застосовувати десикуючі препарати наприклад Раундап чи його аналоги.

Доцільним є постійне випробування сучасних гібридів для даних умов з високими показниками посухостійкості та стійкості до основних хвороб

Рекомендовано більш широке застосування позакореневих підживлень дронами, в найбільш критичні стадії росту рослин. Отже, потрібно шукати оптимальне співвідношення між дозою азоту в прикореневе та позакореневе підживлення для максимальної можливості реалізації сортового потенціалу культури кукурудзи.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атлас морфологічних ознак сортів (гібридів) кукурудзи (*Zea mays* L.): додаток до Методики проведення експертизи сортів (гібридів) кукурудзи на ВОС / УІЕСР, НАУ; підгот. В. Л. Жемойда [та ін.]. 2007. 46 с.
2. Базілева Ю.С. Травмування насіння гібридів кукурудзи та методи його запобігання: автореф. дис.... канд. с.-г. наук: 06.01.05 / Базілева Ю.С.; НААН України, ДУІСГПЗ. Д., 2013. 19 с.
3. Бобро М.А. Рослинництво лабораторно практичні заняття / Бобро М.А., Танчик С.П., Алімов Д.М. К.: Урожай, 2001. 390 с.
4. Вобликов Е.М. Послеуборочная обработка и хранение зерна / Вобликов Е.М., Буханцов В.А., Маратов Б.К., Прокопе А.С.. Ростов.: Март, 2001. 240 с.
5. Войцеховский В.И., Демчинский О.О. и др. Эффективность хозяйствования в ДП Агрофирма «Искра» // International periodic scientific journal. D.A. Tsenov Academy of Economics – Svishtov. Volgary. 2020. - Issue №4, Part 3. – С.55-58. (Indexscopernicus).
6. Горбачева А.Г. влияние холодного хранения на посевные качества семян кукурузы / Горбачева А.Г. Кукуруза и сорго. 2008. №2. С.4–6.
7. Городній М.М. Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва: Підручник / М.М. Городній, С.Д. Мельничук, О.М. Гончар та ін. / За ред. М.М. Городнього. К.: В-воАрістей. 2006. 484 с.
8. ДСТУ ISO 6540:2007 Кукурудза. Визначення вмісту вологи (в цілих та подрібнених зернах) (ISO 6540:1980, ІДТ). К.: Держстандарт. 2006. 26с.
9. ДСТУ ISO 7302–2003 Зерно і зернові продукти. Визначення загального вмісту жиру (ISO 7302, ІДТ). К.: Держстандарт. 2002. 21с.
10. ДСТУ ISO 13690–2003 Зернові і бобові та продукти їх помелу. Відбір проб (ISO 13690:1999 ІДТ). К.: Держстандарт. 2002. 18с.
11. Економіка сільськогосподарська. Навчальний посібник / Збарський В.К., Мацибора В.І., Чалий А.А., Степасюк Л.М., Рогач С.М., Гуцил Т.А., Суліма Н.М. К.: В-во Каравела, 2009. 264 с.
12. Економічна безпека України: стан, проблеми та перспективи: [монографія] / [Кукурудза І.І. та ін.]; ЧНУ ім. Богдана Хмельницького. Черкаси: ЧНУ ім. Богдана Хмельницького, 2012. 324 с.

13. Ідентифікація ознак кукурудзи (*Zea mays* L.): навч. посіб. / В.В.Кириченко [та ін.]; УААН, IP ім. В. Я. Юр'єва. Х., 2007. 137 с.
14. Жемела Г.П. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Підруч./ Жемела Г.П, Шемавньов В.І. Полтава: В-во TERRA, 2003. 420 с
15. Зайцев А.М. Хочите мати гроші сійте гібриди хороші! / Зайцев А.М., Сергієнко О.О.. Пропозиція. 2001. №1. С. 40–41 с.
16. Зберігання та переробка сільськогосподарської продукції / Богомолів О.В., Верешко Н.В., Сафанова О.С., Черевко О.І., Шаповаленко О.І. / Під ред. О.І. Шаповаленка, О.М. Сафонової. Х.: Еспада, 2008. 544 с.
17. Зберігання і переробка продукції рослинництва. Навчальний посібник / Г.І. Подпрятів, Л.Ф. Скалецька, А.М. Сеньков та ін. К.: Мета, 2002. 495с.
18. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоніжко М.А. / За ред. О.І. Зінченка. Рослинництво. К.: В-во Аграрна освіта, 2001. 591 с.
19. Зінченко О.І. Рослинництво / Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоніжко М.А. К.: В-во Аграрна освіта, 2002. 590 с.
20. Іваненко Ф.В. Технологія зберігання та переробки сільськогосподарської продукції. Навч. метод. посібник для самостійного вивчення дисципліни / Іваненко Ф.В., Сінченко В.М. К.: В-во КНЕУ. 2005. 221 с.
21. Іванчук В.П. Структура врожаю кукурудзи при різних системах тривалого удобрення в сівозміні на дерново карбонатних ґрунтах / Іванчук В.П.. Агронаом. 2009. №2. С. 23–28
22. Каленська С.М. Рослинництво / Каленська С.М., Шевчук О.Я., Дмитришак М.Я. К.: В-во урожай, 2005. 602 с.
23. Кириленко В.В. Економіка. Навчальний посібник / Кириленко В.В. Тернопіль: Терен, 2002. 193 с.
24. Козачок Ю.І. Підвищення ефективності роботи насінневих підприємств з виробництва кукурудзи: дис.... канд. екон. наук: 08.00.04 / Козачок Ю.І.; ДДАУ. Д., 2011. 239с.
25. Кордулян Р.О. Моніторинг і прогноз розвитку американського білого метелика (*Huphantria cunea* Drury) та західного кукурудзяного жука (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) в західному Лісостепу України: автореф. дис.... канд. с.-г. наук: 16.00.10 / Кордулян Р.О.; НУБіП України. К., 2016. 22 с.

26. Корыстина Д.С. Ультраранние гибриды кукурузы и оптимизация некоторых элементов их сортовой агротехники в северной лесостепи Зауралья : Автореф. канд. с х. наук. / Д.С. Корыстина; Курган. КГСХА, 2004. 18 с.
27. Кукурудза на зрошуваних землях півдня України: монографія / Ю. О. Лавриненко [та ін.]; Нац. акад. аграр. наук України, ІЗЗ. Херсон: Айлант, 2011. 467 с.
28. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технологія вирощування сільськогосподарських культур. Л.: НВФ Українські технології, 2002. 800 с.
29. Мамчур О.В. Фізіологічні основи продуктивності рослин кукурудзи за дії регуляторів росту зеастимуліну та емістиму С: дис.... канд. с.-г. наук: 03.00.12 / Мамчур О.В.; ЛНУ ім. І. Франка. Л., 2010. 176с.
30. Маслійов С.В. Агроекологічне обґрунтування технології вирощування харчової кукурудзи в умовах зони Степу України: автореф. дис.... д-ра с.-г. наук: 06.01.09 / Маслійов С.В.; НААН України, ДУ ІСГСЗ. Дніпропетровськ, 2015. 38 с.
31. Методика виробництва насіння кукурудзи: [монографія] / [Е. М. Федоренко та ін.]; НААН України, Держ. установа "Ін-т сіл. госп-ва степ. зони". Д.: Акцент, 2013. 46 с.
32. Мосейченко В.Ф. Основи наукових досліджень в агрономії / Мосейченко В.Ф., Єщенко В.О. К.: Вища школа, 1994. 330 с.
33. Насінництво кукурудзи: наук.-метод. рек. / [Петриченко В. Ф. та ін.]; за ред. акад. НААН України, д-ра с.-г. наук, проф. Б. В. Дзюбецького; Нац. акад. аграр. наук України, ДУ ІСГСЗ. Д.: В-во Роял Принт, 2012. 186 с.
34. Овсинский И. Новая система земледелия / Овсинский И. К.: В-во Зерно, 2010. 331 с.
35. Основи наукових досліджень з агрономії / В.О.Єщенко, П.Г.Копитко, В.П.Опришко та ін. К.: В-во Дія, 2005. 288 с.
36. Особливості сучасних світових технологій вирощування кукурудзи / С.В. Кліщенко, О.Л. Зозуля, Л.М. Єрмакова та ін. К.: В-во Дія, 2006. 120 с.
37. Панічев Р. Американська цариця українських полів / Панічев Р. Ж Агросектор. 2005. №1 (4). С. 28–33.

38. Панфилов А.Э. Культура кукурузы в Зауралье. А.Э. Панфилов. Челябинск: ЧГАУ, 2004. 356 с.
39. Панфилов А.Э. Предуборочная и послеуборочная динамика влажности зерна кукурузы в связи с десикацией посевов / Панфилов А.Э. Ж Кукуруза и сорго. 2007. №5. С. 10–14.
40. Пивень В.В. Направления совершенствования технологии и техники для послеуборочной обработки зерна / Пивень В.В., Уманская О.Л.. Ж Хранение и переработка сельхозсырья. 2003. № 8. С. 205–208.
41. Приходько В.І. Оптимізація агрофізичних та фітоценотичних режимів при різних способах основної обробки ґрунту під кукурудзу в північному Степу України: автореф. дис.... канд. с.-г. наук: 06.01.01 / Приходько В.І.; ДДАУ. Д., 2012. 24 с.
42. Рекомендації з удосконалення удобрення кукурудзи на легких малогумусних ґрунтах Полісся України / НААН України, ІМАВ; [уклад. Назаренко М. М.]. Чернігів, 2013. 14 с.
43. Реалії і перспективи її величності кукурудзи. Реж.дост. 2019. <http://www.agroprofi.com.ua/statti/1775-realiyi-i-perspektyvy-yiyi-velychnosti-kukurudzy>.
44. Рибка С.В. Резерви підвищення конкурентоспроможності виробництва зерна кукурудзи в технології вирощування її біотипів / Рибка С.В., Шевченко О.М., Ляшенко Н.О., Шишкіна О.Ю. Агроном. 2009. №4 (29). С. 34–40
45. Синявін В.Д. Вплив способів обробки ґрунту на урожайність гороху в умовах південно-східного лісостепу України/ Синявін В.Д.: Автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.01/ НАУ. К., 2004. 22 с.
46. Скалецька Л.Ф. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Практикум / Скалецька Л.Ф., Духовська Т.М., Сеньков А.М. К.: В-во Вища школа, 1994. 330 с.
47. Скалецька Л.Ф. Біохімічні зміни продукції рослинництва при її зберіганні та переробці. Навч. пос. / Скалецька Л.Ф., Подпрятів Г.І. К. : Видавничий центр НАУ 2007. 288 с.
48. Скалецька Л.Ф. Товарознавство продукції рослинництва. Навч. пос. / Скалецька Л.Ф., Подпрятів Г.І. К.: Арістей, 2005. 496с.

49. Скалецька Л.Ф. Методи досліджень рослинницької сировини. Лаборат. практи. / Скалецька Л.Ф., Подпратов Г.І. : НАУ 2009. 242с.
50. Скалецька Л.Ф. Основи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва / Скалецька Л.Ф., Подпратов Г.І., К.: НАУ, 2006. 204 с.
51. Сотченко В.С. Перспективи возделывания кукурузы для производства высокоэнергетических нормов. Кукуруза и сорго. 2008. №4. С.2 4.
52. Стретович О.А. Технологии послеуборочной обработки зерна / Стретович О.А.. Хранение и переработка зерна. 2003. № 5. С. 32–33.
53. Танчик С.П. Як захистити посіви кукурудзи від бур'янів / Танчик С.П., Мокрієнко В.А.. Агросектор. 2007. №2 (16). С. 32–36.
54. Технології вирощування зернових колосових, зернобобових, круп'яних, олійних культур і кукурудзи: [інформ. матеріал] / В. Ф. Сайко [та ін.]; ННЦ "Ін-т землеробства УААН", Центр наук. забезп. АПВ Київ. обл. К. : ННЦ "Ін-т землеробства УААН", 2008. 40 с.
55. Шевніков М. Я. Застосування біологічних, хімічних та фізичних засобів у технологіях вирощування сої і кукурудзи: [монографія] / Шевніков М.Я., Коблай О.О. Полтава, 2015. 259 с.
56. Філіпков Г.А. Теоретичне обґрунтування вирощування високих врожаїв кукурудзи в сучасних умовах / Філіпков Г.А., Ролесененко С.В., Філіпков Л.Г.. Хранение и переработка зерна. 2005. № 12. С. 51–53.
57. Хвороби кукурудзи та заходи боротьби з ними: рекомендації / Нац. акад. аграр. наук України, Центр наук. забезп. АПВ Львів. обл., Ін-т сіл. госп-ва Карпат. регіону; [підгот.: Яцух К. І. та ін.]. Оброшино: Ін-т сіл. госп-ва Карпат. регіону НААН, 2015. 18 с.
58. Чубко О. Кукурудза і кормова культура / Чубко О.. Агросектор. 2007. №1 (15). С. 31–35
59. Шпаар Д. Кукуруза. Выращивание, уборка, консервирование и использование / Шпаар Д. М: Агродело 2006. 360 с.
60. Шпаар Д. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання. М: Агродело, 2009. 560 с.

- 61.Якунін О.П. Підвищення врожайності кукурудзи в умовах північного степу / Якунін О.П., Заверталюк В.Ф. Хранение и переработка зерна. 2002. № 6. С. 26–28.
- 62.Ящук Н.О. Якісне зерно кукурудзи використовують для різних потреб. Як його використати та зберегти? / Ящук Н.О.. Пропозиція. 2010. № 6. С. 15–17.
- 63.Bober A.V. Dynamics of starch i n corn grain during storage grown under different farming systems and systems soil tillage. Modern problems and ways of their solution in science, transport, production and education. 2014. реж.дост. <https://sworld.com.ua/konfer35/312.pdf>.
- 64.Pahl H. Maisanbau 98. Top-Sor-ten bringen Bares / Pahl H.. DLZ Agrarmagazin. 1997. № 12. S. 21–22.
- 65.Starch chemistry and technology, 3rd ed. / J. Be Miller, R. Whistler Eds. – Amsterdam – Boston-Heidelberg-London-New York-Oxford – Paris – San-Diego – San Francisco – Singapore : Acad. Press, Elsevier Publ., 2009. – 900 p.
- 66.Vitazek I. Sorbtion isotherms of maize grains / I.Vitazek, J.Havelka, M.Pirsel . Agriculture. 2003. Vol.49. № 3. S.137–142.