

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.05. МР 1575 "С" 2023. 18.09. 131

Лавренюка Євгена Андрійовича

2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
НУБІП України
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК: 633 . 15.006 . 115.5 : 664 . 79

ПОГОДЖЕНО **ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**
Декан агробіологічного факультету, д. с.-г. наук, проф. **Тонха О.Л.**
Завідувач кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика к. с.-г. н., професор **Подпряттов Г.І.**

НУБІП України
" " 2023 р.
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Якість зерна кукурудзи в залежності від факторів зберігання в умовах ТОВ Дзензелівське Маньківського району Черкаської області».

НУБІП України
Спеціальність **201 «Агрономія»**
(код і назва)
Освітня програма **«Агрономія»**
(назва)

Орієнтація освітньої програми **освітньо-професійна**
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

НУБІП України
Гарант освітньої програми **Каленська С.М.**
д. с.-г. н., професор
Керівник магістерської кваліфікаційної роботи **Подпряттов Г.І.**
канд. с.-г.н., професор

НУБІП України
Виконав **Лавренюк С. А.**

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

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

к. с.-г. н., проф. _____ Подпрятів Г.І.

" _____ " _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТУ

Лавренюку Євгенію Андрійовичу

вище, ім'я, по батькові)

Спеціальність _____ 201 «Агрономія» _____

(код і назва)

Освітня програма _____ «Агрономія» _____
(назва)

Орієнтація освітньої програми _____ освітньо-професійна _____

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: : «Якість зерна кукурудзи
в залежності від факторів зберігання в умовах ТОВ Дзержинське
Маньківського району Черкаської області».

затверджена наказом ректора НУБіП України від 31.03.2023 р. №

494 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____ 2023.10. 18

НУБІП України

В процесі проведених досліджень у виробничих умовах необхідно визначити урожайність зерна гібридів кукурудзи ДКС 4014 та ДКС 3972, а також зміни його якості в процесі тривалого зберігання, які були вирощені в умовах ТОВ Дзензелівське Маньківського району Черкаської області».

1.Перелік питань, які підлягають дослідженню:

- встановити терміни зберігання зерна гібридів кукурудзи, які забезпечать оптимальні показники для використання його на різні цілі;
- провести розрахунок економічної ефективності зберігання зерна різних гібридів кукурудзи, з урахуванням цінової політикм на протязі календарного року.

Дата видачі завдання “20” вересня 2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи Подпрятюв Г.І.

Завдання прийняв до виконання _____ Лавренюк Є.А.

ЗМІСТ	
Реферат.....	7
Вступ.....	8
Розділ 1. Огляд літератури.....	10
1.1 Народногосподарське значення кукурудзи.....	10
1.2. Ботанічна характеристика та біологічні особливості кукурудзи.....	12
1.3 Характеристика врожаю кукурудзи, як об'єкта післязбиральної доробки, зберігання та переробки.....	20
1.4 Хімічний склад зерна кукурудзи.....	25
1.5 Вимоги стандартів до якості зерна кукурудзи Розділ.....	26
Розділ 2 Місце, умови, схема та методика проведення досліджень.....	29
2.1 Місце та умови проведення досліджень.....	29
2.2 Загальна характеристика матеріально-технічної бази для збирання, післязбиральної доробки і зберігання кукурудзи.....	35
2.3 Характеристика сорту та технологія вирощування.....	44
2.4 Схема та методика проведення досліджень.....	46
Розділ 3 Результати експериментальних досліджень.....	48
3.1. Зміна урожайності, енергії проростання та схожості зерна кукурудзи залежно від умов зберігання.....	48
3.2. Зміна вологості зерна кукурудзи залежно від умов зберігання.....	52
3.3. Зміна маси 1000 насінин та натуре в зерні кукурудзи залежно від умов зберігання.....	54
3.4. Зміна вмісту білку та вмісту крохмалу у зерні кукурудзи залежно від умов зберігання.....	57
Розділ 4 Економічна ефективність результатів досліджень.....	63
Економічна ефективність результатів досліджень.....	63
Висновки.....	67
Пропозиції виробництву.....	68
Список використаних джерел.....	69

Реферат

НУБІП України

Представлена магістерська робота виконана на тему:
Якість зерна кукурудзи в залежності від факторів зберігання в умовах ТОВ
Дзензелівське Маньківського району Черкаської області».

Магістерська робота складається із 71 сторінок тексту, включаючи 13 таблиць і 7 рисунків. Вона розглядає результати досліджень зерна гібридів кукурудзи ДКС 4014 та ДКС 3972, які були вирощені та зберігалися на елеваторі ПВКП «Імпульс» ТОВ «Дзензелівське» у Маньківському районі Черкаської області.

У першому розділі надається загальна інформація про об'єкт дослідження, ботанічну та біологічну характеристику кукурудзи, її важливість, а також проводиться аналіз технології вирощування, післязбиральної обробки та зберігання зерна.

У другому розділі описано місце проведення досліджень, включаючи умови вирощування кукурудзи та погодно-кліматичні умови регіону, а також метеорологічні показники за 2021-2022 роки.

У третьому розділі наводяться результати досліджень та аналізи змін якісних показників зерна гібридів кукурудзи за різних умов зберігання.

Четвертий розділ включає розрахунки економічної ефективності зберігання зерна двох гібридів кукурудзи в залежності від терміну та способів зберігання.

У заключному розділі надаються висновки та пропозиції для виробництва.

Ключові слова: кукурудза, якість зерна, гібриди, методи вирощування, аналіз досліджень, умови зберігання, характеристики технології, посівні властивості, економічна ефективність.

НУБІП України

Вступ

Кукурудза є однією з найбільш врожайних культур, і всі її частини мають широкий спектр застосувань у різних галузях сільського господарства та промисловості, включаючи:

- Виробництво продуктів харчування.
- Використання як сировина для виробництва біопалива першого та другого покоління.
- Виробництво біогазу.
- Використання як високоенергетичний корм для тваринництва та птахівництва.
- Виробництво добрив.
- Використання як сировина для твердих біопалив.
- Використання в фармацевтичній, хімічній та інших галузях промисловості.

Кукурудза також має значення з погляду агротехнології, оскільки допомагає очистити ґрунт від бур'янів та є ефективним попередником у сівозміні. Вона здатна поглинати вуглекислий газ та виділяти кисень, що робить її лідером серед усіх культурних рослин, і навіть більш ефективною, ніж ліс такої ж площі. Вирощування кукурудзи для різних цілей дозволяє краще використовувати сільськогосподарську техніку завдяки більш пізнім строкам посіву та збирання. Кукурудза також має стабільно високий попит на світовому ринку.

Україна займає п'яте місце у світі за обсягами виробництва зерна кукурудзи з валовим збором 41,9 мільйона тонн. Ці дані наведені в презентації

"Огляд ринку насіння України: основні тенденції 2021-2022" від Kleffmann Group Ukraine і передані на Latifundist.com.

НУБІП України

НА

ТОП 10 країн-виробників кукурудзи
2011/12-2021/22 МР млн т

LATIFUNDIST.COM
LATIFUNDIST.COM

НА

НА

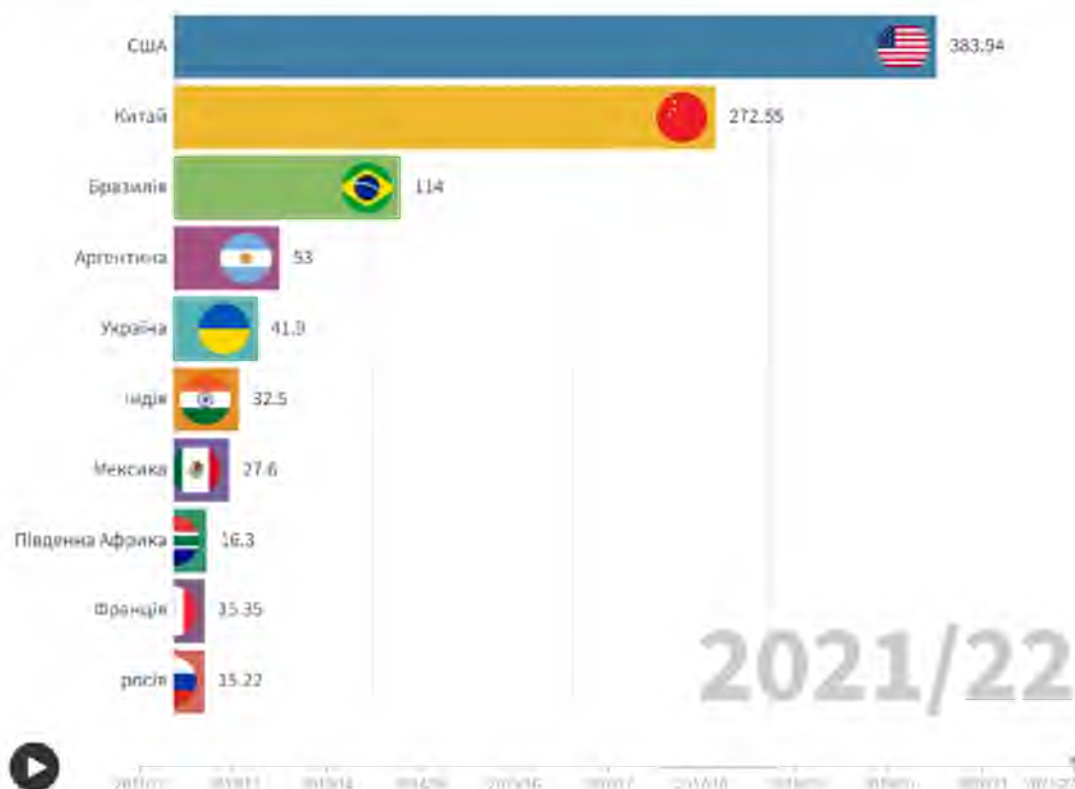


Рис. 1.1. Виробництво кукурудзи у світі

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

1. Огляд літератури

НУБІП України

1.1. Народногосподарське значення кукурудзи.

Завдяки своїм властивостям, кукурудза має велике значення у живленні людей, як корм для тварин і птиці, а також як сировина для різних технологічних процесів та виробництва біогазу та альтернативних джерел енергії.

Більше того, кукуруза визнається однією з найбільш продуктивних злакових культур.

За своєю універсальністю використання та розмахом поширення, ця культура входить до числа найважливіших продовольчих, кормових і технічних культур у світовому сільському господарстві. За урежайністю зерна, кукуруза перевершує всі інші види зернових культур. Зерно кукурузи використовується на різних напрямках: 20% - на виробництво продуктів харчування, 15-20% - для технічних потреб і 60-65% - на вирощування кормів.

В Україні кукурудза відіграє важливу роль як кормова культура, завдяки її цінним якостям, що забезпечують галузь тваринництва концентрованими кормами, силосом і зеленою масою, отриманими з кукурузи.

З кукурузного зерна виготовляють понад 150 продуктів, включаючи різні види борошна, крупи, пластівці, крохмаль, глюкозу, сироп і спирт. З 100 кг кукурузного зерна, в середньому, можна одержати 37-40 літрів спирту, що перевищує вміст спирту, отриманого з інших видів культур, призначених для використання в спиртовій галузі, на 3-5 літрів. Крім цього, з кукурузних зародків вилучається корисна харчова олія з різноманітними лікувальними властивостями, включаючи зниження рівня холестерину в крові та запобігання атеросклерозу. Навіть зі стебел качанів кукурузи можна виробляти фурфурол, лігнін, ксилозу, одержувати целюлозу та папір.

З одного центнера кукурудзи можна отримати 56 кілограмів крохмалю (або 60 кілограмів фруктози чи 38 літрів спирту), 22,4 кілограми корму з

вмістом білка на рівні 21%, 5,2 кілограми глютену та 3,7 кілограми кукурудзяної олії.

Зерно кукурузи використовується для виробництва різних продуктів, що знаходять застосування у різних галузях. В інноваційних технологіях можна виділити чотири основні напрямки використання кукурузного зерна: виробництво крупи, виробництво крохмалю та патоки, виробництво спирту і в галузі виробництва кормів.

Одним із основних напрямків переробки кукурузного зерна в Україні є виробництво круп. Варто відзначити, що кукурудзяна крупа у своєму чистому вигляді не має великого попиту, але вона дуже корисна для виробництва пластівців і паличок. Крім того, під час виробництва кукурудзяної крупы отримують борошно та зародок, з якого виробляють кукурудзяну олію. Виробництво крохмалю та патоки передбачає більш глибоку обробку кукурузного зерна, що призводить до виробництва крохмалю, глютену і зародка. Крохмаль також може бути використаний як окремий продукт або як допоміжний компонент після відповідної обробки.

Зерно кукурузи є важливою сировиною для виробництва спирту. З нього можна виробляти як продовольчий спирт для алкогольних напоїв, так і технічний спирт. Продукти, які отримують під час переробки кукурузного зерна на спирт, є цінними компонентами для кормів для тварин. Відходи від виробництва круп і крохмалю також можна використовувати в складі комбікормів. Крім того, кукурузне зерно є концентрованим кормом і використовується в різних комбіормах і кормових сумішах.

1.2. Ботанічна характеристика та біологічні особливості кукурудзи

Коренева система кукурудзи вражає своєю розвиненістю і великою міцкістю. Окремі корені цієї рослини можуть проникати глибоко в ґрунт,

сягаючи глибини до 2-3 метрів і навіть більше. У структурі кореневої системи кукурудзи відрізняють кілька рівнів, включаючи зародкові корені, гіпокотильні, епикотильні, підземні вузлові і надземні стеблові (повітряні або

опірні). Головна частина коренів розташована під ґрунтом, і вони можуть розгалужуватися в різних напрямках на велику відстань, навіть більше, ніж 1 метр. Це ярусне розміщення коренів дозволяє їм насичуватися елементами живлення та вологою в гумусовому шарі, особливо завдяки літнім дощам.

Стебло кукурудзи представляє собою міцну, грубу, циліндричну соломку, яка заповнена лускою паренхімою. Висота стебла залежить від багатьох факторів, включаючи сорт чи гібрид, умови вирощування і потенційний врожай. У ранньостиглих сортах кукурудзи вона може мати висоту від 60 до

100 см, а в пізньостиглих - навіть до 5-6 метрів. Товщина стебла також різниться і може становити від 2 до 7 см. Кількість міжвузлів на стеблі також змінюється, від 8 до 12 у ранніх сортів і від 30 до 40 і більше у дуже пізньостиглих.

Листки кукурудзи мають лінійно-ланцетну форму і вражають своєю величиною. Довжина листової пластинки коливається від 70 до 110 см, а ширина може досягати від 6 до 12 см і більше. Листки вкриті волоссям зверху, мають язичок і не мають вушок. Вони розташовані на стеблі по черзі, не

перекриваючи один одного. Краї листків зростають швидше, ніж середина, створюючи хвилястий край, що збільшує загальну поверхню листа рослини. Кількість листків відповідає кількості стеблових вузлів. У кукурудзи на одній

рослині формується чоловіче суцвіття, відоме як волоть, і жіноче суцвіття, яке називають початком, що робить її однодомною роздільностатевою рослиною.

Волоть у кукурудзи росте в верхній частині центрального стебла рослини або на верхівках бічних пагонів, таких як пасинки. Зазвичай на осі волотів переважає кількість бічних гілок першого порядку, і рідко на нижніх

частинах можуть утворюватися гілки другого порядку. Колоски, що містять чоловічі квітки, розташовані вздовж кожної гілки у два або чотири ряди. Вони ростуть парами, один з них прикріплений безпосередньо до гілки, а інший має коротку ніжку.

Колоски у кукурудзи мають два типи квіток: чоловічі та жіночі. Чоловічі квітки мають перетинчасті колоскові луски та тонкі м'які квіткові луски, між якими завжди розташовані три тичинки з двогніздими пиляками. На кожному добре розвиненому волоті може утворитися від 1 до 1,5 тисячі квіток, які можуть розцвітати одночасно з жіночими квітками або трохи раніше за сприятливих погодних умов.

Жіночі квітки утворюють початки, які розвиваються з найактивніших пазушних бруньок стеблових листків. Зазвичай на одному стеблі утворюється від 2 до 3 початків, і інші бруньки залишаються нерозвиненими.

У кукурудзи початок розміщується на короткій ніжці (стебельці), яка вкрита обгортковими листками. Ці обгорткові листки відрізняються від звичайних листків тим, що мають добре розвинені піхви та менші пластинки.

Внутрішні обгорткові листки тонкі та майже плівчасті, світлі, у той час як зовнішні обгорткові листки щільніші і зелені.

На стрижки початка, який має циліндричну або слабоконусоподібну форму та довжину до 15-35 см, розміщені попарно колоски з жіночими квітками. Колоски початка мають м'ясисті колоскові луски та тонкі квіткові луски. Кожен колосок містить дві квітки, але лише одна з них - верхня - є засипаючою, інша - нижня - залишається безплідною. Колоски розташовані попарно, що створює дві зернівки на кожному початку. В результаті цього, початки мають парну кількість рядів зерен, яка може становити від 8 до 24 і більше. У здорових і повноцінних жіночих квітках утворюються маточки, які включають зав'язь та довгий стовпчик довжиною приблизно 40-50 см, разом із приймочкою. Плід у кукурудзи представлений зернівкою, яка не має оболонки та має різні розміри, форму, консистенцію і варіації кольору.



Рис. 1.2 Почагок кукурудзи.

У кукурудзи можна виділити наступні фази росту, пов'язані з розвитком рослини: проростання насіння, виростання сходів, утворення третього листка, стадія кущення, перехід в трубку (11-13 листок), виверження волотів, цвітіння, формування та досягнення зерна в стадіях молочності, восковості і повної зрілості.

У процесі росту чоловічих (с уків) кукурудзи можна виділити 9 стадій органогенезу:

1. Стадія, коли конус наростання ще не відрізняється диференційовано.
2. Стадія, де конус наростання починає диференціюватися.
3. Стадія, коли конус наростання активно зростає в довжину і починають формуватися бічні гілки волотів.

4. Стадія, на якій утворюються колоскові лопаті.
 5. Стадія, коли починають формуватися квіти в колосках.
 6. Стадія, на якій утворюється нилок в пильках.

7. Стадія, коли всі частини суцвіття кукурудзи активно ростуть у довжину, тичинкові нитки витягуються, і формування статевих клітин завершується.

8. Стадія, на якій відбувається викидання волотей.
 9. Стадія цвітіння волотей.

У розвитку жіночих суцвіть кукурудзи можна виділити 12 етапів:

1. Стадія, коли конус наростання качана ще не диференційований.

2. Стадія, де відбувається диференціація вкороченого пагона качана на вузли і міжвузля.
 3. Стадія, коли конус наростання починає витягуватися.

4. Стадія, на якій утворюються і формуються колоскові лопаті.

5. Стадія, де починають формуватися маточковий і тичинковий горбочки.

6. Стадія, на якій відбувається формування зародкового мішка і ріст стовпчика маточки.
 7. Стадія, коли завершується формування статевих клітин.

8. Стадія викидання стовпчиків.

9. Стадія цвітіння і запилення.

10. Стадія формування зернівки.

11. Стадія молочної стиглості.
 12. Стадія перетворення поживних речовин зернівки на запасні.

Вимоги до тепла для кукурудзи є важливим аспектом її росту і розвитку. Оцінка цих вимог включає в себе нижній мінімум температури, при

якій ріст розпочинається, а також сумарну кількість тепла, необхідну для завершення різних стадій розвитку рослини. Загальна інформація з літературних джерел показує, що більшість гібридів кукурудзи може проростати при мінімальній позитивній температурі від 8 до 10 °C, хоча існують відомості про гібриди, які можуть проростати при температурі плюс 6 °C. Зазвичай сходи починають з'являтися при температурі 10-12 °C, і короткотривалі заморозки до мінус 1-3 °C не завдають шкоди рослинам на цій стадії.

Проте після зниження середньодобової температури нижче плюс 15 °C рослини кукурудзи починають жовтіти, ріст і розвиток сповільнюються, і вони стають більш вразливими до хвороб, що в результаті може призвести до зменшення врожайності. При температурі плюс 10 °C ріст кукурудзи призупиняється. Оптимальною температурою повітря для росту і розвитку рослин від сходів до викидання волотей є середньодобова температура від 18 до 22 °C.

У фазі цвітіння кукурудзи оптимальна температура повітря становить 22-25 °C, а відносна вологість повітря повинна бути близькою до 60%. При підвищенні температури понад 30 °C і відносній вологості менше 30%, нормальний процес цвітіння і запліднення рослин порушується.

Максимальна температура повітря, при якій ріст кукурудзи припиняється, зазвичай коливається в межах 45-47 °C.

Вимоги до вологості для кукурудзи характеризуються тим, що ця культура вважається посухостійкою. Це через те, що коренева система кукурудзи дуже розвинена, що дозволяє рослині видобувати воду з більших площ та глибин ґрунту. У порівнянні з пшеницею, кукурудза для формування одиниці сухої речовини витрачає майже у два рази менше води. Транспіраційний коефіцієнт для кукурудзи становить 250. Проте, високі врожаї зеленої маси і зерна зумовлюють більшу водопотребу, ніж в зернових культурах. Протягом вегетаційного періоду кукурудзи необхідно 450-600 мм

опадів. Дані свідчать, що 1 мм опадів дозволяє отримати до 20 кг зерна на 1 гектарі.

Важливо відзначити, що кукурудза менш вимоглива до наявності вологи у першій половині вегетаційного періоду. До формування 7-8 листків, проблеми з нестачею вологи для росту кукурудзи майже не спостерігаються.

Найбільша потреба в воді для рослин виникає приблизно за 10 днів до викидання волотей, коли відбувається інтенсивний ріст і розвиток стебла (добовий приріст може досягати 10-14 см) і відбувається накопичення сухої речовини. У цей критичний період припадає 40-50% загального обсягу водоспоживання. Проте вже через 20 днів після викидання волотей, потреба в воді зменшується.

Кукурудза особливо активно використовує вологу під час формування зерна, і вона ефективно споживає опади, які падають у другій половині літа. Однак важливо враховувати, що ця рослина не переносить перезволоження ґрунту, що може призвести до різкого зниження врожайності. У вибіскотливому ґрунті відбувається нестача кисню, що може сповільнити надходження фосфору до коренів і загрожувати білковому обміну.

Кукурудза має тривалий вегетаційний період та високі вимоги до води. Різні стадії її росту та розвитку вимагають різних обсягів вологи. Наприклад, для проростання насіння необхідна певна кількість води, яка практично не залежить від температури. Заповнення зерна відбувається при вологості ґрунту не нижче певного рівня. Це слід враховувати при визначенні глибини сівби насіння.

Також слід зазначити, що умови вологості мають великий вплив на кількість качанів, які формуються на кукурудзі. Нестача вологи під час формування качанів може призвести до їх втрати. З іншого боку, при належному забезпеченні рослин вологою та поживними речовинами, може розвиватися не лише верхівковий качан, але і додаткові качани зверху по стеблу. Тому важливо вживати заходи для забезпечення води та поживних речовин для рослин у важливий період їх росту.

Також слід враховувати, що надмір вологи, зокрема, високий рівень ґрунтових вод, може негативно впливати на кукурудзу. В перезволоженому ґрунті, через недостатній доступ повітря, може відбуватися погіршення росту насіння та розвитку кореневої системи, що може призвести до погіршення врожайності та якості зерна. Постійні опади під час дозрівання та збирання врожаю також можуть спричинити поширення грибкових хвороб та погіршення врожайності. З метою досягнення високих врожаїв кукурудзи необхідно ретельно контролювати вологу та здійснювати зрошення, якщо це необхідно, а також враховувати оптимальні умови для розвитку рослин та формування врожаю.

Вимоги до освітлення. Вона потребує менш тривалого світлового дня в порівнянні з іншими зерновими культурами і може бути віднесена до рослин короткого дня. Найоптимальнішим для неї є період світлового дня, що триває 12–14 годин. Протягом тривалого світлового дня вегетаційний період рослини збільшується, а в умовах скороченого світлового дня він скорочується, що може призвести до швидшого дозрівання.

Необхідна кількість освітлення має важливе значення для росту та розвитку кукурудзи. Недостатнє освітлення може призвести до послаблення кореневої системи рослин та вплинути на азотний обмін, що в свою чергу може призвести до зменшення маси рослин та врожайності. Особливо важливе добре освітлення після появи сходів протягом перших 30–40 діб періоду вегетації. У цих умовах важливо контролювати рівень бур'янів в посівах та дотримуватися оптимальної густоти стояння рослин, що є ключовим фактором для досягнення високої врожайності кукурудзи. [23, 36, 17].

Вимоги до ґрунту. Кукурудза може рости на різних типах ґрунтів, згідно з проведеними дослідженнями вітчизняних вчених [39]. Однак для отримання максимальної врожайності ця рослина найкраще розвивається на глибоких суглиннистих і супіщаних ґрунтах, які мають добру вологоутримуючу здатність та проникність для води. Оптимальна реакція ґрунтового розчину має бути

близькою до нейтральної (рН – 7,5). Слід відзначити, що кукурудза може адаптуватися до широкого діапазону реакції ґрунтового розчину від 5,5 до 8,0. Проте при рН нижче 5,0–5,5, врожайність кукурудзи може зменшуватися навіть до 30%.

Рослини кукурудзи також добре ростуть на легких ґрунтах, які були добре збагачені органічними та мінеральними добривами. Це пояснюється тим, що легкі ґрунти нагріваються швидше, ніж глинисті. За рекомендаціями деяких фахівців, для отримання загальної маси зерна кукурудзи на рівні 30 тонн на гектар варто використовувати 70–90 кг азоту, 30–45 кг фосфору та 100–110 кг калію.

З урахуванням кліматичних умов, Маньківська ОТГ в Черкаській області виявляється сприятливою для вирощування кукурудзи. У цій територіальній зоні, в залежності від завдань, можна успішно культивувати як рослини середньораннього, так і середньостиглого типу. Внаслідок багаторічних досліджень, проведених на теренах елеватора ПВКП «Імпульс», підтверджено, що гібриди кукурудзи, такі як ДКС 4014 та ДКС 3972, відзначаються найвищою врожайністю та найкращою якістю зерна.

1.3 Характеристика врожаю кукурудзи, як об'єкта післязбиральної доробки, зберігання та переробки

Кукурудза, серед інших зернових культур, відрізняється високим вмістом вологи у зерні при збиранні. Це вимагає особливої уваги при післязбиральній обробці та зберіганні [1].

У порівнянні з іншими злаками, кукурудзяне зерно має меншу здатність віддавати вологу, що потребує уважного підходу під час процесу сушіння. Крім того, інтенсивність вологообміну залежить від розміру зернівок, їх форми, анатомічної будови та хімічного складу зерна різних сортів і гібридів кукурудзи. Менша поверхня та щільна оболонка кукурудзяного зерна ускладнюють процес випаровування вологи. Волога найчастіше проникає до зерна через зародок і нерівномірно розподіляється вздовж зернівки. З цим фактором на увазі, сушка зерна призводить до виникнення нерівномірних внутрішніх напруг, які, в свою чергу, можуть викликати різне ущільнення в тканинах та формування внутрішніх тріщин в ендоспермі зернівки, не впливаючи на цілісність оболонок.

Стійкість качанів кукурудзи під час зберігання в качанах залежить від співвідношення маси зерна, стрижнів та зародку, а також інших частин зернівки, гігроскопічних властивостей стрижнів, оболонок, квіткових оболонок, а також шпаруватості та теплопровідності насипу кукурудзя.

За однакових показників вологості та температури кукурудза дихає енергійніше порівняно з іншими злаковими культурами. Це пояснюється його підвищеною гігроскопічністю, яка обумовлена розвитком зародком з великою масою (від 8% до 15% маси зерна або 1/9 його об'єму). Враховуючи це, при вологості більше 16%, на качанах можуть швидко розвиватися плісневі гриби. Зниження вологості до 14-15% розподіляє вологу рівномірно і гальмує розвиток мікроорганізмів. Зниження температури до 0°C також сповільнює розвиток плісені.

Кукурудза має дев'ять різних типів, і через відмінності в будові зерна та різницю в гігроскопічності рогової та борошнистої частини, вона може зберігатися по-різному.

Кукурудза відзначається великою продуктивністю зерна, що становить одну з її ключових переваг. Останнім часом попит на цю культуру значно зростає і особливо на збір, зберігання та експорт зерна. Однак разом з цим зростають і вимоги до його якості. Ці властивості забезпечують постійний попит на кукурудзу. Багато підприємств і виробників продовольства щорічно накопичують значні запаси кукурудзи для різних цілей - від харчових до фуражних і насінневих продуктів. Проте, в Україні із зростанням виробництва зерна виникають проблеми з надійним зберіганням через обмежену кількість

відповідних сховищ

Процес переробки кукурудзи від початку збору врожаю до досягнення вимог якості для подальшої переробки на підприємствах включає кілька кроків. Цей процес розпочинається зі збору врожаю, а потім включає в себе обробку зерна та досягнення якісних стандартів, встановлених нормами. Ключовим аспектом є зберігання, яке допомагає мінімізувати ризик втрат врожаю і досягнути максимального виходу готового продукту. Таким чином, зберігання зерна є важливою складовою вирішення цієї проблеми.

Після збиральну обробку кукурудзи проводять для підготовки зерна до подальшої переробки на підприємствах. Згідно з вимогами стандартів, які включають вологість зерна не більше 15%, вміст смітної домішки не більше 1-5%, і зернової домішки не більше 3-15%, в залежності від призначення. Для прийому і подальшої обробки зерна кукурудзи на хлібоприймальних підприємствах використовують три основні схеми поточних ліній.

Найпоширенішою технологічною схемою для обробки кукурудзи є перша, яка включає в себе приймання зерна з вологості не більше 30%. У цій схемі кукурудзу обмолочують в її сирому стані та сушать в шахтних або камерних сушарках.

Друга схема передбачає обробку кукурудзи з вологості зерна вище 30%. За цією схемою, спочатку початки висушують до стану абсолютної сухості (в межах 14%), а потім здійснюють обмолотку зерна, яке подальше досушують на пересувних або стаціонарних зерносушарках.

Третя схема передбачає приймання вже обмолоченої кукурудзи на підприємство.

Для використання зерна для продовольньо-фуражних та технічних цілей, кукурудзу збирають з вологості зерна не більше 30-35%, а початки - 40-45%.

Процес обробки зерна кукурудзи включає наступні етапи: попередню очистку від великих домішок, сушіння в різних типах сушарок, очищення від зернової і смітної домішок на сепараторах. Режими сушіння та очищення вибираються в залежності від призначення та необхідної якості кінцевої продукції.

Після збору на полі, зерно кукурудзи має зазвичай вологість в межах 18-19%. Його обробляють на ворохоочисниках і сепараторах для видалення домішок. Далі отримана фракція основного зерна сушиться у шахтних сушарках і після цього проводиться очищення, під час якого видаляють зернову домішку та биті зерна, використовуючи сепаратори з підвищеним потоком повітря.

Для першого етапу очищення кукурудзи на сепараторах встановлюють сортувальні решета з отворами розміром 12-14 мм, тоді як для другого етапу використовують решета з отворами 10-12 мм (підвісні решітки мають відповідно отвори розміром 2 і 4,5-5 мм). Це дозволяє під час другого пропуску відсортувати більші зерна, видаляючи менші. Під час першого етапу очищення проводиться видалення домішок.

Під час сушіння зерна кукурудзи слід враховувати, що порівняно з іншими злаковими культурами, кукурудза має меншу вологовіддачу. Важливо відзначити, що інтенсивність вологообміну зерна залежить від його сортових особливостей, таких як розмір зернівок, їх форма, хімічний склад і фізична будова. Чим менша поверхня та щільніша оболонка зерна, тим більше складний процес випаровування. Волога переважно проникає в зерно через

зародок і нерівномірно розподіляється по всій масі ендосперму зернівки. Це призводить до виникнення різних внутрішніх напружень під час сушіння, які можуть призвести до різного ущільнення тканин і виникнення незначних внутрішніх тріщин, за умови зберігання цілісності оболонки.

При сушінні качанів кукурудзи, важливо забезпечити нерухомий шар.

Насип, який складається з очищених від обгортки качанів, повинен мати хороший показник щпаруватості, що сприяє ефективній циркуляції повітря.

Цю циркуляцію можна забезпечити природною вентиляцією за допомогою притоку та витяжки повітря або активною вентиляцією. Крім того, існує багато різних способів сушіння зерна кукурудзи в качанах, включаючи використання засіків, камерних сушарок, навісів, майданчиків, сапеток та активну

вентиляцію. Слід враховувати, що стрижні качанів кукурудзи мають вищу вологість порівняно з зерном, але вони також інтенсивно випаровують вологу під час сушіння. Тому після висушування качани залишають у камері на

певний час, щоб здійснити розподіл вологи та вирівняти вологість всього масиву. Під час сушіння важливо контролювати тріщинуватість зерна і теплові

пошкодження. Для уникнення цих проблем обробка зерна кукурудзи повинна відбуватися за нижніх режимів і з об'ємом вологи не більше 4-5% за один прохід у шахтних сушарках. Зазвичай сушку краще робити у два етапи, оскільки тріщини можуть виникнути на кінцевому етапі сушіння.

На першому етапі сушіння зерна проводять термічну обробку до досягнення вологості на рівні 16-18%. Після цього, зерно поступово досушують,

застосовуючи режим вентиляції та охолодження. Цей метод сушіння ідеально підходить для бункерних сушарок-сховищ, оснащених системою вентиляції. У випадку, коли зерно призначене для експорту, рекомендується використовувати більш обережні режими сушіння. Міжнародні стандарти обмежують теплові пошкодження і перегрів, і також слід враховувати наявність зернової домішки.

Для сушіння зерна продовольчої кукурудзи за більш жорсткими режимами можна використовувати шахтні сушарки типу ДСП-32. За такими

умовами можна зберегти необхідні параметри: температура теплоносія під час сушіння кукурудзи не повинна перевищувати 130°C для переробки і 110°C для зберігання, а нагрівання зерна не повинно перевищувати 50°C. У випадку, коли вологість зерна кукурудзи перевищує 22%, застосовується двоступінчастий режим сушіння.

Зерно кукурудзи, яке призначене для продовольчо-фуражних цілей, також можна обробляти на універсальних механізованих лініях, які використовуються для насіння. Цей підхід дозволяє отримати високоякісне та екологічно безпечне зерно, ідеально підходить для виробництва харчових продуктів і кормів. Застосування інноваційного обладнання для обробки зерна сприяє покращенню економічних показників, підвищенню ефективності та зниженню витрат, що разом зменшує собівартість продукції.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

1.4 Хімічний склад зерна кукурудзи

Вміст енергії, поживних речовин і вітамінів в зерні кукурудзи.

Зерно кукурудзи характеризується різноманітним хімічним складом, який визначає його важливість для харчування та промислового використання.

Головні компоненти хімічного складу зерна кукурудзи включають такі:

1. Вода: Зазвичай вміст вологи в зерні кукурудзи становить приблизно 10-15%, але цей показник може коливатися в залежності від умов зберігання.
2. Вуглеводи: Основною складовою частиною зерна кукурудзи є вуглеводи, які складають близько 70-75% його сухої маси. Вони надають енергію рослині під час проростання і росту.
3. Білок: Зерно кукурудзи містить від 8% до 14% білка, його кількість може варіюватися залежно від сорту кукурудзи та умов вирощування. Білок виступає як важливий будівельний матеріал для рослини і грає ключову роль у харчуванні тварин та людей.
4. Жири: Вміст жирів у зерні кукурудзи становить від 3% до 6%. Жири переважно містяться в зародку зерна і служать джерелом енергії під час проростання.
5. Клітковина: Клітковина включає целюлозу, гемицелюлозу та лектини і є невисварюваним компонентом зерна кукурудзи. Вона важлива для правильної роботи кишечника та сприяє нормальному перетравленню їжі.
6. Мінеральні речовини: Зерно кукурудзи містить різні мінеральні речовини, такі як калій, фосфор, магній, залізо та інші, які є важливими для здоров'я рослини, тварин та людей.
7. Вітаміни: Зерно кукурудзи містить ряд вітамінів, включаючи тіамін (вітамін B1), ніацин (вітамін B3), піридоксин (вітамін B6) та фолієву кислоту (вітамін B9).

Ця різноманітність компонентів у хімічному складі зерна кукурудзи призводить до його великої цінності для харчування людей, вирощування тварин і використання в промислових і технологічних процесах.

Таблиця 1.1

Вміст енергії, поживних речовин і вітамінів в зерні кукурудзи.

		Енергія, МДж/1000 г СМ	16,0	Вміст мінеральних речовин мг/100 г СМ	
Вміст поживних речовин г/100 г СМ	Вуглеводи		71,4	К	375
	Жир		10,6	Ca	17
	Протеїн		4,6	Mg	135
Вміст вітамінів, мкг/100 г СМ	В1		440	Fe	1,7
	В2		225	Mn	0,5
	В6		455	Zn	2,8
	Фолієва кислота		28	Cu	0,2

1.5 Вимоги стандартів до якості зерна кукурудзи

Україна має активний стандарт, який встановлює вимоги до якості кукурудзи. Згідно з ДСТУ 4525:2006 "Кукурудза. Технічні умови" із змінами, затвердженими наказом Держспоживстандарту України від 12.09.2009 року № 326, цей стандарт регулює якість кукурудзи незалежно від її форми - зерно чи качани. Кукурудза, яка призначена для різних цілей, включаючи використання у харчовій і технічній галузях, а також для експорту, повинна відповідати цим критеріям якості:

Зовнішній вигляд: Кукурудза має бути в незіпрілому і неушкодженому стані після сушіння. Запах повинен відповідати стандартам для здорового

зерна, і не повинно бути ніяких аномальних запахів. Колір кукурудзи повинен відповідати встановленому стандарту для конкретного типу зерна.

Збирання. Кукурудзу можна збирати як у вигляді зерна, так і на качанах.

Проте, кукурудза на качанах повинна бути доставлена в очищеному від обгортки стані, і кількість качанів з обгортками не повинна перевищувати 2%.

Вологість і зернові домішки: Вміст вологи та зернових домішок у партії зерна кукурудзи може відрізнятись від граничних норм, якщо це визначено угодою між сторонами, такими як зернові трейдери, власники зернових складів і т. д.

Призначення зерна: Партію зерна кукурудзи можна використовувати для різних видів переробки, таких як виробництво круп, харчових концентратів, крохмалю, продуктів патоку. Типовий склад зерна кукурудзи має бути обговорений між споживачем-переробником та постачальником зерна для відповідної переробки.

Експорт: Партія зерна кукурудзи, яка призначена для експорту, також повинна відповідати певним вимогам щодо якості, бути в незіпрілому стані, не мати аномального запаху і бути вільною від шкідників хлібних запасів.

Отже, стандарт ДСТУ 4525:2006 визначає основні критерії якості для кукурудзи в Україні та регулює її використання.

Показники якості зерна кукурудзи згідно ДСТУ 4525:2006 представлені в таблиці 1.2.

Показники якості зерна кукурудзи згідно ДСТУ 4525:2006

Характеристика і норма для зерна кукурудзи (Характеристика і норма для зерна кукурудзи різних груп використання вилучено згідно зміни 1)						
Показник	2 клас		1 клас		2 клас	
	Харчові концентрати і продукти	Продукти дитячого харчування	крупя, борошно	крохмаль і патока	3 клас	
Типовий склад	I-VII типи				I - IX типи	
Вологість, %, не більше	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Рядок вилучено згідно зміни 1	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
Зокрема після штучного сушіння, %, не менше						
Зернова домішка, %, не більше	7,0	3,0	7,0	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	
Рядок вилучено згідно зміни 1	Не дозволено				2,0	
зерна і насіння інших культурних рослин, віднесені до зернової домішки						
Снітна домішка, %, не	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	0,3	0,3	0,3	0,3		1,0
зокрема: галька, шлак, руда	0,1	0,1	0,1		У межах мінеральної домішки	
шкідлива домішка	0,2	Не дозволено	0,2	0,2		0,2
зокрема:						
сажка і ріжки	0,15	Не дозволено	0,15	0,15		0,15
гірчак повзучий і в'язель різнокольоровий	0,1	Не дозволено	0,1	0,1		0,1
триходесма сива, геліотроп опушеноплідний і насіння рицини, Слово вилучено згідно зміни 1 - амброзія	Не дозволено					
Крупність, %, не менше для кукурудзи VII—VIII типів	80,0		Не визначається			
	Не визначається	55,0	Не визначається	55,0	Не визначається	Не визначається
Зараженість шкідниками	Не дозволено		Не дозволено, крім зараженості кліщем - не вище 1 ступеня			

Місце, умови, схема та методика проведення досліджень

2.1. Місце та умови проведення досліджень

Територія ТОВ «Дзензелівське» розташована у селі Іваньки, Маньківському районі Черкаської області. Відповідно до природно-сільськогосподарського районування України, ця земля віднесена до зони Лісостепу.

Господарство знаходиться на відстані 25 км від транспортної магістралі Київ-Одеса, 198 км від обласного центру та 15 км від залізничної станції Поташ.

Підприємство ТОВ «Дзензелівське» є одним з найбільш потужних сільськогосподарських виробників Маньківського району.

Територія господарства перетинається дорогами загального користування та вулицями смт Маньківка, що забезпечує надійний зв'язок із місцями реалізації сільськогосподарської продукції.

Спеціалізація підприємства полягає у вирощуванні зернових та технічних культур, а також виробництві молока та м'яса.

У розпорядженні підприємства є склади, гараж, майстерні, тваринницькі приміщення, цех по переробці круп та олії, комбикормовий завод, дорога з твердим покриттям та інші необхідні для господарства споруди.

Зі зростанням суспільства та інтенсифікацією виробництва ґрунт перетворюється у важливий засіб для виробництва. Цей процес супроводжується глибокими змінами, такими як осушення та зрошення, механічна обробка, внесення добрив, посів нових культур, використання луків та насовищ, вирубування лісів тощо.

На сучасному етапі інтенсивного виробництва, діяльність людства стає визначальним фактором у формуванні та підвищенні родючості ґрунту на значних територіях планети. При цьому, характер та вплив цих змін на ґрунтові ресурси в першу чергу залежать від соціально-економічних відносин, ступеня розвитку науки та технологій.

Грунтовий покрив господарства складається з різних типів ґрунтів, зокрема головним є чорнозем типовий мало гумусний крупноцилувато-середньосуглинковий за гранулометричним складом. Велика частина полів

господарства знаходиться на чорноземах типових малогумусних середньосуглинкових. Ці ґрунти відрізняються хорошою гумусованістю, темним кольором та значною глибиною, а також мають сприятливі фізичні та механічні властивості для вирощування сільськогосподарських культур.

Хімічний склад орного шару цих ґрунтів включає 4,4% гумусу, рН у межах 6,8-7,3 та ємність вбирання 30,7-32,5 мг-екв на 100 г ґрунту. Ця ґрунтова відміна є характерною для зони Лісостепу, охоплюючи 54,6% її території. Ґрунтові води знаходяться на глибині 5-6 метрів.

Мінеральний склад цих ґрунтів включає 37% фізичної глини та 63% піску. Щільність ґрунту в стані рівноваги коливається в межах від 1,16 до 1,25 г/см³. Вологість при стійкому в'янні становить 10,8%. Повна водність ґрунту

складає 38,4% у верхньому шарі 0-30 см і 42,7% у шарі 30-45 см. Польова водність досягає 28,2% у верхньому шарі 0-30 см. Вологість розриву капілярів становить 19,7%, а максимальна гігроскопічність - 7,46%. Недосяжна для

рослин вологість складає 10%. Загальна щільність у стані рівноваги становить 52-55%.

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 2.1

Фізико-хімічні показники чорнозему типового, ТОВ Дзензелівське

Глибина шару, горизонт, см	Гумус, %	pH водне	pH сольове	Гідролітична кислотність, мг-екв. на 100г ґрунту	Сума основ, мг-екв. на 100г ґрунту	Місткість вбирання, мг-екв.	Ступінь насичення основами, %	Карбонати, %	Рівноважна об'ємна маса, г/см ³	Питом а маса, г/см ³
0-20	4,58	5,60	6,8-	1,45	22,96	24,8	92,5	-	1,16	2,59
20-50	4,38	5,85	7,3	0,52	23,32	24,6	94,8	0,52	1,25	2,66
50-100	1,3	7,12	7,3	0,5	21,6	22,8	95,0	4,15	1,27	2,66

Фізико-хімічні, агрохімічні та водно-фізичні показники чорнозему типового малогумусного, який є основним в ґрунтовому покриві господарства, наведені в таблицях в кінці розділу. Ці ґрунти характеризуються високим

вмістом поживних речовин, а саме: у шарі 0-20 см міститься 0,21% загального азоту, 7,6 мг на 100 г ґрунту легкогідролізованого азоту, 10,0 - рухомого фосфору, 7,8 - обмінного калію. За вмістом легкогідролізованого азоту ґрунт відноситься до малозабезпеченого, рухомого фосфору - середнього, а обмінного калію - середньо забезпеченого.

НУБІП України

Таблиця 2.2

Показники ґрунту в ТОВ «Дзензелівське» у 2023 р

Глибина горизонту, см	Щільність, г/см ³	Загальна пористість, %	Максимальна молекулярна вологоємність, %	Вологість в'янення, %	Повна вологоємність, %	Польова вологоємність, %
5-25	1,25	51	12,6	10,8	27,2	40,6
25-45	1,16	55	13,2	10,7	26,3	46,4
80-100	1,25	52	12,3	9,8	25,6	40,0
135-155	1,20	54	—	—	21,5	44,0
185-205	1,20	56	12,0	9,6	14,6	47,3
230-250	1,54	42	—	—	22,1	26,1

Територія господарства розташована в Лісостеповій зоні України, де характерний помірно континентальний клімат. Річна середня температура повітря на цій території коливається в межах 6,5-7,0°C. Улітку максимальна температура може сягати 36-39°C, тоді як взимку мінімальні значення опускаються до -36°C. Середні температури в найтепліший місяць, липень, становлять 19-20°C, а в найхолодніший, січень, -7,0°C. Весною середня температура повітря становить 7,0°C з поступовим підвищенням від березня до травня. Період із температурою вище +5°C триває у середньому 210-215 днів, а з температурою вище +10°C - 150-189 днів. Загальна норма активних температур понад +10°C протягом вегетаційного сезону становить 3078 градусів.

Припинення останніх весняних приморозків та початок перших осінніх приморозків в середньому спостерігаються у періоди 14-21 квітня та 7-10 жовтня відповідно, іноді з можливими відхиленнями від середніх дат на 10-20 днів.

З приходом літа настає жарка погода, особливо у липні та серпні. Середня температура о 13 годині в травні-червні становить 15-19°C, а в липні-серпні - 20-24°C.

Між кінцем літа та початком осені відзначається теплий міжсезонний період, який триває приблизно 20-30 днів.

Зима в цьому регіоні вважається м'якою, з середньорічними температурами -3°C у грудні, -7°C у січні та -5°C у лютому. Часті відлиги, взимку.

Умови зволоження на території господарства є сприятливими, з середньорічними опадами протягом вегетаційного періоду близько 360-370 мм та загальним річним опадом приблизно 562 мм.

НУБІП України

Таблиця 2.3

Оцінка типовості метеорологічних показників вегетаційного сезону 2022 року за даними метеослужби

Показники	Місяці							Сума за вегетаційний сезон
	04	05	06	07	08	09	10	
В 2022 році	Опади, мм							311
	16,6	6,4	14,6	44,4	39,8	48,8	140,2	
Багаторічна норма	46,0	48,0	64,0	83,0	57,0	34,0	36,0	368,0
Відхилення від норми					-17,2	+14,8	+104,2	-57,0
Коефіцієнт істотності відхилень	-0,8	-1,1	-1,3	-1,0	-0,4	+0,4	+2,7	-1,5
В 2022 році	Сума активних температур більше $+10^{\circ}\text{C}$							3105
	195	598	525	610	570	396	211	
Багаторічна норма	252	459	558	588	567	429	225	3078
Відхилення від норми	-57	+13	-33	+2	+3	-3	-14	+27
Коефіцієнт істотності відхилень	-0,6	+1,5	-0,3	+0,2	+0,03	-0,3	-0,1	+0,3
В 2022 році	Гідротермічний коефіцієнт (ГТК)							1,0
	0,8	0,1	0,3	0,7	0,7	1,2	6,6	
Багаторічна норма	1,8	1,0	1,0	1,4	1,0	0,8	1,6	1,2
Відхилення від норми	-1,0	-0,9	-0,8	-0,7	-0,3	+0,4	+5,0	-0,2
Коефіцієнт істотності відхилень	-5	-4,5	-4,0	-3,5	-1,5	+2,0	+2,5	-1,0

У цьому регіоні характерні літні дощі та грози, які найчастіше спостерігаються в червні-липні. Іноколи ці дощі супроводжуються градом.

Протягом року в середньому два рази спостерігаються градові опади, основними місяцями для них є червень та липень. В окремих регіонах із горбистим та нерівним рельєфом, дощі можуть викликати вимивання поверхневого ґрунту. Однак, на території господарства зі сприятливими рівнинними умовами рельєфу таких проблем не відзначається.

В теплу пору року практично щороку спостерігаються короткочасні атмосферні посухи невеликої та середньої інтенсивності.

Отже, можна зазначити, що вологість в цьому районі задовольняє потреби сільськогосподарських культур, які вирощуються тут. Проте, в окремі роки можуть виникати періоди дефіциту вологи.

У минулому, на цій території була природна лучно-степова та лучна рослинність, що сприяло формуванню поживних ґрунтів.

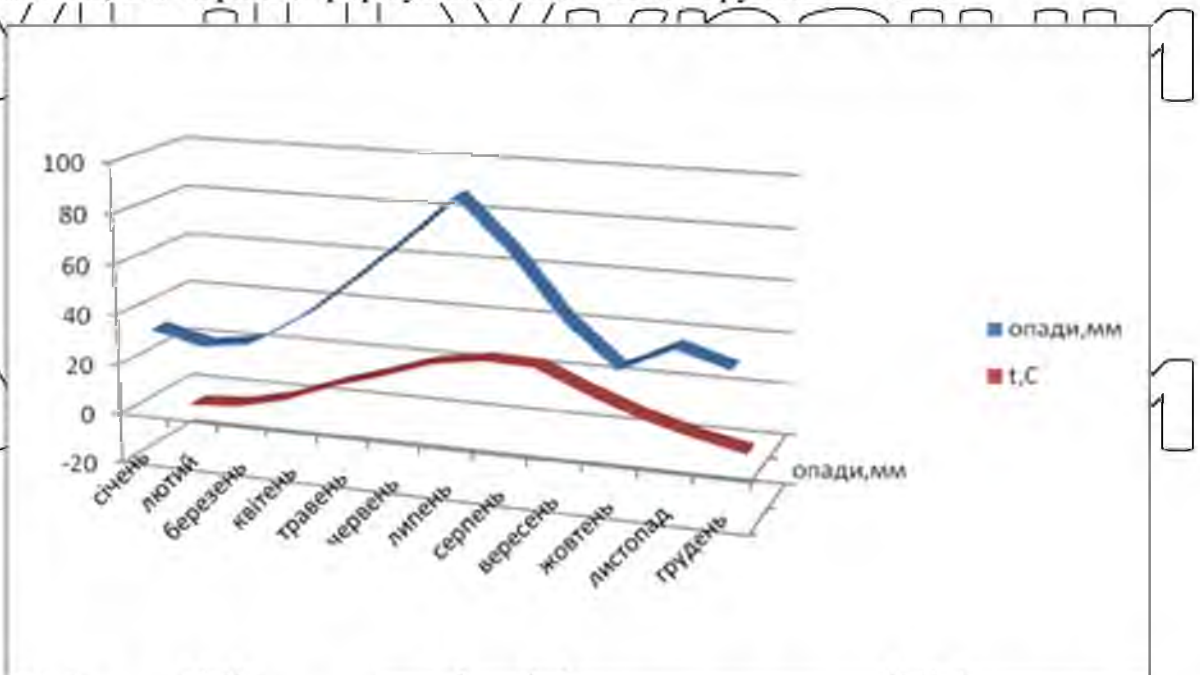


Рис. 2.1 Графік оцінки погодних умов Маньківського району

2.2 Загальна характеристика матеріально – технічної бази для збирання, післязбиральної доробки і зберігання кукурудзи.

Метою післязбиральної доробки зерна та насіння є підготовка його для посіву і довготривалого зберігання. Ефективна післязбиральна обробка насіння і досягнення високих стандартів для промислового насінництва можливі лише на спеціалізованих зерноочисно-сушильних комплексах. Забезпечення успішного технологічного процесу післязбиральної обробки насіння включає кілька обов'язкових етапів: приймання насінневої маси, передчистку і сушіння, повторне очищення і сортування, зберігання та передпосівну обробку насіння. Під час проведення очищення і сортування насінневої маси, вирішуються три основних завдання: видалення домішок і отримання чистого зерна або насіння основної культури, покращення його фізичних характеристик і формування насіння, що відповідає вимогам стандарту на посівні якості та має високі врожайні властивості.

Матеріально-технічне забезпечення підприємства:

Підприємство має власні активи, такі як машино-тракторний парк площею 30 000 м² у селі Іваньки Маньківського району і напольний склад для зберігання зерна площею 1728 м² у селі Дзензелівка. Оскільки ТОВ «Дзензелівське» є частиною групи компаній «Імпульс», основну частину зерна зберігають на елеваторі «Імпульс», де також проводять післязбиральну обробку, доробку зерна, зберігання та подальше відвантаження.



Рис. 2.2. Загальний вигляд елеватора «Імпульс»

Елеватор обладнаний різноманітними об'ємними ємностями для зберігання та обробки зерна. Серед них є такі типи як:

1. Ємності для зберігання зерна з плоским дном від "Sukup" моделі 6013, виготовлені з оцинкованої сталі, загальна місткість яких становить 10,296 тонн зерна (3 одиниці по 3,432 тонни кожна).
2. Ємність для зберігання вологого зерна типу хопер від "Sukup" моделі 3007, також виготовлена з оцинкованої сталі, має місткість 565 тонн.
3. Оперативна ємність для зберігання зерна з плоским дном "Sukup" моделі 3009, виготовлена з оцинкованої сталі, має місткість 750 тонн.

Поряд із цим, у складі обладнання елеватора також присутні такі

компоненти:

- Зерносушарка Kerper Weber ADS 100 R, одна з найбільших в Україні зерносушарок, з продуктивністю 35 тонн на годину (зокрема для кукурудзи з вологістю 26%).
- Очисний модуль з сепаратором СПО-50.
- Приймальний пристрій зерна з авторозвантажувачем У-АРГ-1880.9.
- Під'їзна залізнична колія та відвантажувальний блок з залізничними вагами для відвантаження зерна на залізничні вагони-зерновози та автомобільний транспорт.
- Очисний модуль на базі сепаратора BCX-200 з системою аспірації.
- Хоперна ємність "Brock" моделі 45-1534, виготовлена з оцинкованої сталі.
- Сміттезбірну хоперну ємність "Brock" моделі 45-0093, також з оцинкованої сталі.
- Електронно-тензометричні автомобільні ваги з навантаженням 60000 кілограмів і 18 вагонів.

Процес очищення та сушіння зерна є важливою частиною технологічного процесу. Після збору зерно спочатку подається на приймальний пристрій зерна з авторозвантажувачем У-АРГ-1880.9.2У. Далі,

на очисному модулі з сепаратором СПО-50, зерно очищається від вороху та дрібної пилюватої фракції сміття.

Після очищення, зерно направляється до сушильної камери ADS-100, де відбувається процес сушіння, призначений для досягнення вологості на рівні 14%. Після цього, зерно проходить через очисний модуль на базі сепаратора БСХ-200.

Важливо зауважити, що сушіння насіння – це критично важливий процес збереження його посівних якостей. Під час сушіння, насіння може бути піддане механічним ударам і високим температурам, що може призвести до мікротравм та погіршення якості насіння.

Для збереження якості насіння важливо обрати правильний режим сушіння. Ступінчастий режим сушіння, при якому вологість насіння зменшується не більше ніж на 6% за один прохід через сушильну та охолоджувальну камери, є найбільш сприятливим для збереження якості зерна.

Слід зазначити, що сушка зерна кукурудзи в даному випадку відбувається при температурі, яка не перевищує 85 градусів Цельсія, що допомагає уникнути травмування зерна.

Крім того, для забезпечення якості та уникнення самозігрівання зерна, розвитку плісняви та шкідників, використовується активне вентилявання. Цей процес включає подачу повітря високошвидкісними центробіжними вентиляторами (наприклад, Lincoln 20 hp, 15 kw) через сітчасту підлогу. Ця операція також допомагає вирівнювати температуру та вологість зернової маси після збору.

Ключовим фактором для забезпечення високої якості насіння під час зберігання є уникнення його пошкоджень під час збирання та післязбиральної обробки. Зерно може зберігатися протягом тривалого періоду лише в спеціально призначених сховищах, які повинні відповідати специфічним вимогам, враховуючи особливості зберігання зерна.

Сховища для зерна мають бути сухими, чистими та добре провітрюваними. Вони повинні бути надійно захищені від проникнення птахів, гризунів та мати високу гідро- та теплоізоляцію. Внутрішнє планування сховища повинно забезпечувати легкий доступ до зерна для моніторингу його стану, а також можливість механізованого виконання складних робіт під час зберігання. Покрівля сховища повинна бути абсолютно водонепроникною.

Для швидкого завантаження зерна та ефективного розподілу його в сховище використовується телескопічний навантажувач JCB-531 на підприємстві.



Рис. 2.3. Телескопічний навантажувач, що використовується в умовах елеватора «Імпульс»,

Очищене, відсортоване і, при необхідності, просушене зерно зберігається з вологості 14% в спеціальних контейнерах і смістях для зберігання зерна з плоским дном виготовлених з оцинкованої сталі від "Sukup", а також у зернових рукавах від "Harwell", які встановлюються на території господарства. Для завантаження зерна в ці контейнери використовується навантажувач зерна RichigerDryGrainBagger 950, а для

розвантаження – розвантажувач зерна з зернових рукавів RichigerEA 910 Unloader, які об'єднуються з трактором МТЗ-82.

Під час розрахунку необхідної ємкості, важливо враховувати кількість перезавантажень сховищ у поточному році. Теоретично бажаними є 2-3 перезавантаження, але на практиці зазвичай в межах 1,2-1,5.

Перезавантаження може здійснюватися в різні строки збирання та заготівлі зерна різних культур. Кількість перезавантажень також залежить від виду культури, наприклад, для соняшнику їх кількість може збільшуватися, а для пшениці - зменшуватися.

Серед всіх факторів у системі зберігання зерна і насіння, основним є співвідношення між обсягами виробництва і місткістю сховищ. При

плануванні будівництва зерносховищ важливо враховувати їх функціональні і технологічні характеристики. Сховища можуть бути різних типів, таких як наземний склад, силос-башта з бетону або металу, і їх вибір залежить від потреб господарства і обсягів виробництва.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України



Рис. 2.4. Процес формування зерна в рукави в умовах господарства.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Характеристика різних типів зерносховищ

Таблиця 2.4

Тип	Переваги	Недоліки	Призначення (пер-жно)
<p>Ємності для зберігання зерна з плоским дном «Sukur» 6013 з оцинкованої сталі</p>	<p>Активна вентиляція зерна, вивантаження зерна з силосу, як через центральну засувку, так і через бокові</p>	<p>Велика кількість однорідного зерна зберігається в однакових ємностях. Для заповнення контейнерів використовується зерно одного типу та класу. Також, при різкому зміні температури в ємностях може утворюватися конденсат на їх внутрішній поверхні.</p>	<p>Зберігання зернових культур рослин для отримання олії.</p>

Продовження таблиці 2.4

<p>Сило- башта бетонний</p>	<p>Стабільн ий режим зберіган-ня. Можливість частого пе- резавантаження</p>	<p>Складна інфраструктура обслу-товування контролю якості. Подрібнення зерна при заван-таженні</p>	<p>Зберіганн я короточасне, і тривале</p>
<p>Силосба шта металевий</p>	<p>Висока якість будівництва управління. Систематичний нагляд за процесами зберігання. Розширений спектр розмірів та типів.</p>	<p>Залежність від погодних умов. Руйнування зерна під час завантаження. Регулярна інспекція за металевих конструкцій. Обмежена можливість зберігання невеликих обсягів зерна. Вимога до однорідності класу зерна.</p>	<p>Зберіганн я коротко терміно ве, об'єднання партий зерна.</p>

Отже, післязбиральна обробка зернових культур включає сукупність технологічних процесів, які проводяться після збирання з метою підвищення їхньої стійкості та покращення якості. Цей етап є найбільш відповідальним, оскільки він є завершальним кроком у виробництві.

У ТОВ "Дзензелівське" доступна така сільськогосподарська техніка:

3 комбайни КЗС-1218 "Поділля" (виробництво 2017-2020 років) з відповідними жатками для збирання кукурудзи, соняшнику і зернових культур, а також ріпаковими столами.

Тракторний парк складається з таких одиниць техніки:

- Трактор John Deere 8370R (2020 року випуску)
- Трактор John Deere 8335R (2018 року випуску)
- Трактор John Deere 8400 (1998 року випуску)
- Два трактори Т-150К
- П'ять тракторів "Беларус" МТЗ-82 (від 2014 до 2018 року випуску)

Додатково, є таке обладнання:

- Посівний комплекс Horsch Pronto 12 NT (2016 року випуску)
- Сівалка тонного висіву для просапних культур Maestro 24 SW Horsch (24-рядкова) (2018 року випуску)
- Сівалка СЗ-5,4 Червона зірка "Ельворті"

- Самохідний обприскувач Agrifac (2017 року випуску)

- Причіпний обприскувач ОП-3000

- Протруювач зерна ПС-10АМ

- Два розкидачі мінеральних добрив РМД-3000 і один РМД-1000

- Дискова борона "Солоха"

- Диско-культиватор "Дукат"

- Культиватор глибокорозпушувач Horsch "Tiger" (два)

- Глибокорозрихлювач ГР-4,3

- Подвійнювач стерні ПТ-6

- Брусок пружинної борони "Spring 10м"

- Культиватор суцільного обробітку ґрунту ВК-8

- Зчіпка борін БЗТ-1 (8 метрів)

- Фреза "Seppi"

- Три бункера-перенавантажувачі

Також в наявності різні вантажні автомобілі, включаючи Renault з напівпричепами-самоскидами, КАМАЗ-5320 з причепом (зерновоз), КАМАЗ-

5210 (самоскид), ГАЗ-53 (самоскид), УРАЛ (маніпулятор, лізовоз), ЗІЛ-131, ГАЗ-66 (бензовоз) та УРАЛ (кран).

2.3. Характеристика сорту та технологія вирощування

Вибір відповідного гібриду повинен враховувати його потенційні можливості, регіональні умови, клімат і природні особливості. Коли мова йде про кукурудзу, слід враховувати високу енергомісткість процесу доробки зерна, а також вплив погодних умов на передзбиральний період, оскільки ці чинники суттєво впливають на зміну співвідношення гібридів різних груп стиглості.

Характеристики гібриду ДКС 4014 такі:

- FAO – 310;
- Тип гібриду - простий;
- Кількість зерен в ряду – між 42 і 44 штук;
- Маса 1000 зерен – від 280 до 320 грамів;
- Група стиглості – середньостиглий;
- Кількість зерен на качані – від 670 до 790;
- Кількість рядів на качані – від 16 до 18;
- Тип зерна – зубовидний;
- Зона вирощування – підходить для всіх зон;
- Рівень мінерального живлення – високий;
- Температура ґрунту в період посіву – від 10 градусів Цельсія;
- Обробіток ґрунту – може бути традиційним або мінімальним;
- Можливе вирощування на силос;
- Швидка вологовіддача;
- Посухостійкий.

Характеристики гібриду ДКС 3972 такі:

НУБІП України

- FAO – 300;
- Тип зерна – зубovidний;
- Група стиглості – середньостиглий;

- Холодостійкість – 9;
- Стабільність та пластичність – 8;
- Засухостійкість – 9;

НУБІП України

- Початкова енергія росту – 8;
- Стійкість до фузаріозу стебла/початку – 9;

- Вологовіддача – 7;
- Зона вирощування – підходить для всіх зон;
- Рівень мінерального живлення – середній і високий;

НУБІП України

- Температура ґрунту в період посіву – від 8 градусів Цельсія;
- Можливе вирощування в монокультурі;
- Можливе використання на силос;

- Рекомендована густина на період збирання:

- Засушливі умови – 55000 – 60000 шт./Га;
- Зона нестійкого зволоження – 60000 – 70000 шт./Га;

НУБІП України

- Зона достатнього зволоження – 70000-80000 шт./Га.

НУБІП України

НУБІП України

2.4. Схема та методика проведення досліджень

НУБІП України

Мета цього дослідження полягала у вивченні впливу сортових особливостей та умов зберігання на зміну товарних та технологічних показників якості зерна кукурудзи. Дослідження проводилося протягом 2022–2023 років на елеваторі ПВКП «Імпульс» у Маньківському районі Черкаської області.

Для досягнення цієї мети ставилися такі завдання:

НУБІП України

Визначити оптимальні умови зберігання для зерна кукурудзи двох гібридів.

Вивчити зміни якості зерна кукурудзи під час тривалого зберігання.

Встановити оптимальні строки зберігання зерна кукурудзи для різних цілей.

НУБІП України

Визначити, які гібриди кукурудзи найбільш стійкі до зберігання. Оцінити економічну ефективність реалізації зерна кукурудзи, залежно від різних факторів вирощування і зберігання.

Предметом дослідження було зерно гібридів кукурудзи, вирощених на елеваторі ПВКП «Імпульс» у Маньківському районі Черкаської області.

НУБІП України

Об'єктом дослідження були процеси зміни хімічного складу та технологічних властивостей зерна гібридів кукурудзи ДКС 4014 та ДКС 3972, які були вирощені та зберігалися на елеваторі ПВКП «Імпульс» в Маньківському районі Черкаської області

Для досягнення цієї мети використовувалися методи польового та лабораторного дослідження, включаючи аналіз посівних, фізичних, біохімічних та технологічних показників. Результати були оброблені за допомогою статистичних методів аналізу.

НУБІП України



Рис. 2.5 Схема дослідду

Для аналізу якості зерна кукурудзи ми провели дослідження, спрямоване на вивчення впливу різних методів та тривалості зберігання з метою більш раціонального використання цього зерна.

Наша дослідницька програма передбачала оцінку якості зерна на різних етапах: відразу після збирання (контроль), через один, три, шість, дев'ять і дванадцять місяців після зберігання зерна кукурудзи. Ми провели дослідження на гібридах ДКС 4014 та 3972, використовуючи різні методи зберігання, включаючи силоси, насипне зберігання та полімерні рукава.

Розділ 3

Результати експериментальних досліджень

3.1. Урожайність зерна, зміна енергії проростання та схожості зерна кукурудзи залежно від умов зберігання

Умови науково-технічного розвитку значно ускладнили взаємодію суспільства з природою. Люди набули здатність впливати на природні процеси, підкорювати природні сили і впливати на багато природних ресурсів, які відновлюються та навіть невідновлюються. Але на жаль, цей вплив також призвів до забруднення та руйнування довкілля.

Успішний та продуктивний врожай є найважливішим для будь-якого сорту чи гібриду рослин і залежить від багатьох факторів. Серед основних чинників, які впливають на величину урожаю, важливі такі параметри: густина посіву та кількість продуктивних рослин на гектарі, кількість зерен у кожному колоску, загальна маса зерна, ріст та розвиток рослин, їхні розміри та однорідність, розвинена коренева система, стійкість до екологічних стресів та захворювань, відповідь рослин на високий рівень агротехніки та родючість ґрунту. Крім того, важливо, щоб рослини були пристосовані до конкретних умов даного регіону з точки зору їхніх біологічних характеристик [7; 10].

Протягом двох років наукових досліджень, середні урожайність рослин виявилися найвищими для гібрида ДКС 4014, досягаючи 10 тонн на гектар. Важливо відзначити, що спостерігалися коливання врожайності зерна як серед гібридів, так і в різні роки досліджень, з різницею в 1 і 2,1 тонни на гектар відповідно. Найкращий результат врожайності зерна був зафіксований для гібрида кукурудзи ДКС 4014, який був зібраний у 2022 році з рекордним показником 11,1 тонни.

Результати проведених досліджень свідчать, що найвищу урожайність зерна в середньому за два роки (2021–2022) та окремо за роками досліджень

отримано у гібрида ДКС 4014, перевищуючи інші гібриди на 0,7 тонни на гектар.

Таблиця 3.1

Урожайність гібридів кукурудзи, вирощених в умовах елеватора ПВКП «Імпульс» Маньківського району Черкаської області», т/га.

Рік	ДКС 3972	ДКС 4014
2021	8,8	8,9
2022	9,8	11,1
Середня 2021-2022рр.	9,3	10

Однією з ключових задач для досягнення високих врожаїв кукурудзи є забезпечення однорідних та повноцінних рослин при засіві з заданою густотою.

Лабораторна схожість насіння - це вміст насінин, які мають схожі характеристики і визначаються у лабораторних умовах відповідно до стандартів у відсотках. Вимірювання цього показника виконується шляхом пророщування 2 або 4 проб, кожна з яких містить 50 або 100 насінин.

Енергія проростання насіння визначається як здатність насіння однорідно і швидко проростати протягом певного періоду часу, вимірювана у відсотках від посіяної кількості насіння на 3-5 день проростання.

Ці два показники, енергія проростання та лабораторна схожість, є основними для визначення змін в якості зерна, які можуть швидко реагувати на умови його зберігання.

Посівні властивості зерна кукурудзи мають вирішальне значення, якщо воно використовується як насіннєвий матеріал чи для технічних цілей.

Для визначення лабораторної схожості та енергії проростання насіння кукурудзи розміщували у чашки Петрі по 50 штук на зволожений фільтрувальний папір і сприяли їхньому проростанню в оптимальних умовах.

Після визначеного часу проводили підрахунок кількості нормальних проростків. Підрахунки виконували через три дні для енергії проростання та через вісім днів для лабораторної схожості. Отримані результати були виражені у відсотках і представлені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Енергія проростання зерна гібридів кукурудзи в залежності від сортових особливостей та умов зберігання, % (Урожай 2022 р.)

Гібриди	Умови та терміни зберігання, місяців					
	До зберігання (контроль)	1	3	6	9	12
В силосах						
ДКС 3972	94,4	95,3	95,9	96,0	96,0	95,4
ДКС 4014	95,7	96,2	96,3	96,4	96,2	95,8
Насипом в сховищі (контроль)						
ДКС 3972	94,4	95,5	95,1	95,1	94,5	93,8
ДКС 4014	95,7	96,0	95,9	96,0	95,9	95,0
В полімерних рукавах						
ДКС 3972	94,4	93,1	91,6	88,5	85,4	79,5
ДКС 4014	95,7	95,0	93,8	91,3	88,6	83,6

Показник енергії проростання перед початком зберігання зерна склав 94,4% для гібрида ДКС 3972 і 95,7% для гібрида ДКС 4014.

Під час зберігання зерна кукурудзи, починаючи з першого місяця і до шостого, в силосах і насипом відбулося певне підвищення показника енергії проростання. Це сталося внаслідок проходження процесів післязоирального дозрівання у зерновій масі. Максимальний рівень енергії проростання був зафіксований для гібрида ДКС 4014 після зберігання у силосі - 96,4%, і для гібрида ДКС 3972 - 96,0%. Різниця між гібридами в цьому періоді зберігання у силосі становила 0,4%.

Протягом подальшого зберігання зерна кукурудзи, показники енергії проростання почали зменшуватися, головним чином після шостого місяця зберігання, і мали тенденцію до подальшого зниження до завершення досліджень. Найнижчі результати за показником енергії проростання відзначалися для гібрида ДКС 3972 під час зберігання в полімерних рукавах.

Після шести місяців зберігання в цьому гібриді цей показник склав 93,0%, і після дванадцяти місяців зберігання - 86,7%. Різниця становила 6,3%.

Також важливо відзначити, що показники енергії проростання для обох гібридів на кінець зберігання (дванадцять місяців) в умовах зберігання насипом і в полімерних рукавах були нижчими, в діапазоні від 83,6% до 95,0%, що було менше, ніж в контрольному варіанті.

Показники схожості в зерні кукурудзи визначалися з використанням вище вказаного методу. Результати дослідів представлені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Схожість зерна кукурудзи в залежності від сортових особливостей та умов зберігання, % (Урожай 2022р.)

Гібриди	Умови та терміни зберігання, місяців					
	До зберігання (контроль)	1	3	6	9	12
	В силосах					
ДКС 3972	94,8	96,0	96,2	96,3	96,2	96,0
ДКС 4014	96,1	96,6	96,8	96,8	96,3	96,2
	Насипом в сховині (контроль)					
ДКС 3972	94,8	95,0	95,4	95,6	95,0	95,2
ДКС 4014	96,1	96,2	96,9	97,1	96,8	96,6
	В полімерних рукавах					
ДКС 3972	94,8	93,9	93,2	93,0	89,3	86,7
ДКС 4014	96,1	95,2	94,3	93,4	91,6	89,3

НУБІП України

Схожість насіння визначається кількістю нормальних проростків, які з'являються протягом 7 діб пророщування. Цей показник сильно залежить від різних факторів, таких як агротехнологія вирощування, ґрунтово-кліматичні умови, система внесення добрив і умови післязбирального дозрівання зерна.

НУБІП України

Після аналізу отриманих результатів можна зробити попередній висновок, що показник схожості в зерні кукурудзи перед зберіганням був вищим на 0,4% порівняно з показником енергії проростання. Найбільше підвищення показника схожості спостерігалось у гібрида ДКС 4014, а саме на 0,9% під час зберігання насипом, в той час як у гібрида ДКС 3972 найменше

НУБІП України

підвищення було зафіксовано під час зберігання в полімерних рукавах. Протягом перших шести місяців зберігання в силосах та насипом також відбулося покращення схожості насіння, що може бути пояснено тривалим проходженням процесів дозрівання в зерні через наявність сприятливих умов.

НУБІП України

Максимальні значення схожості, так само як і енергії проростання, були зафіксовані після шести місяців зберігання. Зокрема, для гібрида ДКС 4014 цей показник становив 97,1% під час зберігання в силосах, а для гібрида ДКС 3972 - 96,3% під час зберігання насипом у сховищі.

Протягом подальшого зберігання зерна відбувалося зменшення показника схожості, аналогічно до енергії проростання.

Зберігання в полімерних рукавах суттєво впливало на показники схожості обох гібридів протягом всього періоду зберігання.

НУБІП України

Після дванадцяти місяців зберігання зерна кукурудзи показник схожості для всіх досліджуваних гібридів, незалежно від способу зберігання, коливався в межах від 86,7% до 96,6%.

3.2. Зміна вологості зерна кукурудзи залежно від умов зберігання

НУБІП України

Під час зберігання зерна, рівень вологості виявляється значущим фактором, який може значно впливати на фізіологічні та біохімічні процеси.

Дослідження показали, що до початку зберігання вміст вологи в зерні гібрида ДКС 3972 відповідав стандарту і становив 14,1%, у той час як у гібрида ДКС 4014 вміст вологи перевищував максимально допустимий рівень на 1,5% і складав 15,6%.

Динаміка зміни вологості зерна гібридів кукурудзи протягом періоду зберігання представлена в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Вологість зерна кукурудзи в залежності від сортових особливостей та умов зберігання, % (Урожай 2022 р.)

Гібриди	Умови та терміни зберігання, місяців					
	До зберігання (контроль)	1	3	6	9	12
В силосах						
ДКС 3972	14,1	14,1	14,2	14,1	14,2	14,5
ДКС 4014	15,6	14,3	14,6	14,4	14,6	14,8
Насипом в сховищі (контроль)						
ДКС 3972	14,1	14,1	13,0	14,3	14,7	14,6
ДКС 4014	15,6	15,1	15,0	14,9	15,1	14,7
В полімерних рукавах						
ДКС 3972	14,1	14,2	14,3	14,6	14,6	14,9
ДКС 4014	15,6	15,3	15,6	15,7	15,9	15,9

Протягом періоду зберігання зерна кукурудзи, вологість зерна за всіма методами зберігання залишалася стабільною. Впродовж перших шести місяців, незалежно від того, чи було використано силоси, чи зберігання на насипі, відзначався поступовий спад вологості. Проте після шостого місяця спостерігалось поступове збільшення вологості у зерні обох досліджуваних гібридів.

У випадку зберігання зерна у полімерних рукавах, було зафіксовано незначний ріст вологості. У гібрида ДКС 3972 вона збільшилася з 14,1% до 14,6%, а у гібрида ДКС 4014 - з 14,4% до 15,7%.

На завершення періоду зберігання, незалежно від обраного способу, вологість зерна поверталася до початкових значень.

Важливо враховувати, що аналіз вологості зерна кукурудзи вважається недоцільним у контексті оцінки якості, оскільки цей показник безпосередньо впливає на фізичні властивості зерна, що, в свою чергу, впливає на інші показники якості продукту.

3.3. Зміна маси 1000 насінин та натуре в зерні кукурудзи залежно від умов зберігання

Маса 1000 зерен кукурудзи впливає на параметри її величини та заповненості. Для оцінки цього параметра відповідно до стандарту, ми взяли 100 зерен з кожного зразка, зважили їх і розрахували масу 1000 зерен. Початково маса 1000 зерен була високою при початковому зберіганні кукурудзи. Для гібрида кукурудзи ДКС 3972 цей показник становив 289,4 г, а для гібрида ДКС 4014 - 295,1 г.

У початковому та кінцевому періодах дослідження, найвища маса 1000 зерен спостерігалася у зерні гібрида ДКС 4014, незалежно від методу зберігання. Протягом зберігання в силосах та насипом до шостого місяця, спостерігалася зростаюча маса 1000 зерен у обох гібридів, а після цього спостерігалася зменшення цього показника. У разі зберігання в полімерних рукавах, маса 1000 зерен поступово зменшувалася протягом усього періоду зберігання.

Зауважимо, що найнижчий показник маси 1000 зерен спостерігався під час зберігання зерна кукурудзи гібрида ДКС 3972 в полімерних рукавах. Після 30 днів зберігання маса 1000 зерен становила 290,0 г, а на завершення періоду дослідження знизилася до 287,1 г.

Важливо відзначити, що зміни маси 1000 зерен кукурудзи під час зберігання відрізнялися в залежності від сортових особливостей та умов зберігання.

Таблиця 3.5

Маса 1000 зерен кукурудзи за зберігання в залежності від сортових особливостей та умов, г (Урожай 2022 р.)

Гібриди	Умови та терміни зберігання, місяців				
	До зберігання (контроль)				
	В силосах				
ДКС 3972					
ДКС 4014					
	Насипом в сховищі (контроль)				
ДКС 3972					
ДКС 4014					
	В полімерних рукавах				
ДКС 3972					
ДКС 4014					

Також важливо відзначити, що маса 1000 зерен у гібридів кукурудзи під час періоду зберігання демонструвала значні зміни, і головним фактором, який вплинув на ці коливання, була вологість зерна. Це може свідчити про те, що в деяких зразках зерна на момент початку зберігання процес післязбирального дозрівання ще не завершився повністю.

Натура зерна є істотним фізичним показником його якості і, в основному, залежить від таких факторів, як вологість, вміст смітної домішки, форма зерна та пошкодження, спричинені шкідниками хлібних запасів. Зерно

кукурудзи з високою натурою має більший обсяг ендосперму та менший вміст оболонки.

Попередні дослідження вже вказували на можливість зміни натурі зерна в залежності від вологості зерна. Загалом, чим вища вологість зерна, тим нижча його натура, особливо в зерні, яке зберігалось тривалий час. Зміни в натурі зерна також можуть виникати через сортові особливості та умови зберігання, які були підтверджені аналізом даних, поданих у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Натура зерна кукурудзи в залежності від сортових особливостей та умов зберігання, г/л (Урожай 2022 р.)

Гібриди	Умови та терміни зберігання, місяців					
	До зберігання (контроль)	1	3	6	9	12
	В силосах					
ДКС 3972	764	768	769	771	771	768
ДКС 4014	769	774	776	779	779	777
	Насипом в сховищі (контроль)					
ДКС 3972	764	766	769	770	768	765
ДКС 4014	769	771	772	776	776	773
	В полімерних рукавах					
ДКС 3972	764	764	761	753	754	754
ДКС 4014	769	771	773	776	776	773

Перед розпочатком процесу зберігання зерна гібридів кукурудзи були зареєстровані такі показники: для гібрида ДКС 4014 - 769 г/л і для гібрида ДКС 3972 - 764 г/л. Отже, на самому початковому етапі якості зерна гібрида ДКС 4014 перевищували якість гібрида ДКС 3972 на 5 г/л.

Протягом періоду зберігання до шостого місяця натура зерна зростає в обох гібридах незалежно від методу зберігання. Проте після цього періоду

натура гібридів кукурудзи залишилася стабільною на попередньому рівні або навіть трохи зменшилася. Зокрема, гібрид ДКС 3972 виявився особливо вразливим, особливо при зберіганні в полімерних рукавах.

Завершальні результати досліджу показали наступне: для гібрида ДКС 3972 - 754 г/л і для гібрида ДКС 4014 - 773 г/л при зберіганні в полімерних рукавах. Найкращим методом зберігання з точки зору показника натуре було використання силосів, де цей показник склав в межах 777 г/л для гібрида ДКС 4014 і 768 г/л для гібрида ДКС 3972 після 12 місяців зберігання.

Під час періоду зберігання зерна кукурудзи, натура коливалася в залежності від фактичної вологості зерна та вологості оточуючого середовища. У нерегульованих температурних умовах, зокрема в полімерних рукавах, натура мала тенденцію до зміни вологості навколишнього середовища. Аналіз отриманих даних показав, що після дванадцяти місяців зберігання натура збільшилася або зменшилася незначно, у середньому на 0,3 - 0,5%. Незважаючи на те, що зміни в натурі залежали від вологості зерна, вони залишилися незначними, оскільки вологість зерна залишалася стабільною протягом досліджу.

3.4. Зміна вмісту білку та вмісту крохмалу у зерні кукурудзи залежно від умов зберігання

Енергетична, харчова і поживна цінність кукурудзяного зерна визначається його основними біохімічними компонентами, такими як білки, крохмаль та жири.

Вміст білків у кукурудзяному зерні варіюється в межах від 8% до 14%, залежно від сорту кукурудзи. Більша частина білків концентрується в зародку, і скловидне зерно має більший вміст білка, порівняно з борошнистим зерном. З точки зору анатомії, близько 20% білка припадає на зародок, і решта 80% на ендосперм. Зародок кукурудзи містить білок з збалансованим амінокислотним складом, в той час як в ендоспермі переважає глютеїн і зеїн. На жаль, зеїн є доволі незбалансованим білком, оскільки в ньому практично немає лізину і

триптофану. Високий вміст зеїну (від 35% до 60%), який майже не містить цих важливих амінокислот, призводить до низької біологічної цінності білка кукурудзи. У 100 г білка звичайних гібридів кукурудзи міститься лише 1,8-2,5% лізину і 0,08-0,09% триптофану.

Загалом, кукурудзяне зерно характеризується низьким вмістом білка, а білок кукурудзи має дефіцит деяких незамінних амінокислот. Зміни вмісту білка в зерні гібридів кукурудзи різняться в залежності від сортових особливостей і умов зберігання, як показано в таблиці 3.7

Таблиця 3.7

Вміст білка в зерні кукурудзи в залежності від сортових особливостей та умов зберігання, % (Урожай 2022 р.)

Гібриди	Умови та терміни зберігання, місяців					
	До зберігання (контроль)	1	3	6	9	12
	В силосах					
ДКС 3972	8,5	9,0	9,1	9,1	8,9	8,7
ДКС 4014	9,0	9,3	9,4	9,3	9,5	9,3
	Насипом в сховищі (контроль)					
ДКС 3972	8,5	8,9	9,2	9,2	9,1	8,9
ДКС 4014	9,0	9,2	9,3	9,3	9,2	9,2
	В полімерних рукавах					
ДКС 3972	8,5	8,8	9,2	9,2	9,2	8,9
ДКС 4014	9,0	9,2	9,0	8,9	8,9	8,8

На етапі початку нашого дослідження вміст білка у зерні кукурудзи складав 9,0% для гібрида ДКС 4014 та 8,5% для гібрида ДКС 3972 перед початком зберігання.

Під час періоду зберігання, незалежно від тривалості та умов, відзначається невеликий зріст вмісту білка. До шостого місяця спостерігається

збільшення вмісту білка, після чого цей показник залишається стабільним або зменшується трохи. Зберігання зерна кукурудзи у силосах та насипом сприяє позитивній динаміці вмісту білка, і протягом усього дослідженого періоду вміст білка не опускається нижче вихідних значень.

Одним з важливих біохімічних компонентів кукурудзяного зерна є крохмаль, який становить від 65% до 75% вмісту зерна. Протягом зберігання частина крохмалю витрачається на процеси дихання та підтримку життєдіяльності насінини. Тривалість зберігання та використання зерна значною мірою залежать від величини втрат крохмалю. Наші дослідження включали вивчення впливу умов зберігання на динаміку вмісту крохмалю з урахуванням сортових особливостей.

Зерно кукурудзи може виділяти значні обсяги крохмалю, який знаходить застосування у багатьох галузях промисловості, включаючи харчову, текстильну, паперову, деревообробну, керамічну, будівельну, хімічну та фармацевтичну галузі. Динаміка вмісту крохмалю в залежності від сортових особливостей та умов зберігання наведена у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8

Вміст крохмалю в зерні кукурудзи в залежності від сортових особливостей та умов зберігання, % (Урожай 2022 р.)

Гібриди	Умови та терміни зберігання, місяців					
	До зберігання (контроль)	1	3	6	9	12
	В силосах					
ДКС 3972	75,7	76,3	76,5	76,7	76,7	76,5
ДКС 4014	73,6	74,3	74,6	74,8	74,8	74,6
	Насипом в сховищі (контроль)					
ДКС 3972	75,7	76,2	76,4	76,3	76,1	75,4

Продовження таб.3.9

ДКС 4014	73,6	74,1	74,2	74,1	73,6	73,3
ДКС 3972	75,7	75,1	75,4	75,1	74,9	74,5
ДКС 4014	73,6	73,9	74,0	73,7	73,3	73,1

Вміст крохмалю в зерні кукурудзи до зберігання складав у гібрида ДКС 4014 - 73,6%, а в гібрида ДКС 3972 - %. Ці дані показують, що гібрид ДКС 4014 накопичував більше крохмалю на 2,1% більше в порівнянні з гібридом ДКС 3972 протягом вегетаційного періоду росту рослин.

Під час зберігання зерна вміст крохмалю незначно зростав або залишався стабільним під впливом фізіологічних процесів, таких як післязбиральне дозрівання та синтетичні процеси. Ця динаміка спостерігалася до шостого місяця зберігання, після чого відбувалося часткове зниження вмісту крохмалю. Найвищий вміст крохмалю був встановлений при зберіганні зерна кукурудзи у силосах, де гібрид ДКС 4014 мав вміст крохмалю 74,8%, а гібрид ДКС 3972 - 76,7%.

Жири в зерні кукурудзи містяться у відносно невеликих кількостях, приблизно 5-7%. Загальна кількість жирів розподілена між різними частинами зерна, зокрема зародком, алейроновим шаром та ендоспермом. Жир містить ненасичені кислоти, такі як лінолева, ліноленова і олеїнова, а також насичені кислоти, переважно пальмітинова.

Жирнокислотний склад зерна визначається вмістом різних жирних кислот у певних пропорціях, що включає лінолеву, олеїнову, пальмітинову, стеаринову та ліноленову кислоти. Олія, видобута із зерна кукурудзи, є вдвічі калорійнішою за крохмаль, що робить гібриди з високим вмістом олії більш привабливими для переробної галузі.

Крім жирів, зерно містить різні речовини, такі як стероли, фосфатиди, віски, пігменти та інші. Фосфатиди, особливо лецитін, представляють значну

частину цих речовин та можуть впливати на кислотність зерна під час гідролізу фосфатидів.

На початку або перед зберіганням вміст жиру в зерні кукурудзи становив 4,86% для гібрида ДКС 4014 та 4,21% для гібрида ДКС 3972. Дані, представлені в таблиці 3.9, показують, що гібрид ДКС 4014 мав найвищий вміст жиру, як на початкових етапах зберігання, так і після дванадцяти місяців.

Таблиця 3.10
Вміст жиру в зерні кукурудзи в залежності від сортових особливостей та умов зберігання, % (Урожай 2022 р.)

Гібриди	Умови та терміни зберігання, місяців					
	До зберігання (контроль)	1	3	6	9	12
В силосах						
ДКС 3972	4,21	4,21	4,16	4,07	4,06	4,03
ДКС 4014	4,86	4,89	4,83	4,80	4,77	4,65
Насипом в сховищі (контроль)						
ДКС 3972	4,21	4,19	4,17	4,12	4,08	4,04
ДКС 4014	4,86	4,83	4,80	4,63	4,54	4,36
В полімерних рукавах						
ДКС 3972	4,21	4,18	4,17	4,03	4,00	3,92
ДКС 4014	4,86	4,81	4,79	4,63	4,35	4,33

Протягом тривалого зберігання зерна кукурудзи, внаслідок гідролітичних процесів та фізіологічних явищ, передусім дихання рослини, вміст жиру в зерні поступово зменшувався. Ця тенденція до зниження вмісту жиру спостерігалася на протязі всього періоду зберігання.

Найкращі результати за вмістом жиру виявлені при зберіганні зерна в силосах. Під час зберігання насипом та в полімерних рукавах спостерігалася тенденція до зменшення вмісту жиру в зерні, і особливо значні втрати були

зафіксовані під час зберігання в полімерних рукавах. У гібрида ДКС 4014 вміст жиру знизився з 4,86% до 4,33%, а в гібрида ДКС 3972 з 4,21% до 3,92%. У інших методах зберігання зерна втрати жиру були менш помітними.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Економічна ефективність результатів досліджень

Справедливо вважати, що досягнення ефективності у сільському господарстві та підвищення її рівня належать до найбільш важливих завдань, оскільки успішне вирішення цих питань відкриває перспективи для активізації темпів розвитку галузі та надійного забезпечення держави сільськогосподарською продукцією. У контексті стійкого розвитку ринкових відносин та поступового переходу сільськогосподарських товаровиробників на повну самоокупність, оцінка економічної прибутковості виробленої продукції набуває все більшого значення та актуальності.

Оцінку економічної ефективності можна проводити на кожному етапі виробництва, зберігання та переробки сільськогосподарської продукції.

Кожен з цих етапів повинен бути обґрунтованим науково та мати потенціал для поліпшення якісних показників продукції, що випускається, з метою підвищення прибутковості сільськогосподарської галузі в цілому.

Оцінка економічної ефективності зберігання зерна кукурудзи включає в себе розрахунок умовно чистого доходу та рівня рентабельності. Умовно чистий дохід визначається як різниця між вартістю продукції та всіма витратами, пов'язаними з її зберіганням. Рентабельність, у свою чергу, визначає прибутковість виробництва та виражається у показниках, таких як рівень рентабельності та норма прибутку.

Економічна ефективність визначається через порівняння отриманих результатів з усіма затратами, необхідними для досягнення цих результатів.

Це дозволяє визначити, наскільки виручка перевищує всі витрати.

Загалом, економічна ефективність може бути розрахована як відношення прибутку до витрат і може бути виражена через такий показник, як собівартість, який представляє витрати суб'єкта господарювання на одиницю об'єкта господарської діяльності. Такий підхід допомагає визначити, наскільки ефективно використовуються ресурси та як підвищити прибутковість господарювання.

Рентабельність – це показник, що визначає рівень прибутковості та виражається у відсотках шляхом поділу прибутку на витрати. Даний показник вказує, який прибуток отримує виробник при певних витратах у грошовому еквіваленті.

Для визначення рентабельності використовують таку формулу:

$$\text{рентабельність} = (\text{прибуток} / \text{витрати}) * 100.$$
 Рентабельність дозволяє визначити відсоток прибутку від витрат.

У виробництві та зберіганні зерна кукурудзи, яке вивчалось у даному дослідженні, використовуються різні ресурси, такі як земля, обладнання для вирощування, обробки та зберігання зерна, робоча сила. Функціонування цих ресурсів пов'язане з виробничими витратами.

Для визначення економічної ефективності виробництва та зберігання зерна гібридів кукурудзи ДКС 4014 та ДКС 3972 в цьому дослідженні використовували такі показники:

Вартість 1 тонни зерна кукурудзи до та після зберігання.

Витрати на виробництво та зберігання продукції.

Розмір валового, чистого доходу та прибутку на 1 тону продукції до та після зберігання.

Рівень рентабельності зберігання продукції після кожного місяця зберігання.

Для розрахунку економічної ефективності різних методів зберігання зерна кукурудзи були використані закупівельні ціни на 2022 та 2023 роки, в залежності від різних періодів реалізації. Наприклад, ціна на зерно кукурудзи після трьох місяців зберігання становила 5200 гривень за тону, після шести місяців - 4900 гривень за тону, після дев'яти місяців - 5100 гривень за тону, і після дванадцяти місяців - 4800 гривень за тону.

При проведенні розрахунків стосовно економічної доцільності зберігання, ми опиралися на фактичні дані, які були отримані з аналізу статей про витрати на зберігання зерна в умовах виробництва.

Наші дослідження вказують на те, що зберігати зерно протягом дванадцяти місяців може бути неефективним з економічної точки зору, оскільки доходи від продажу зерна значно залежать від строку реалізації та покупця. У практичній діяльності, ціни на зерно визначаються угодами між виробниками та закупівельними структурами, і вони можуть коливатися в залежності від різних чинників, таких як попит та пропозиція на ринку.

Наприклад, на практиці ціни на зерно значно зростають весною, особливо в кінці зими та на початку весни. Це пояснюється тим, що на цей період зазвичай закінчуються запаси зерна на підприємствах, і тому зерно, яке було збережено до цього моменту, може продаватися за вищими цінами. Крім того, глобальні тенденції на світовому ринку також можуть впливати на ціни на зерно.

Логістика виробництва та реалізації грає важливу роль у ефективному зберіганні та продажу зерна. Належне керування цими процесами може впливати на ефективність та прибутковість.

Наші дослідження також включали аналіз економічної ефективності зберігання зерна кукурудзи на прикладі підприємства "Дзензелівське" у Маньківському районі Черкаської області. Результати показали, що закупівельні ціни на зерно зростали протягом періоду зберігання, і найвищі ціни були зафіксовані після шести та дев'яти місяців зберігання. Рентабельність також зростала разом із зростанням цін на зерно.

Узагальнюючи, наш аналіз вказує на те, що найбільш ефективним може бути зберігання зерна протягом перших шести місяців, коли ціни на ринку найвищі. Особливо високі економічні показники характеризують зерно кукурудзи, яке зберігається насипом в сховищах.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність зберігання зерна кукурудзи вирощеного
в умовах елеватора ПВКП «Імпульс» (розрахунок на 1 тону зерна)
(урожай 2022 р.)

Спосіб зберігання	Показники						
	Період зберігання місяців	Витрати на виروشвання, грн/т	Затрати на зберігання грн./т.	Собівартість зерна після зберігання	Реалізаційна ціна зерна після зберігання грн./т.	Чистий дохід, грн./т.	Рівень рентабельності %
В силосах	До	3569	0	3569	5850	2281	64
	10	3569	55	3624	6800	3176	88
	30	3569	165	3734	7000	3266	87
НУБІ	6	3569	330	3899	7750	6851	99
	9	3569	495	4064	7900	3836	94
	12	3569	660	4229	7100	2871	68
Насипом в	До	3569	0	3569	5850	2281	64
НУБІ (контроль)	10	3569	45	3614	6800	3180	88
	30	3569	135	3704	7000	3296	89
	6	3569	270	3839	7750	3911	102
В ПОЛ-НИХ РУКАВАХ	9	3569	405	3974	7900	3926	99
	12	3569	540	4109	7100	2991	73
	До	3569	0	3569	5850	2281	64
НУБІ	3	3569	70	3639	6800	3161	87
	6	3569	420	3989	7750	3761	94
	9	3569	630	4199	7900	3701	88
НУБІ	12	3569	840	4409	7100	2691	61
	До	3569	0	3569	5850	2281	64

НУБІП України

Важливо зазначити, що найменші витрати на зберігання зерна виникали при використанні сховищ для зберігання насипом. Зауважимо, що при зберіганні

зерна в полімерних рукавах витрати обмежуються орендою обладнання для завантаження і розвантаження, а також закупівлею самого полімерного матеріалу, загальною вартістю приблизно 100 гривень за тону.

НУБІП України

Економічно вигідною стратегією є зберігання зерна кукурудзи насипом у сховищах. Для підвищення рентабельності виробництва зерна кукурудзи

рекомендується реалізація після шести місяців зберігання, коли ціни на зерно досягають свого максимуму, і рівень рентабельності становить приблизно 99-102%.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Висновки

НУБІП України

Результати наших досліджень, які проводилися впродовж 2022-2023 років в умовах елеватора ПВКП «Імпульс» і стосувалися впливу сортових особливостей (гібридів ДКС 4014 та 3972) та умов їх зберігання на якість продукції протягом тривалого періоду зберігання, дозволяють зробити наступні висновки:

НУБІП України

Після аналізу даних щодо енергії проростання та схожості можна зазначити, що під час зберігання у силосах та насипом у сховищі показники покращувалися в обох гібридів. Навпаки, при зберіганні у полімерних рукавах спостерігалось зниження енергії проростання через відсутність кисню в міжзернових просторах.

НУБІП України

Протягом усього періоду зберігання натура зерна гібриду ДКС 4014 зростала, тоді як у гібрида ДКС 3972 натура також збільшувалась при зберіганні у силосах та насипом, але почала знижуватись, коли використовували полімерні рукави вже після першого місяця зберігання.

НУБІП України

За результатами досліджень, найвищий вміст білка був накопичений у зерні гібриду ДКС 4014 під час зберігання насипом у сховищі, тоді як найменший вміст білка був зафіксований у гібрида ДКС 3972 під час зберігання у полімерних рукавах. Крім того, в процесі зберігання білок в зерні у обох гібридів збільшувався порівняно з вихідними показниками.

НУБІП України

Підсумовуючи всі показники, можна стверджувати, що найкращі якісні показники кукурудзи, як до закладання, так і в процесі до 12 місяців зберігання, спостерігалися у гібрида ДКС 4014.

НУБІП України

Прогнози виробництву

НУБІП України

1. Гібрид кукурудзи ДКС 4014 проявив найкращі показники з урожайності та якості зерна під час тривалого зберігання.
2. Зерно кукурудзи після зберігання насипом у сховищах протягом шести до дев'яти місяців вирізнялося найвищими показниками якості.

НУБІП України

3. Для підвищення рентабельності виробництва кукурудзи, розумно реалізувати її після шести або дев'яти місяців зберігання в силосах або насипом у сховищах, коли ринкова ціна на зерно досягає свого піку і рентабельність становить від 94% до 102%.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Список використаних джерел

НУБІП України

1. Алімов Д. М. Технології виробництва продукції рослинництва / Д.М. Алімов, М. Я. Дмитришак, В.М. Гаврилук. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2008. – 1000 с.

2. Бананів І.Г. Рекомендації з отримання високих урожаїв / Аграрна наука. – 2007. – № 2. – С. 17–18.

НУБІП України

3. Вирощування кукурудзи за інтенсивною технологією. Мегадичні рекомендації. [С. П Танчик, С. М Каленська, В. А Мокрієнко, І. М Скалій]. – Київ НАУ – 2004 – 53с.

4. Гібриди та сорти кукурудзи /Уклад.:Є.М Лебідь,Б.В.Дзюбецький, В.С.

НУБІП України

Циков та ін. Відп. За вип. В.С. Циков ;Центр наук. Забезп. АПК Дніпропетр. Обл., Ін-т зернового господарства УАНІ.-Д., 2000.-19с

5. Задорожний І. М., Гаврилишин В. В. Товарознавство продовольчих товарів. Зерноборошняні товари: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Львівська комерційна академія. — Л. : Компакт ЛВ, 2004. — 304 с.)

НУБІП України

6. Каленська С.М. Системи сучасних інтенсивних технологій / С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, І.С. Поліщук, В.Д. Паламарчук / Навчальний посібник для ОКР «Магістр» – Вінниця.: ФОП Данилюк 2011. – 431с.

7. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання / [Д. Шпаар, К. Гінапп, Д. Дрегер, А. Захаренко, С. Каленська, та ін.]– К: Альфастевія ЛТД – 2009. – 396 с..

НУБІП України

8. Лихочвор В. В. Зерновиробництво / В. В Лихочвор, В. Ф. Петриченко, П. В. Івашук - Львів: НВФ «Українські технології», 2008. – 624с.

9. Лихочвор В. В. Мінеральні добрива та їх застосування/ В.В Лихочвор. – Львів: НВФ «Українські технології», 2008. – 312с.

10. Лихочвор В. В. Технологія вирощування сільськогосподарських культур:

НУБІП України

Рослинництво / В. Ф. Петриченко, П. Івашук, О. Корнійчук. Львів: НВФ «Українські технології», 2010. – 108с.

11. Мокрієнко В.А., Нідзельський В.А., Юник А.В. Вплив елементів інтенсивної технології вирощування на продуктивність нових гібридів кукурудзи // Матеріали наукової конференції молодих вчених. "Проблеми сучасного землекористування" 24 – 26 листопада 2003 р. – К.: ЕКМО, 2003. – С. 63.

12. Нормативна собівартість та ціни насільськогосподарську продукцію, ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві / [ред. Саблука П.Т., Мельника Ю.Ф., Зубця М.В.], Т. 2. – 2008. – 650 с.

13. Особливості сучасних світових технологій вирощування кукурудзи / [С. В. Кліщенко, О. Л. Зозуля, Л. М. Єрмакова, Р. Т. Івановська] – К: НАУ – 2006. с.120

14. Подпратов Г.І. Зберігання і переробка продукції рослинництва / Подпратов Г.І., Скалецька Л.Ф., Сеньков А.М. – К.: ЦНТКомпринт, 2010. – 495 с.

15. Подпратов Г.І. Післязбиральна доробка та зберігання продукції рослинництва / Г.І. Подпратов, Л.Ф. Скалецька, А.В. Бобер / Навчальний посібник. – К.: Центр інформаційних технологій, 2013. – 368 с.

16. Практичний посібник аграрія «Агроексперт» квітень – 2017 №4(33).

17. Практичний посібник аграрія «Агроексперт» листопад – 2017 №(40).

18. Практичний посібник аграрія «Агроексперт» грудень – 2017 № 12 (29).

19. Рослинництво: Підручник. / [С. М. Каленська, О. Я. Шевчук, М. Я. Дмитришак, О. М. Козяр, Г. І. Демидась, за редакцією О. Я. Шевчука] – К.: НАУ, 2005. – 502с.

20. Рекомендації з виробництва зерна кукурудзи за інтенсивною ресурсозберігаючою технологією / М.В.Зубець, В.П.Ситник, П.І.Коваленко, Ф.Ф. Адамець та ін. – К., 1999. – 15 с.

21. Сотченко В.С. Перспективы возделывания кукурузы для производства высокоэнергетических нормов // Кукуруза и сорго. - 2008. - №4. - С. 2-4.

22. Скалецька Л.Ф. Основи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва / Л. Ф. Скалецька, Г. І. Подпрятюв, О. В. Завадська. – К.: НАУ, 2006 – 245с.

23. Танчик С.П., Каленська С.М., Мокрієнко В.А., Скалій І.М. Вирощування кукурудзи за інтенсивною технологією / Методичні рекомендації. – К.: Видавничий центр НАУ, 2004. – 53 с.

24. Танчик С.П., Мокрієнко В.А. Як захистити посіви кукурудзи від бур'янів // Агросектор – 2007. – №2 (16). – С. 32–36.

25. Технологія вирощування та захисту кукурудзи: практичні рекомендації. / [С. М. Каленська, С. П. Танчик, О. Л. Зозуля, В. А. Мокрієнко, В. Л. Жемойда]. – К.: НАУ, 2006. – 28 с.

26. Томашевський М.В. Кукурудза. – К.: Урожай, 1988. – 288с.

27. Гордийчук А. Какие культуры предпочитают аграрии и почему / А. Гордийчук // Зерно. – 2012. - №11. С.28-31

28. Український журнал з питань агробізнесу «Пропозиція» 11-2017.

29. Українець А.І. Загальні технології харчових виробництв: підручник / Українець А.І., Калакура М.М., Романенко Л.Ф. та ін. – К.: Університет "Україна", 2010. – 814 с.

30. Харченко А.В. Програмування врожаїв сільськогосподарських культур – Суми: Університетська книга, 2003. – 295 с.

31. Циков В.С., Матюха Л.А. Интенсивная технология возделывания кукурудзы. – М., Агропромиздат, 1989. – 247с.

32. Чепеленко А. М. Стан та перспективи розвитку ринку зерна в Україні / А. М. Чепеленко. – Економіка АПК. № 6, 2016. – С. 28–32.

33. Шмиц Ш. Точный высеv – дело чести – Новое сельское хозяйство /Ш. Шмиц – 2004, №6, с.72-76

34. Шпаар Д. Кукурудза / Д. Шпар // Зерно. – 2012. - №9. – с.90-95

35. Шпаар Д. Кукурудза на капельном орошении / Д. Шпар // Зерно. – 2013. - №2. – С.58-61

36. Якунін О. П. Підвищення урожайності кукурудзи / О. П. Якунін // Хранення и переработка зерна, 2002, №6, с. 26-28

37. agro@impress-media.kiev.ua

38. <https://agrosience.com.ua/>

39. <http://agrotorg.net>

40. https://sedna-agro.com.ua/pro_kompaniy.html

41. agroscope.com.ua

42. agro.com.ua

43. <http://www.nibulon.com/data/zakupivlya-silgospprodukcii/istoriya-cin.html>

44. <https://superagronom.com/>

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України