

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.05-МКР 08.01.2024р.№18.С 93 ПЗ

КОСЕНЮКА ОЛЕКСАНДРА МИКОЛАЙОВИЧА

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

УДК 633.15:631.555.563

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного факультету

д. с.-г. наук, професор
_____ Коваленко В.П.
«___» _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

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

к. с.-г. н., проф.
_____ Подпрятів Г.І.
«___» _____ 2024р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «Оцінка товарних показників зерна кукурудзи та зміна їх в
процесі зберігання»**

Спеціальність **201 «Агрономія»**

Освітня програма **«Агрономія»**

Орієнтація освітньої програми: **освітньо-професійна**

**Гарант освітньої програми,
д. с.-г. н., професор**

_____ **Каленська С.М.**

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи,
к. с.- г. н., доцент**

_____ **Насіковський В. А.**

Виконав _____ **Косенюк О.М.**

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

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

к. с.-г. н., проф. _____ Подпрятів Г.І.
" _____ " _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ
РОБОТИ СТУДЕНТУ
КОСЕНЮКУ ОЛЕКСАНДРУ МИКОЛАЙОВИЧУ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 201 «Агрономія»
(код і назва)

Освітня програма «Агрономія»
(назва)

Орієнтації освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Оцінка товарних показників
зерна кукурудзи та зміна їх в процесі зберігання» затверджена наказом ректора
НУБіП України від «08.01.2024р. №18 С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 25.10.2024 р.

1. Вихідні дані до магістерської роботи: насіння гібридів кукурудзи
Сільверклауд 200, Мітинг 390, Староф 290, Вархол 300, Сканер 250,
Блекрок 340, вирощені в умовах підприємства "Ван Хоф Юкрейн ЛТД"
Згурівського району, Київської області.

2. Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- розглянути вплив умов та тривалості зберігання на якісні показники насіння кукурудзи;
- здійснити порівняльну оцінку якісних показників насіння кукурудзи на відповідність державних стандартів;
- дослідити придатність гібридів кукурудзи для зберігання;
- порівняти насіння гібридів кукурудзи за товарними та технологічними показниками до зберігання та після певних періодів зберігання;
- розрахувати економічну ефективність вирощування та зберігання насіння гібридів кукурудзи.

3. Перелік графічного матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми, формули.

Дата видачі завдання «02» вересня 2023р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Насіковський В.А.

Завдання прийняв до виконання _____ Косенюк О.М.

РЕФЕРАТ

Магістерська робота присвячена дослідженню якості зберігання насіння кукурудзи. Метою роботи було визначення фізичних та хімічних змін, що відбуваються з зерном під час зберігання, а також оцінка впливу різних умов зберігання на його показники якості. Дослідження проводилося на базі підприємства "Ван Хоф Юкрейн ЛТД", де було зібрано дані щодо первинної якості зерна різних гібридів кукурудзи на початку зберігання та протягом року.

У роботі детально описано методику проведення досліджень, зокрема визначення вологості зерна, вмісту білка, крохмалю, жиру, енергії проростання та схожості. Було проведено порівняльний аналіз гібридів кукурудзи за фізико-хімічними показниками якості та результатами їхнього зберігання.

Основними результатами дослідження стало виявлення змін вологості, білкових та крохмальних показників, а також зниження енергії проростання та схожості під час тривалого зберігання. Найбільш стійкими до зберігання виявилися гібриди з вищою масою 1000 зерен та більшою щільністю зерна.

Робота містить висновки щодо оптимальних умов зберігання кукурудзи для збереження її посівних якостей, а також рекомендації щодо подальшого покращення умов зберігання насіння.

Робота складається з вступу, 4-х розділів, висновків, рекомендації виробництву, робота має 69 сторінок. Перелік графічного матеріалу: 15 таблиць, 13 рисунків, 11 діаграм

Ключові слова: кукурудза, зберігання насіння, якість зерна, фізико-хімічні властивості, посівні якості.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Походження, значення та поширення кукурудзи.....	9
1.2 Ботанічна та біологічна характеристика кукурудзи	10
1.3 Вплив факторів вирощування на якість зерна кукурудзи.....	12
1.4 Технології післязбиральної доробки та зберігання зерна кукурудзи	16
РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	21
2.1 Місце проведення досліджень	21
2.1.1 Ґрунтові умови вирощування	22
2.1.2 Метеорологічні умови вирощування	24
2.2 Схема та методика проведення досліджень.....	28
2.2.1 Методика досліджень	29
2.2.2 Характеристика гібридів що досліджуються.....	30
2.2.3 Фізичні показники якості зерна кукурудзи	34
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	36
3.1 Аналіз первинної якості зерна досліджуваних гібридів кукурудзи	36
3.2 Зміна посівних якостей зерна гібридів	41
3.3 Біохімічний показник якості зерна кукурудзи	52
3.4 Кореляційно-регресійна залежність між досліджуваними показниками якості зерна	56
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ДОРОБКИ ТА ЗБЕРІГАННЯ КУКУРУДЗИ	62
ВИСНОВКИ.....	64
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	67

ВСТУП

Кукурудза (**Zea mays L.**) є однією з найважливіших зернових культур у світовому сільському господарстві, яка широко використовується як у харчовій, так і в кормовій промисловості. В умовах сучасного агровиробництва підвищується інтерес до досліджень, спрямованих на покращення якості зберігання зерна, оскільки саме цей етап визначає збереження його товарних та посівних якостей. Однією з ключових проблем під час зберігання зерна є зміни фізико-хімічних властивостей, що можуть негативно впливати на кінцеву якість продукції.

Актуальність теми зумовлена потребою у збереженні високих показників якості зерна кукурудзи протягом тривалого зберігання. Незалежно від умов вирощування, оптимальна організація процесу зберігання є вирішальною для збереження поживної цінності, енергії проростання та товарних характеристик зерна. Недостатнє забезпечення умов зберігання може призвести до втрати частини врожаю або зниження його якості, що, у свою чергу, може негативно вплинути на економічні показники господарств.

Мета даного дослідження — оцінити товарні показники зерна кукурудзи до і після зберігання, а також дослідити вплив різних умов зберігання на його фізико-хімічні характеристики. В ході роботи буде проведено аналіз змін основних показників якості зерна, таких як вологість, вміст білка, крохмалю, енергія проростання та схожість.

Завдання дослідження включають:

- аналіз літературних джерел щодо методик оцінки якості зерна під час зберігання;
- проведення досліджень змін товарних показників зерна кукурудзи в залежності від умов зберігання;
- оцінка впливу вологості, температури та інших факторів на якість зерна;
- розробка рекомендацій щодо покращення технологій зберігання зерна для збереження його товарних якостей.

Наукова новизна роботи полягає у виявленні ключових факторів, що впливають на якість зберігання зерна кукурудзи, та оцінці їхнього впливу на товарні показники продукції. Практичне значення дослідження полягає у розробці рекомендацій для аграріїв щодо покращення умов зберігання зерна з метою зменшення втрат якості та збільшення економічної вигоди.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Походження, значення та поширення кукурудзи

Стародавні фермери робили перші кроки у вирощуванні кукурудзи, коли вибирали, які зерна садити. Кукурудза походить від дикорослої трави під назвою теосинте, яка й сьогодні росте в Мексиці. Корінні американці вивезли кукурудзу вгору по річці Міссісіпі. Найперша рослина кукурудзи була дуже маленькою, але після періодів розведення корінними американцями, паломниками та вченими рослина кукурудзи перетворилася на кукурудзу, яку ми знаємо сьогодні. Корінні американці виявили, що кукурудза добре росте на ґрунті Айови, і її можна легко обробляти кістяними мотиками та дерев'яними копальними палицями. Сучасні фермери штату Айова виробляють бушель кукурудзи лише за шість хвилин людської праці. На кожен бушель корінні американці витрачали близько двадцяти годин людської праці. [1]

Кукурудза (**Zea mays L.**) — це злак, що належить до родини Poaceae, походженням з Америки. В Україні вона є однією з найважливіших культур, займаючи значну частину посівних площ. Це одна з ключових зернових культур українського сільського господарства, особливо в степових і лісостепових зонах. З огляду на це, отримання високоякісного насіння є надзвичайно важливим для забезпечення високих показників врожайності та якості продукції. [6]

Кукурудза була одомашнена з теосинту *Z.mays s ubsp. Parviglumis* приблизно 9000 років тому ймовірно, в регіоні Бальсас на південному заході Мексики. Найдавніші археологічні докази кукурудзи були знайдені в долині Теуакан, Мексика, і, за оцінками, приблизно 8700 років. Після одомашнення кукурудза поширилася по всій Америці, культивована корінними народами, що призвело до створення старозапильних старовинних сортів. [6]

Сучасна кукурудза в Сполучених Штатах і Канаді бере свій початок від 2 з цих місцевих сортів, Північних Флінтів і Південних Дентів, які схрещувалися, щоб утворити те, що зараз називається Кукурудзяний пояс Дентс. З середини до кінця 1800-х років почали культивувати відкритоzapильні сорти кукурудзи,

виведені з кукурудзяного поясу Дентс. На початку 1900-х років було запропоновано інбредно-гібридну концепцію, яка призвела до більшої одноманітності сортів без втрати сили і, як правило, вважається початком ери гібридної кукурудзи. До 1940-х років більшість посівів кукурудзи становили гібридні сорти, а не вільнозапильні сорти. [7, 16, 19]

На сьогодні кукурудзу вирощують у багатьох країнах Європи та Азії, що дозволяє їй займати провідні позиції серед зернових культур у світі. На територію країн СНД кукурудза вперше потрапила в Молдову, потім на південь України та Кавказ, але її поширення тривало повільно. Лише наприкінці ХІХ століття площі під її вирощування почали активно зростати. Після акліматизації на узбережжі Чорного моря, культура поширилася на північні та лісостепові райони України, і вже в 1916 році посівні площі кукурудзи на зерно сягнули 650,6 тис. га.

В Україні кукурудза почала активно поширюватися в другій половині ХХ століття. Виробництво культури поступово збільшувалося з 90-х років. Так, з 1995 року площа під посівами кукурудзи зросла з 1,2 млн. га до 3,5 млн. га у 2011 році. Спочатку основні площі для вирощування зернової культури були зосереджені в Сумській, Чернігівській, Дніпропетровській, Харківській, Черкаській та інших областях Центральної та Північної України, де існували найбільш сприятливі умови для отримання високих врожаїв. Після освоєння цих земель, для подальшого збільшення площ під кукурудзою виникла необхідність розширення на південні райони, де зараз зосереджені найбільші посіви культури на зрошуваних землях.

1.2 Ботанічна та біологічна характеристика кукурудзи

Кукурудза — це однорічна прямостояча рослина, яка зазвичай досягає 2-3 метрів у висоту, а іноді може виростати до 7 метрів. Рослина має одне головне стебло з вузлами та міжвузлями. В залежності від генетики та щільності посадки, іноді може утворювати 1 або 2 бічні гілки, які з'являються в нижніх пазухах листків. Вузли стебла поступово звужуються до верхівки рослини. [5]

Листя кукурудзи широкі, розташовані у двох вертикальних рядах по обидва боки стебла. Листкові пластини мають паралельні жилки з виразною середньою жилкою. Верхня частина листка є опушеною, а нижня залишається безволосою. Існують значні відмінності в кількості, розмірах та орієнтації листків між різними сортами: середньо-кліматичні гібриди формують приблизно 15 листків, тоді як тропічні гібриди можуть мати до 48. Стебла та листя зазвичай зеленого кольору, проте накопичення антоціанів може надавати їм фіолетового або червонувато-коричневого забарвлення. [5,18]

Кукурудза є однодомною рослиною з роздільними чоловічими та жіночими квітками на одній рослині. Чоловічі квітки називаються китицями, а жіночі — колосками. Колосок оточений спеціальними листками, відомими як лущиння, яке відрізняється від листя на стеблі і захищає колосок, що розвивається. Качан складається з міцного стрижня, на якому розташовані ряди суцвіть, кожна з яких містить одну яйцеклітину. З кожної квіточки виходить довга нитка — шовк, який допомагає захоплювати пилок. Колір шовку може варіюватися від зеленого до червоного, а після пошкодження стає коричневим через окислення фенольних сполук. [15]

Чоловічі квітки — китиці — це гілкові структури, розташовані на верхівці рослини. Пильовики можуть мати жовтий, фіолетовий або червоний колір. Після запліднення яйцеклітина перетворюється на зерно. [15]

Колір зерен і качанів може варіюватися залежно від сорту. Качани можуть бути білими, червоними, фіолетовими або коричневими. Шкірка зерна може бути безбарвною, червоною, фіолетовою або коричневою. Алейроновий шар може бути синім, фіолетовим, білим або жовтим, в залежності від присутності антоціанів або каротиноїдів. Унікальні фізико-хімічні властивості дозволяють виділяти різні типи кукурудзи: дент, кремій, борошно, попкорн і солодку кукурудзу. [11]

Коренева система кукурудзи є сезонною і включає надземні корені, які починаються на 2-3 міжвузлях вище поверхні ґрунту. Головні корені можуть проникати до 2 метрів вертикально і до 1,2 метрів горизонтально [18].

Цвітіння зазвичай відбувається приблизно через 60 днів після появи сходів, а дозрівання врожаю завершується через 80-120 днів, хоча це залежить від широти та середовища. Кукурудза досягає фізіологічної зрілості, коли між зерном і тканиною качана утворюється зона опади (чорне шарування), як правило, коли вологість зерна становить 31-33 %.. Вологість зерна має важливе значення для визначення терміну збирання. Збирання зерна з вологістю понад 28% може призвести до отримання зерна низької якості; високоякісне продовольче зерно може знадобитися збирати, коли вологість зерна становить 20-22%. [13, 14]

1.3 Вплив факторів вирощування на якість зерна кукурудзи

Кукурудза — це злакова культура С4 типу, яка найкраще росте в теплому субвологодому кліматі з високим рівнем опадів (600–1500 мм) та тривалими світловими днями. Цю культуру можна вирощувати в тропічних і помірно теплих зонах, в основному між 40 градусами південної широти в Чилі та Аргентині і 58 градусами північної широти в Канаді та Росії на різних висотах. [2]

Кукурудза адаптована до різних типів ґрунтів, від піщаних до важких глинистих, але найкраще росте на добре структурованих ґрунтах середньої текстури (супіски до суглинків). Зазвичай її вирощують на слабокислих або нейтральних ґрунтах (рН 5,5-7). Для проростання насіння і появи сходів потрібна температура ґрунту не нижче 10°C, тоді як оптимальною для проростання є температура не менше 18°C. Для максимального росту рослин необхідні ще більш високі температури (30-33°C). [3, 17]

Кукурудза чутлива до посухи, особливо під час цвітіння, хоча може тимчасово витримувати сухі умови. Заморозки можуть призвести до втрати всього врожаю. [17]

Загалом, кукурудза не здатна до тривалого розмноження поза межами контрольованого вирощування і не є інвазивною для природних екосистем, проте може випадково з'являтися в культурних угіддях або рости на

необроблених полях і в порушених середовищах (наприклад, на узбіччях доріг, навколо зернових елеваторів і на перелогах). [3]

Коли відбувається перехід квітки (тобто перехід від вегетативного до репродуктивного росту), верхівкова меристема пагона переходить у верхівкову меристему суцвіття, яка генерує китицю. Розвиток китиці починається з апікальної меристеми суцвіття, яка виробляє серію бічних меристем; перші кілька називаються гілковими меристемами і відповідають за формування основних гілок китиці. Подальші бічні меристеми (далі віддалені від вегетативного пагона) утворюють парні меристеми колосків, які також можуть утворюватися на меристемах гілок.. Кожна пара меристем колоска виробляє коротку гілку з двома меристемами колоска, причому кожна меристема колоска виробляє первісну луску та утворює 2 меристеми квітки (верхню та нижню). Кожна квіткова меристема виробляє квіткові органи (палея, 2 лодикули, 3 тичинки, 1 маточка) і підтримується лемою Розвиток маточки припиняється і в результаті утворюється недосконале чоловіче суцвіття. [10]

Більшість пахвових меристем залишатимуться в стані спокою; проте деякі з нижніх можуть давати початок румпелям, а деякі з верхніх дадуть початок ініціалам колоса. Колосся виникають з пазушних меристем, які перейшли в меристеми суцвіття, а потім розвинулися в ініціали колоса через повторюваний процес ініціації меристем і диференціювання органів. Кожна пара меристем колоска започаткує меристему колоска і сама стане меристемою колоска. Кожна меристема колоска потім ініціює квіткову меристему і сама стає квітковою меристемою. Тривалість і швидкість повторюваного процесу ініціації меристемної пари колосків визначають кількість квіток на початковому зрілому колосі, з деякими доказами того, що генотипи з пізнішим цвітінням розвивають більше квіток на ряд. Кожне суцвіття оточене модифікованими оболонками (званими лущинням), які діють як захисний покрив. Колосся починають розвиток шовку з їх яйцеклітин. Розвиток шовку починається біля основи вуха і просувається до кінчика вуха протягом кількох днів. [10]

Зазвичай відбувається синхронність між осипанням пилку та шовковистістю, що призводить до високого зав'язування ядра. Однак сильний стрес рослин, такий як посуха, може затримати шовковистість і зменшити виробництво пилкових зерен. Інтервал між осипанням пилку та появою шовку називають інтервалом антезису-шовку. Пилок виділяється безперервно протягом тижня або більше, вивільняючи приблизно 10 мільйонів пилкових зерен з кожної китиці кукурудзи. Пилок може легко вивільнитися (наприклад, у відповідь на вібрацію або слабкий вітер) і розсіюватися на короткі відстані до 30 метрів. Після звільнення від китиці життєздатність пилку знижується. У деяких випадках горизонтальні вітри дозволяють пилку розсіюватися на кілька сотень метрів. Пилкові зерна падають з китиць (антезис) на шовкову оболонку вух, яка вкрита липкими волосками, які захоплюють пилкові зерна.). Пилкові зерна негайно проростають, простягаючи пилкову трубку в шовкову нитку, передаючи генетичний матеріал жіночій яйцеклітині для запліднення. [4, 16]

Для вирощування кукурудзи потрібне добре підготовлене посівне ложе. Рядки кукурудзи зазвичай висівають на відстані від 38 до 96 сантиметрів (см) один від одного, на глибину насіння від 4 до 7,5 см. Посадка насіння на глибину менше 3 см може призвести до менш сприятливого розташування точки росту та перших вузлових коренів, що, можливо, призведе до синдрому безкорінної кукурудзи та схилить насіння до пошкодження гербіцидом. Крім того, якщо посадити занадто мілко, кукурудза буде більш сприйнятливою до поганого укорінення на грубозернистих ґрунтах, які швидко висихають. Навпаки, глибша посадка, особливо на початку сезону, коли ґрунт холодний, може значно затримати появу сходів порівняно з посадкою на глибину від 3 до 5 днів.

Теплові одиниці кукурудзи (CHU) можуть описувати накопичення теплових одиниць вище базової температури в регіоні протягом вегетаційного періоду та потреби в теплі певного сорту кукурудзи. В Онтаріо середня кількість CHU у вегетаційний період коливається від <2500 у північних регіонах вирощування до ~3500 у південно-західному Онтаріо. Найвищий

урожай дає кукурудза, висаджена наприкінці квітня до середини травня в Онтаріо. [12]

Зазвичай добрива вносять у ґрунт перед посадкою кукурудзи. Азот також можна вносити як підгодівлю шляхом поверхневого або підповерхневого розміщення поблизу або між рядами рослин. Кукурудза добре реагує на внесення добрив; норми залежать від сезонної доступності ґрунтової вологи, вибору сорту та умов навколишнього середовища. Більшість азоту зазвичай вноситься навесні, перед посівом, перед сходами або під час бокового підживлення до того, як кукурудза досягне 30 см у висоту. Осіннє внесення не рекомендується через можливість великих втрат добрив. [14]

ОМАFRA щорічно публікує Посібник із захисту польових культур, у якому рекомендовано федерально зареєстровані інсектициди та фунгіциди для використання на кукурудзі. Для боротьби з бур'янами на кукурудзі можна використовувати широкий спектр гербіцидів. ОМАFRA щорічно публікує Посібник із боротьби з бур'янами, у якому рекомендовано федерально зареєстровані гербіциди для використання на кукурудзі.

Vt кукурудзу зазвичай висаджують з профілактичною метою для боротьби з комахами. У 2015 році в Канаді гібриди Vt кукурудзи були висаджені на 3,1 мільйона акрів, що становить 85,8% від загальної кількості акрів кукурудзи.. Комахи-шкідники, що розвивають стійкість до білків Vt, експресованих у кукурудзі, викликали занепокоєння після комерційного випуску Vt кукурудзи. CFIA вимагала плани управління стійкістю до комах, щоб затримати еволюцію резистентності до білків Vt європейського кукурудзяного метелика та кукурудзяного черв'яка. Стійкість кукурудзяного хробака до білків Vt підтверджено до багатьох білків Vt, включаючи Cry3Bb1, mCry3a Cry34/35Ab1. Одна із стійких стратегій управління полягає у вирощуванні певного відсотка кукурудзи-притулку, яка не виражає ознаки Vt, або розміщуючи її на Vt-кукурудзяному полі, або висаджуючи на окремих полях, або на структурованих ділянках у межах Vt-кукурудзяного поля. [8, 9]

1.4 Технології післязбиральної доробки та зберігання зерна кукурудзи

Зернова маса, яка збирається під час жнив, складається не лише із зерна, але й з різноманітних домішок органічного та мінерального походження. Особливо небажаними є частинки листя і стебел бур'янів, які зазвичай мають високу вологість. Таке зерно є нестійким під час зберігання, і вже через одну-дві доби можуть розпочатися процеси гідролізу, що негативно впливають на його якість і призводять до втрат урожаю. [30]

Для надійного зберігання зерна і мінімізації втрат його кількості та якості проводиться спеціальна технологічна підготовка зернової маси. Вона включає:

- підготовку току та сховищ для приймання зерна нового врожаю;
- точне визначення якості зерна, яке надходить з поля;
- організацію очищення, сушіння чи охолодження;
- за необхідності, організацію хімічної консервації;
- боротьбу зі шкідниками і хворобами;
- контроль за якістю проведених процесів та зберігання.

Кожна партія зернової маси, що надходить на тік, проходить аналіз за вологістю, смітністю та вмістом домішок для визначення режиму післязбиральної доробки.

Сушіння зерна кукурудзи має свої особливості через порівняно низьку здатність до віддачі вологи у порівнянні з іншими зерновими культурами. Різні сорти кукурудзи мають різну інтенсивність вологообміну, що залежить від розмірів зерен, їх форми, будови і хімічного складу. Питома поверхня випаровування зерна кукурудзи є приблизно вдвічі меншою, ніж у пшениці, а щільна оболонка зерен ускладнює процес випаровування вологи. Волога надходить в основному через зародок і розподіляється нерівномірно, що під час сушіння створює неоднакові внутрішні напруження, призводячи до появи тріщин в ендоспермі. [30]

Стрижні качанів кукурудзи завжди більш вологі, ніж зерно, але під час сушіння вони швидше випаровують вологу. Качани кукурудзи зазвичай сушать в нерухомому шарі, очищені від обгорток, що сприяє циркуляції повітря. Існує

кілька методів сушіння насінневої кукурудзи, включаючи використання камерних сушарок, засіків, майданчиків, навісів, активного вентилявання та інших. [35]

Після сушіння качани залишають у камері на деякий час для перерозподілу вологи та вирівнювання вологості, адже негайне охолодження може спричинити тріщини у зернах. Важливо, щоб висота насипу кукурудзи забезпечувала максимальну ефективність використання повітря без непродувних зон. [21]

Для рівномірного сушіння качанів необхідно враховувати відстань між отворами для виходу повітря, яка має становити 0,5-0,6 м. Під час завантаження качанів слід уникати їх обвалення та накопичення зерна в різних частинах насипу, що може уповільнити рух повітря. Охолодження і вентилявання качанів сприяють збереженню їхньої якості. [21, 35]

Кукурудзу зберігають за трьома основними режимами: у сухому стані (з вологістю, близькою до критичної), в охоложеному стані (при зниженій температурі, що гальмує життєві функції зернової маси) або без доступу повітря. Хімічне консервування також використовується для зберігання зерна, зокрема обробка органічними кислотами для запобігання біологічному псуванню. [29]

Зерно різних типів кукурудзи зберігається по-різному через особливості його будови. Наприклад, зубоподібна кукурудза є менш стійкою до зовнішніх факторів і грибкових захворювань, тоді як кремениста кукурудза є більш стійкою. Особливу увагу приділяють зберіганню кукурудзи, вирощеної без застосування пестицидів, яка призначена для дитячого харчування. [29]

Основними факторами, що впливають на зберігання кукурудзи, є вологість та температура. Їх поєднання визначає інтенсивність процесів у зерні та качанах, а також строки їх безпечного зберігання. Знання цих строків важливе для організації обробки кукурудзи під час зберігання. [25]

Зерно кукурудзи зберігається окремо за рівнем вологості: сухе (до 14%), середньої сухості (до 15,5%), вологе (15,6-17%) і сире (понад 17%). Для сухого

зерна висота насипу не обмежена, але зерно середньої сухості в теплу пору року слід зберігати у насипі не вище 2-2,5 м. При тривалому зберіганні зерна його охолоджують і закладають з вологістю не більше 14%. [21]

Зерно з підвищеною вологістю можна зберігати у добре провітрюваних приміщеннях з активним вентиляванням або на відкритих майданчиках з поступовим використанням на корм. Така кукурудза має на 20-30% вищу поживну цінність у порівнянні з зерном, яке сушилося термічним способом.

Обробка та зберігання насінневого матеріалу включає очищення, сортування, термічне сушіння, обмолот, очищення, калібрування, обробку протруйниками і упаковку. Кількість і режим операцій залежать від типу гібридів і батьківських форм.[25]

1.5 Фізіологічні та біологічні зміни, що відбуваються у зерні під час зберігання

Якість свіжозібраного зерна значною мірою залежить від умов його дозрівання, рівня стиглості та вмісту вологи під час збирання і подальшого зберігання. Свіжозібране зерно відрізняється нерівномірною вологістю та стиглістю, характеризується високою фізіолого-біохімічною та мікробіологічною активністю, зниженою енергією проростання та схожістю, а також поганими технологічними властивостями, що робить його нестійким до тривалого зберігання.

Зернова маса є складною біологічною системою, яка об'єднує живі організми з подібними вимогами до умов існування. Процеси, що відбуваються у зерновій масі через життєдіяльність її компонентів (зерно, насіння культурних рослин, насіння бур'янів, мікроорганізми, комахи, кліщі), відомі як фізіологічні процеси.

Під час зберігання зерно продовжує дихати, дозрівати та проростати. Ці процеси мають велике практичне значення, оскільки їхнє регулювання дозволяє зберігати зерно, зменшуючи втрати сухої речовини. [29]

Термін, протягом якого зерно та насіння зберігають свої основні якості, такі як посівні, технологічні та харчові властивості, називається довговічністю. Існують три основні види довговічності: біологічна, господарська та технологічна.

Біологічна довговічність стосується того часу, протягом якого хоча б частина насіння у партії зберігає здатність до проростання. Господарська довговічність є важливою для практики, оскільки визначає період, протягом якого схожість зерна залишається на кондиційному рівні, що відповідає державним стандартам. Технологічна довговічність стосується товарних партій зерна і визначає термін, протягом якого зерно зберігає свої технологічні властивості для використання в харчовій, фуражній чи технічній галузі.[21]

Залежно від біологічної довговічності насіння, всі рослини поділяються на мікро-, мезо- та макробіотики. Мікробіотики зберігають схожість кілька днів до трьох років, мезобіотики — від трьох до п'ятнадцяти років, а макробіотики можуть зберігати схожість від п'ятнадцяти до ста років. Більшість сільськогосподарських рослин належить до мезобіотиків і може зберігати свою схожість протягом п'яти-десяти років за відповідних умов. Найдовговічнішим є насіння бобових, вівса, сорго та пшениці, тоді як насіння ячменю, кукурудзи є менш довговічним, а жито і просо — найменш довговічним. [32]

Основною причиною зниження життєздатності насіння при тривалому зберіганні є поступова деградація хроматину в клітинному ядрі, що призводить до порушення процесів поділу клітин. Дослідження цієї проблеми тривають і на сьогодні.

Правильне зберігання зерна протягом кількох тижнів дозволяє йому досягти нормального стану. Процеси, що відбуваються у зерні та насінні під час зберігання, які покращують його посівні та технологічні якості, називають післязбиральним дозріванням. Цей процес характеризується підвищенням схожості та зниженням інтенсивності дихання. [32]

Дослідження показали, що внаслідок складних біохімічних процесів у зерні змінюється його хімічний склад, зменшується активність ферментів,

низькомолекулярні сполуки перетворюються на більш складні, знижується вміст цукрів та небілкових азотистих речовин, тоді як збільшується вміст білків, крохмалю та жирів. Це призводить до покращення технологічних і посівних властивостей зерна.

Доведено, що післязбиральне дозрівання можливе тільки за умови, що процеси синтезу у зерні переважають над процесами гідролізу, а вологість зерна нижча або знаходиться в межах критичного рівня. Якщо вологість зерна перевищує критичний рівень, процеси гідролізу переважають над синтезом, і якість зерна погіршується.

Основними факторами, що сприяють післязбиральному дозріванню, є сухість зерна, доступ повітря та підвищена температура. За сприятливих умов зберігання процеси післязбирального дозрівання пшениці тривають 1-1,5 місяця, жита — 10-15 діб, вівса — 20 діб, ячменю — 6-8 місяців. Насіння олійних культур також має період післязбирального дозрівання, а насіння кукурудзи стає фізіологічно повноцінним одразу після сушіння. [31]

РОЗДІЛ 2. УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Місце проведення досліджень

ТОВ «Ван Хоф Юкрейн ЛТД» є одним із провідних аграрних підприємств Київської області, розташованим у Згурівському районі, селі Пасківщина. Підприємство спеціалізується на вирощуванні зернових та технічних культур, а також надання комплексних аграрних послуг для фермерів регіону.

Господарство ТОВ «Ван Хоф Юкрейн ЛТД» займає 4250 гектарів родючих земель.

Компанія постійно розширює свою земельну базу, інвестуючи в нові технології та модернізацію обладнання для підвищення ефективності виробництва. Географічне розташування господарства в селі Пасківщина забезпечує зручний доступ до основних транспортних артерій, що полегшує логістику та транспортування продукції до ринків збуту. Відстань до адміністративного центру району становить приблизно 25 км, а до столиці України, міста Києва, – близько 80 км.

Кліматичні умови регіону помірно-континентальні, що створює сприятливі умови для вирощування широкого спектру сільськогосподарських культур. Середньорічна температура повітря коливається близько +8...+10°C, з теплим літом та помірно холодною зимою. Достатня кількість опадів сприяє збереженню вологості ґрунтів, що є важливим фактором для аграрного виробництва. Територія господарства характеризується родючими чорноземами, які є одними з найкращих ґрунтів для сільського господарства в Україні. Глибокі та добре дреновані ґрунти сприяють високій продуктивності вирощуваних культур та ефективності агротехнологій.

Основними напрямками діяльності підприємства є вирощування таких зернових культур, як пшениця, ячмінь, жито та овес, а також технічних культур, таких як соняшник, кукурудза, соя. Крім цього, компанія надає аграрні послуги, включаючи підготовку ґрунтів, сівбу та посівні роботи, внесення добрив та захист рослин, а також збір та зберігання врожаю. ТОВ «Ван Хоф Юкрейн ЛТД» активно впроваджує сучасні агротехнології та системи

зрошення, використовує екологічно чисті методи вирощування, що сприяє сталому розвитку та підвищенню якості продукції.

Інфраструктура підприємства включає сучасну техніку, таку як комбайни, трактори, сівалки та інші необхідні агрегати для ефективного ведення сільськогосподарських робіт. Також підприємство обладнане власними складами та зерносховищами для зберігання врожаю, що забезпечує збереження якості продукції до моменту її реалізації.

ТОВ «Ван Хоф Юкрейн ЛТД» розташоване в регіоні з багатою флорою та фауною, що дозволяє використовувати природні ресурси для підтримки екологічної безпеки та сталого розвитку господарства. Близькість до лісів та водойм сприяє застосуванню екологічно чистих методів вирощування та захисту рослин, що відповідає сучасним вимогам аграрного бізнесу.

2.1.1 Ґрунтові умови вирощування

Територія розташована на території давньої однорівневої терраси річки Дніпро. Рельєф цієї області слабохвилястий, місцями плоскогірним виглядом без ям та балок, з достатньо розвиненим мезорельєфом та мікрорельєфом.

Ґрунтові води знаходяться на глибині 5-7 метрів, що має мінімальний вплив на формування ґрунтів. Основним джерелом зволоження верхнього шару ґрунту є атмосферні опади.

Основними ґрунтотвірними породами в Лісостеповій зоні є ліси та лісовидні суглинки, які відрізняються за механічним складом. Ці породи відзначаються високою карбонатністю. Кальцій у породах сприяв закріпленню органічної маси в ґрунтах, яка розкладається, утворюючи гумусові сполуки. Внаслідок цього на лісовидних суглинках формуються чорноземні ґрунти, збагачені гумусом та мають високу агрономічну цінність. У північній та північно-західній частинах Лісостепу лісові та лісовидні суглинки є крупнопилуватими та легкими. У центральній частині ці породи представлені крупнопилуватими та пилуватими середніми суглинками, а в південній частині

– пилюватими важкими. Лісовидні породи річкових террас складаються з грубопилюватих легких суглинків, а біля піщаних арен зустрічаються супіски.

Хімічний і механічний склад лісів змінюється в напрямку на південний схід. Зі збільшенням механічного складу лісів зростає вміст півтораоксидів, а кількість кремнієксолоти зменшується.

Ґрунт дослідної ділянки – темно-сірий опідзолений на лісовидних суглинках. Темно-сірі опідзолені ґрунти розташовані невеликими ділянками серед сірих опідзолених ґрунтів та чорноземів опідзолених. Вони сформувалися переважно в умовах зріджених освітлених дубових лісів з добре розвинутим трав'янистим покриттям. За своїми властивостями та ознаками ці ґрунти нагадують чорноземи.

Будова профілю темно-сірого опідзоленого крупнопилювато-легкосуглинкового ґрунту на лісі:



- **He – 0 – 37 см:** гумусовий, добре елювіяний шар, темно-сірий, свіжий, важкосуглинковий, не щільний.
- **Hl – 38 – 68 см:** ілювіальний шар, гумусовий, буроватосірий, свіжий, дрібногоріхуватий, щільний, грані окремих грудочок мають сліди SiO_2 ; перехід чіткий.
- **I – 69 – 105 см:** ілювіальний шар, коричнево-бурий, свіжий, легкосуглинковий, має горіхувато-призматичну структуру, дуже щільний, зустрічаються кротовини, перехід чіткий.
- **Pi – 106 – 200 см:** слабо ілювіаційний шар, буроватопалевий колір, вологий, легкглинний, має грудочкувато-призматичну структуру, перехід різкий.
- **Pk – 126 – 200 см:** буроватопалевий, глиняний карбонатний лес.

Рис 2.1. Темно-сірий опідзолений ґрунт.

Таблиця 2.1

Агрохімічні та фізико-хімічні показники темно-сірого опідзоленого ґрунту на лісовидних суглинках

Показники	Глибина відбору зразків, см	
	0-25	25-50
pH KCl	6,2	5,7
Вміст гумусу, % за Тюріним	2,6	2,5
Ємність поглинання, мг-екв./100г	28,5	23,8
Ступінь насичення основами, %	85	86
N л.-г., мг/кг за Тюріним-Коновою	36,5	19
P ₂ O ₅ мг/кг за Кірсановим	310	205
K ₂ O мг/кг за Кірсановим	340	275

Ґрунт дослідної ділянки (табл. 2.1) характеризується високою забезпеченістю рухомими сполуками фосфору та калію. В цілому, темно-сірий опідзолений ґрунт має сприятливі агрофізичні властивості та високу природну родючість. Бал бонітету ґрунту становить 59 балів.

2.1.2 Метеорологічні умови вирощування

Клімат регіону характеризується помірно-континентальним типом, з м'якими зимами, що тривають довго і відносно теплі (середня температура січня близько -6°C), та теплим, вологим літом (середня температура липня складає приблизно $+19,3^{\circ}\text{C}$). Оподи достатні, а перехід між сезонами відбувається поступово. Середньорічна температура повітря варіюється від 6 до 7°C , а за вегетаційний період вона досягає $15,8^{\circ}\text{C}$. Сума активних температур перебуває в межах від 2480 до 2700°C . Вегетаційний період триває від 198 до 204 днів. Максимальні температури можуть досягати $+35$ до $+37^{\circ}\text{C}$ у липні. Загальна щорічна кількість опадів становить приблизно 650 мм, з яких 40%

припадає на літні місяці. Найбільша кількість опадів випадає у липні (88 мм), а найменша — у жовтні (35 мм). Протягом вегетаційного періоду випадає близько 270-290 мм атмосферних опадів, що забезпечує достатнє зволоження рослин. Згідно з даними Бориспільської метеостанції (табл.2), у 2023 році були зафіксовані наступні погодні умови

Таблиця 2.2

Основні метеорологічні показники за 2023р

Місяць	Температура Норма (°C)	Температура 2023 (°C)	Опади Норма (мм)	Опади 2023 (мм)
Січень	-5,6	-4,7	47	39
Лютий	-4	-0,4	45	13
Березень	0,8	6,9	38	15
Квітень	8,3	10,2	50	25
Травень	15	16,7	52	120
Червень	17,9	18	72	40
Липень	19,1	21,9	87	60
Серпень	18,4	21,1	68	35
Вересень	13,6	15	46	30
Жовтень	8	7,6	34	20
Листопад	2	1,6	50	12
Грудень	-2,2	-2	51	27
Рік	7,3	9,3	645	356

Згідно з даними таблиці, у 2023 році середні температури в більшості місяців були вищими за нормальні показники. Наприклад, у березні температура підвищилася з 0,8°C до 6,9°C, а у липні досягла 21,9°C замість нормальних 19,1°C. Це свідчить про тепліший рік у порівнянні зі стандартними умовами. Щодо опадів, то в весняно-літній період спостерігалось значне зменшення кількості опадів. Особливо це помітно у травні, коли опади склали лише 120 мм замість норми в 52 мм, та в серпні з 35 мм замість 68 мм. Загальна річна кількість опадів також зменшилася до 356 мм порівняно зі середньобогаторічною нормою в 645 мм. Це може призвести до посушливих умов у весняно-літній період, що може вплинути на сільське господарство та екологічний баланс регіону. Високі температури разом зі зменшенням опадів

створюють сприятливі умови для сухої погоди, що може викликати стрес у рослинності та збільшити ризик пожеж.

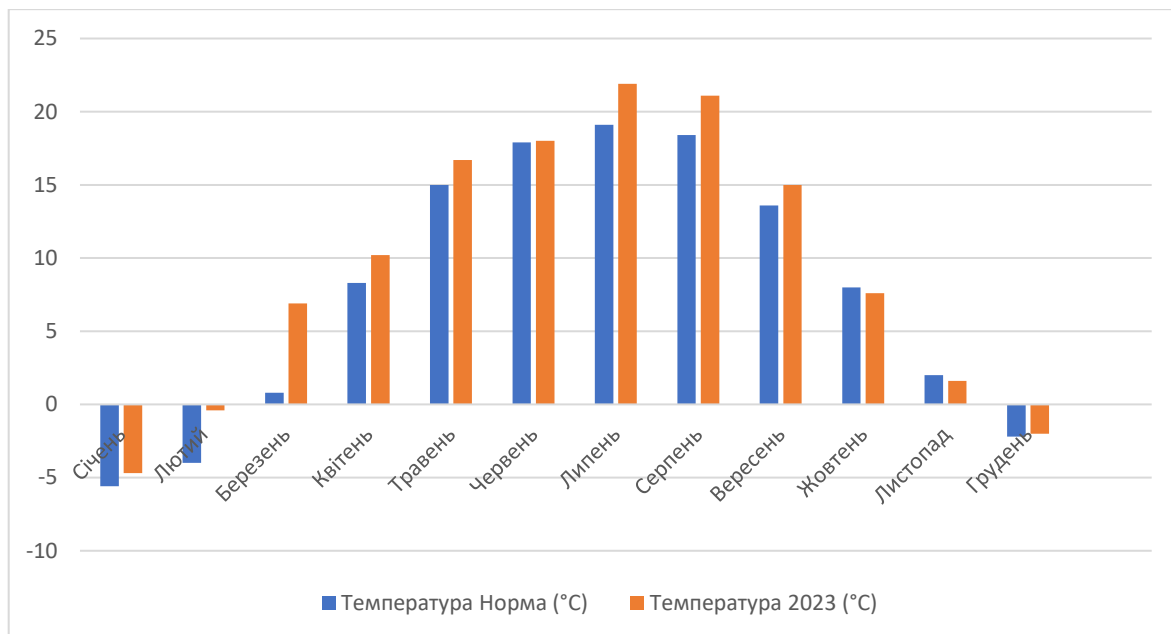


Рис. 2.2 Порівняльна діаграма температурних показників, визначеної норми та фактичними у 2023р.

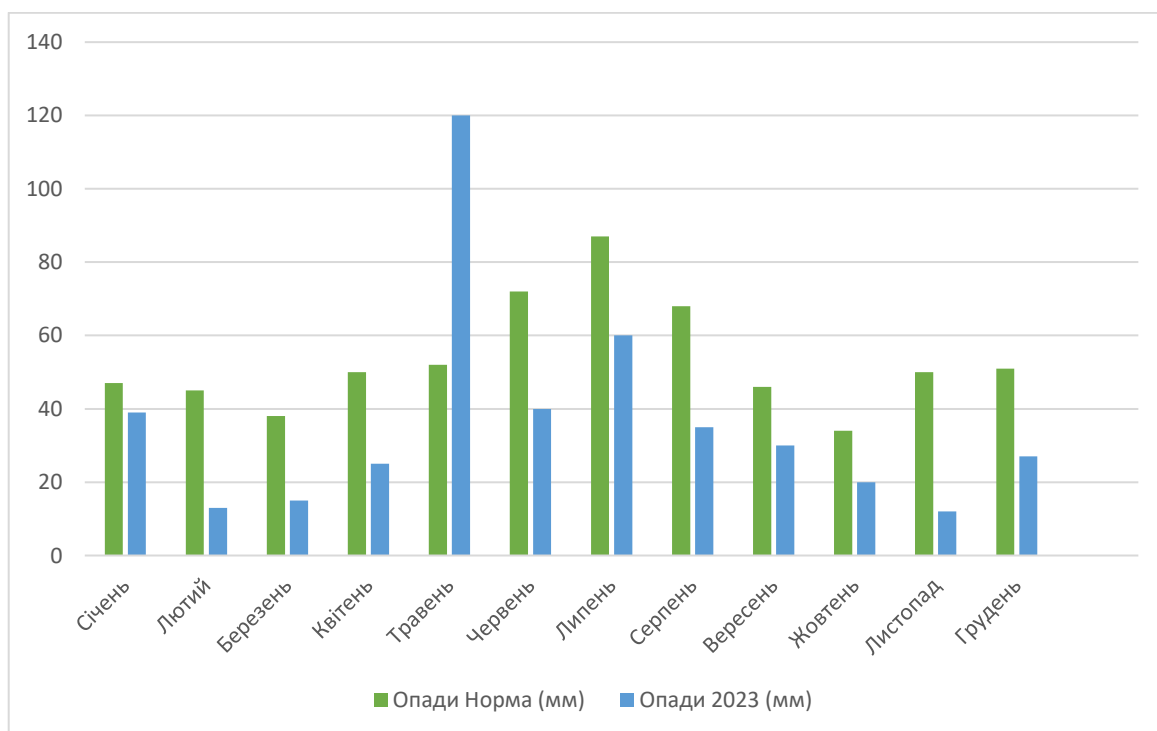


Рис. 2.3 Порівняльна діаграма опадів, визначеної норми та фактичними у 2023р.

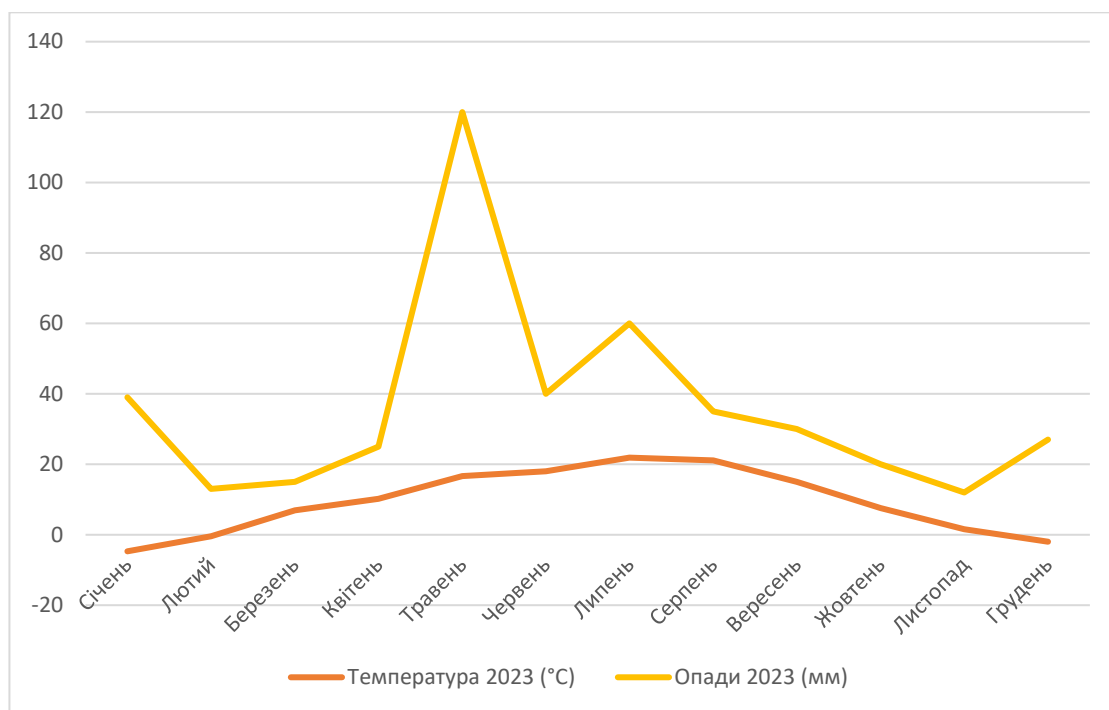
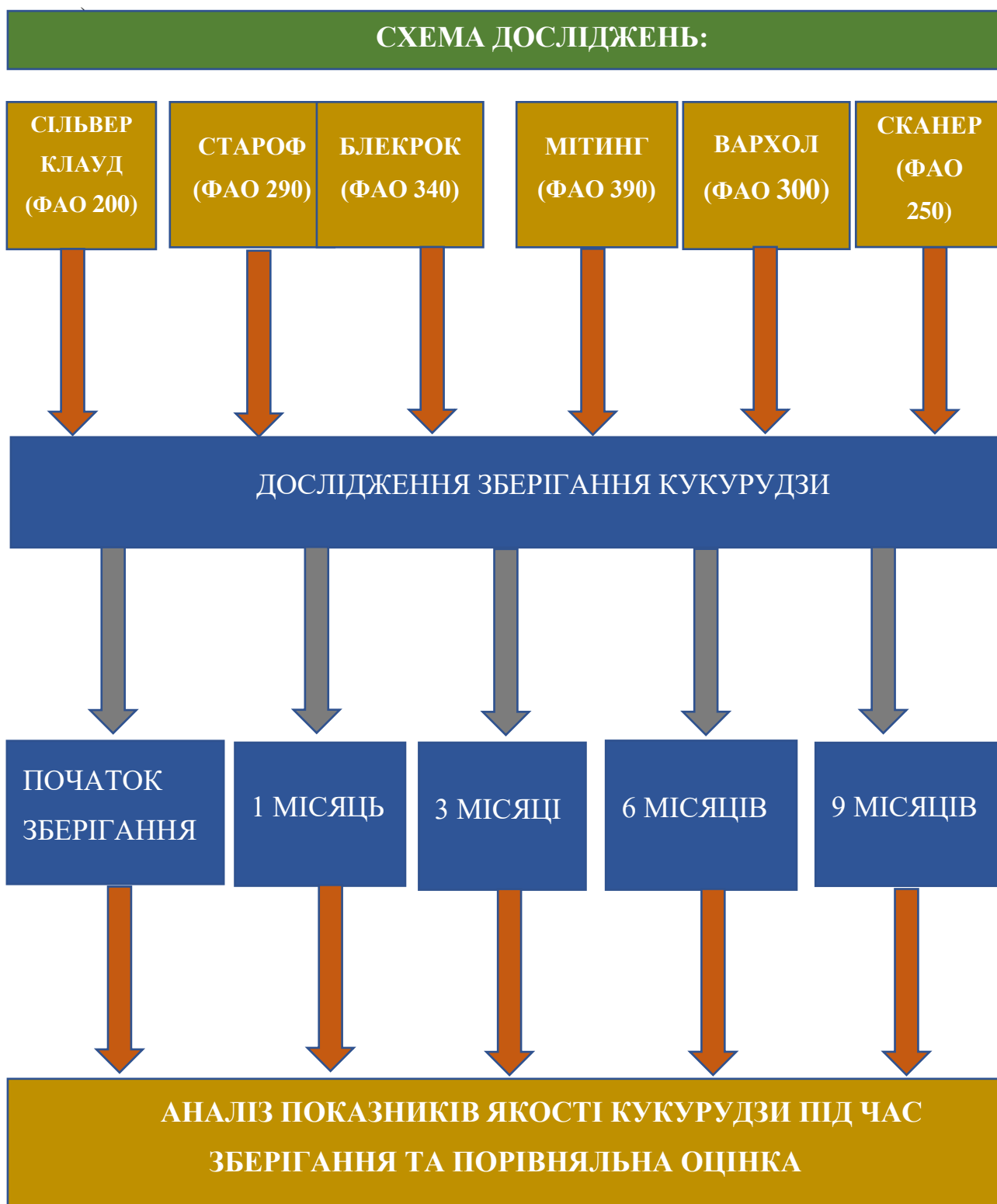


Рис. 2.4 Температура та кількість опадів у 2023 році

2.2 Схеми та методика проведення досліджень



2.2.1 Методика досліджень

Фізико-хімічні дослідження здійснювалися за загальноприйнятими методиками, що використовуються для оцінки якості зерна та продуктів його переробки. Технологічні дослідження виконували відповідно до методик, затверджених Державним центром сертифікації та оцінки якості сортів рослин. Всі показники якості дослідних зразків оцінювалися за стандартними методами. Усі дослідні були повторені двічі для точності результатів.

У дослідженнях застосовувалися добре відомі та широко використовувані у виробничій практиці і наукових досліджах методи оцінки якості, що регламентовані чинними нормативно-технічними документами.

Під час досліджень використовувалися такі стандарти: ДСТУ 4525:2006 – кукурудза, технічні умови; ДСТУ ISO 13690-2003 – зернові та бобові культури, відбір проб; ДСТУ ISO 7302-2003 – зерно і зернові продукти, визначення загального вмісту жиру; ДСТУ 4138-2002 – методи визначення якості насіння сільськогосподарських культур; ДСТУ ISO 712:2007 – визначення вологості зерна і зернопродуктів; та інші чинні ГОСТи.

Методики дослідження: Вологість визначали, попередньо підсушуючи зерно з вологістю понад 17%. Для цього відбирали 20 г зразка, сушили в сушильній шафі при температурі 105°C від 15 до 40 хвилин, залежно від вологості. Потім зерно охолоджували, зважували, розмелювали і визначали вологість таким же чином, як і для зразків з вологістю нижче 17%. Після висушування результат виводили за формулами для зерна з різною початковою вологістю. Зерно з вологістю до 17% розмелювали одразу.

Для дослідження вологості зерна та стрижнів кукурудзи (в качанах) використовували середні проби. Вологість зерна і стрижнів визначали окремо, застосовуючи електровологоміри, або безпосередньо шляхом висушування проб.

Масу 1000 зерен визначали за стандартною методикою: відбирали дві повторності по 500 насінин, зважували кожну, визначали середню масу, а різниця між повторностями не повинна була перевищувати 3%.

Натуру зерна визначали за допомогою літрової пурки, використовуючи дві порції зерна для кожного зразка. Похибка вимірювань не перевищувала 5 г.

Класичний метод Кьельдаля використовували для визначення вмісту білка. Метод базується на перетворенні органічного азоту у сполуки амонію та подальшому визначенні кількості азоту. Вміст білка визначали за кількістю азоту, з використанням коефіцієнта 6,25 для кукурудзи.

Метод інфрачервоної спектроскопії застосовували для швидкого визначення вмісту білка за допомогою приладів типу «Кілтек» та «Інфратек». Аналіз проводили шляхом еталонування приладу на зразках з відомим вмістом білка.

Крохмаль визначали поляриметричним методом згідно ГОСТ 10845-98 , базованим на розчиненні крохмалю і вимірі оптичного кута обертання розчину крохмалю. Зразки розмелювали і проводили гідроліз соляною кислотою.

На етапі вибору гібридів для дослідження було відібрано шість гібридів кукурудзи з різними показниками ФАО: Сілверклауд (ФАО 200), Сканер (ФАО 250), Староф (ФАО 290), Вархол (ФАО 300), Блекрок (ФАО 340) та Мітинг (ФАО 390). Ці гібриди були обрані для вивчення технологічних аспектів збирання, післязбиральної обробки та зберігання, з урахуванням їхніх основних технохімічних показників для використання на продовольчі, технологічні та кормові цілі.

2.2.2 Характеристика гібридів що досліджуються

Сілверклауд (ФАО 200)

Цей високопродуктивний гібрид характеризується стабільною врожайністю протягом багатьох років, незалежно від змін погодних умов. Сілверклауд має чудову вологовіддачу, яка не поступається кращим європейським гібридам. Він добре адаптований до різних типів ґрунтів, демонструє високу стійкість до холоду та посухи, а також стійкий до вилягання і поширених хвороб стебла та качана. Рекомендований для вирощування в зонах Полісся та Лісостепу.

- **Селекція: IFAGRI**

- **Призначення:** Зерно, силос, біогаз
- **Зерно:** Зубоподібне
- **ФАО:** 200
- **Тип гібрида:** Простий
- **Потенціал урожайності:** 16-17 т/га
- **Висота рослини:** Вища за середню
- **Стійкість до засухи:** Висока
- **Кількість зерна в мішку:** 80 000 шт.

Староф (ФАО 290)

Гібрид середньораннього терміну дозрівання, який має універсальний напрямок вирощування, що дозволяє отримати високі врожаї як зерна, так і силосу.

Рослини стійкі до вилягання кореневої системи та стебла, а також характеризуються високою холодо- та посухостійкістю. Староф демонструє високу врожайність і стійкість до хвороб стебла та качана, підходить для вирощування у зонах Полісся, Лісостепу і Степу України.

- **Селекція:** IFAGRI
- **Призначення:** Зерно, силос
- **Зерно:** Кремнисто-зубоподібне
- **ФАО:** 290
- **Тип гібрида:** Трьохлінійний
- **Потенціал урожайності:** 16-17 т/га зерно, 30-40 т/га силос
- **Висота рослини:** Вища за середню
- **Стійкість до засухи:** Висока
- **Кількість зерна в мішку:** 80 000 шт.

Блекрок (ФАО 340)

Середньостиглий гібрид з високим потенціалом урожайності, особливо підходить для вирощування в монокультурі. Вирощується на зерно і зелену масу, відзначається стійкістю до посухи і хвороб кукурудзи. Рослини високі, з середнім розміщенням качана. Блекрок придатний для вирощування за

мінімального обробітку ґрунту і рекомендований для зон Полісся, Лісостепу та Степу України.

- **Селекція:** IFAGRI
- **Призначення:** Зерно та силос
- **Насіння:** Зубоподібне
- **ФАО:** 340
- **Тип гібрида:** Адаптивний, трьохлінійний
- **Потенціал урожайності:** 17 т/га
- **Висота рослини:** Вища за середню
- **Стійкість до засухи:** Висока
- **Кількість зерна в мішку:** 80 000 шт.

Мітинг (ФАО 390)

Середньоранній гібрид, який демонструє високу врожайність навіть в умовах стресу. Відрізняється високою стабільністю і швидким стартовим ростом на початку вегетації. Мітинг має чудову вологовіддачу, стійкий до вилягання коренів і стебел. Підходить для вирощування за технологіями No-till та Mini-till, рекомендований для усіх кліматичних зон України.

- **Селекція:** IFAGRI
- **Призначення:** Зерно, силос, біогаз
- **Зерно:** Зубоподібне
- **ФАО:** 390
- **Тип гібрида:** Адаптивний, трьохлінійний
- **Потенціал урожайності:** 17 т/га
- **Висота рослини:** Вища за середню
- **Стійкість до засухи:** Дуже висока
- **Кількість зерна в мішку:** 80 000 шт.

Вархол (ФАО 300)

Вархол – середньоранній гібрид кукурудзи з високою стійкістю до змін погодних умов. Він демонструє високу врожайність як на зерно, так і на силос, стійкий до вилягання і поширених хвороб. Гібрид добре адаптований до різних

ґрунтів і підходить для вирощування за умов мінімального обробітку ґрунту.

Рекомендований для зон Полісся, Лісостепу та Степу України.

- **Селекція:** IFAGRI
- **Призначення:** Зерно, силос
- **Зерно:** Кремнисто-зубоподібне
- **ФАО:** 300
- **Тип гібрида:** Трьохлінійний
- **Потенціал урожайності:** 16-17 т/га зерно
- **Висота рослини:** Вища за середню
- **Стійкість до засухи:** Висока
- **Кількість зерна в мішку:** 80 000 шт.

Сканер (ФАО 250)

Гібрид Сканер демонструє високу продуктивність у стресових умовах. Завдяки високому потенціалу врожайності і швидкій вологовіддачі він підходить для отримання високоякісного зерна та силосу. Рослини цього гібриду мають добру стійкість до хвороб та адаптовані до різних типів ґрунтів. Придатний для вирощування за мінімального обробітку ґрунту.

- **Селекція:** IFAGRI
- **Призначення:** Зерно, силос
- **Зерно:** Зубоподібне
- **ФАО:** 250
- **Тип гібрида:** Простий
- **Потенціал урожайності:** 15-16 т/га
- **Висота рослини:** Середня
- **Стійкість до засухи:** Висока
- **Кількість зерна в мішку:** 80 000 шт.

2.2.3 Фізичні показники якості зерна кукурудзи

До фізичних властивостей зерна і насіння належать такі показники, як форма зерна, його лінійні розміри, крупність, об'єм, виповненість або щуплість, вирівняність, маса 1000 зерен, консистенція ендосперму (скловидність), щільність, натура, механічні та аеродинамічні властивості, зараженість шкідниками, засміченість.

Форма зерна. Зерна та насіння різних культур і сортів мають різноманітну форму. В межах однієї культури і навіть однієї партії можуть спостерігатися відмінності в формі через різний ступінь фізіологічної зрілості або інші чинники. Форма зерна відіграє важливу роль при його очищенні та сортуванні.

Лінійні розміри та крупність зерна. До лінійних розмірів зерна відносяться його довжина, ширина і товщина. Довжина — це відстань між основою та верхівкою зерна, ширина — максимальна відстань між його боками, товщина — між спинною та черевною сторонами. Лінійні розміри утворюють крупність зерна, яка є важливою, оскільки крупніше зерно містить більше ендосперму і менше оболонки, що підвищує його цінність у переробці.

Виповненість та щуплість зерна. Виповнене зерно досягає своєї повної форми при дозріванні, відображаючи всі характерні ознаки сорту. Щупле зерно, навпаки, має зморщену або недорозвинену структуру через несприятливі умови розвитку, що робить його менш поживним.

Маса 1000 зерен характеризує виповненість і розмір зерна, оскільки більше зерно має більший показник маси 1000 зерен і забезпечує кращі технологічні властивості.

Вирівняність зерна означає ступінь однорідності за різними параметрами, такими як вологість, розміри, хімічний склад та колір. Вирівняність за вологою та крупністю є особливо важливими для зберігання та переробки зерна.

Натура зерна — це маса певного об'єму зерна. Вона залежить від форми, величини та щільності зернин, а також від їхньої вирівняності та вмісту

домішок. Більша натура зазвичай свідчить про добре сформоване зерно з високим вмістом ендосперму.

Енергія проростання та схожість визначаються як відсоток зерен, що проросли за певну кількість діб. Енергія проростання враховує зерна, що проросли за три доби, а схожість — за п'ять.

Скловидність зерна є важливим показником, який визначає щільність і міцність ендосперму. Склоподібне зерно міцніше та краще піддається переробці.

Щільність зерна залежить від його хімічного складу. Збільшення вмісту крохмалю і мінеральних речовин підвищує щільність, тоді як збільшення білка і ліпідів знижує її.

Механічні властивості зерна відображають його здатність протистояти деформаціям і руйнуванню під впливом зовнішніх сил.

Аеродинамічні властивості зерна важливі для його очищення і сортування. Легкі частинки, такі як бур'яниста домішка, можуть бути видалені за допомогою повітряного потоку.

Зараженість шкідниками виникає при неправильному зберіганні зерна, коли в ньому можуть розвиватися комахи та кліщі. Це не тільки знижує якість зерна, але й робить його небезпечним для споживання.

Засміченість зерна негативно впливає на його зберігання та переробку. Бур'яниста домішка є шкідливою, тоді як зернова домішка може мати нижчу якість, але все ж використовується для подальшої переробки

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Аналіз первинної якості зерна досліджуваних гібридів кукурудзи

При розміщені на зберігання зерна кукурудзи обов'язково слід враховувати його тип, адже особливості будови зерна різних типів кукурудзи та відмінна гігроскопічність борошністої та рогової частин вимагають різних умов зберігання. Також необхідно відмітити засміченість, вологість та стан зерна.

При зберіганні, температура та вологість найбільше впливають на стійкість насипів кукурудзи, та відповідно визначають орієнтовні терміни безпечного її зберігання.

За зберігання кукурудзи у сховищі висоту насипу сухого зерна не обмежують, в той час як для зерна середньої сухості висота насипу не перевищує 2,5 м – в теплу пору року.

В елеваторах дозволяється закладати на тривале зберігання зерно кукурудзи з вологістю не більше 14%, попередньо його охолодивши до температури навколишнього середовища.

Таблиця 3.1

Показники якості зерна кукурудзи на початку досліджень

Гібрид	Вологість, %	Вміст білка, %	Вміст крохмалю, %	Вміст жиру, %	Нагура, г/л	Енергія проростан ня, %	Схожість, %
Сілверклауд (ФАО 200)	13,5	9,62	74,1	4,10	725	74	86
Сканер (ФАО 250)	13,6	9,65	74,2	4,12	730	73	84
Староф (ФАО 290)	13,8	9,70	73,8	4,15	820	76	87
Вархол (ФАО 300)	13,9	9,80	73,4	4,20	800	75	85
Блекрок (ФАО 340)	14,0	9,75	72,9	4,25	805	78	89
Мітинг (ФАО 390)	13,7	10,00	71,9	4,35	795	77	88

У таблиці 3.1 наведено показники, що підлягають дослідженню, та їхні початкові значення.

На початку дослідження вологість у всіх гібридів була в межах 13-14%, що відповідає стандартним вимогам для зберігання зерна. Найбільша вологість спостерігалась у гібриду Блекрок (14,0%), а найнижча у Сілверклауд (13,5%).

Що стосується вмісту білка, найвищий показник було зафіксовано у гібриду Мітинг - 10,0%, тоді як найнижчий вміст білка відзначено у Сілверклауд - 9,62%.

Щодо вмісту крохмалю, то тут лідером став гібрид Сканер з показником в 74,2%, а найнижчий рівень крохмалю було зафіксовано у гібриду Мітинг - 71,9%.

Найвищий вміст жиру був у Мітинг - 4,35%, тоді як у Сілверклауд цей показник склав 4,10%, що є найнижчим серед гібридів.

Натура зерна найвища у гібрида кукурудзи Староф - 820 г/л, а найнижча у Сілверклауд - 725 г/л.

Оцінюючи посівні властивості, потрібно відмітити, що енергія проростання у досліджуваних гібридів кукурудзи варіювалася в межах 73-78%, а схожість - 84-89%. Найкращі показники енергії проростання (78%) та схожості (89%) мав гібрид Блекрок, тоді як гібрид Сканер має найнижчі показники: енергією проростання (73%) та схожість (84%).

Загалом, аналіз даних свідчить, що найкращі показники за біохімічним вмістом зерна мають гібриди кукурудзи: Мітинг (ФАО 390) за вмістом білка та жиру і Сканер (ФАО 250) за вмістом крохмалю. А от кращими посівними властивостями відзначився гібрид кукурудзи Блекрок (ФАО 340).

На рисунках 3.1-3.6 зображено початковий стан качанів кукурудзи та вихід зерна з них.



Рис. 3.1 Сільверклауд (ФАО 200)



Рис. 3.2 Староф (ФАО 290)



Рис. 3.3 Блекрок (ФАО 340)



Рис 3.4 Мітинг (ФАО 390)



Рис. 3.5 Вархол (ФАО 300)



Рис. 3.6 Сканер (ФАО 250)

Таблиця 3.2

Результати зважування качанів кукурудзи різних гібридів

Гібрид, ФАО	Вага качана, г	Вага зерна, г
Сільверклауд 200	215,5	190,6
Сканер 250	203,0	180,3
Староф 290	205,9	178,4
Вархол 300	210,1	187,6
Блекрок 340	207,6	186,3
Мітинг 390	209,4	189,7

Аналізуючи результати зважування качанів кукурудзи досліджуваних гібридів ми бачимо, що найбільша вага качана була у гібриду Сільверклауд (215,5 г), а найменша — у Сканер (203,0 г). Проте вага зерна значно відрізняється між гібридами. Наприклад, найбільша вага зерна у Сільверклауд - 190,6 г, а у Староф зерно важить лише 178,4 г, що є найнижчим показником.

Щодо ваги стрижня, то найбільшу масу має стрижень у гібрида Староф (27,7 г), що значно перевищує вагу стрижня в інших гібридів. Наприклад у гібрида Мітинг вага стрижня становить лише (19,7 г), що є найменшим результатом.

Отже, вага качана та співвідношення зерна до стрижня в досліджуваних гібридів кукурудзи є неоднаковою. Тому при зупинці вибору на певному гібриді слід виходити з поставлених виробничих цілей, залежно від того яка складова буде мати найбільшу цінність: стрижень чи зерно.

3.2 Зміна посівних якостей зерна гібридів

Протягом всього періоду зберігання зерна кукурудзи в ньому відбуваються різноманітні фізіологічні та біохімічні процеси, які впливають на зміну фізичних та хімічних характеристик.

Динаміка змін вологості зерна.

Аналізуючи дані з табл. 3.3 – вміст вологи у зернах досліджуваних гібридів кукурудзи не зазнав значних змін. Протягом перших трьох місяців коливання цього показника становили від +0,1% до +0,3%. В подальшому, через півроку від моменту закладки на зберігання насіння кукурудзи ми відмічаємо зростання вологості на 0,4% від початкових значень у гібридів Сканер, Староф, Вархол і Блекрок (рис. 3.7). А вже через 9 місяців зберігання ми спостерігаємо тенденцію до падіння вологості у зерні кукурудзи до рівня близького або і рівного тому, який був на момент закладання зерна на зберігання.

Отже, вологість протягом всіх 9 місяців зберігання у зерні досліджуваних гібридів кукурудзи мала незначну динаміку, що могло бути спричинено коливаннями відносної вологості повітря під час зберігання.

Таблиця 3.3

Зміна вологості зерна в досліджуваних гібридів кукурудзи при зберіганні

Гібрид, ФАО	Термін зберігання, місяців				
	До зберігання	1 місяць	3 місяці	6 місяців	9 місяців
Сілверклауд 200	13,5	13,5	13,7	13,8	13,6
Сканер 250	13,6	13,7	13,9	14,0	13,7
Староф 290	13,8	13,9	14,0	14,2	13,9
Вархол 300	13,9	13,9	14,2	14,3	13,9
Блекрок 340	14,0	14,0	14,2	14,4	14,1
Мітинг 390	13,7	13,7	13,8	14,0	13,9

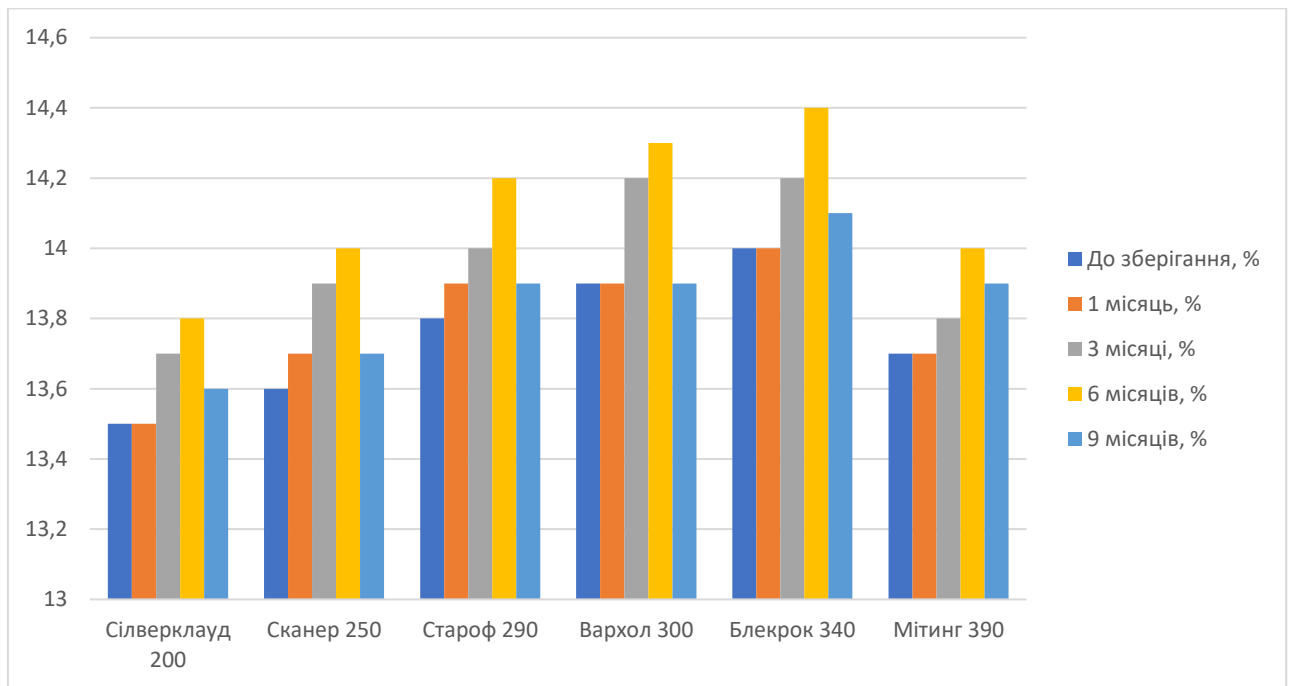


Рис. 3.7 Зміна вологості зерна досліджуваних гібридів кукурудзи при зберіганні

Динаміка зміни маси 1000 зерен.

Маса 1000 зернин це величина дозрівання тисячі штук сухого насіння, яка виражається у грамах.

Велике та важке насіння є свідченням розвиненості зародка та високого показника поживності і як наслідок вказує на потенційну високоврожайність сільськогосподарської культури.

Даний показник є одним з основних господарських показників, який розраховується для точного визначення норми висіву культури.

Аналіз даних представлених в табл. 3.4 демонструє, що на початку дослідження найвищі показники маси 1000 зернин демонстрували гібриди Вархол - 348,4 г перше місце, на другому місці з показником 324,9 г розмістився гібрид Староф, найнижчий показник мали гібриди Сканер та Мітинг по 294,1 г які розділили п'яте та шосте місце. В подальшому протягом всього періоду зберігання (9 місяців) відмічалось стійке незначне зниження маси 1000 насінин в досліджуваних гібридів кукурудзи, незалежно від гібрида.

Таблиця 3.4

Зміна маси 1000 насінин в досліджуваних гібридів кукурудзи при зберіганні

Гібрид, ФАО	Термін зберігання, місяців				
	До зберігання	1 місяць	3 місяці	6 місяців	9 місяців
Сілверклауд 200	318,3	317,6	317,1	317,0	316,2
Сканер 250	294,1	293,7	293,7	293,4	293,2
Староф 290	324,9	324,9	324,5	324,5	324,1
Вархол 300	348,4	348,4	347,7	347,4	346,9
Блекрок 340	306,9	306,8	306,5	306,0	305,8
Мітинг 390	294,1	293,6	293,6	293,1	292,7

Найбільша втрата маси 1000 зернин спостерігалася у гібрида Сілверклауд - 2,1 г, в той час як у гібриди Староф та Сканер продемонстрували найкращу стійкість та мали найнижчу втрату маси 1000 зернин на рівні 0,8 г та 0,9 г відповідно.

Після 9-ти місяців зберігання найвищий показник маси 1000 зернин мав гібрид Вархол - 346,9 г), а найнижчий показник був у гібрида Мітинг - 292,7 г.

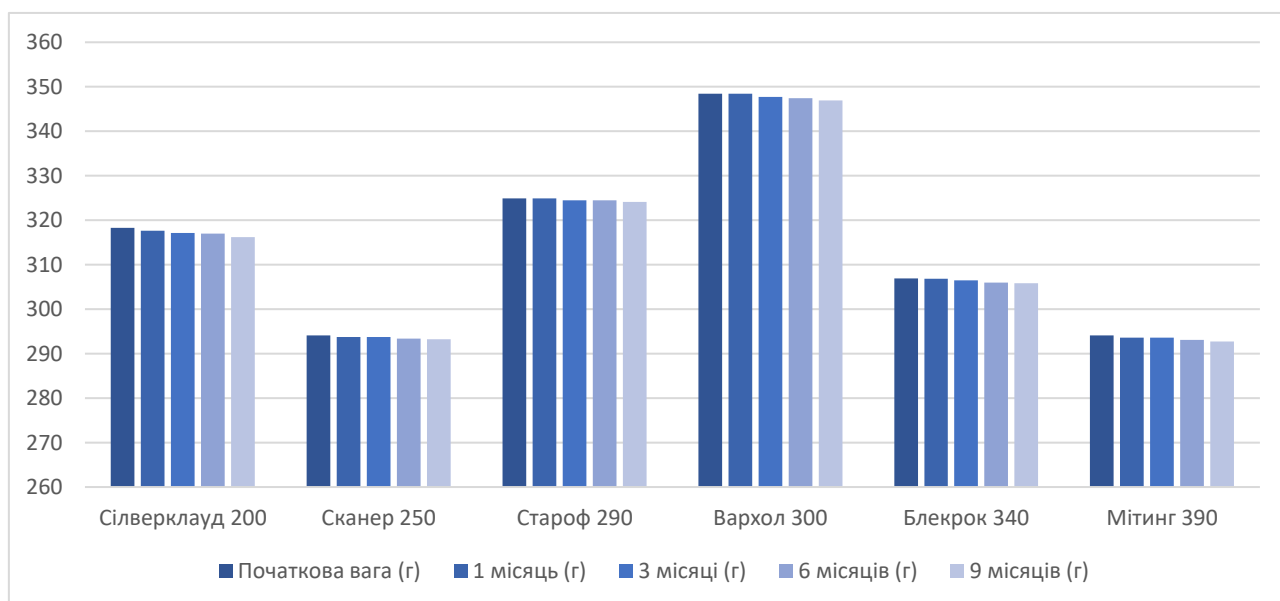


Рис. 3.8 Зміна маси 1000 насінин в досліджуваних гібридів кукурудзи при зберіганні

Динаміка зміни показників натуре зерна

Натурою зерна (насіпною щільністю) називають масу певного об'єму зерна, яка обчислюється в грамах/літр (г/л). Цей показник відноситься до найстаріших показників якості зерна.

Натура зерна залежить від розміру зерна – чим крупніше зерно тим менше його може поміститися в одиниці об'єму, а також від його вологості.

Таблиця 3.5

Зміна показників натуре зерна в досліджуваних гібридів кукурудзи під час зберігання

Гібрид, ФАО	Термін зберігання, місяців				
	До зберігання	1 місяць	3 місяці	6 місяців	9 місяців
Сілверклауд 200	725	723	721	720	721
Сканер 250	730	728	726	725	726
Староф 290	820	818	816	815	817
Вархол 300	800	798	796	795	796
Блекрок 340	805	803	801	800	801
Мітинг 390	795	793	791	790	793

Кращі показники натуре на початку дослідження (табл. 3.5) мали гібриди Староф - 820 г/л посідав перше місце, на другому розміщувався гібрид кукурудзи Вархол з показником - 800 г/л. Найнижчі показники натуре зерна були в гібридів Сканер - 730 г/л та Сілверклауд - 725 г/л які зайняли відповідно 5-те та 6-те місця.

Протягом періоду проведення дослідження - 9 місяців відмічалася тенденцію до незначного зниження натуре зерна в усіх досліджуваних гібридах кукурудзи, що може бути пов'язано з коливаннями вологості зерна які мали місце при його зберіганні.

Найменші зміни показника натурності спостерігалися у гібрида Мітинг ФАО 390 - лише 2 г/л, та Староф ФАО 290 - 3 г/л, в той час як у гібридів Сілверклауд ФАО 200, Сканер ФАО 250, Вархол ФАО 300 та Блекрок ФАО 340 падіння показника натурності було на рівні 4 г/л від початкових значень.

Також на зміни показників натурності зерна могли вплинути процеси пов'язані з його фізіологічним визріванням

Після 9-ти місяців зберігання найвищий показник натурності зерна все ще залишався у гібрида Староф - 817 г/л, так само як і найнижчий у гібрида Сілверклауд - 721 г/л.

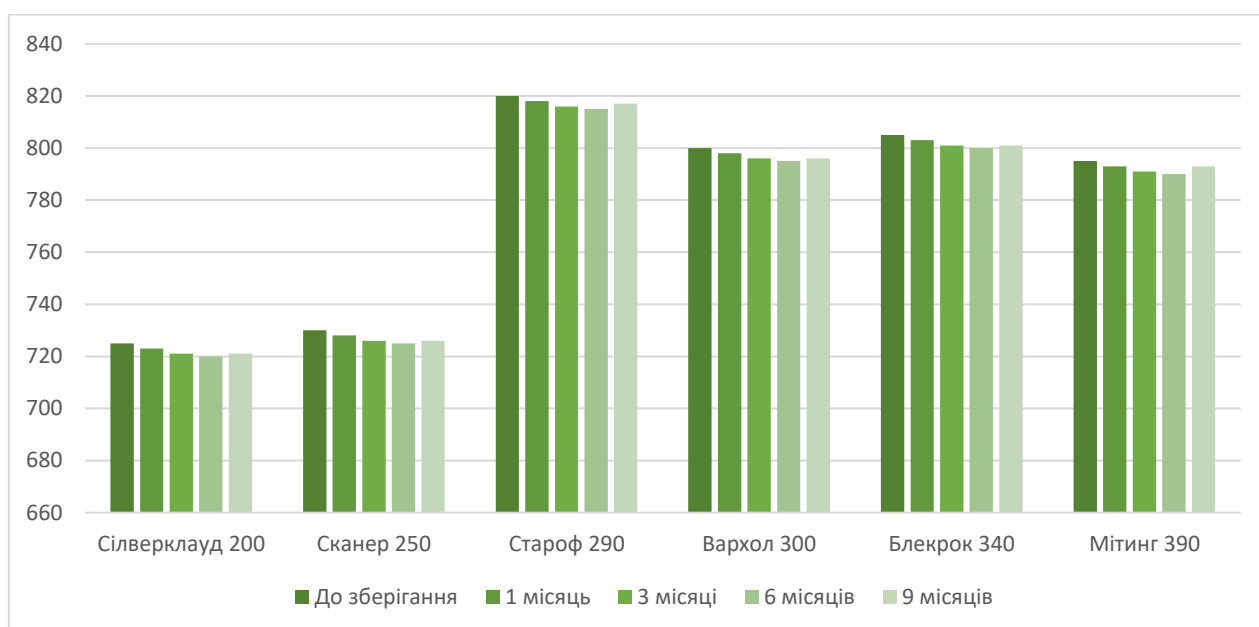


Рис. 3.9 Зміна показників натурності зерна в досліджуваних гібридів кукурудзи під час зберігання

Динаміка зміни енергії проростання зерна.

Дружність проростання після трьох чотирьох днів пророщування насіння, яка виражається у % називають енергією проростання. Цей показник характеризує здатність насіння швидко і дружно прорости.

В природних умовах на енергію проростання чинять вплив вологість та температура – висіяне в непрогрітій холодний ґрунт насіння, навіть з високою

енергією проростання, є передумовою до появи зріджених нерівномірних сходів.



Рис. 3.10 Енергія проростання та схожість Сільверклауд (ФАО 200) (день 4 та 8)



Рис. 3.11 Енергія проростання та схожість Староф (ФАО 290) (день 4 та 8)



Рис. 3.12 Енергія проростання та схожість Блекрок (ФАО 340) (день 4 та 8)



Рис. 3.13 Енергія проростання та схожість Мітинг (ФАО 390) (день 4 та 8)

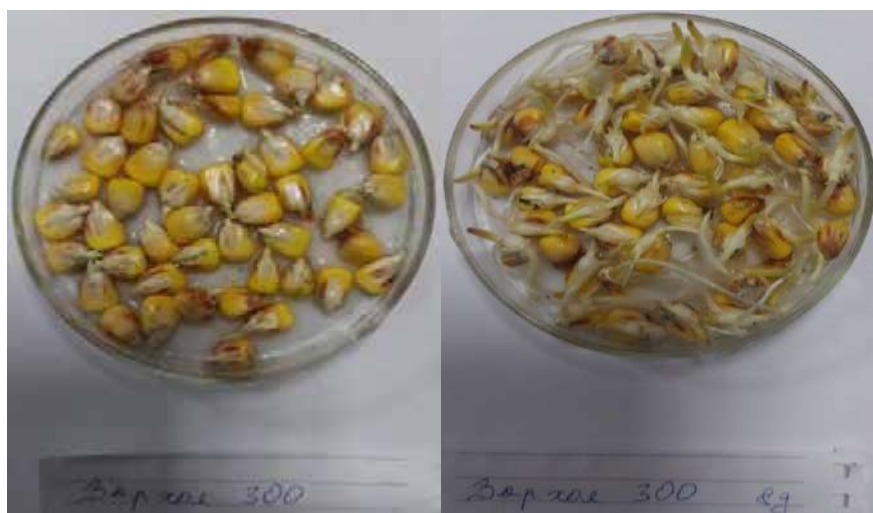


Рис. 3.14 Енергія проростання та схожість Вархол (ФАО 300) (день 4 та 8)



Рис. 3.15 Енергія проростання та схожість Сканер (ФАО 250) (день 4 та 8)

Таблиця 3.6

Зміна показників енергії проростання зерна досліджуваних гібридів кукурудзи під час зберігання

Гібрид, ФАО	Термін зберігання, місяців				
	До зберігання	1 місяць	3 місяці	6 місяців	9 місяців
Сілверклауд 200	74	82	88	84	81
Сканер 250	73	81	86	83	82
Староф 290	76	83	87	83	81
Вархол 300	75	82	86	81	80
Блекрок 340	78	84	90	84	82
Мітинг 390	77	84	89	82	82

На основі аналізу показників енергії проростання гібридів кукурудзи (табл.3.6) можна зробити висновок, що при закладанні на зберігання всі досліджувані гібриди демонструють невисокі показники, які були в діапазоні від 73% у гібрида Сканер ФАО 250 до 78% - Блекрок ФАО 340, що може бути зв'язано з незавершенням процесу фізіологічного дозрівання зерна.

За подальшого зберігання вже в перший місяць ми спостерігаємо покращення показників енергії проростання у всіх досліджуваних гібридів. Так кращими показниками на рівні 84 % в цей період характеризувались гібриди Блекрок та Мітинг, а от найкращу динаміку продемонстрували гібриди Сілверклауд та Сканер по плюс 8 % до початкових значень.

Пік зростання енергії проростання прийшовся на 3-й місяць зберігання. Лідером в цей період з показником енергії проростання на рівні 90% став гібрид кукурудзи Блекрок, який мав разом з гібридом Сілверклауд найкращий приріст до попереднього періоду + 6%. Найнижчі показники енергій проростання на 3-й місяць мали Сканер та Вархол по 86 %, а от найменший приріст на рівні +4% відмічено було в гібридів Староф ФАО 290 і Вархол ФАО 300.

В подальшому починаючи з 6-го місяця спостережень ми мали тенденцію до зниження енергії проростання по всіх гібридах.

Проте все ж на кінець наших спостережень (9-ий місяць) ми отримали вищі показники енергії проростання по кожному гібриду аніж ті які були на початку дослідження. Лідерами у з показником 82 % були гібриди Сканер, Блекрок та Мітинг, а от найнижчий показник був відмічено у Вархол – 80%.

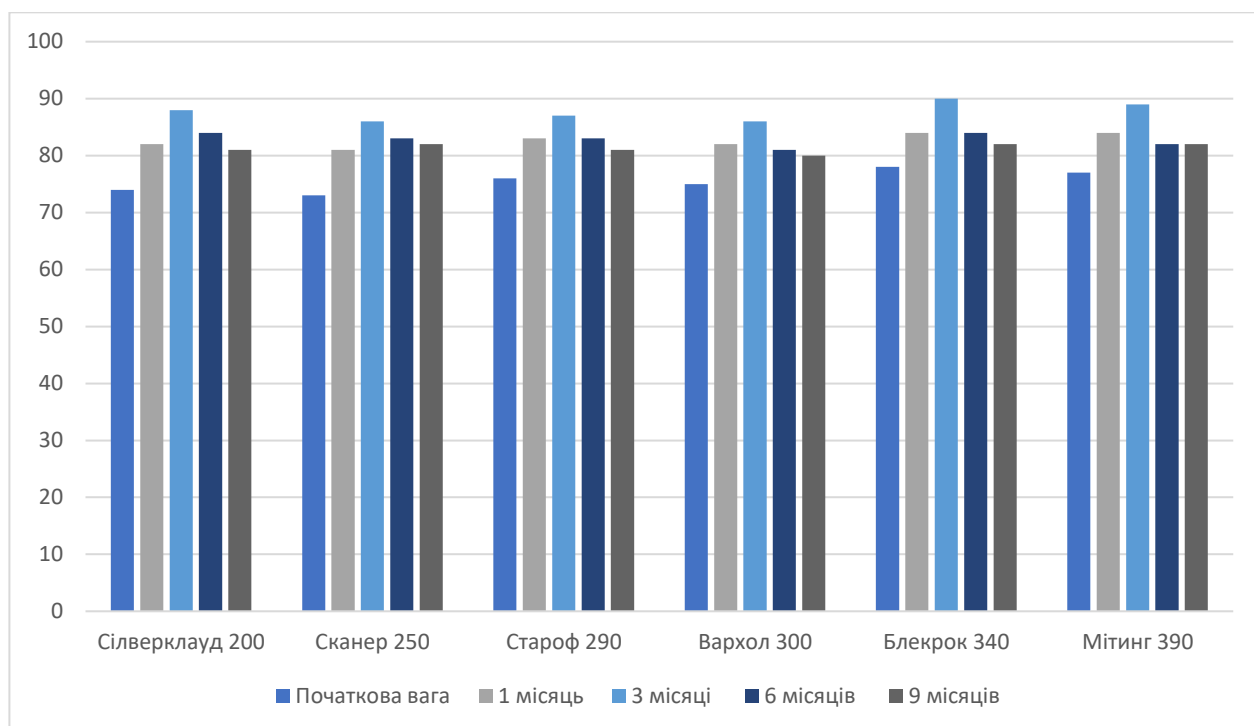


Рис. 3.16 Зміна показників енергії проростання зерна в досліджуваних гібридів кукурудзи під час зберіганні

Динаміка зміни схожості зерна.

Одним з найважливіших показників посівної якості насіння є схожість. Це здатність утворювати насінням нормальні проростки при певних умовах пророщування за визначений період часу.

Схожість залежить від ґрунтово-кліматичних факторів, системи живлення, технології вирощування культури, способу її збирання та подальшого зберігання.

Схожість відповідає за формування густоти та приміняється при визначенні норми висіву сільськогосподарських культур.

Таблиця 3.7

Зміна показників схожості зерна досліджуваних гібридів кукурудзи під час зберігання

Гібрид, ФАО	Термін зберігання, місяців
-------------	----------------------------

	До зберігання	1 місяць	3 місяці	6 місяців	9 місяців
Сілверклауд 200	86	90	91	87	85
Сканер 250	84	87	87	84	83
Староф 290	87	91	93	89	87
Вархол 300	85	87	88	85	83
Блекрок 340	89	93	93	90	89
Мітинг 390	88	93	94	90	89

На основі представлених даних в табл. 3.7 та на рис. 3.17 слід відмітити аналогічну закономірність яка мала місце у зміні показника енергія проростання, а саме зростання показника порівняно з початковим значенням протягом перших трьох місяців зберігання, та послідує зниження значення даного показника протягом 6-го - 9-го місяця зберігання.

Гібрид Сканер ФАО 250 мав найнижчу схожість зерна - 84% на початку дослідження, найкращий показник на рівні 89 % був у Блекрок ФАО 340.

В 1-й місяць дослідження перше та друге місце з кращими показниками схожості - 93% посідали гібриди Блекрок та Мітинг, останній ще й мав кращу динаміку зростання в цей період - 5%. Останні 5-те та 6-те місце поділили між собою гібриди Сканер та Вархол – зі схожістю на рівні 87%. Також слід вказати що гібрид Вархол продемонстрував найменшу динаміку до зростання - 2 % як і гібрид Староф.

На 3-й місяць в одноосібні лідери вирвався гібрид Мітинг зі схожістю - 94 %, гібриди Блекрок та Староф розділили друге та третє місце (93 %), а от гібрид Сканер з показником схожості 87 % продовжив залишатися на останньому місці.

На 6-й місяць досліджень лідерами продовжили залишатись гібриди Блекрок та Мітинг (90 % схожого насіння), так само на останньому місці знаходився Сканер зі схожістю 84 %.

На 9-му місяці зберігання найменша схожість (83%) була у гібридів кукурудзи Сканер та Вархол, а кращі показники схожості (89 %) мали гібриди Блекрок та Мітинг, які зберегли свої лідируючі позиції

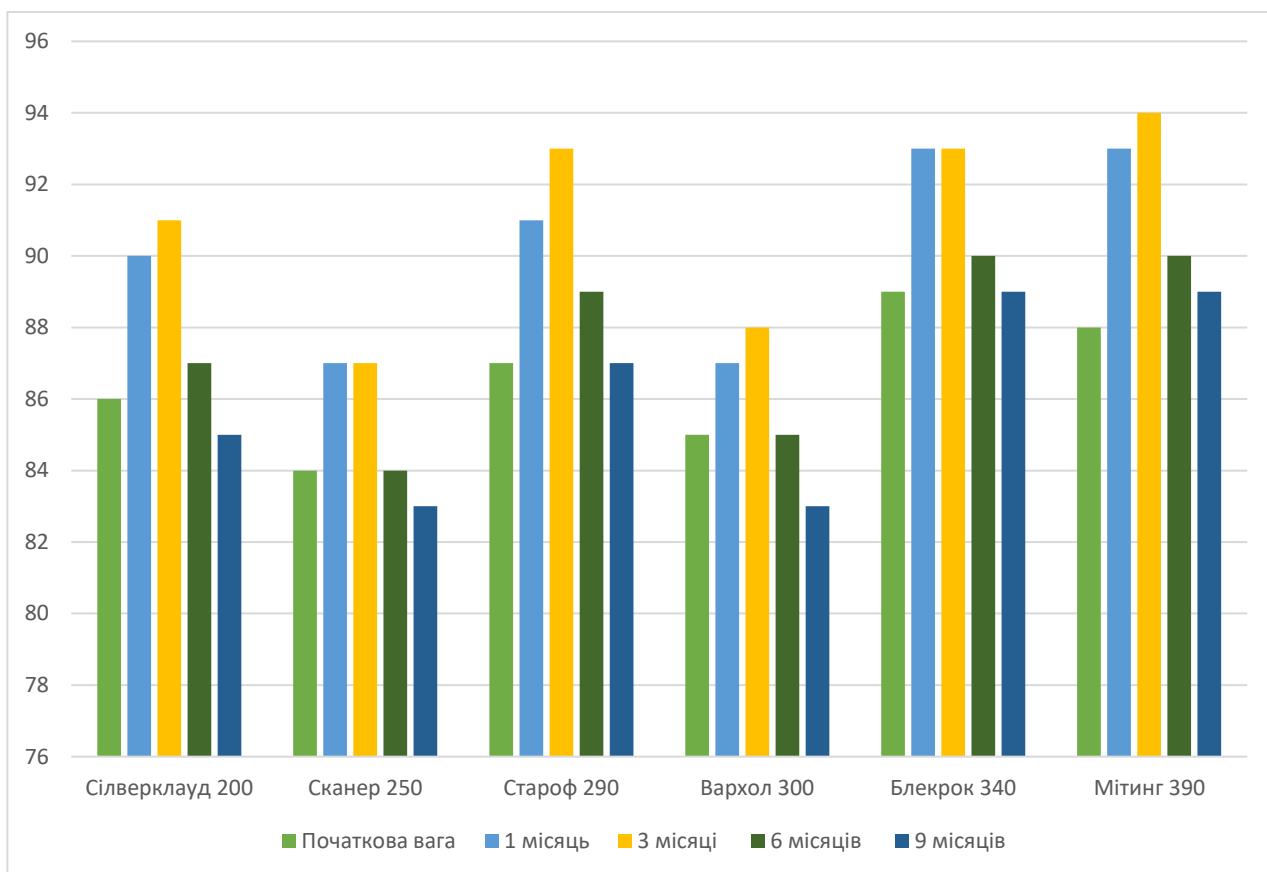


Рис. 3.17 Зміна показників схожості зерна досліджуваних гібридів кукурудзи під час зберігання

3.3 Біохімічний показник якості зерна кукурудзи

Під час зберігання зерна відбувається процес післязбирального дозрівання, що призводить до змін біохімічних характеристик зерна кукурудзи. Основні зміни полягають у продовженні біохімічних реакцій, розпочатих під час формування зерна, де низькомолекулярні органічні речовини перетворюються в макромолекулярні сполуки, що є фізіологічно стабільними.

Під час дозрівання зерна завершуються процеси синтезу полісахаридів, жирів і білків. Одночасно відбувається зниження вмісту небілкового азоту.

Білкові структури, зокрема глютен, ущільнюються, що покращує їхні якісні характеристики. Кількість жиру в зерні зростає, а рівень вільних жирних кислот знижується, що призводить до зменшення кислотності жиру та титрованого спиртового екстракту. Активність ферментів, таких як амілаза, та каталаза поступово зменшується, що також знижує інтенсивність окислювально-відновних процесів у зерні під час післязбирального дозрівання.

Фізіологічно зріле зерно кукурудзи є повноцінним, якщо після видалення зайвої вологи воно обробляється потоком повітря через системи активної вентиляції.

Таблиця 3.8

Зміна вмісту білка в зерні досліджуваних гібридів кукурудзи під час зберігання

Гібрид, ФАО	Термін зберігання, місяців				
	До зберігання	1 місяць	3 місяці	6 місяців	9 місяців
Сілверклауд 200	9,62	9,66	9,64	9,62	9,60
Сканер 250	9,65	9,70	9,68	9,65	9,62
Староф 290	9,70	9,74	9,73	9,71	9,68
Вархол 300	9,80	9,88	9,87	9,85	9,81
Блекрок 340	9,75	9,82	9,79	9,77	9,75
Мітинг 390	10,00	10,03	10,00	9,99	9,96

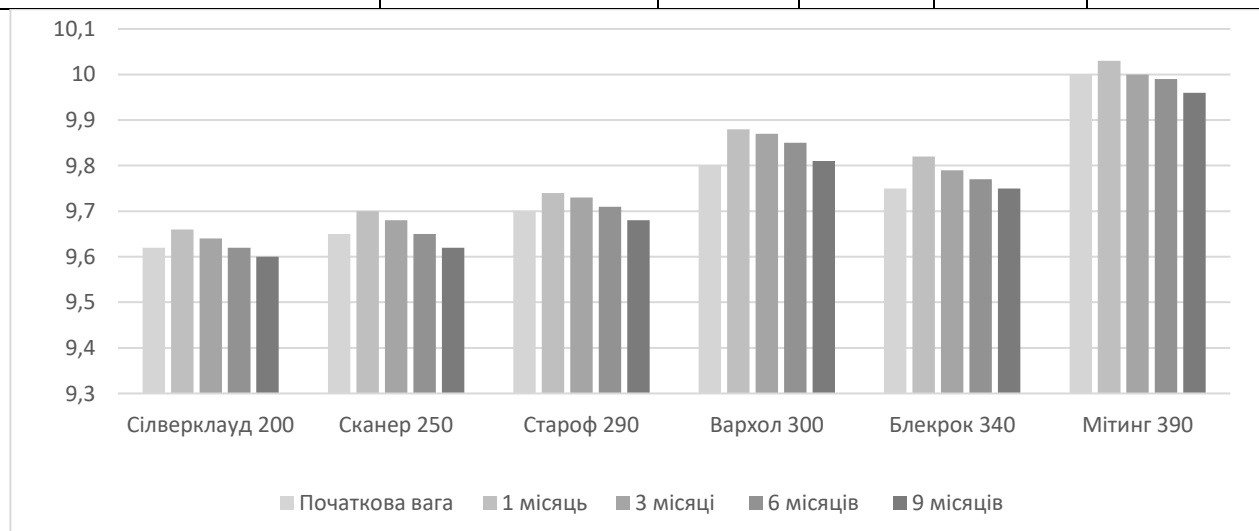


Рис. 3.18 Зміна вмісту білка в зерні досліджуваних гібридів кукурудзи під час зберігання

Дані дослідження зміни вмісту білка табл. 3.3 та рис. 3.18 вказують, що найменше білку - 9,62 % було у гібрида Сільверклауд ФАО 200, а найбільше - 10,0 % у гібрида Мітинг ФАО 390.

За зберігання зерна ми бачимо динамічні зміни які відбуваються з вмістом білка у кожного з гібридів, причиною чому можуть бути процеси біохімічної та структурної перебудови, що протікають в зерні.

Таблиця 3.9

Зміна вмісту крохмалю в зерні досліджуваних гібридів кукурудзи під час зберігання

Гібрид, ФАО	Термін зберігання, місяців				
	До зберігання	1 місяць	3 місяці	6 місяців	9 місяців
Сільверклауд 200	74,1	74,3	74,4	74,3	74,1
Сканер 250	74,2	74,4	74,5	74,4	74,2
Староф 290	73,8	74,0	74,1	74,0	73,8
Вархол 300	73,4	73,6	73,7	73,6	73,4
Блекрок 340	72,9	73,1	73,2	73,1	72,9
Мітинг 390	71,9	72,1	72,2	72,1	71,9

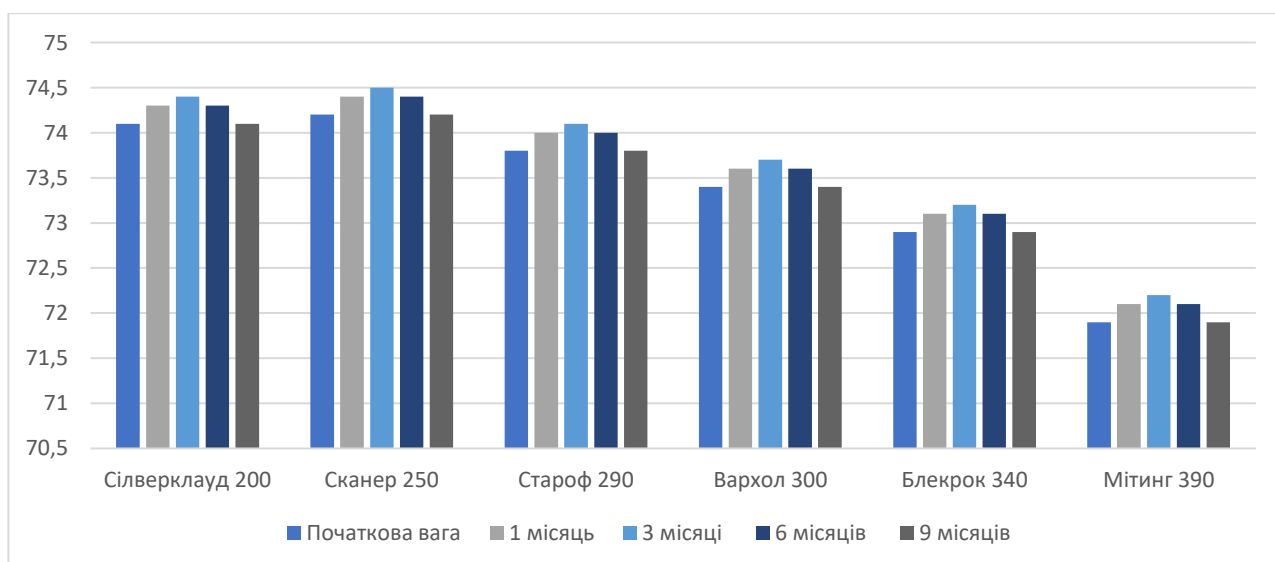


Рис. 3.19 Зміна вмісту крохмалю в зерні досліджуваних гібридів кукурудзи під час зберігання

Вміст крохмалю в різних гібридах кукурудзи залишається стабільним протягом усього періоду зберігання, коливаючись у межах від 0,1% - 0,2%. Це свідчить про те, що за умови правильного зберігання значних змін у вмісті крохмалю не відбувається. Найвищий рівень крохмалю був зафіксований у гібрида Сканер ФАО 250, у якого на 3-й місяць зберігання він досяг 74,5%.

Усі гібриди мали тенденцію до незначного підвищення вмісту крохмалю в перші місяці зберігання, з подальшим незначним зниженням ближче до кінця періоду. Наприклад, у гібриду Сілверклауд 200 після шести місяців вміст крохмалю збільшився до 74,4%, але до кінця зберігання повернувся до початкового значення 74,1%.

Загалом, усі гібриди показали високу стійкість до зберігання, зберігаючи стабільний вміст крохмалю. Це свідчить про їхню високу якість і придатність для тривалого зберігання без значної втрати харчової цінності.

Зміни вмісту жиру в зерні досліджуваних гібридів представлені в табл. 3.10 і на рис.3.20.

Найбільший вміст жиру в зерні гібриду Мітинг - 4,35%, а найменший у Сілверклауд - 4,1%

Таблиця 3.10

Зміна вмісту жиру в зерні досліджуваних гібридів кукурудзи під час зберігання

Гібрид, ФАО	Термін зберігання, місяців				
	До зберігання	1 місяць	3 місяці	6 місяців	9 місяців
Сілверклауд 200	4,1	4,08	4,07	4,06	4,05
Сканер 250	4,12	4,1	4,08	4,06	4,04
Староф 290	4,15	4,12	4,11	4,1	4,08

Вархол 300	4,2	4,18	4,17	4,15	4,13
Блекрок 340	4,25	4,23	4,22	4,2	4,18
Мітинг 390	4,35	4,32	4,3	4,28	4,25

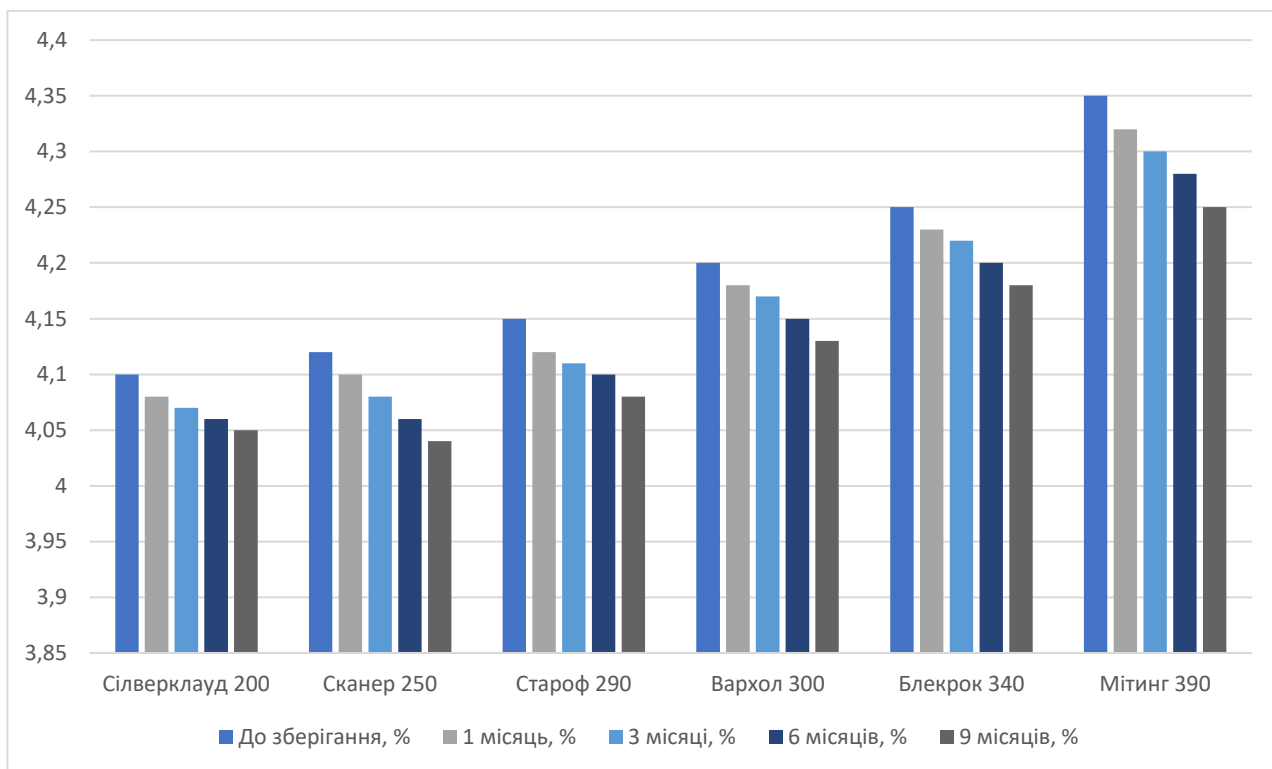


Рис. 3.20 Зміна вмісту жиру в зерні досліджуваних гібридів кукурудзи під час зберігання

3.4 Кореляційно-регресійна залежність між дослідженими показниками якості зерна

Кореляція – це взаємозв'язок між двома атрибутами, коли зі збільшенням середнього значення одного з них підвищується середнє значення іншого або, навпаки, при зростанні одного показника середнє значення іншого зменшується. У першому випадку говорять про пряму або позитивну кореляцію, а в другому – про зворотну або негативну кореляцію.

Коефіцієнт кореляції може мати значення від -1 до +1. Якщо $R < 0,3$, то зв'язок між атрибутами є слабким; при значеннях r в межах $0,3 - 0,7$ спостерігається середня кореляція, а при $r > 0,7$ вона вважається сильною. У попередніх дослідженнях було виявлено наявність тісного взаємозв'язку між показниками вологості в зернах кукурудзи. Щоб підтвердити це, ми здійснили розрахунок кореляції між відповідними показниками.

Таблиця 3.11

Кореляційна залежність між жиром (x) та крохмалем(y) гібриду Сілверклауд

№ пари	X (жир)	Y (крохмаль)	X ²	Y ²	XY
1	4,06	72,5	16,4836	5256,25	294,65
2	4,02	72,6	16,1604	5270,76	291,792
3	4,01	72,4	16,0801	5245,76	290,284
4	4,03	72,5	16,2409	5256,25	291,575
5	4	72,3	16	5229,29	289,2
6	4,03	72,6	16,2409	5270,76	292,698
7	4,01	72,4	16,0801	5245,76	290,084
8	4,02	72,5	16,1604	5256,25	291,6
9	4,01	72,3	16,0801	5229,29	290,523
10	4,02	72,4	16,1604	5245,76	291,348
11	4	72,3	16	5229,29	289,2
12	4,03	72,5	16,2409	5256,25	292,575
13	4,03	72,6	16,2409	5270,76	292,578
Сума	52,27	941,9	210,1687	68262,43	3788,107

Вирішення:

1. Знаходимо кількість пар: $n=13$

2. Середнє X та Y:

Середнє X (жир):

$$X = \frac{\sum x}{n} = \frac{52,24}{13} \approx 4.018$$

Середнє Y (крохмаль):

$$Y = \frac{\sum y}{n} = \frac{943.6}{13} \approx 72.58$$

3. Суми квадратів x і y від їх середніх:

$$\sum (x - X)^2 = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} = 16.16 - \frac{52.24^2}{13} = 0.003077$$

$$\sum (y - Y)^2 = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} = 68.307 - \frac{943.6^2}{13} = 0.011233$$

4. Добуток x і y від їх середніх:

$$\begin{aligned} \sum (x - X)(y - Y) &= \sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} = 407.02 - \frac{52.24 * 943.6}{13} \\ &\approx 0.00377 \end{aligned}$$

5. Коефіцієнт кореляції:

$$r = \frac{\sum (x - X)(y - Y)}{\sqrt{\sum (x - X)^2 \sum (y - Y)^2}} = \frac{0.00377}{\sqrt{0.003077 * 0.011233}} \approx 0.57$$

6. Коефіцієнт регресії:

$$b_{xy} = \frac{\sum (x - X)(y - Y)}{\sqrt{\sum (x - X)^2}} = -\frac{0.00377}{0.003077} \approx 1.23$$

7. Рівняння регресії:

$$b_{xy} = Y + b_{xy}(x - X) = 72.58 + 1.23(x - 4.018)$$

8. Помилка коефіцієнта кореляції:

$$S_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}} = \sqrt{\frac{1 - (0.57)^2}{13 - 2}} \approx 0.2$$

9. Відхилення від регресії:

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum (y - Y)^2 - b_{xy} \sum (x - X)(y - Y)}{n - 2}} = \sqrt{\frac{0.011233}{11}} \approx 0.1$$

10. Критерій істотності коефіцієнта кореляції:

$$t_r = \frac{r}{S_r} = \frac{0.57}{0.2} \approx 2.85$$

Оскільки t_r значно більше за критичне значення $t_{кр} = 2.20$, коефіцієнт кореляції є істотним.

11. Довірчий інтервал:

1) Кореляції

$$r \pm t_{05} * S_r = -r \pm 2.20 * 0.2 = 0.57 \pm 0.44 = (0.13, 1.01)$$

2) Регресія

$$b_{xy} \pm t_{05} * S_{bxy} = 1.23 \pm 2.20 * 0.76 = 1.23 \pm 1.67 = (-0.44, 2.90)$$

Висновок: існує помірна позитивна кореляція між вмістом жиру і крохмалю для гібриду Сілверклауд.

Таблиця 3.12

Кореляційна залежність між проростанням (x) та схожістю(y) гібриду Мітинг

№ пари	X (проростання)	Y (схожість)	X ²	Y ²	XY
1	91	93	8281	8649	8463
2	89	92	7921	8464	8188
3	88	91	7744	8281	8008
4	90	93	8100	8649	8370
5	91	94	8281	8836	8554
6	88	91	7744	8281	8008
7	87	90	7569	8100	7830
8	89	92	7921	8464	8188
9	90	93	8100	8649	8370
10	88	91	7744	8281	8008
11	87	90	7569	8100	7830
12	86	89	7396	7921	7654
13	89	92	7921	8464	8188
Сума	1153	1191	102291	109139	105659

Вирішення:

1. Знаходимо кількість пар: n=13

2. Середнє X та Y:

Середнє X (проростання):

$$X = \frac{\sum x}{n} = \frac{1153}{13} \approx 88.69$$

Середнє Y (схожість):

$$Y = \frac{\sum y}{n} = \frac{1191}{13} \approx 91.62$$

3. Суми квадратів x і y від їх середніх:

$$\sum (x - X)^2 = \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} = 102291 - \frac{1153^2}{13} = 28.77$$

$$\sum (y - Y)^2 = \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} = 109139 - \frac{1191^2}{13} = 148.92$$

4. Добуток x і y від їх середніх:

$$\sum (x - X)(y - Y) = \sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n} = 105659 - \frac{1153 * 1191}{13} \approx -19.69$$

5. Коефіцієнт кореляції:

$$r = \frac{\sum (x - X)(y - Y)}{\sqrt{\sum (x - X)^2 \sum (y - Y)^2}} = \frac{-19.69}{\sqrt{28.77 * 148.92}} \approx -0.30$$

6. Коефіцієнт регресії:

$$b_{xy} = \frac{\sum (x - X)(y - Y)}{\sqrt{\sum (x - X)^2}} = -\frac{19.69}{28.77} \approx -0.68$$

7. Рівняння регресії:

$$b_{xy} = Y + b_{xy}(x - X) = 91.62 + (-0.68)(x - 88.69)$$

8. Помилка коефіцієнта кореляції:

$$S_r = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n - 2}} = \sqrt{\frac{1 - (0.30)^2}{13 - 2}} \approx 0.29$$

9. Відхилення від регресії

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum (y - Y)^2 - b_{xy} \sum (x - X)(y - Y)}{n - 2}} = \sqrt{\frac{135.53}{11}} \approx 3.52$$

10. Критерій істотності коефіцієнта кореляції:

$$t_r = \frac{r}{S_r} = \frac{-0.30}{0.29} \approx -1.03$$

Оскільки t_r значно більше за критичне значення $t_{кр} = 2.20$, коефіцієнт кореляції є істотним.

11. Довірчий інтервал:

1) Кореляції

$$r \pm t_{05} * S_r = -r \pm 2.20 * 0.29 = 0.30 \pm 0.64 = (-0.94, 0.34)$$

2) Регресія

$$b_{xy} \pm t_{05} * S_{b_{xy}} = -0.68 \pm 2.20 * 0.66 = -0.68 \pm 1.45 = (-2.13, 0.77)$$

Висновок: кореляція між енергією проростання і схожістю є слабкою і не є значущою за результатами проведених обчислень.

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ДОРОБКИ ТА ЗБЕРІГАННЯ КУКУРУДЗИ

Економічна ефективність сільськогосподарського виробництва є однією з ключових проблем, вирішення якої може суттєво пришвидшити розвиток аграрного сектору та забезпечити країну необхідною сільськогосподарською продукцією. Ефективність діяльності проявляється через кінцеві результати роботи. Водночас ефективність відображає мету виробництва, вказуючи на досягнення позитивного результату при використанні матеріальних ресурсів та праці, а також окупність загальних витрат. Поняття ефективності сільськогосподарського виробництва включає співвідношення між витратами на виробництво і результатами у вигляді отриманої продукції.

Україна залишається аграрною державою, і важливо не тільки виростити та зібрати врожай без втрат, але й зберегти його. Зберігання та переробка є заключними етапами в рослинництві. Науково обґрунтоване зберігання зерна та продуктів його переробки сприяє підвищенню продуктивності та збільшенню ринкової вартості продукції.

Загальна економічна ефективність вирощування сільськогосподарських культур, таких як кукурудза, залежить від правильного використання ресурсів і витрат у процесі виробництва. Рівень рентабельності визначається як відсоткове співвідношення прибутку до витрат і показує, наскільки вигідно підприємство витрачає ресурси під час своєї діяльності.

Післязбиральна доробка та зберігання кукурудзи є ключовими етапами, які значно впливають на економічну ефективність вирощування культури. Дослідження показали, що кожен місяць зберігання додає додаткову вартість до продукції, однак рентабельність змінюється залежно від строку зберігання.

Після одного місяця зберігання рентабельність кукурудзи збільшується приблизно на 5%, підвищуючи загальний показник до 37,3%. Це обумовлено стабільним підвищенням ціни зерна, що зберігається, а також зменшенням втрат вологи, що позитивно впливає на якість продукції. Таким чином, рентабельність поступово зростає, забезпечуючи фермеру додатковий дохід на етапі короткострокового зберігання.

Через три місяці зберігання рентабельність підвищується до 42,5%. Це пов'язано з подальшим зниженням втрат вологи та зростанням ціни на кукурудзу через сезонний попит. Вартість зерна збільшується до 7700 грн/т, що забезпечує стабільний економічний приріст для фермерів, які вкладаються у довготривале зберігання.

Після шести місяців зберігання рентабельність досягає 51,4%, що є найбільшим показником серед досліджуваних строків. Це свідчить про те, що довготривале зберігання (протягом півроку) є найбільш вигідним, адже ціна зерна на ринку досягає 8000 грн/т. Завдяки стабільному попиту і збереженню якісних показників зерна, фермери можуть отримати максимальний прибуток у цьому періоді.

Через дванадцять місяців зберігання рентабельність знижується до 47,8%, хоча ціна зерна може досягати 8200 грн/т. Це пояснюється зростаючими витратами на зберігання та можливими втратами якості, що виникають через тривалий строк зберігання. Крім того, з часом ринок насичується пропозицією, що також може вплинути на рентабельність.

Отже, найефективнішим строком зберігання кукурудзи є період від трьох до шести місяців, коли рентабельність досягає свого максимуму.

ВИСНОВКИ

У досліджуваних гібридів кукурудзи вага качана була в діапазоні 203,0 – 215,5 г, а от вага зерна з одного качана варіювала від 178,4 г – 190,6 г. у гібриду Сільверклауд (215,5 г), а найменша — у Сканер (203,0 г). Найбільшу масу стрижня мав гібрид Староф (27,7 г), а от гібрид Мітинг мав вагу стрижня лише (19,7 г), що є найменшим результатом. Вага качана та співвідношення зерна до стрижня в досліджуваних гібридів кукурудзи є неоднаковою. Тому при обиранні гібриду слід виходити з виробничих цілей.

У ході проведеного дослідження були проаналізовані якісні характеристики зерна кукурудзи гібридів Сільверклауд ФАО 200, Сканер ФАО 250, Староф ФАО 290, Вархол ФАО 300, Блекрок ФАО 340 та Мітинг ФАО 390. Особлива увага приділялася параметрам вологості зерна, масі 1000 зерен, схожості та енергії проростання.

За результатами досліджень можна стверджувати, що найкращі середньозважені результати при проведенні дослідження продемонстрували гібриди кукурудзи Староф ФАО 290 та Блекрок ФАО 340. Протягом 9 місяців зберігання зерна не спостерігалось суттєвих змін у вологості та масі 1000 зерен, також було виявлено, що рівень схожості зерна після тривалого зберігання залишався досить високим для більшості гібридів, що свідчить про їх стійкість та якісне дозрівання під час зберігання.

Аналіз біохімічних показників: вміст білка та крохмалю, показав, що протягом 9 місяців зберігання ці показники мали певну динаміку – зростаючи в перші два періоди зберігання та спадаючи починаючи з 6-го місяця і до кінця дослідження залишалися стабільними для більшості гібридів. Найкращу стійкість за даними показниками в кінцевому результаті показали гібриди кукурудзи Вархол ФАО 300 та Блекрок ФАО 340.

Дослідження ж показників жиру показало, втрату показників по кожному гібриду в кінцевому періоді на 0,05 – 0,10% в порівнянні з початковими значеннями. Найкращу динаміку продемонстрував гібрид кукурудзи Сільверклауд ФАО 200.

Крім того, було проведено розрахунок кореляції між вмістом жиру крохмалю в зерні кукурудзи, який показав слабкий зворотний зв'язок між цими біохімічними показниками. Це свідчить про те, що вміст жиру та крохмалю мають незначний взаємний вплив, що не позначається суттєво на якості зерна під час зберігання.

Також було встановлено, що кореляція між енергією проростання і схожістю є слабкою і статистично незначущою, що вказує на те, що ці показники не мають сильного взаємозв'язку.

Загалом, отримані результати свідчать про високу якість досліджуваних гібридів кукурудзи та підтверджують можливість їх довготривалого зберігання без значної втрати фізичних та біохімічних властивостей, що робить їх придатними для використання в сільському господарстві та переробці.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На основі отриманих результатів досліджень рекомендується використовувати для вирощування гібриди кукурудзи Сілверклауд і Блекрок та Староф. Ці гібриди показали хорошу врожайність та високу якість зерна, що забезпечує підвищену рентабельність виробництва після доробки і тривалого зберігання. Використання цих гібридів дозволить збільшити економічну ефективність господарства.

Перед зберіганням необхідно очистити та відсортувати зерно, застосовуючи інноваційні методи сушіння. Організація післязбирального дозрівання за температури 10–12°C і вологості повітря 60–70% стабілізує якість зерна. Щоквартальна оцінка якості та вибір гібридів із високою рентабельністю, як-от Староф, сприятимуть зменшенню втрат і підвищенню економічної ефективності виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://www.lhf.org/learning-fields/crops/corn/>
2. Australian Government. 2008. [The biology of Zea mays spp mays \(maize or corn\)](#). [Online] [April 10, 2019].
3. Aylor, D.E. 2003. Rate of dehydration of corn (*Zea mays*) pollen in the air. *Journal of Experimental Biology* 54(391):2307-2312.
4. Carcova, J., M. Uribe Larrea, L. Borra's, M.E. Otegui, and Westgate M.E. 2000. Synchronous pollination within and between ears improves kernel set in maize. *Crop Science* 40:1056–1061
5. Cook, B. G., Pengelly, B. C., Brown, S. D., Donnelly, J. L., Eagles, D. A., Franco, M. A., Hanson, J., Mullen, B. F., Partridge, I. J., Peters, M. and others. 2005. [Tropical Forages: an interactive selection tool. Web Tool](#). [Online] [December 5, 2016].
6. DELOS: Desarrollo Local Sostenible, Curitiba, v.16, n.49, p. 3601-3613, 2023
7. Doebley, J., Wendel, J.D., Smith, J.S.C., Stuber, C.W., and Goodman, M.M. 1988. The origin of cornbelt maize: the isozyme evidence. *Economic Botany* 42(1): 120-131
8. Dunlop, G. 2015. Bt corn IRM compliance in Canada. [Online] [April 10, 2019].
9. Gray, M. E. 2010. Relevance of traditional integrated pest management (IPM) strategies for commercial corn producers in a transgenic agroecosystem: A bygone era? *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(11):5852-5858.
10. Jackson, S.D. 2009. Plant responses to photoperiod. *The New Phytologist* 181:517–531.
11. Kiesselbach, T.A. 1949. The structure and reproduction of corn. *Research bulletin: Bulletin of the Agricultural Experiment Station of Nebraska No. 161*
12. Major, D., Brown, D., Bootsma, A., Dupuis, G., Fairey, N., Grant, E., Green, D., Hamilton, R., Langille, J. and Sonmor, L. 1983. An evaluation of the corn heat unit system for the short-season growing regions across Canada. *Canadian Journal of Plant Science* 63(1):121-130.

13. Norman, M. J. T., Pearson, C. J. and Searle, P. 1995. The ecology of tropical food crops. Cambridge University Press.
14. OMAFRA. 2017b. Publication 811, Agronomy guide for field crops. Queen's Printer, Toronto, Canada.
15. Smith, C. W., Betrán, J. and E. C. A., R. 2004. Corn: Origin, history, technology, and production. John Wiley & Sons.
16. [The biology of Zea mays L. \(maize\) - inspection.canada.ca](http://inspection.canada.ca)
17. Townshend, J. and Potter, J. 1976. Evaluation of forage legumes, grasses, and cereals as hosts of forage nematodes. *Nematologica* 22(2):196-201.
18. Wallace, H. A. and Brown, W. L. 1988. Corn and its early fathers. Iowa State University Ames, Iowa.
19. Weatherwax, P. 1916. Morphology of the flowers, *Zea mays*. *Bulletin Torrey Botany Club* 66:127-144.
20. Бережнюк М. Ф. Грунтознавство з основами агрохімії : Навчальний посібник / М. Ф. Бережнюк, Н. А. Пасічник ; Національний університет біоресурсів і природокористування України. - К. : ЦП "Компринт", 2015. – 423 с.
21. Жемела Г.П., Шемальов В.І., Олексюк О.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Підруч. Полтава: РВВ "TERRA", 2003. – 420 с.
22. Іванов І. Є. Підвищення якості зерна кукурудзи. Київ: "Урожай", 1975. – 88 с.
23. Каленська С. М., Шевчук О. Я., Дмитришак М. Я. Рослинництво. Київ: НАУ, 2005. – 502 с.
24. Кирпа М. Я. Кукурудза: збирання, сушіння, якість. Монографія. Кирпа М. Я., Станкевичя Г. М., Стюрко М. О. Одеса: КП ОМД, 2015. – 150 с.
25. Кирпа Н.Я. Особливості первинної обробки та зберігання зерна // Зберігання та переробка зерна. 2003. №7. С. 40

26. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: "Українські технології", 2006. – 730 с.
27. НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ. КУКУРУДЗА. ТЕХНІЧНІ УМОВИ. ДСТУ-4525:2006. №326 від 12.09.2009. URL.: <https://kolosok.infog4>
28. Пащенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкіна О. Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи. Дніпропетровськ : АРТ-ПРЕС, 2009. – 224 с.
29. Подпратов Г.І., Скалецька Л.Ф., Сеньков А.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Практикум: Навч. посібник. К.: Вища освіта, 2004. – 272 с.
30. Санчук Н.Т., Скалецька Л.Ф., Подпратов Г.І. та ін. Технохімічний контроль продукції рослинництва / Київ: Арістей. 2005. – 254 с.
31. Скалецька Л.Ф. Біохімічні зміни в продукції рослинництва при її зберіганні та переробці / Л.Ф. Скалецька, Г.І. Подпратов К.: Видатний центр НАУ, 2007. – 288 с.
32. С.М.Каленська, Н.В.Новицька, В.Л. Жемойда, Є.В.Качура, М.М.Макрушин І.С. Поліщук, В.А. Шинкарук, М.І. Поліщук, О.А. Коваленко, О.М.Куценко, В.В.Ляшенко, В.О.Захарова, М.В.Остренко, Насіннезнавство Київ, 2011. – 323с.
33. Циков В. С., Пащенко Ю. М., Хмара В. В. Продуктивність гібридів кукурудзи в залежності від строків сівби, основного обробітку ґрунту та заходів боротьби з бур'янами. Сільський журнал. 1995. № 4. С. 36–38.
34. Шпаар Д., Гінапп К., Дрегер А., Захаренко С., Каленська С. та ін. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання. Під загальною редакцією Д. Шпаара. Київ : Альфа–стевія ЛТД, 2009. – 396 с.
35. Якобенчук В. Ф. Ґрунтознавство з основами геоботаніки і агрохімії. – Львів: ЛДАУ, 1998. – 236с.