

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

05.05 – КМР. 18“С” 2024.01.08.98 ПЗ

**СІМЧЕНКА СТАНІСЛАВА СЕРГІЙОВИЧА**

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

УДК 631.15:631.527.3:633.53.02

**Погоджено**

**Допускається до захисту**

**Декан агробіологічного  
факультету**

д.с.-г. наук, професор

\_\_\_\_\_ Коваленко В.П.

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2024 р.

**Завідувач кафедри**

технології зберігання, переробки та  
стандартизації продукції рослинництва  
ім. проф. Б.В. Лесика к. с.-г. н.,  
професор \_\_\_\_\_

Подпрятюв Г.І.

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2024 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: «ЯКІСТЬ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ РІЗНИХ ГІБРИДІВ У ПРОЦЕСІ  
ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ»**

Спеціальність: 201 – «Агрономія»

Освітня програма: «Агрономія»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

**Гарант освітньої програми**

доктор с.-г.н., професор \_\_\_\_\_ **Каленська С.М.**

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

канд. с.-г.н., доцент \_\_\_\_\_ **Завадська О.В.**

**Виконав**

\_\_\_\_\_ **Сімченко С. С.**

**КИЇВ – 2024**

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

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

\_\_\_\_\_ Г.І. Подпрятюв  
" \_\_ " \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ  
СІМЧЕНКУ СТАНІСЛАВУ СЕРГІЙОВИЧУ**

Спеціальність: 201 – «Агрономія»

Освітня програма: «Агрономія»

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Якість зерна кукурудзи різних гібридів у процесі тривалого зберігання» затверджена наказом ректора НУБіП України від «18» вересня 2024 р. № 1575 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2024.11.10

Вихідні дані до роботи: зерно кукурудзи гібридів RAGT «Ліпекс», Монсанта 3511, Монсанта 4014, вирощене на полях ТОВ «Лан» в умовах Степу, терміни та способи зберігання.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- дослідити стан виробництва зерна кукурудзи в світі й Україні;

- оцінити якість вирощеного зерна кукурудзи досліджуваних гібридів;
- виявити вплив способів зберігання на якість зерна кукурудзи різних гібридів протягом тривалого зберігання;
- встановити оптимальні терміни зберігання зерна кукурудзи для використання на певні цілі;
- дослідити кореляційні взаємозв'язки між показниками якості зерна кукурудзи різних гібридів;
- розрахувати економічну ефективність зберігання зерна кукурудзи залежно від термінів і способів зберігання.

**Дата видачі завдання**

**«05» вересня 2023 р.**

**Керівник магістерської роботи,**

канд. с.-г. наук, доцент

\_\_\_\_\_

**Завадська О.В.**

**Завдання прийняв до виконання**

\_\_\_\_\_

**Сімченко С.С.**

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	11
1.1. Народногосподарське значення кукурудзи.....	11
1.2 Ботанічна характеристики та біологічні особливості культури.....	12
1.3. Вплив умов вирощування на якість зерна кукурудзи .....	18
1.4 Сучасні технології післязбиральної доробки та зберігання зерна кукурудзи різного цільового призначення .....	22
РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
2.1 Характеристика місця проведення досліджень.....	27
2.1.1 Ґрунтові умови господарства .....	27
2.1.2. Кліматичні умови господарства .....	29
2.2. Схема та методика проведення досліджень .....	31
2.3. Технологія вирощування досліджуваних гібридів кукурудзи в умовах ТОВ «ЛАН».....	34
2.4. Методики визначення показників якості зерна кукурудзи.....	35
2.5. Характеристика досліджуваних гібридів.....	39
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ.....	43
3.1. Вплив сортових особливостей на початкові показники якості зерна кукурудзи .....	43
3.1.1. Фізичні показники якості зерна кукурудзи .....	43
3.2. Динаміка показників якості зерна кукурудзи залежно від способів і термінів зберігання .....	50
3.2.1. Вплив способів і термінів зберігання на зміну фізичних та технологічних показників якості зерна кукурудзи .....	50
3.2.3. Динаміка біохімічних показників зерна кукурудзи різних гібридів залежно від способів і термінів зберігання.....	55
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ.....	58
ВИСНОВКИ.....	62
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ .....	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	67

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота виконана на 71 сторінці друкованого тексту. Вона складається зі вступної й основної частин. Основна частина містить 4 розділи, 19 рисунків, 10 таблиць. Перелік посилань становить 57 літературних джерел.

Робота має таку структуру: вступ, огляд та аналіз літератури, місце та умови проведення дослідження, методика проведення дослідження, результати досліджень та їх аналіз, економічна ефективність зберігання та сушіння зерна кукурудзи, висновки, список використаних літературних джерел.

У вступній частині описується актуальність теми та мотив обраного дослідження. В огляді літератури розглядаються відомості про об'єкт дослідження, історія, походження, господарське значення, ботанічні та біологічні особливості кукурудзи, вплив умов вирощування на вихід товарного зерна

У другому розділі роботи охарактеризовано погодні умови та місце виконання роботи. Висвітлена схема досліду, методика і умови проведення дослідження.

В експериментальній частині наведені результати дослідження у вигляді таблиць, рисунків та зроблено їх аналіз.

У четвертому розділі наведено результати розрахунків економічної доцільності вирощування й зберігання зерна кукурудзи залежно від способів та термінів.

У висновках описано узагальнені результати досліджень, згідно поставленої мети та завдань. На основі зроблених висновків, сформовані пропозиції виробництву.

КУКУРУДЗА, ЗЕРНО, ГІБРИД, ВАРІАНТ, ЯКІСТЬ, ЗБЕРІГАННЯ, СХОВИЩЕ, ЗЕРНОВИЙ РУКАВ, ВТРАТИ, СПОСОБИ ЗБЕРІГАННЯ, ТЕРМІНИ ЗБЕРІГАННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ

## ВСТУП

Зерно кукурудзи на міжнародному ринку є стратегічно важливим продуктом, адже забезпечує продовольчу безпеку та приносить стабільний дохід. Наша країна входить до десятки найбільших експортерів світу, постачаючи значні об'єми зерна. У довоєнному 2020-2021 маркетинговому році Україна встановила рекорд, експортувавши понад 49 млн т зерна та заробивши при цьому 18,8 млрд. доларів. У складному маркетинговому сезоні 2023/2024 рр., наша країна експортувала 57,5 млн т зернових та олійних культур, у тому числі 29,3 млн т зерна кукурудзи на суму 4,7 млрд. доларів [14].

Кукурудза є однією з основних зернових культур, що експортується з України. Щороку попит на зерно цієї культури та частка його експорту зростають. Це стимулює виробників не лише до підвищення врожайності, але й до покращення якості зерна. Кукурудза використовується універсально, з неї виготовляють понад 150 технічних та харчових продуктів, таких як крупи, борошно, спирт і глюкозу. Зародки кукурудзи застосовують для виробництва цінної рослинної олії. У світовому вимірі ця культура займає перше місце за валовими зборами. Її вирощування також використовується у кулісних і повторних посівах.

Аналіз посівних площ, валових зборів і врожайності зернових показує, що кукурудза має великі можливості для підвищення продуктивності. Сучасні технології вирощування дозволяють отримувати високі та якісні врожаї. Найбільші площі під кукурудзою в Україні розташовані у південних, східних і центральних регіонах.

Зародки зерна кукурудзи, які становлять близько третини насінини, містять 35 % жиру. Порівняно з іншими зерновими, кукурудза має менше вітамінів і білків. Її протеїн містить мало незамінних амінокислот, таких як лізин і триптофан, але багатий на зеїн – важливий компонент для кормів. Завдяки високій калорійності (360 ккал на 100 г), зерно кукурудзи є одним з основних

інгредієнтів у комбікормах і силосі. Кукурудзяний силос багатий на каротин і володіє високими дієтичними властивостями та гарною перетравністю.

Високий попит на кукурудзу на світовому ринку спричинив концентрацію і спеціалізацію виробництва, суттєво змінивши структуру посівних площ. Останнім часом кукурудзу часто вирощують як монокультуру в сівозмінах з короткою ротацією, що веде до накопичення в ґрунті збудників небезпечних хвороб, погіршення якості зерна й зниження продуктивності.

Весь вирощений урожай кукурудзи потрібно зберігати протягом певного часу чи переробляти. Зберігання зерна пов'язане з процесами, які можуть суттєво знизити його початкову якість. За цього, важливими є не лише умови зберігання, але й сортові особливості [32]. З огляду на це, тема магістерської роботи, присвячена вивченню впливу умов і тривалості зберігання на якість зерна кукурудзи різних гібридів, залишається актуальною.

*Метою дослідження* було вивчення впливу термінів і способів зберігання на якість зерна кукурудзи різних гібридів.

Для досягнення поставленої мети були поставлені такі *завдання*:

- дослідити стан виробництва зерна кукурудзи в світі й Україні;
- оцінити якість вирощеного зерна кукурудзи досліджуваних гібридів;
- виявити вплив способів зберігання на якість зерна кукурудзи різних гібридів протягом тривалого зберігання;
- встановити оптимальні терміни зберігання зерна кукурудзи для використання на певні цілі;
- дослідити кореляційні взаємозв'язки між показниками якості зерна кукурудзи різних гібридів;
- розрахувати економічну ефективність зберігання зерна кукурудзи залежно від термінів і способів зберігання.

Результати наших досліджень дозволили встановити вплив генетичних особливостей, способів і термінів зберігання якості зерна кукурудзи протягом

зберігання, оптимізувати умови зберігання зерна, виявити оптимальні строки зберігання зерна кукурудзи для використання на різні цілі.

У процесі виконання досліджень оцінено якість зерна кукурудзи трьох гібридів, поширених у виробництві за комплексом технологічних, фізичних, біохімічних та посівних показників якості. Також проаналізовано динаміку якості зерна досліджуваних гібридів протягом тривалого зберігання, встановлено оптимальні терміни його використання.

*Предметом дослідження* було зерно кукурудзи гібридів RAGT «Ліпекс», Монсанта 3511, Монсанта 4014, вирощене на полях ТОВ «Лан» в умовах Кіровоградської області України.

*Об'єкт дослідження* – показники якості свіжозібраного зерна кукурудзи та їх динаміка протягом тривалого зберігання.

Для виконання мети і завдань досліджень було проведено двофакторний дослід, де досліджуваними факторами були гібриди (фактор А) та способи зберігання (фактор Б). Як контрольний варіант серед досліджуваних гібридів вибрали відомий, поширений у виробництві гібрид RAGT «Ліпекс», а серед способів зберігання – зберігання зерна в умовах звичайного сховища.

Протягом проведення дослідження було використано лабораторні *методи* для визначення технологічних, посівних та біохімічних показників якості зерна, статистичний – для виявлення найменшої істотної різниці та кореляційних взаємозв'язків, метод аналізу та синтезу.

За результатами досліджень опубліковані тези доповідей:

Завадська О.В., Сімченко С.С. Вплив сортових особливостей та умов зберігання на якість зерна кукурудзи // Сучасні технологічні аспекти виробництва зерна та переробки сільськогосподарської продукції: матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100-річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Григорія Родіоновича Пікуша (20-21 березня 2024 р., м. Дніпро). Дніпро: ДУ ІЗК НААН, 2024. С. 246-248.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Народногосподарське значення кукурудзи

Кукурудза (*Zea mays*) входить до переліку найважливіших сільськогосподарських культур світу, завдяки значній ролі в економіці та численним напрямкам застосування. Ця універсальна культура цінується як в аграрному секторі, так і в промисловості, збагачуючи економіки країн, де вона є основним продуктом [5,12,29].

*Основні напрямки використання кукурудзи:*

*Продовольча промисловість.* Кукурудза є основним харчовим продуктом для мільйонів людей у різних країнах. З неї виготовляють кукурудзяні крупи, борошно, олію, сиропи та інші популярні інгредієнти. З кукурудзяного борошна роблять хлібобулочні вироби, млинці та кондитерські вироби, а також національні страви, наприклад, тортільї. Кукурудзяний крохмаль часто використовується як загущувач у різноманітних стравах. Попкорн залишається одним із найулюбленіших перекусів у світі, тоді як кукурудзяні пластівці стали важливим елементом у сніданковому меню багатьох людей.

*Корм для тварин:* кукурудза є важливою кормовою культурою завдяки високій енергетичній цінності та поживному складу, багатому на вуглеводи та білки. Вона є ключовим компонентом комбикормів для худоби, свиней, птиці та інших тварин. З кукурудзи також виготовляють силос, що служить довгостроковим кормом для тварин, забезпечуючи фермерів взимку. Як корм, кукурудза сприяє росту тварин і покращенню продуктивності фермерських господарств.

*Промислове виробництво.* Кукурудзяний крохмаль є фундаментальним компонентом у багатьох промислових сферах, включаючи виробництво паперу, текстилю, клеїв, пластмас, фармацевтики та косметики. Це універсальний матеріал, що використовується як загущувач і стабілізатор. Біоетанол з кукурудзи став значним джерелом альтернативного пального, зменшуючи

викиди парникових газів та залежність від викопних ресурсів. Кукурудзяна олія застосовується не лише кулінарно, але й у виробництві мила та засобів догляду за шкірою.

*Медична та косметична промисловість.* Кукурудзяна олія багата корисними кислотами й антиоксидантами, що позитивно впливають на шкіру та волосся. Вона входить до складу кремів, лосьйонів і шампунів. У фармацевтиці кукурудзяний крохмаль використовується як наповнювач таблеток для забезпечення рівномірного розподілу ліків [18,32,37,54].

За період вегетації в зерні кукурудзи накопичується 65-70 % вуглеводів, 9-12 % білків, 4-8 жирів, 2 % клітковини (рис. 1.1). Зерно багате на мікроелементи та вітаміни, містить мінеральні речовини: солі магнію, калію, заліза, кальцію, фосфору. У молекулах білка містяться незамінні амінокислоти – триптофан та лізин [2,7].

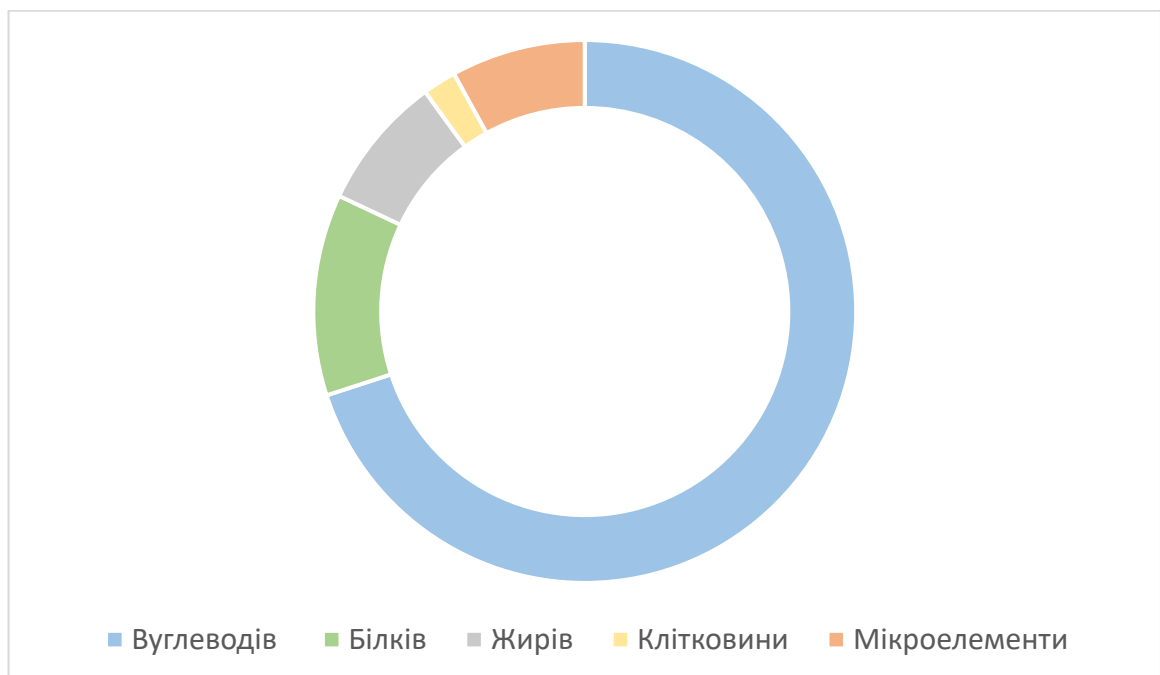


Рис. 1.1. Середній вміст основних біохімічних показників у зерні кукурудзи

Таким чином, кукурудза є надзвичайно цінною культурою з великою кількістю застосувань, що підтримує продовольчу безпеку та розвиток

екологічно чистої енергетики, роблячи її невід'ємною частиною економіки багатьох країн.

## 1.2 Ботанічна характеристики та біологічні особливості культури

Кукурудза культурна – це однодомна, роздільностатева, однорічна трав'яниста рослина, яка за зовнішнім виглядом значною мірою відрізняється від інших злакових рослин (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Будова рослини кукурудзи

### *Ботанічна характеристика*

*Коренева система:* Складається з мичкуватих, добре розвинених головних і бічних коренів, які можуть проникати на глибину до 1,5-2,0 метрів. Кукурудза також утворює повітряні корені для покращення стійкості (рис. 1.3).

Стебло кукурудзи – міцне, високе, циліндричне та заповнене пухкою паренхімою. Його висота варіюється від 50 см до 6 м в залежності від сорту чи гібриду [1,20].



Рис 1.3. Загальний вигляд кореневої системи кукурудзи

Стебло має добре виражені вузли та міжвузля, кількість яких у різних сортів може коливатися від 8 до 40. Зближених підземних вузлів буває від 3 до 10, а надземних від 6 до 30 і більше. Найкоротші міжвузля розташовані в нижній частині стебла, тоді як найдовше розміщується там, де росте мітла. Кількість вузлів у межах одного сорту змінюється незначно, але їх довжина залежить від умов вирощування (рис. 1.4).

*Листя* розташоване чергово, широколінійне з темно-зеленим забарвленням і паралельним жилкуванням. Добре виражена листкова піхва охоплює стебло [17].



Рис. 1.4. Стебло кукурудзи

*Суцвіття:* Чоловічі волоть розміщуються на верхівці рослини, містять квітки для утворення пилку. Жіночі качани формуються в пазухах листків, де розвиваються зернівки (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Чоловіче та жіноче суцвіття кукурудзи

*Плід кукурудзи* – зернівка з оболонкою, ендоспермом і зародком, з можливими варіаціями кольору від жовтого до червоного. Залежно від сорту, зерна можуть мати різну форму і розмір.

### ***Підвиди кукурудзи***

За будовою і формою зерна кукурудзу ділять на вісім підвидів, кожен з них різниться і за іншими морфо-біологічними ознаками рослин, плівчасте зерно кукурудзи укладено в плівку, що утворюється з колосових лусок [18,33].

1. Зубоподібна кукурудза (*Zea mays indentata*) Опис: Її назва походить від характерних заглиблень на верхівці зерен, що нагадують зуби. Ці м'якші зерна містять більше крохмалю та мають ендосперм з частково борошнистою тканиною. Використання: Переважно слугує сировиною для кормів та промислового виробництва етанолу, популярна в регіонах з помірним кліматом.

2. Кремениста кукурудза (*Zea mays indurata*) Опис: Ця форма має гладкі, тверді зернівки, які складаються переважно з рогового ендосперму. Зерна здебільшого круглі або овальні та без заглиблень. Використання: Підходить для виробництва крупи, борошна та традиційних продуктів, як-от полента, і часто вирощується в північних регіонах.

3. Воскова кукурудза (*Zea mays ceratina*) Опис: Зерна мають характерну воскоподібну текстуру поверхні завдяки амілопектину в крохмалі, що надає їм гладкого вигляду. Використання: Використовується переважно в харчовій промисловості для виготовлення крохмалю з підвищеною здатністю до згущення.

4. Крохмалиста кукурудза (*Zea mays amylacea*) Опис: Зернівки багаті на борошнистий ендосперм, є м'якими і легко подрібнюються через відсутність твердої оболонки. Використання: Головним чином застосовується для виготовлення кукурудзяного борошна і крупи, а також підходить для виробництва спирту і продуктів ферментації.

5. Цукрова кукурудза (*Zea mays saccharata*) Опис: Під час початкових стадій дозрівання зернівки містять багато цукру, що робить їх солодкими і

соковитими завдяки перетворенню крохмалю в цукри. Використання: Використовується свіжою, консервованою або замороженою і часто зустрічається в харчовій промисловості для приготування консервів.

6. Лопається кукурудза (*Zea mays everta*) Опис: Має маленькі тверді зерна, які вибухають при нагріванні, утворюючи попкорн завдяки перетворенню вологи в пару, яка розриває оболонку. Використання: Основним призначенням є виготовлення попкорну, популярного в харчовій індустрії як снек.

7. Плівчаста кукурудза (*Zea mays tunicata*) Опис: Відрізняється міцною плівчастою оболонкою навколо кожного зернятка, що забезпечує захист від зовнішніх впливів. Використання: Менш важлива в сучасному сільському господарстві, але іноді застосовується для декоративних цілей і селекційних програм.

8. Кукурудза восковидна (*Zea mays rugosa*) Опис: Характеризується зморшкуватими зернами через висихання під час дозрівання і містить високий рівень амілози в крохмалі. Використання: Використовується у виробництві крохмалю з високим вмістом амілози та у хімічній промисловості для створення біорозкладних матеріалів [1,20,25].

### ***Біологічні особливості кукурудзи***

Температурні вимоги до вирощування кукурудзи є важливими для досягнення успішного врожаю, оскільки ця культура належить до теплолюбних рослин. Насіння кукурудзи починає дружно проростати при прогріванні ґрунту в шарі 0-10 см до +8-10 °С, причому появу сходів можна очікувати при підвищенні температури вище +10 °С. Оптимальна середньодобова температура повітря для кукурудзи в першій половині вегетаційного періоду становить +18-20 °С, а в другій – +22-23 °С. Перші три листки формуються найбільш швидко при температурі близько 21 °С за рахунок запасів живлення у насінні, і кожен новий листок утворюється за 1,5-2 доби, хоча швидкість розвитку наступних

листіків знижується. При надмірно високих температурах і дефіциті вологості повітря пилок може висихати за 1-2 години, втрачаючи здатність до проростання, що негативно впливає на запилення і озерненість качанів. Весняні заморозки в діапазоні 2-4 °С у фазі сходів небезпечні для культури, але вона може відновлюватися, оскільки точка зростання залишається в ґрунті і залишається неушкодженою. Осінні заморозки, особливо при температурі -1-2 °С, ведуть до відмирання листя, тоді як при -3 °С постраждати може недозріле зерно, яке починає гнити та втрачати поживну цінність.

Вегетаційний період визначається особливостями гібридів і сортів. Класифікація залежно від тривалості вегетації включає ранньостиглі, середньоранні, середньостиглі та пізньостиглі гібриди. Для різних груп гібридів необхідна наступна сума активних температур для дозрівання: ранньостиглі – 2100-2200 °С; середньоранні та середньостиглі – 2400-2600 °С; пізньостиглі – 2800-3200 °С. Рекомендується висівати кілька груп гібридів із різною швидкістю дозрівання для забезпечення стабільних і високих урожаїв зерна кукурудзи.

Щодо водних вимог, кукурудза є посухостійкою культурою з транспіраційним коефіцієнтом 250-300. Кількість доступної вологи та розподіл опадів протягом вегетаційного періоду суттєво впливають на рівень врожайності. Незадовільне водозабезпечення на будь-якому етапі розвитку може призводити до зниження врожайності внаслідок формування великої біомаси.

Кукурудза також належить до світлолюбних рослин короткого дня, максимального цвітіння досягає при тривалості дня 8-9 годин. Інтенсивне сонячне освітлення є критично важливим на ранніх стадіях розвитку, адже затінення значно знижує врожайність. Мінімальний рівень освітлення для кукурудзи становить 1400-8000 люкс, а оптимальний – 20000-25000 люкс [1,26].

Вегетаційний період триває від 80 до 150 днів залежно від сорту та умов вирощування.

Ґрунтові вимоги. Кукурудза демонструє високі показники врожайності на ґрунтах, які характеризуються глибоким вмістом гумусу, високою

повітропроникністю, багатими запасами поживних речовин і достатньою вологою, при цьому оптимальний рівень кислотності (рН) становить 5,5-7,0. Якщо ґрунт має рН нижче 5,6, прогноз щодо врожайності знижується значною мірою, а за рН 4,0 рослини кукурудзи взагалі не виживають. Вимогливість кукурудзи до елементів живлення є досить високою. Для формування 1 центнера зерна вона поглинає з ґрунту 2,4-3,0 кг азоту, 1,0-1,3 кг фосфору та 2,5-3,0 кг калію [20,52].

### **1.3. Вплив умов вирощування на якість зерна кукурудзи**

*Місце культури в сівозміні.* Кукурудза відіграє ключову роль у сівозміні завдяки своєму впливу на структуру ґрунту, накопичення поживних речовин і механізми контролю бур'янів та хвороб. Ця культура належить до інтенсивного землеробства і вимагає точного підходу до свого розташування в сівозмінному циклі [4].

#### ***Основні принципи інтеграції кукурудзи в сівозміну:***

Черговість вирощування культур:

Кукурудза характеризується високими вимогами до поживних речовин, особливо азоту. Тому рекомендується її висаджування після культур, що збагачують ґрунт азотом, таких як зернобобові (горох, соя, люпин). Це підхід дозволяє зменшити потребу в додаткових добривах. Проблематично вирощувати кукурудзу кілька років поспіль на одному полі через можливе виснаження ґрунту та накопичення збудників хвороб і шкідників, що може вплинути на врожайність та збільшити потребу в засобах захисту рослин [4].

Оптимальними попередниками є зернобобові культури (соя, горох), озимі зернові (пшениця, ячмінь) та багаторічні трави. Середніми попередниками виступають олійні культури (соняшник, ріпак) та картопля, які можуть залишати ґрунт у доброму стані, але також забирають багато поживних речовин.

Непридатними попередниками є інші зернові кукурудзи, сорго та цукрові буряки, оскільки вони можуть спричинювати накопичення патогенів та шкідників, що негативно вплине на врожай.

Після кукурудзи залишається значна органічна маса (стебла, листя), що сприяє покращенню структури ґрунту. Це робить поле придатним для посіву озимих культур (пшениця, ячмінь), які використовують залишки поживних речовин. Кукурудза залишає ґрунт у розпушеному стані, що підходить для наступних культур із глибоким корінням, таких як соняшник.

Особливості удобрення та догляду: зважаючи на високу потребу кукурудзи у поживних речовинах, особливо азоті, фосфорі та калії, важливо планувати внесення добрив для забезпечення повноцінного розвитку рослин. Відновлення балансу поживних речовин після кукурудзи є суттєвим елементом сівозміни [4,37].

Ефективно себе зарекомендувало використання органічних добрив (гній, компост), які підвищують родючість ґрунту для наступних культур.

***Переваги оптимальної сівозміни з кукурудзою:***

1. Підвищення врожайності: Збалансована сівозміна підтримує родючість ґрунту і забезпечує культуру необхідними поживними елементами.
2. Зниження ризику поширення хвороб та шкідників. Чергування культур запобігає накопиченню патогенів і шкідників, характерних для кукурудзи.
3. Оптимальне використання добрив. Це сприяє зменшенню витрат на додаткові добрива завдяки природному збагаченню ґрунту шляхом чергування культур [3,10,16,24].

Таким чином, кукурудза є універсальною культурою, яка може успішно інтегруватися в сівозміну за умови правильного підбору попередників і наступників, що забезпечує стабільну врожайність і покращує агротехнічний стан поля.

*Обробіток ґрунту.* Обробіток ґрунту для кукурудзи здійснюється з урахуванням різних факторів. Після вирощування попередньої культури поле обробляють глибокорозпушувачем, таким як Case 530с. Кукурудза добре реагує на збільшення глибини основного обробітку ґрунту, тому насіння зазвичай висівають на ділянках, де ґрунт був оброблений на глибину 25-27 см або 20-22 см [1,5,25].

Сучасні системи землеробства дозволяють уникати енергоємних операцій, таких як оранка, завдяки залишенню більшої кількості рослинних залишків на поверхні. Це допомагає економити паливо та запобігати ерозії ґрунту. Осінній обробіток ґрунту розпочинається із застосування мінімальної технології шляхом лущення стерні, яке проводиться одразу після збору врожаю попередника. Вчасне проведення лущення покращує якість оранки, зменшує висихання ґрунту, сприяє очищенню поля від бур'янів і збільшує його водопроникність.

*Умови живлення.* До 50 % приросту врожайності сільськогосподарських культур, зокрема кукурудзи, забезпечується своєчасним внесенням добрив. Азотні добрива, незалежно від того, чи вони використовуються для кореневого або позакореневого підживлення, сприяють збільшенню врожаю і підвищенню вмісту протеїну. Застосування 20 кг/га азоту для кореневого підживлення підвищує як врожайність, так і вміст протеїну, тоді як позакореневе внесення збільшує вміст лише протеїну [35].

Фосфорні добрива менш впливають на врожайність, однак комбінація азотно-фосфорних добрив значно покращує врожай і підвищує вміст протеїну та жиру. Калійні добрива також мають менший вплив на врожайність, але покращують якість зерна, зокрема підвищують вміст крохмалю [47].

Кукурудза потребує більше добрив у порівнянні з іншими зерновими культурами. В середньому для формування 1 тони зерна разом з листям та стеблами необхідно внести: 24-32 кг азоту, 25-35 кг калію, 10-14 кг фосфору та мікроелементи як магній, кальцій, бор, марганець, і молібден. Засвоєння поживних речовин варіюється в залежності від врожайності [31].

Для оптимального росту кукурудза, крім мінералів, потребує мікроелементів. Вона особливо чутлива до дефіциту цинку та помірно чутлива до міді й бору. Мідь впливає на рівень цукру та білка в зерні, забезпечує стійкість до хвороб і підвищення врожайності. Її дефіцит може виникнути при високих дозах фосфору та калію або в умовах теплої й сухої погоди.

Крім фосфору й калію, для формування врожаю кукурудзі потрібна значна кількість магнію і кальцію (6-10 кг на 1 тону зерна). Найкращі дози повного мінерального добрива – N45-90P45-90K30-90. Складні добрива, як нітроамофоска чи нітрофоска, ефективніші за прості добрива і можуть підвищити врожайність на 0,1-0,2 т/га. Рідкі форми добрив, включаючи комплексні добрива і аміачні суміші, також позитивно впливають на ріст і продуктивність кукурудзи [39].

Фосфорно-калійні добрива варто вносити під час основного обробітку ґрунту, тоді як азотні слід додавати навесні під час першої культивації. Необхідним заходом є припосівне внесення складних або фосфорних добрив у кількості 10-15 кг/га по фосфору [53].

#### *Підготовка до сівби та сівба (строки та норми)*

Підготовка насіння до сівби є важливим етапом. Насіння гібридів кукурудзи повинно мати високу чистоту не менше 98%, схожість не менше 92%, типовість, енергію проростання 90%, вологість 14% і бути відкаліброваним та обробленим. Сівбу кукурудзи здійснюють разом із передпосівною обробкою ґрунту. Для отримання дружніх сходів слід висівати, коли ґрунт на глибині закладання насіння (6-8 см) прогріється до 10-12 °С [44].

При визначенні глибини закладання насіння враховують, що нормальне набухання та проростання відбувається за вологості ґрунту не менше 18-22%. У Лісостепу глибина закладання становить 6-8 см, а для інкрустованого насіння – 3-5 см. Залежно від гібриду, мети, зони вирощування та скоростиглості сорту можуть різнитися й методи сівби. Один із найпоширеніших методів – широкорядно-пунктирний з міжряддям 70 см.

Густоту рослин визначають, враховуючи біологічні особливості гібридів та ґрунтово-кліматичні умови. У Лісостеповій зоні досягнення оптимальної передзбиральної густоти складає 80 тис. рослин на гектар. Густота стояння рослин змінюється залежно від ґрунтово-кліматичних умов вирощування та біологічних характеристик гібридів. Після найкращих попередників кукурудзу сіють із більшою густиною, після менш сприятливих – з меншою.

З огляду на природну загибель рослин протягом вегетації та зниження польової схожості, норму висіву слід збільшити: на Поліссі на 20-25 %, у Лісостепу на 15-20 %, у степовій зоні на 10-15 % [35]. Важливо, щоб насіння при посіві розподілялося рівномірно як у рядку, так і за глибиною, що забезпечує вирівняність стеблостою та підвищує індивідуальну продуктивність кожної рослини.

Догляд за посівами створює сприятливі умови для отримання дружніх сходів, дозволяє зберегти вологу у посівному та орному шарі ґрунту та утримувати посіви в чистоті від бур'янів. Після сівби ґрунт прикатують гладкими котками у комбінації з боронами для покращення контакту насіння з ґрунтом, що має значення при нестачі вологи. У фазі 3-5 справжніх листків посіви обробляють гербіцидами такими як «Агент» у фазі від 3 до 7 листка; «Тівітус» – від 3 до 10; «Міларад» і «Авангард» застосовуються від 3 листка до початку викидання волоті. Також ефективний захист забезпечується використанням стійких гібридів кукурудзи [17,20].

Також ефективним у боротьбі з названими вище шкідниками є використання стійких гібридів кукурудзи [4].

#### **1.4 Сучасні технології післязбиральної доробки та зберігання зерна кукурудзи різного цільового призначення**

##### *Післязбиральна обробка зерна кукурудзи*

Партії продовольчо-фуражної кукурудзи, що надходять від виробника на переробні та заготівельні підприємства, класифікуються за типами в залежності

від форми зерна, його кольору, консистенції та наявності чи відсутності вдавненої верхівки. Ці особливості важливі як для промислового використання кукурудзи, так і для організації її доробки та зберігання. Змішування різних типів кукурудзи є недопустимим [39,40].

Післязбиральна обробка кукурудзи проводиться з метою доведення зерна до кондицій, які покращують його якість, підвищують технологічні та посівні властивості, рентабельність та придатність до логістики, реалізації чи зберігання. Згідно вимогам існуючого стандарту, вологість зерна не повинна перевищувати 15 %, вміст домішок не повинен перевищувати 1-5 %, а зернових – 3-15 % залежно від групи використання [7,15,18,46]. Витрати на післязбиральну обробку складають значну частину загальних затрат при вирощуванні кукурудзи на зерно, особливо це стосується сушіння (35-45 %) та добрив (26-35 %) [19,24,25,33,36].

На хлібоприймальних підприємствах можуть використовуватися три основні *схеми поточних ліній* для приймання та обробки вороху кукурудзи.

1. Найпоширеніша схема полягає у тому, що кукурудза прибуває у качанах з вологістю менше 30%. Технологічний процес передбачає обмолот кукурудзи у сирому стані та подальше сушіння у шахтних сушарках (рис. 1.6) [17,41].

2. Друга схема передбачає приймання та обробку зерна з вологістю понад 30 %. У цьому випадку качани спочатку висушують до сухого стану, потім обмолочують або сушать до проміжної вологості (18-25 %), після чого зерно досушують на пересувних або стаціонарних сушарках [8].

3. Третя схема передбачає обробку вже обмолоченого зерна. Відразу після комбайна зернова маса надходить на обробку, яка починається з визначення фракційного складу домішок та рівня вологості. Після цього зерно очищають і за потреби сушать [26,27,52,57].

Порівняно із зерном інших злакових культур, зерно кукурудзи має нижчу здатність до віддачі вологи, що повинно враховуватись під час сушіння. Інтенсивність вологообміну у різних сортів кукурудзи залежить від хімічного

складу зерна, розміру, форми та фізичної структури зернівок. Мала поверхня та щільна оболонка ускладнюють випаровування вологи, яка нерівномірно поширюється всередині зернівки. Через це при сушінні виникають внутрішні напруженості, що призводять до усадки та створення в ендоспермі тріщин без порушення цілісності оболонки [9,55].

Під час сушіння контролюють теплові пошкодження та тріщинуватість зерна. Щоб уникнути їх появи, застосовуються м'які режими обробки, зокрема сушіння у шахтних сушарках за один прохід з втратою вологи не вище 4-5%.

Оскільки тріщини з'являються на заключній стадії, краще проводити сушіння у два етапи. На першому сушать термічно до вологості 16-18%, а потім поступово досушують у режимі вентилявання і охолодження. У такій технології бункерні сушарки-сховища з вентиляцією є найбільш ефективними. Існують жорсткі обмеження щодо зернових домішок, перегрівання і теплових пошкоджень [15,45].

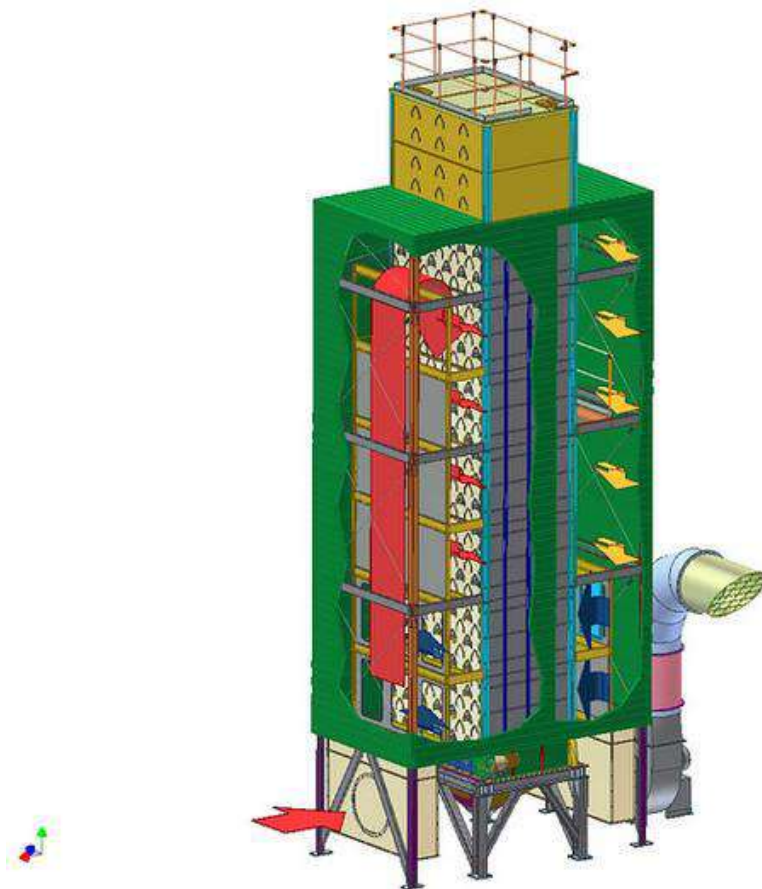


Рис. 1.6. Шахтна стаціонарна сушарка для сушіння зерна кукурудзи

### *Особливості зберігання зерна кукурудзи*

Зберігання зерна кукурудзи вимагає врахування типу і стану якості зерна, таких як вологість і чистота. Кожен сорт кукурудзи має свої структурні особливості, які впливають на гігроскопічність його рогового і борошністого шару, що зберігаються по-різному. Через це зубовидна кукурудза, особливо борошніста, менш стійка до факторів зовнішнього середовища, таких як вологість, доступ кисню й температура, а також до грибкових захворювань. Натомість кремениста кукурудза є більш стійкою [38,51]. Окремо зберігається зерно різних класів якості, особливо те, що вирощується для дитячого харчування і без застосування пестицидів.

Зберігання зерна кукурудзи проводиться з урахуванням її призначення, тривалості зберігання і вологості. Під час зберігання вологість має бути такою:

- 14-15 % для технічних та продовольчих продуктів;
- 15-16 % для переробки в комбікорми;
- 13-14 % для терміну зберігання менше одного року;
- 12-13 % для тривалого зберігання (більше одного року) [11,54].

На якість зберігання впливають показники вологості та температури навколишнього середовища, а також доступ повітря. Виділяють три режими зберігання зернових мас: у сухому стані (наближено до критичної вологості), в охолоджену стані (за низьких температур, що уповільнюють життєві функції), та без доступу повітря (герметичні умови).

Для тривалого зберігання найкращим є сухий стан. Режим охолодження використовується як метод консервування сирого зерна, якщо його не можна одразу висушити.

Зерно для харчових, кормових і технічних цілей зберігають насипом у зерносховищах, бункерних сховищах та силосах елеваторів. Обмеження висоти насипу сухого зерна визначаються технічними можливостями сховищ, які мають забезпечувати нормальне обслуговування і контроль якості продукції.

Під час зберігання контролюють вологість, температуру, колір, запах, ураженість шкідниками і хворобами, чистоту зерна. У партіях для харчових і крохмале-патокових цілей також встановлюють схожість і життєздатність зерна. Для оптимального зберігання зерно охолоджують до температури 5°C і нижче за допомогою активного вентилявання в осінньо-зимовий період [25,33].

Протягом зберігання кукурудзи у насипах проходять складні біохімічні та біологічні процеси, які впливають на життєдіяльність кукурудзяних качанів, зерна, а також мікроорганізмів і шкідників. Сухе зерно можна також зберігати у полімерних зернових рукавах без доступу кисню. Важливо дотримуватись усіх вимог цієї технології зберігання, проводячи систематичний контроль за якістю зерна і загальним станом сховищ.

Як свідчать літературні джерела, на якість зерна кукурудзи впливає багато чинників: умови вирощування, обробки та зберігання. Для отримання високоякісного врожаю потрібно підібрати якісний посівний матеріал, що зберіг свої властивості після збирання [13,15].

Для продовольчих, технічних та кормових цілей зберігаються значні об'єми вирощеного зерна кукурудзи. Період зберігання насіння іноді перевищує тривалість його вирощування. Протягом усього часу зберігання відбуваються фізичні, біохімічні і фізіологічні процеси, які можуть призвести до значного погіршення початкової якості, зниження харчової цінності і втрати життєздатності зародків. На інтенсивність цих процесів істотно впливають умови зберігання та сортові особливості зерна. У зв'язку з цим, магістерська робота, присвячена вивченню впливу сортових особливостей і умов зберігання на якість кукурудзяного зерна, є актуальною.

## РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Характеристика місця проведення досліджень

#### 2.1.1 Ґрунтові умови господарства

Дослідження проводилися в господарстві ТОВ "ЛАН", що розташоване у зоні Степу Кіровоградській області, Новоукраїнського району, с. Новомиколаївка. ТОВ «ЛАН» має досить вигідне місце розташування: відстань до районного центра м. Новоукраїнка становить 12 км, а до обласного центру – 72 км.

Землі господарства розташовуються в зоні Лісостепу та стоять на кількох типах ґрунтів, ключовим з яких є чорнозем типовий малоґумусний.

Чорнозем багатий на поживні речовини, має сприятливі фізичні та механічні властивості для вирощування культурних рослин. В господарстві головним ґрунтом був чорнозем типовий мало ґумусний. Він покриває майже всю територію господарства та є зручним, як за фізичними так і механічними якостями, для вирощування кукурудзи (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Фізико-хімічні показники чорнозему типового

Глибина шару, горизонт, см	Ґумус, %	РН водне	РН сольове	Гідролітична кислотність, в мг-екв. на 100 г ґрунту	Сума основ, мг-екв. на 100г ґрунту	Місткість вбирання, мг-екв. на 100г ґрунту	Ступінь насичення основами, %	Карбонати, %	Різнаважна об'ємна маса, г/см <sup>3</sup>	Питома маса, г/см <sup>3</sup>
0-25	4,6	5,63	6,7-7,2	1,43	24	26,3	92,6	-	1,22	2,61
25-50	4,52	5,72	7,4	0,57	23,5	24,5	93,5	0,57	1,23	2,63
50-100	1,47	7,28	7,4	0,62	22,7	22,78	94,7	4,23	1,27	2,69

Орний шар характеризується зернисто-грудкуватою структурою. Верхній горизонт має слабо кислу або нейтральну реакцію ґрунтового розчину. Мікробіологічна активність цього ґрунту досить висока, проте через відносно низький вміст гумусу ефективність азотних добрив стає помітною. Агрохімічна характеристика ґрунтів, поширених у господарстві, представлена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

## Агрономічна характеристика ґрунтів ТОВ "ЛАН"

Глибина шару, см	Вміст загального азоту, %	Вміст, мг на 100 г ґрунту		
		легкогідролізованого азоту за Тюрнімом	рухомого фосфору за Мачигінім	обмінного калію за Масловою
0-20	0,27	8,5	9,4	11,1
20-50	0,21	1,9	7,7	7,8
50-100	0,09	-	5,3	4,4

Фосфорні добрива мають дещо нижчу ефективність через краще забезпечення ґрунту фосфорними елементами в доступній для рослин формі. Власне, рекомендується вносити фосфорні та азотні добрива разом. Хоча фосфорні добрива, як і калійні, менш ефективні через їхню більшу наявність у ґрунті, розумне поєднання їх з калійними та азотними добривами може призвести до чудових результатів. Ґрунти характеризуються хорошою придатністю для вирощування сільськогосподарських культур, включаючи кукурудзу.

Достатня кількість глинястих частинок, гумусу та вапна позитивно впливає на формування зернистої структури. Основна функція структурності ґрунтів полягає в здатності чорноземів накопичувати й утримувати вологу. Разом із зміною механічного складу змінюються й основні властивості ґрунту – вміст доступних поживних речовин, повітропроникність, пористість, структура, вологоємність, водопроникність, об'ємна і питома маса, що забезпечує кращу

доступність поживних речовин і більший вміст гумусу. Середньо суглинкові та легкосуглинкові ґрунти мають високу вологоємність та зв'язність, що робить їх менш проникними для води.

### 2.1.2. Кліматичні умови господарства

Розвиток ґрунтів значною мірою залежить від кліматичних умов. Основні елементи клімату, такі як кількість сонячної енергії та тепла, атмосферні опади й гідротермічний режим, впливають на тип рослинності, швидкість утворення органічних речовин, а також характер процесів ґрунтоутворення та вивітрювання. В Новоукраїнському районі, де знаходиться сільськогосподарське підприємство ТОВ «ЛАН», клімат помірноконтинентальний, що створює досить сприятливі умови для росту й розвитку рослин кукурудзи й можливості формування високих урожаїв.

Температурний режим та розподіл опадів протягом року відповідають біологічним потребам більшості сільськогосподарських культур. Середні багаторічні, декадні та місячні температури повітря території розташування ТОВ «ЛАН» наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Середньобагаторічна декадна, місячна і річна темпера повітря зони проведення досліджень

№ п/п	Місяці	Декади			Сума за місяць
		1	2	3	
1	2	3	4	5	6
1.	Січень	-0.3	-1,4	- 1,2	-1,6
2.	Лютий	+3	+3.5	+4	+3,5
3.	Березень	+4	+6	+4,1	+4,7
4.	Квітень	+13	+14.4	+15,8	+14,4
5.	Травень	+16	+15	+17,6	+16,2
6.	Червень	+20	+24	+24,1	+22,7

## Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6
7.	Липень	+23,8	+27	+28	+26,1
8.	Серпень	+24	+23,2	+23	+23,4
9.	Вересень	+22,1	+19,4	21,2	+20,9
10.	Жовтень	+16	+15,2	+10,9	+14,1
За IV – X Місяці					137,8
За 2022 рік					121,0
За 2023 рік					134,5

Загально-середня сума опадів за 2023 рік становила 472,6 мм, що більше порівняно з попереднім роком на 140,3 мм.

Середні багаторічні, декадні та місячні об'єми опадів території розташування ТОВ «ЛАН» наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

## Середньобагаторічна, декадна, місячна і річна кількість опадів, мм

№ п/п	Місяці	Декади			Сума за місяць
		1	2	3	
1	2	3	4	5	5,0
1.	Січень	3,6	0,4	1,0	5,0
2.	Лютий	4,7	2,7	19,0	26,4
3.	Березень	0.2	7	19	26,2
4.	Квітень	20.4	33.6	6.2	60,2
5.	Травень	2	1.2	13.4	16,6
6.	Червень	4.3	2.8	35.4	42,5
7.	Липень	22.3	1.1	21.2	44,6
8.	Серпень	24	4	6.3	34,3
9.	Вересень	0	3,0	0	3,0
10.	Жовтень	3,1	36,2	25,1	64,4
11.	Листопад	4,7	71,9	30,1	106,7
12.	Грудень	18	16,3	8,4	42,7
За IV – X місяці					265,6
За 2022 рік					679,1
За 2023 рік					332,3

Температурний режим помірний, визначається тривалістю високих температур повітря, які припадають саме на середину вегетаційного періоду. В

умовах цього району вегетаційний період в середньому триває 205 днів, період активної вегетації з температурою вище  $+10^{\circ}\text{C}$  триває 160-170 днів.

Загалом, ґрунтово-кліматичні умови ТОВ «ЛАН» сприятливі для вирощування більшості с.-г. культур, у тому числі й кукурудзи.

## **2.2. Схема та методика проведення досліджень**

Для дослідження відібрано зерно трьох гібридів кукурудзи, вирощене в господарстві ТОВ "ЛАН", що розташоване у Кіровоградській області, Новоукраїнського району, с. Новомиколаївка.

Для визначення впливу сортових особливостей, умов і строків зберігання на якість зерна кукурудзи, програмою досліджень було передбачено дослідження сортових особливостей, способів та терміну зберігання. При цьому використовувалась наступна робоча програма досліджень (рис. 2.1).

Для розробки плану експерименту були використані попередні спостереження та аналіз літератури, що дало змогу створити такий набір варіантів, який би забезпечував підтвердження обраної робочої гіпотези щодо очікуваних результатів.

Для досягнення поставлених завдань було закладено двофакторний дослід, схема якого представлена у таблиці 2.5. Досліджували такі фактори: зерно трьох гібридів кукурудзи, умови зберігання (звичайне сховище, зберігання у поліетиленових мішках). Крім того, враховували вплив тривалості (термінів) зберігання. Для цього протягом усього періоду зберігання проводили проміжні огляди, визначали показники якості та втрати, згідно програми досліджень. Зерно кожного варіанту зберігали у трьох повтореннях. Маса середнього зразка становила 3 кг.

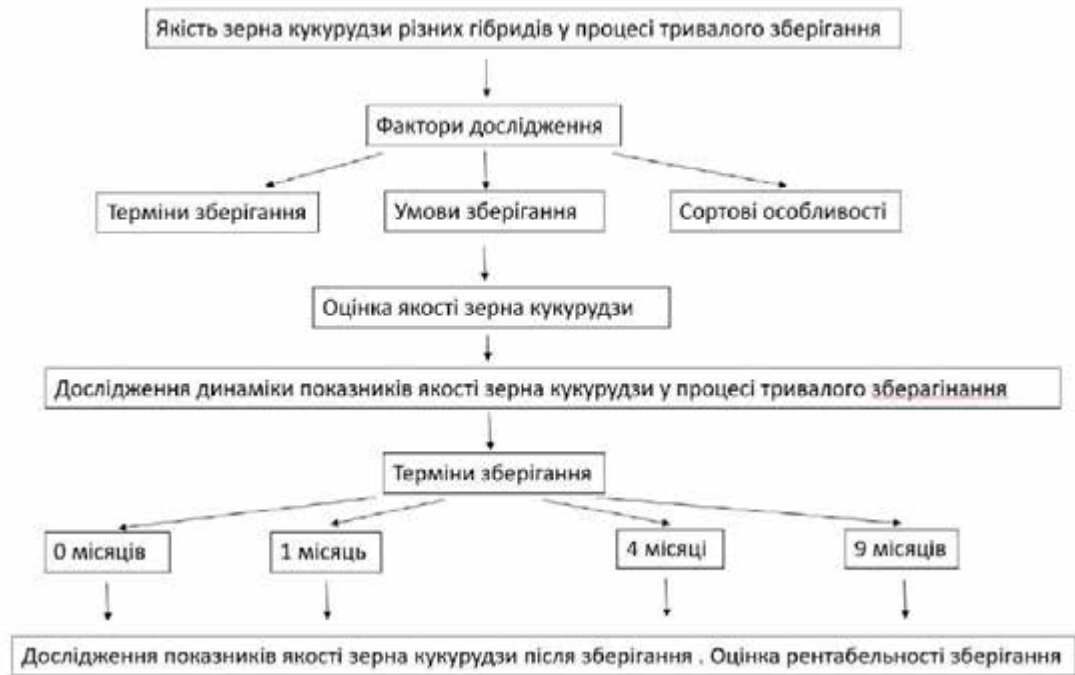


Рис. 2.1. Схема робочої програми проведення досліджень

Методологічною основою досліджень був системний підхід і системний аналіз як інструмент вирішення поставлених завдань. Для досягнення мети досліджень та виконання завдань була оцінена початкова якість насіння і закладено на зберігання насіння трьох гібридів кукурудзи (Ragt Ліпекс, Монсанта 4014 та Монсанта 3511). Схема дослідження наведена в таблиці 2.5.

Для кожного досліджуваного фактору виокремили контрольні варіанти, з якими порівнювали дослідні. Зокрема серед досліджуваних гібридів (фактор А) як контроль вибрали поширений у виробництві, вивчений та занесений до Реєстру сортів рослин гібрид RAGT Ліпекс (оригіатор – R.a.g.t. Semences, Франція), а серед способів зберігання (фактор Б) – зберігання зерна в умовах звичайного сховища.

Схема дослідю

Варіанти	Гібриди (Фактор А)	Способи зберігання (Фактор В)
1	RAGT Ліпекс (контроль)	Зберігання в умовах звичайного сховища (контроль)
2		Зберігання в рукавах, без доступу кисню
3	Монсанта 4014	Зберігання в умовах звичайного сховища (контроль)
4		Зберігання в рукавах, без доступу кисню
5	Монсанта 3511	Зберігання в умовах звичайного сховища (контроль)
6		Зберігання в рукавах, без доступу кисню

Серед способів зберігання було обрано найпоширеніший у виробництві – зберігання в умовах звичайного сховища в сухому стані. Це рішення обрали як контрольний варіант. Щоб реалізувати такий спосіб, насіння досліджуваних гібридів перед зберіганням доводили до вологості 13-15 %. Й зберігали в паперових мішках в умовах, ідентичних до звичайного сховища.

Для забезпечення зберігання зерна без доступу кисню, сухе (з вологістю не більше 15 %) та охолоджене зерно герметично пакували у спеціальні поліетиленові пакети. Це моделювало поширений в останні роки у виробництві спосіб зберігання, викликаний блокадою логістичних шляхів експорту росією – зберігання без доступу кисню (з використанням поліетиленових рукавів).

Визначення основних показників якості зерна кукурудзи проводилося в лабораторії кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика Національного університету біоресурсів та природокористування України. Оцінка початкової якості зерна була здійснена після його висушування, перед початком дослідного зберігання.

Проміжні обліки проходили через один, три, шість і дев'ять місяців зберігання. Підсумковий облік та узагальнення результатів проводили після 9 місяців або 270 днів зберігання. Технологічні, органолептичні, посівні, біохімічні показники визначали за загальноприйнятими методиками під час проміжних та кінцевого обліків [31,40,42,43,45]. Отримані результати аналізу зіставляли зі стандартними значеннями. Докладніше про методи визначення основних показників якості зерна кукурудзи викладено в підрозділі 2.4.

### **2.3. Технологія вирощування досліджуваних гібридів кукурудзи в умовах ТОВ «ЛАН»**

Правильна система обробітку ґрунту є основою для досягнення високих врожаїв. Усі обробітки ґрунту в господарстві виконуються в оптимальні терміни та відповідно до технологічних вимог.

Для кукурудзи, вирощуваної на зерно, основним методом обробітку ґрунту є дискування після збору попередньої культури та оранка на глибину 25-27 см після появи бур'янів. Підготовка ґрунту перед посівом включає боронування на глибину 10-12 см та культивуацію на глибину 5-7 см безпосередньо перед посівом. Після посіву здійснюється коткування, а також до трьох міжрядних культивуацій у міру появи бур'янів, на глибину відповідно 8-10, 6-8, і 5-7 см.

Щоб забезпечити найсприятливіші умови для росту і розвитку культур, застосовується диференційований обробіток ґрунту – поєднання глибокого, мілкового та поверхневого обробітків. Правильний підхід до обробітку ґрунту значно підвищує ефективність інших агротехнічних методів.

У весняний період перед посівом проводиться збереження вологи за допомогою таких агрегатів, як борони, а також передпосівна культивуація. Після висіву кукурудзи, площа обробляється легкими боронами та котками.

Кукурудза потребує впровадження більших норм добрив у порівнянні з іншими зерновими культурами. Відомо, що якість вирощеного зерна суттєво

залежить від системи удобрення. Згідно з численними дослідженнями, для формування 1 тонни зерна разом із листям і стеблами кукурудзи необхідно внести у середньому 24-32 кг азоту, 25-35 кг калію, 10-14 кг фосфору, а також мікроелементи, такі як магній, кальцій, бор, марганець, молібден та інші. Засвоєння поживних речовин змінюється залежно від рівня врожайності.

Кукурудзу починали збирати, коли вологість зерна становила 35-40 %. Після збирання урожаю качани вручну облущували, визначали співвідношення стрижня та качана, а вологість попередньо вимірювали за допомогою електровологоміра. Потім зерно досушували в сушильній шафі до вологості 13-14 %, охолоджували і формували середні проби масою 3 кг. Зразки зберігали в паперових мішечках та герметичних поліетиленових пакетах, моделюючи зберігання у рукавах, протягом 9 місяців.

#### **2.4. Методики визначення показників якості зерна кукурудзи**

Для оцінки свіжості зерна важливим аспектом є органолептична оцінка, що базується на здатності органів чуття – зору, нюху та смаку. Ознаки, що характеризують нормальне, здорове зерно, включають характерне забарвлення, запах та смак.

*Оцінка забарвлення зерна.* Кожна культура, вид, різновид та сорт зерна має характерний для себе колір і блиск, які є стабільними ботанічними ознаками. Колір зерна тісно пов'язаний з певними технологічними показниками, які визначають його харчові та кормові переваги. Зміна кольору зерна може вказувати на фазу дозрівання або зберігання в несприятливих умовах чи порушення технологічних процесів. Зерно, яке пережило мороз або було зібране передчасно, набуває зеленуватого відтінку. Під впливом опадів при зборі, зерно темніє, як і в разі самозігрівання чи неправильної сушки. Забарвлення встановлюють при розсіяному денному світлі шляхом порівняння з еталоном.

*Оцінка запаху зерна.* Здорове зерно має слабкий характерний запах, який мало відчутний у зернових. Помітні зміни в запаху можуть бути викликані

сорбційними властивостями або процесами розпаду хімічних речовин. Запах визначають як у цілого, так і у подрібненого зерна. Для цього із середнього зразка беруть близько 100 г зерна, зігрівають диханням та встановлюють запах. Для посилення запаху зерно засипають у склянку, заливають гарячою водою (60-70 °С), накривають склом, а потім через 2-3 хвилини воду зливають.

*Оцінка смаку:* Смак нормального зерна слабо виражений, а його відхилення легко визначити органолептично. Для цього із середнього зразка беруть близько 100 г зерна, очищують від домішок і подрібнюють у лабораторному млині. Потім 50 г молотого зерна змішують зі 100 мл питної води та 100 мл кип'яченої води, накривають склом. Смак цієї суміші визначають після охолодження до 30-40 °С.

*Визначення натурноти зерна:* Натурна маса зерна – це вага 1 літра зерна в грамах. Для цього використовують спеціальний прилад – літрову пурку (рис. 2.2). Спочатку зерно очищували від домішок і ретельно перемішували. Далі до ваг підвішували мірний циліндр з вантажем і чашку для гирок. Після встановлення рівноваги ваги витягують вантаж, а циліндр-мірку поміщають у гніздо ящика, встановлюючи циліндр-наповнювач для вимірювання.



Рис. 2.2. Літрова пурка для визначення натурноти зерна

У циліндр з заслінкою засипали зерно, залишаючи 1,5-2,0 см до краю. Наповнений циліндр ставили на циліндр-наповнювач, відкривали заслінку, і зерно пересипалося вниз. Верхній циліндр знімали, ніж швидко витягували, а вантаж переміщувався вниз, витісняючи повітря через отвір. Потім ніж знову вставляли, щоб відокремити залишки понад 1 літр зерна. Зважували циліндр-мірку з точністю до 0,5 г. Натуру зерна визначали у двох повторностях.

Для визначення енергії проростання та схожості кукурудзяного зерна використовували стандарт ГОСТ 12038. Із загальної проби вручну або дільником відбирали 400 г зерна. Зерно ретельно перемішували, розкладали тонким шаром у квадрат, який потім ділили на чотири трикутники по діагоналях. З двох протилежних трикутників відбирали два по 100 цілих зернин без домішок. Інші зерна знову з'єднували і повторювали процедуру для отримання ще двох проб по 100 зернин кожна. Проби поміщали у чашки Петрі на вологий фільтрувальний папір і витримували в термостаті при температурі +25 °С. Кількість пророслих зернин рахували на третю добу для визначення енергії проростання, а на сьому добу – для схожості. Результати розраховували у відсотках від загальної кількості відібраних зерен і подавали як середнє значення з чотирьох проб.

*Визначення маси 1000 зерен* є важливим показником, що описує вагу зерна. Цей параметр пов'язаний із щільністю і крупністю їх внутрішньої структури, а також вказує на кількість накопичених в насінні поживних речовин. Більш важке насіння зазвичай вважається кращим, оскільки воно сприяє кращому росту рослин і повноціннішому проростанню. Показник маси 1000 насінин допомагає у визначенні вагової норми висіву.

Щоб визначити масу 1000 насінин при кондиційній вологості, слід без вибірки відібрати дві проби по 500 цілих насінин, зважити їх з точністю до 0,01 г. Якщо різниця між отриманими результатами не перевищує 3%, масу визначають як середнє арифметичне цих двох проб. У разі перевищення різниці результатів зважування понад 3%, проводиться третє зважування. Остаточну масу розраховують за двома пробами з найменшою різницею.

Для дослідження біохімічних показників якості зерна гібридів кукурудзи використовували інфрачервоний аналізатор Kett AN-920 (рис. 2.3).



Рис 2.3. Загальний вигляд інфрачервоного аналізатора Kett AN-920

*Суть визначення:* зразок досліджується за допомогою інфрачервоного випромінювання, яке проходить через нього. Отриманий потік світла збирається, а експрес-аналізатор працює в режимі відображення від поверхні зерна, аналізуючи спектр випромінюваного світла.

*Визначення вологості зерна.* Вологість є важливим показником якості, що впливає на якість і стійкість зерна під час зберігання. Зокрема, для визначення вологості зерна кукурудзи, з середньої проби відбирають 50 г зразка, який подрібнюється. З нього відокремлюють дві наважки по 5 г і висушують у сушильній шафі (СЕШ-3М). Вміст вологи визначають за різницею маси до і після висушування. Якщо вологість зерна перевищує 17%, спочатку розпочинають з попереднього підсушування. У спеціальні сітчасті бюкси завантажують 20 г

зерна і поміщають у сушильну шафу, нагріту до 110°C, після чого температуру знижують до 105°C і сушать протягом 10 хвилин. Потім бюкси охолоджуються, зерно подрібнюється, і вологість визначається згідно зі стандартною методикою [31,42,45]. Для попереднього визначення вологості використовувався електровологомір.

## 2.5. Характеристика досліджуваних гібридів

Для досліджень відібрали зерно трьох гібридів, а саме: RAGT Ліпекс, Монсанта 3511, Монсанта 4014.

### *RAGT Ліпекс (ФАО 290) (контроль)*

Оригінтор – французька компанія – R.a.g.t. Semences. Тип зерна – зубовидний (рис. 2.4). Середньостиглий гібрид. Висота рослини – середня, Кількість зерен в ряду – 40- 44, кількість рядів зерен – 16-18. Маса 1000 насінин становить 320-340 г.

Гібрид має досить високу стійкість до несприятливих умов, наприклад, холодостійкість – 8, Посухостійкість 9 з 9, початкова енергія росту також на досить високому рівні і складає 8 балів з максимальних 9. До хвороб стійкість також висока, особливо фузаріоз стабела та початку на рівні 9 з 9 [47].

Гібрид внесений до Реєстру сортів рослин, придатних для вирощування в Україні у 2017 р. [9].

*Монсанта 3511.* Середньостиглий гібрид кукурудзи з високими показниками врожайності. Має відмінні показники посухостійкості. Характеризується міцними і здоровими рослинами ремонтантного типу. Потужна коренева система. Прекрасно адаптується до певних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Висока толерантність до поширених захворювань кукурудза. Зерно жовте, зубовидне (рис. 2.6.).



Рис. 2.4. Загальний вигляд гібриду RAGT Ліпекс (контроль)

Детальні характеристики гібриду Монсанта 3511 наведено у таблиці 2.6 [48].

Таблиця 2.6

Морфологічні та агрономічні характеристики гібриду Монсанта 3511

Характеристика	Значення
Група стиглості	Середньостиглий
ФАО	330
Тип зерна	Зубоподібний
Висота рослин	240-270 см
Кількість зерен у ряду	37-43
Вміст крохмалю	76,8 %
Маса 1000 зерен	270-380 г
Стійкість до хвороб і стресових факторів	
Стійкість до посухи	9
Стійкість до вилягання	8
Стійкість до гельмінтоспірозу	8
Стійкість до сажки	8
Стійкість до фузаріозу	8

Рекомендовані зони вирощування для гібриду – Полісся, Лісостеп, Степ України. Гібрид внесений до Реєстру сортів рослин у 2008 р.



Рис. 2.6. Загальний вигляд гібриду Монсанта 3511

*Монсанта 4014 (ФАО 340)*

Високоврожайний гібрид кукурудзи для інтенсивних технологій вирощування. Підходить для вирощування на зерно і силос. Має міцні рослини з потужною кореневою системою. Демонструє швидку вологовіддачу зерна. Хороша стійкість до посухи. Прекрасно адаптується до певних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Висока толерантність до поширених захворювань кукурудзи [46].

Загальний вигляд качанів показано на рис. 2.7, а ботанічні характеристики – у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Морфологічні та агрономічні характеристики гібриду Монсанта 4014

Характерні ознаки	Значення
Група стиглості	Средньостигла
ФАО	310
Тип зерна	Зубовидний
Висота рослин	220-235 см
Кількість рядів зерен	14-16
Кількість зерен у ряду	35-42
Маса 1000 зерен	280-350 г
Стійкість до хвороб і стресових факторів	
Стійкість до посухи	9
Стійкість до вилягання	9
Стійкість до гельмінтоспірозу	8
Стійкість до сажки	9
Стійкість до фузаріозу	8



Рис. 2.7. Загальний вигляд гібриду Monsanto 4014

Рекомендовані зони вирощування – Полісся, Лісостеп, Степ України. Гібрид внесений до Реєстру сортів рослин у 2014 р.

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

### 3.1. Вплив сортових особливостей на початкові показники якості зерна кукурудзи

#### 3.1.1. Фізичні показники якості зерна кукурудзи

Основним фактором, який визначає напрямок та інтенсивність фізіолого-біохімічних процесів під час зберігання зерна, є його вологість. Зерно кукурудзи має капілярно-пористу структуру, є колоїдною субстанцією та одночасно живим організмом, де відбуваються різні життєві процеси, пов'язані з використанням води. Гранична вологість зерна кукурудзи, яка дозволяє зберігати його якість, визначена на рівні 14,5-15,0 % та регламентована стандартом на кукурудзу (Кукурудза. Технічні умови ДСТУ-4525:2006) на рівні 15 %.

Перед закладанням на тривале зберігання зерно досушували до сухого стану (нижче 15 %). Під час закладання зерна кукурудзи на дослідне зберігання найвищий показник вологості був відмічений у гібрида Ragt Ліпекс (контроль) – 14,5 %, у гібрида Монсанта 3511 вологість складала – 13,8%, а у гібриду Монсанта 4014 – 13,5 % (рис. 3.1).

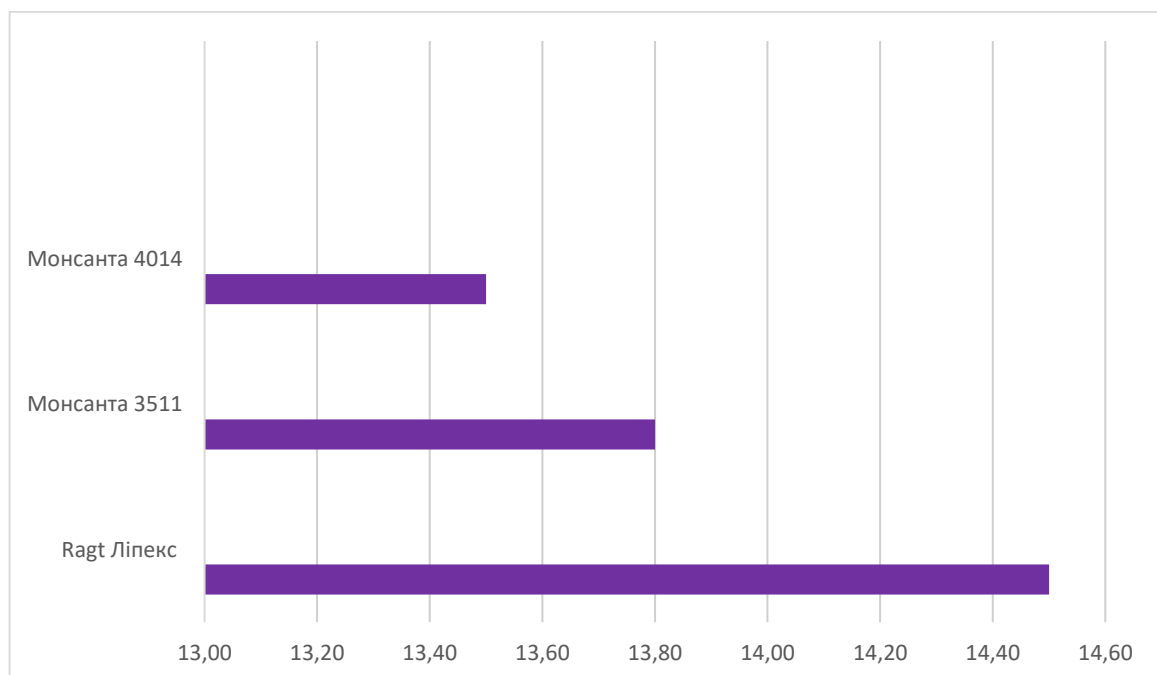


Рис. 3.1. Вологість зерна кукурудзи перед закладанням на зберігання, %

Роблячи висновки з цієї гістограми можна побачити, що сортові особливості впливають на показник вологості свіжозібраного зерна.

*Маса 1000 зерен.* Одним з найважливіших значень для зерна насінневого призначення має значення маси 1000 зерен, схожість, енергія проростання, оскільки ці показники впливають на отримання дружніх сходів. Ці показники також важливі як технологічні, оскільки свідчать про виповненість зерна, стан ендосперму.

Найбільший показник маси 1000 зерен мало зерно гібриду Ragt Ліпекс (контроль) – 302,1 г, а найменше – гібриду Monsanto 3511 – 274,8 г, що на 27,3 г легше від контролю. Маса 1000 зерен гібриду Monsanto 4014 становила 284,7 г (рис. 3.2).

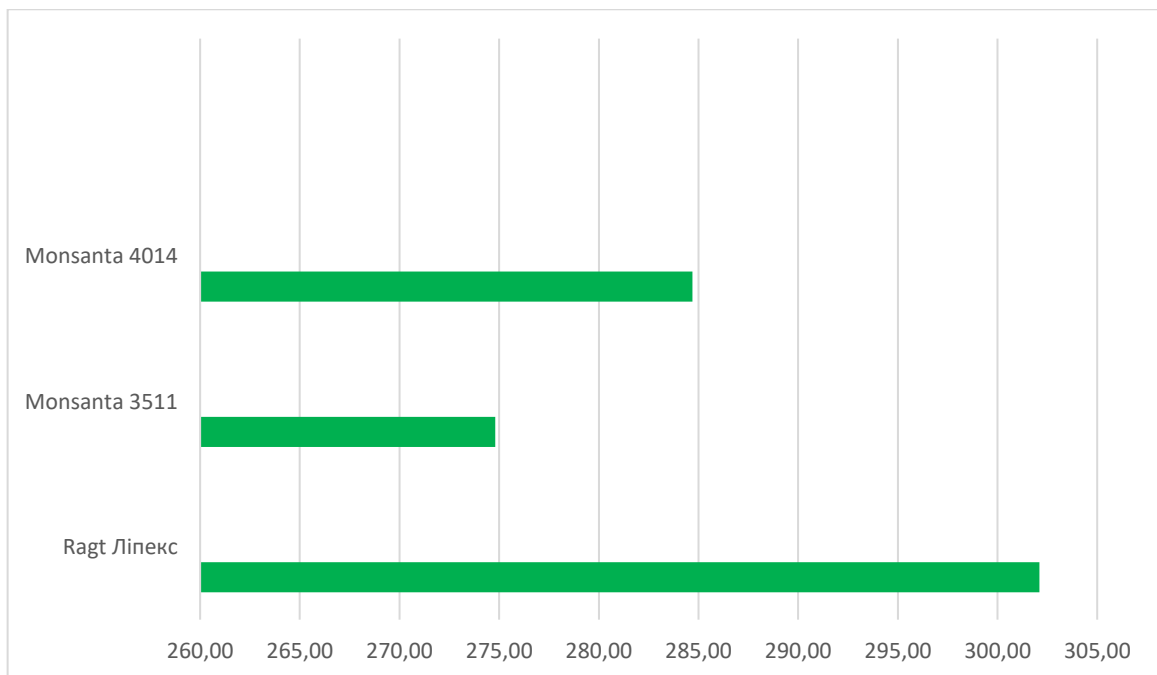


Рис. 3.2. Маса 1000 зерен досліджуваних гібридів до закладання на зберігання, г

*Натура зерна.* Натура один із важливих фізичних показників зерна кукурудзи, він характеризує його якість, свідчить про виповненість зерна. Залежить натура від багатьох факторів: засміченості, вологості, форми зерна, пошкодження шкідниками. Високо натурне зерно краще виповнене, воно має

менше оболонки, більший вміст ендосперму. Найбільший вплив на натуру має вологість.

У зерна кукурудзи досліджуваних гібридів натура була досить високою і становила 730-780 г/л (рис. 3.3). Найвищим показником натури характеризувалося зерно гібриду RAGT Ліпекс – 770 г/л, а найнижчим Monsanto 3511 – 732 г/л, що на 38 г/л менше, порівно з контрольним варіантом (різниця істотна). Натура зерна гібрида Monsanto 4014 становила 757,5 г/л.

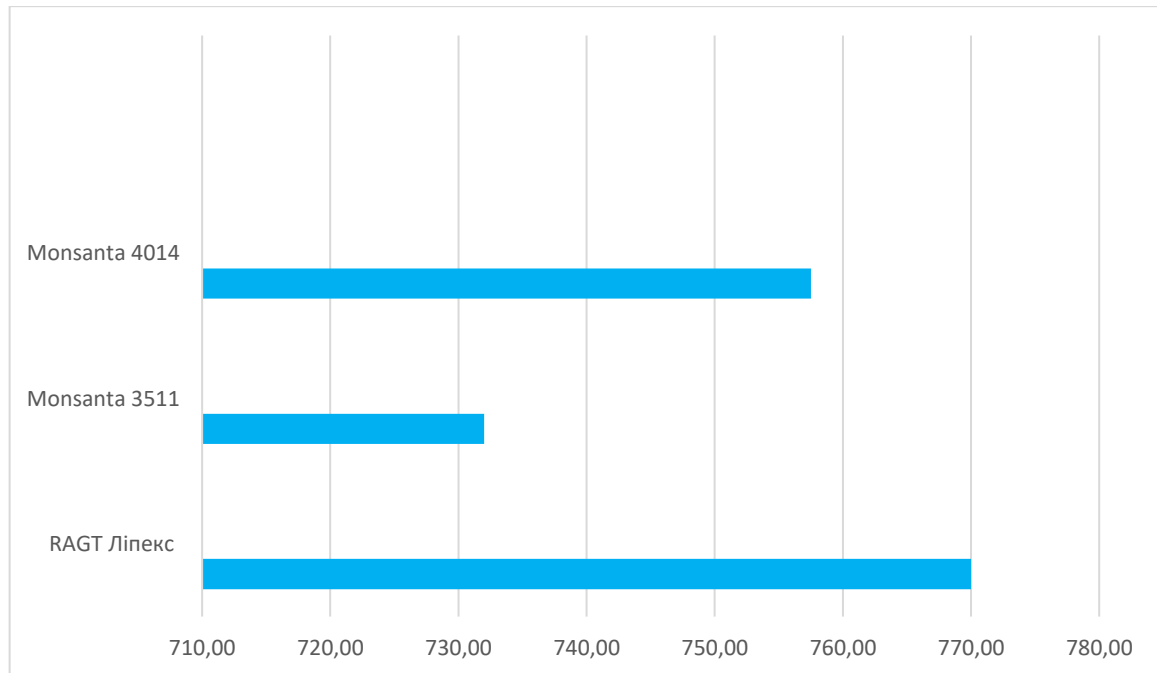


Рис. 3.3 Показники натури зерна досліджуваних гібридів до закладання на зберігання, г/л

*Схожість* є одним із основних показників якості не тільки насіннєвого зерна. Коли зерно використовується для переробки, схожість суттєво впливає на придатність його до виготовлення продуктів переробки, таких як патока або солод.

Зернівка кукурудзи одночасно виконує функцію насіння і плоду та, здебільшого, є єдиним джерелом збереження видової різноманітності. Як відомо, під час зберігання зерно перебуває у стані спокою, а його життєдіяльність майже припиняється. Проте воно залишається живим організмом, в якому відбуваються

структурні та біохімічні перетворення й процеси фізіологічного дозрівання. Ці процеси можуть відбуватися як на материнській рослині перед збиранням, так і під час зберігання. Виділяють два види спокою: фізіологічний, який пов'язаний з особливостями будови насіння й уповільнює проростання, та вимушений, зумовлений зовнішніми умовами, заважають процесу проростання що (відсутність вологи, потрібної температури тощо).

Аналізуючи показники схожості досліджуваних гібридів (рис. 3.4), можна помітити, що під час закладання насіння досліджуваних гібридів мало відрізнялися між собою за схожістю і відзначалися досить низькими її значеннями.

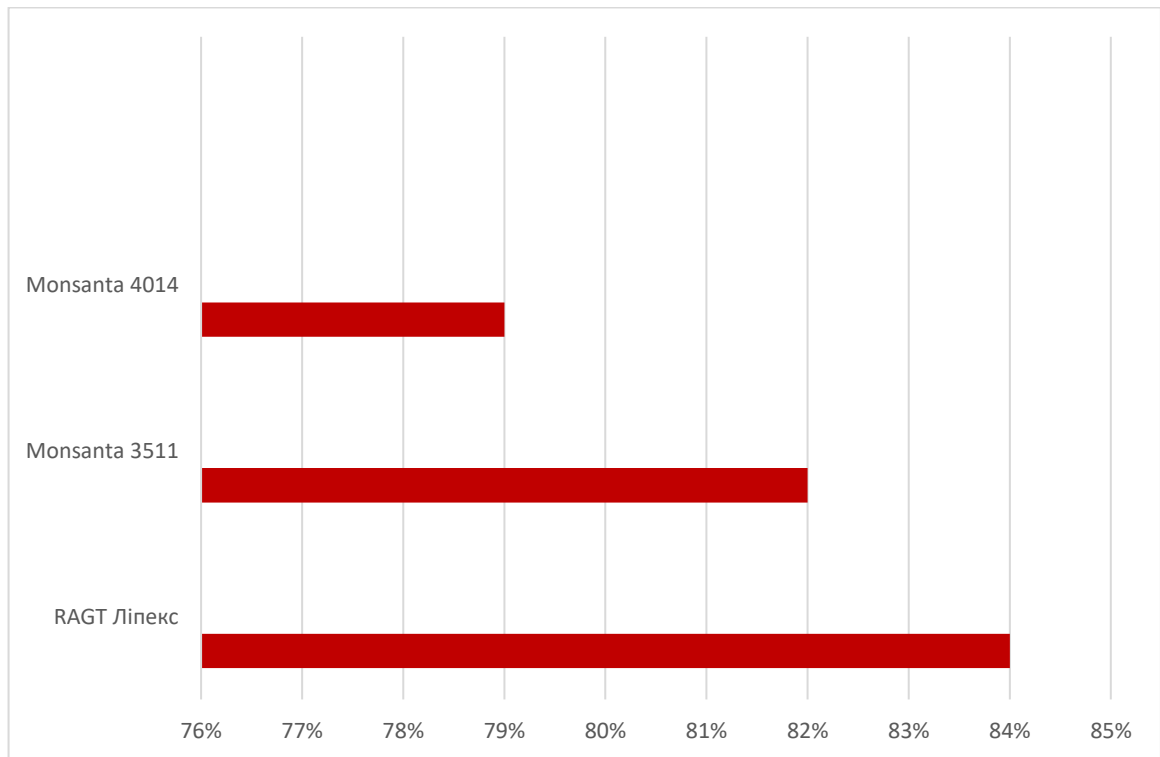


Рис. 3.4. Схожість зерна кукурудзи різних гібридів перед закладанням на зберігання, %

Перед зберіганням зерна визначали його вирівняність, просіюючи через набір сит із відповідним діаметром вічок. Цей показник є важливим як у насінництві, так і для зерна, що використовують для переробки на крупи, отримання солоду, сиропу та крохмалю. Зерно досліджуваних гібридів було

досить вирівняним – показник коливався в межах 92-95 %, що перевищувало встановлену стандартом норму. Суттєвої різниці між варіантами за цим показником не виявлено.

Крім технологічних показників, у зерні досліджуваних гібридів визначали вміст основних біохімічних речовин, які визначають не тільки харчову цінність, але й придатність його для тривалого зберігання. Результати досліджень представлено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Показники якості зерна кукурудзи різних гібридів перед закладанням на зберігання, урожай 2023 р.

Показники якості зерна	Назва гібриду					НІР <sub>05</sub>
	RAGT Ліпекс (конт- роль)	Монсанта 3511		Монсанта 4014		
		фактичне значення	±до контролю	фактичне значення	±до контролю	
Вологість,%	14,5	13,8	-0,7	13,5	-1,0	1,2
Натура, г/л	770,0	732,0	-38,0	757,5	-12,5	20,5
Вирівняність, %	96,5	94,0	-2,5	93,8	-2,7	3,8
Маса 100 зерен, г	302,1	274,8	-27,3	284,7	-17,4	18,4
Енергія проростання, %	45,1	53,0	7,9	40,8	-4,3	6,8
Схожість, %	84,0	82,0	-2	79	-5	4,2
Вміст білку,%	9,6	8,5	-1,1	7,3	-2,3	1,5
Вміст крохмалю, %	57,6	59,3	+1,7	62,4	4,8	4,4
Вміст жиру, %	3,9	3,7	-0,5	3,5	-0,4	0,5

Енергія проростання свіжозібраного зерна була досить низькою і коливалася в межах 40,8-53,0 %. За цим показником, перед закладанням на зберігання, виділилось насіння гібриду. За цим показником, перед закладанням

на зберігання, виділилося зерно гібриду Монсанта 3511 – 53 %, що на 7,9 % більше ніж у контрольного варіанту (різниця істотна). Однак схожість зерна гібрида RAGT Ліпекс (контроль) на 2% перевищувала гібрид Монсанта 3511. В цілому схожість зерна всіх досліджуваних гібридів коливалася у межах 79-84 %, істотної різниці за цим показником між ними не виявлено.

Харчова й енергетична цінність зерна кукурудзи визначається вмістом основних біохімічних сполук, таких як білки, крохмаль та жири. Зерно кукурудзи, як правило, характеризується не надто високим вмістом білка. Наші дослідження засвідчили, що їх кількість суттєво залежить від генетичних особливостей гібриду. На основі математичної обробки даних встановлено, що зерно гібриду RAGT Ліпекс значно переважало за вмістом білку зерно інших досліджуваних варіантів, який становив 9,6 %, що на 1,1 % більше, ніж у гібрида Монсанта 3511. Найменше білку містило зерно гібрида Монсанта 4014 – 7,3 %, що на суттєво менше, ніж у контрольному варіанті. Як відомо, молекули білка дуже гідрофільні й мають здатність утримувати вологу в зв'язаному стані. Проведений кореляційний аналіз показав пряму залежність між вмістом білка та рівнем вологості зерна ( $r = 0,91$ ).

Основною органічною сполукою, що зберігається в зерні кукурудзи, є крохмаль. Наразі майже 80 % від загального обсягу крохмалю виробляється саме з кукурудзи. Різниця у вмісті крохмалю в зерні різних дослідних варіантів була менш вираженою, ніж за рівнем білка. Однак у зерні гібриду Монсанта 4014 був значно вищий вміст крохмалю – 62,4 %, що на 4,8 % більше, ніж у контрольному варіанті. Найменший вміст крохмалю спостерігався у свіжозібраному зерні гібриду RAGT Ліпекс (контроль), де він становив 57,6 %.

Зародки зерна кукурудзи містять значну кількість жирів, з яких виробляють корисну кукурудзяну олію. Вихід її становить у середньому 2,2-2,7 кг з одного центнера зерна. У кукурудзяній макусі залишається 5-8 % олії, що робить її цінним кормом. Вміст жиру в свіжозібраному зерні варіювався в межах 3,4-3,8 %, без значної різниці серед досліджуваних зразків.

Одним із завдань наших досліджень було виявлення і встановлення сили кореляційних взаємозв'язків між показниками якості зерна кукурудзи. Для цього за допомогою комп'ютерної програми Excel розраховували коефіцієнти кореляції, за якими потім встановлювали форму і силу виявлених взаємозв'язків. За цього обернений зв'язок позначали знаком «мінус».

Результати наших розрахунків показали, що між окремими показниками якості існують тісні кореляційні взаємозв'язки. Зокрема, встановлено обернену сильну залежність між натурою й вологістю зерна ( $r = -0,73$ ), що підтвердило дані власних досліджень й інших дослідників, а саме: підвищення вологості зерна призводить до зниження його натуре [13]. Це можна пояснити тим, що зі збільшенням вологості зерно значно збільшується в об'ємі і його поміщається в мірному циліндрі пурки менше, ніж сухого [43]. Виявлено середній прямий взаємозв'язок між вмістом білка і вологістю зерна ( $r = +0,65$ ). Це свідчить про те, зерно з більшим вмістом білка має вищу вологість.

Досліджували також взаємозв'язки між технологічними та фізичними показниками якості зерна. У результаті виявили, що зерно кукурудзи з вищими значеннями натуре характеризувалося вищою схожістю –  $r = +0,84$ . Проведений регресійний аналіз показав, що за підвищення натуре на 1 г/л схожість зерна зростає на 0,15 %.

Отже встановлено, що фізичні, технологічні й біохімічні показники зерна кукурудзи суттєво залежать від сортових особливостей. Найменше вологи перед закладанням на зберігання мало зерно гібриду Монсанта 4014 – 135 %, а найбільше – гібрида контрольного варіанту RAGT Ліпекс (14,5 %). Однак, суттєвої різниці за цим показником між зерном досліджуваних гібридів не виявлено.

Найвищою натурою характеризувалося зерно гібрида RAGT Ліпекс – 770 г/л, що суттєво більше, порівно із гібридом Монсанта 3511. З підвищенням натуре зерна суттєво збільшувалася і його схожість ( $r = +0,84$ ).

За технологічними показниками, що показують придатність зерна до переробки, виділилося зерно гібриду RAGT Ліпекс (контроль), маса 1000 зерен якого становила 302,1 г, а схожість їх – 84,0 %. Зерно цього гібриду містило найбільше білка – 9,6 %.

Найбільший вміст крохмалю виявили у зерні гібрида Монсанта 4014 – 62,4 %, що суттєво більше, порівняно з контрольним варіантом. Між вмістом білка і крохмалю існує обернений суттєвий зв'язок –  $r = -0,87$ . Зерно кукурудзи перед закладанням на зберігання містило 3,5-3,9 % жирів. За цим показником суттєвої різниці між досліджуваними варіантами не встановлено.

Таким чином, перед закладанням на зберігання, найвищою якістю характеризувалося зерно гібриду контрольного варіанту RAGT Ліпекс, натура його становила 770 г/л, маса 1000 зерен – 302,1 г, а схожість – 84 %. У зерні цього містилося також найбільше білку (9,6 %) та жиру (3,9).

## **3.2. Динаміка показників якості зерна кукурудзи залежно від способів і термінів зберігання**

### **3.2.1. Вплив способів і термінів зберігання на зміну фізичних та технологічних показників якості зерна кукурудзи**

*Динаміка вологості зерна кукурудзи.* Вологість досліджуваного зерна значно змінювалася протягом періоду зберігання (рис. 3.5). На інтенсивність цих змін більше впливали режими та терміни зберігання, порівняно з сортовими особливостями. Так, протягом першого місяця зберігання відбулося незначне зниження цього показника на 0,3-0,4 %.

Найсухіше зерно, як і до зберігання, було у гібрида Монсанта 4014 – вологість його через місяць зберігання ще дещо знизилася й становила 13,0 %. Зменшення вологості у цей період можна пояснити процесами післязбирального дозрівання, що відбуваються у зерні кукурудзи після збирання. Для успішного

проходження цих процесів температура повітря в сховищі має становити не менше +10-15 °С.

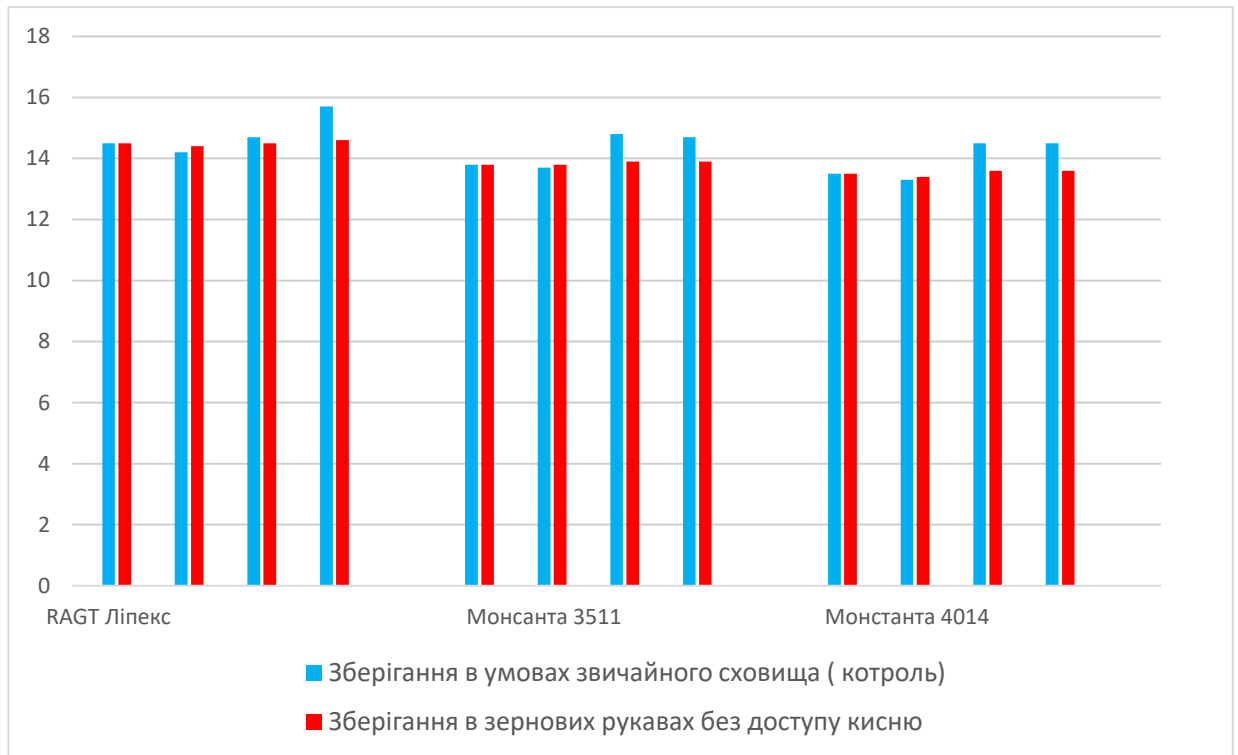


Рис. 3.5. Динаміка вологості зерна кукурудзи (%) залежно від способів та термінів зберігання, урожай 2023 р.

У зерна, що зберігалося в поліетиленових рукавах, вологість упродовж першого місяця зберігання знижувалася не так помітно – усього на 0,1-0,2 % й була в межах 13,5-14,5 %. Найвище значення, як і до закладання на зберігання, було у зерна гібрида RAGT Ліпекс (контроль) – 14,5 %, а найнижче – у гібрида Монсанта 4014 (13,3 %, що на 1,2 % більше, ніж у контролі).

Під час проведення наступного проміжного огляду встановили суттєве підвищення вологи у зразках зерна, що зберігалися в умовах звичайного сховища, – порівняно з попереднім терміном, вона зростала на 0,6-1,0 %. Можна стверджувати, що цей показник може суттєво змінитися залежно від способу зберігання.

Через 9 місяців зберігання виявили таку закономірність: істотніше зростала вологість зерна, що зберігали в звичайному сховищі (контроль),

порівняно з тим, що зберігали в поліетиленових мішках. У цей період обліку вологість зерна гібриду Ragt Ліпекс (контроль) ще підвищувалася й становила 14,7%. Вологість зерна гібридів Монсанта3511 та Монсанта 4014 була у межах 14,3-14,5 % відповідно. Порівняно із попереднім обліком вологість зерна зростала досить істотно – на 1,0 % в обидвох варіантах.

Вологість зерна, яке зберігалось у поліетиленових рукавах, через (6 місяців зберігання в усіх зразках не перевищувала допустимих стандартом 15 % і була на рівні від 13,6 % (в зерна гібриду Монсанта 4014) до 14,5 % (гібриду Ragt Ліпекс). Порівняно з попереднім обліком різниця була непомітною і становила усього до 0,2 %.

Протягом подальшого зберігання зерна виявили також не істотне підвищення вологості зерна усіх гібридів, яке зберігалось в умовах звичайного сховища. Через 9 місяців такого способу зберігання вологість зерна зростала більш помітно, порівняно з попереднім обліком. За цього, найбільшу різницю продемонструвало зерно гібриду RAGT Ліпекс – 1,2 %. Зростання вологості зерна гібридів Монсанта 3511 та Монсанта 4014 було на рівні 0,9 та 1,0% відповідно.

Аналізуючи вплив способів зберігання на динаміку вологості зерна кукурудзи можна відзначити, що більш оптимальним для тривалого зберігання зерна кукурудзи є спосіб розміщення його у поліетиленових рукавах. За такого способу зберігання, проходження фізіологічних процесів (насамперед, дихання) мінімальна, вологість, за 9 місяців зберігання у зерні всіх досліджуваних варіантів зростала на 0,3-0,5 % і не перевищувала стандартних 15 %.

Зберігання зерна кукурудзи як у звичайних умовах, так і в рукавах за середнього значення вологості 13,3-15,7 % на кінець зберігання, забезпечує підтримання органолептичних показників зерна на задовільному рівні. Так, зерно всіх досліджуваних варіантів мало характерний здоровий блиск, запах та смак, було без ознак проростання чи пліснявіння. Органолептичні показники зерна визначали під час проведення всіх оглядів.

*Динаміка натури зерна.* Натура зерна кукурудзи і вологість тісно пов'язані. Між ними існує обернена кореляційна залежність, іншими словами чим більший вміст вологи у зерні, тим менший показник натури.

Зважаючи на те, що вологість за увесь період зберігання змінювалась, залежно від способів зберігання, то і натура зазнавала змін. Незалежно від сортових особливостей, коливання зміни фактичного значення натури становило до 8 г/л, що є в межах похибки (рис. 3.6). Найбільш помітні зміни натури під час зберігання були в зерна кукурудзи, що зберігалось в звичайних умовах, – 10 г/л, а найменші – у зерна, що зберігали у зернових рукавах, – 5,5 г/л. Ці зміни характерні для зберігання зерна в складських приміщеннях відповідно до зміни вологи.

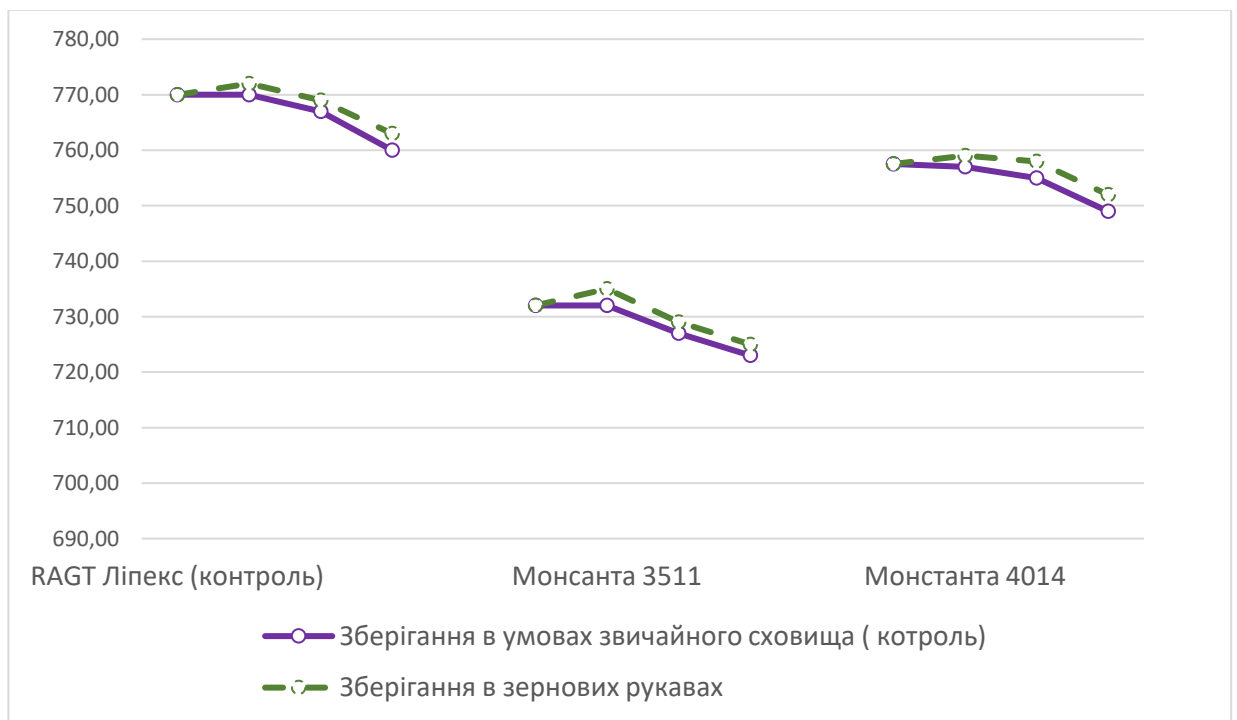


Рис. 3.6. Динаміка натури зерна кукурудзи в процесі зберігання, г/л, урожай 2023 р.

*Динаміка маси 1000 зерен.* Маса 1000 зерен, як і натура, дає змогу визначити виповненість і крупність зерна. Висока маса 1000 зерен і його натура свідчать про переваги не тільки виповненого, а й дрібного зерна. Показник маси тисячі зерен мав тенденції до зменшення в усіх гібридах впродовж усього періоду зберігання та не мав залежності від сортових особливостей чи вихідної

вологості зерна кукурудзи. Однак режими зберігання впливали на значення маси 1000 зерен. Зміна маси 1000 зерен дослідних зразків протягом зберігання представлена на рис. 3.7.

Після збирання зерно досліджуваних гібридів мало досить високу масу 1000 зерен – від 284,7 до 302,1 г. За перших 30 діб зберігання цей показник дещо знижувався, порівно з початковим значенням, – від 1 до 0,6 г, залежно від варіанта досліду.

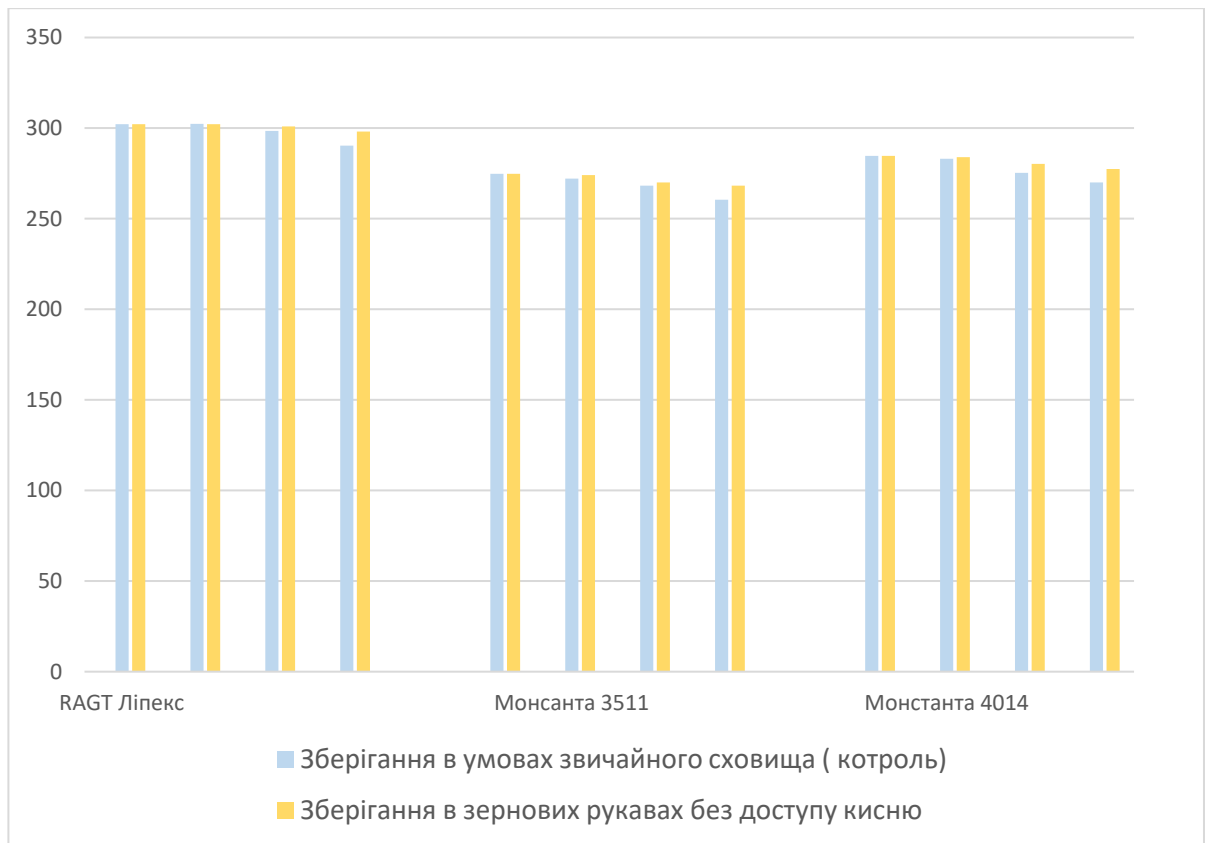


Рис. 3.7. Динаміка маси 1000 зерен кукурудзи залежно від термінів та способів зберігання (г), урожай 2023 р.

Протягом подальшого зберігання спостерігали таку тенденцію: маса 1000 зерен у всіх варіантах поступово зменшувалася. Менш помітні зміни відбувалися протягом перших 30 діб зберігання, помітніші – наприкінці його. Мінімальне зниження показника маси 1000 зерен відмічене у варіантах зберігання зерна у зернових рукавах. На кінець зберігання зниження даного показника за цього

режиму зберігання відбулось на 12-14 г і становило 270,1 – 302,1 г залежно від гібриду.

Найбільша маса 1000 зерен на кінець зберігання було у зерна гібрида RAGT Ліпекс (контроль), яке зберігалось в рукавах, без доступу кисню (298,1 г, що на 4 г менше порівняно з початковим значенням), а найменше – у гібриду Монсанта 3511 за зберігання в звичайних умовах – 260,5 г (на 14,3 г менше, ніж на початку зберігання).

Аналогічно змінювалася й *схожість зерна*. Упродовж першого місяці зберігання цей показник зростав і набув максимальних значень через 30 діб у зерна гібриду RAGT Ліпекс 1 (контроль), що зберігали в звичайних умовах, – 98 %. Подальше зберігання призводило до поступового зменшення схожості, особливо у зерна, що зберігали в умовах звичайного сховища. На кінець зберігання схожість зерна усіх гібридів в умовах звичайного сховища становила 80,5-83,0 %, а у зернових рукавах – 92-93 %. У зерна, що зберігали в звичайних умовах, цей показник залишається кондиційним протягом 4 місяців зберігання.

Таким чином, можна зробити висновок, що динаміка фізичних та технологічних показників якості зерна кукурудзи протягом зберігання значно залежала від способів та тривалості зберігання. Мінімальні зміни цих показників відбуваються при розміщенні зерна в поліетиленових рукавах, без доступу кисню.

### **3.2.3. Динаміка біохімічних показників зерна кукурудзи різних гібридів залежно від способів і термінів зберігання**

*Динаміка вмісту крохмалю.* Основною запасною речовиною в зерні кукурудзи є крохмаль, і його кількість пов'язана з вмістом білка. Між цими компонентами існує обернена залежність: збільшення білка призводить до зменшення крохмалю. Ця закономірність підтвердилася в наших дослідженнях. Водночас, умови зберігання можуть значно вплинути на зниження рівня як білка, так і крохмалю. У нашому дослідженні динаміка вмісту крохмалю в зерні

досліджуваних гібридів суттєво залежала від режимів та терміну зберігання (рис. 3.8).

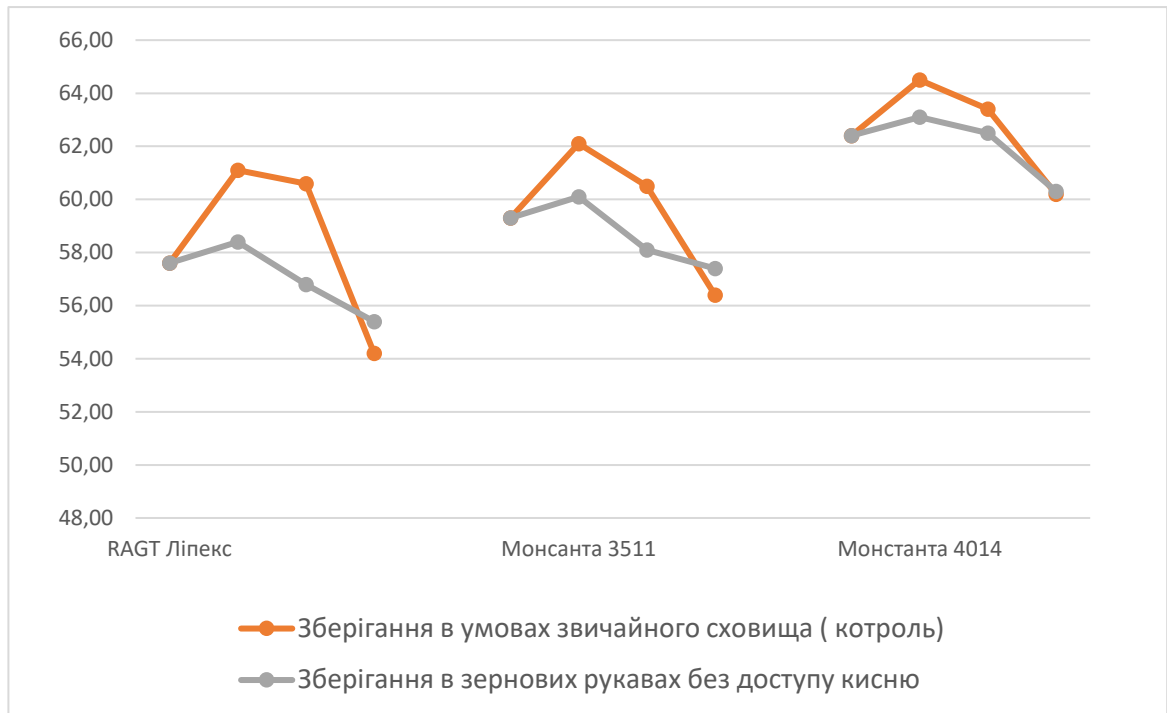


Рис. 3.8. Динаміка крохмалю у зерні кукурудзи залежно від способів і термінів зберігання (%), урожай 2023 р.

Упродовж першого місяця зберігання для всіх досліджуваних зразків було характерним помітне підвищення вмісту крохмалю. У середньому приріст показника становив 2,1-3,5 % залежно від варіанту. Найбільший приріст його виявлено у гібриду Ragt Ліпекс (контроль) ( 3,5%), найменший – Монсанта 4014 – 2,1 %, що на 1,4 % менше, порівняно з контрольним варіантом. Слід зазначити, що після перших 30 діб зберігання встановлено найвищий вміст крохмалю у зерні всіх гібридів, незалежно від способу зберігання. Це спричинено процесами синтезу, що відбуваються під час післязбирального дозрівання зерна у цей період зберігання, а саме: прості вуглеводи перетворювалися на складні, до яких належить і крохмаль – основна запасна речовина зерна кукурудзи й інших злакових.

Найбільший вміст крохмалю через місяць зберігання був у зерні гібриду Монсанта 4014, він становив 64,5 %, що на 3,4 % більше від контролю.

Найменшим цей показник був у контрольного зразка Ragt Ліпекс, а саме 61,1%. У зерні гібриду Монсанта 3511 вміст крохмалю був на рівні 62,1%, що на 1% більше ніж у контрольного варіанта.

Протягом подальшого зберігання спостерігали незначне зниження основного запасного елемента. Однак, зерно кукурудзи досить економно витрачало крохмаль і після 4 місяців зберігання містило його на рівні 60,6% у контрольного варіанта, та 60,5 % та 64,4 % у зерна гібридів Монсанта 3511 і Монсанта 4014 відповідно.

Після 9 місяців зберігання зерна досліджуваних гібридів в умовах звичайного сховища вміст крохмалю знижувався на 2,2-3,9 % й становив 54,2-60,2 %. За зберігання його в поліетиленових рукавах зменшення цього показника було не таке суттєве, його кількість у зерні була у межах 55,4-63,5 %. Це можна пояснити меншою інтенсивністю дихання зерна за такого способу зберігання.

Вміст білку й жиру у зерні кукурудзи досліджуваних гібридів протягом усього періоду зберігання знижувався і залежав від способу зберігання. Втрати білку й жиру в зерні, що зберігали в зернових рукавах, були мінімальними й не перевищували за дев'ять місяців зберігання 0,4-0,5 % білка та 0,2-0,3 % жиру. Найбільше білку й жиру на кінець зберігання містило зерно гібриду Ragt Ліпекс (контроль), яке зберігали в рукавах, – 9,1 % білку та 3,6 % жиру.

У результаті проведених розрахунків, встановлено, що існує середній прямий взаємозв'язок між вологістю зерна і вмістом у ньому білка ( $r = +0,63$ ), сильний зворотній між вмістом крохмалю і білка ( $r = -0,87$ ).

## РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ

Вирощування та зберігання зерна кукурудзи є ключовими аспектами сільськогосподарського виробництва, оскільки ця культура забезпечує значну кількість сировини для харчової, кормової та біоенергетичної промисловості. Економічна ефективність цього процесу значною мірою залежить від вибору гібридів кукурудзи, технологій вирощування, умов зберігання та інших чинників. Щороку ринок кукурудзи стає все конкурентнішим, що спонукає аграріїв шукати нові рішення для підвищення рентабельності виробництва та оптимізації витрат.

Вибір гібриду є вирішальним для досягнення бажаних результатів. Кожен гібрид кукурудзи має свої особливості: врожайність, стійкість до захворювань та шкідників, здатність витримувати стресові умови, а також характеристики зерна, що впливають на його зберігання і якість. Крім того, ефективність вирощування визначається агротехнічними заходами, такими як вибір ґрунту, внесення добрив, захист рослин та дотримання технологічних процесів.

Цей розділ зосереджений на аналізі економічної ефективності вирощування і зберігання зерна кукурудзи різних гібридів. Будуть розглянуті питання продуктивності, рентабельності, витрат на вирощування та зберігання, а також фактори, що визначають вибір оптимального гібриду для конкретних умов господарства.

$$P = \frac{\Pi}{B} \times 100$$

де Р – рентабельність, %;  $\Pi$  – прибуток; В – сумарні витрати на виробництво.

Рівень рентабельності показує скільки умовно-чистого прибутку отримає підприємство за фактичних затрат в його виробничій діяльності у розрахунку на кожну затрачену одну гривню.

Для визначення економічної ефективності зберігання зерна кукурудзи різних гібридів залежно від термінів і застосованих способів зберігання враховували такі економічні показники:

- вартість 1 т зерна кукурудзи різних гібридів до та після 6 місяців зберігання;
- витрати на виробництво, післязбиральну обробку й безпосередньо зберігання зерна досліджуваних гібридів;
- розмір умовно чистого прибутку на 1 т зерна до, під час та після періоду зберігання;
- рівень рентабельності вирощування кукурудзи відразу після проведення його післязбиральної обробки, після 6 та 9 місяців зберігання.

Затрати на вирощування зерна відрізнялися, оскільки була різною вартість насіння досліджуваних гібридів, їх урожайність: насіння гібриду Монсанта 4014 було найдорожчим, а RAGT Ліпекс (контроль) – найдешевшим. Вартість вирощування досліджуваних гібридів розраховували виходячи з фактичних затрат господарства.

Розраховуючи вартість доробки та зберігання зерна в умовах звичайного сховища (елеватора) використовували фактичні дані, зокрема враховували такі показники:

- приймання 1 фізичної тони зерна – 34,0 грн.; з
- зберігання протягом 1 місяця – 65,7 грн./т;
- вартість сушіння 1 т% – 205 грн.;
- вартість очищення від смітної домішки 1 т% – 38 грн.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність зберігання зерна кукурудзи різних гібридів залежно від способів і термінів зберігання

Варіанти дослідів	Назва гібриду	Вартість зерна, грн./т			Витрати, грн./т			Умовно чистий прибуток, грн./т			Рівень рентабельності, %		
		до зберігання	через 4 місяці зберігання	через 9 місяців зберігання	до зберігання	через 4 місяці зберігання	через 9 місяців зберігання	до зберігання	через 4 місяці зберігання	через 9 місяців зберігання	до зберігання	через 4 місяці зберігання	через 9 місяців зберігання
Зберігання в умовах звичайного сховища (контроль)													
1	RAGT Ліпекс (контроль)	4800	5600	6000	3740	3960	4340	1060	1640	1660	28,3	41,4	38,2
2	Монсанта 3511	4800	5600	6000	3720	4065	4460	1080	1535	1540	29,0	37,7	34,5
3	Монсанта 4014	4800	5600	6000	3940	4295	4845	860	1305	1155	21,8	30,4	23,8
Зберігання в зернових рукавах													
4	RAGT Ліпекс (контроль)	4800	5600	6000	3740	4050	4200	1060	1550	1800	28,3	39,2	42,9
5	Монсанта 3511	4800	5600	6000	3720	4160	4280	1080	1440	1720	29,0	34,6	40,2
6	Монсанта 4014	4800	5600	6000	3940	4190	4400	860	1410	1600	21,8	33,6	36,6

Вартість режиму зберігання в поліетиленових рукавах передбачає наявність полімерних рукавів або спеціальних герметичних сховищ і потребує додаткових затрат. Зокрема, за даними електронних ресурсів, вартість рукава місткістю 200 т на кінець жовтня 2023 р. становила 18200 грн. Враховували також послуги завантажувача та розвантажувача зерна, вартість палива, оплату праці оператора тощо. Зі збільшенням маси зерна, що зберігається, собівартість зберігання 1 т зерна знижується. Зберігання невеликих партій зерна в таких умовах досить затратне. Тобто, найбільші затрати за такого способу зберігання відбуваються на початкових етапах, що позначилося на ефективності зберігання до 4 місяців.

Станом на початок січня 2024 року, через чотири місяці зберігання, закупівельні ціни трохи зросли, досягнувши 5600 грн/т. Це означає підвищення на 800 грн/т від початкової вартості. Зміни в цінах вплинули на прибутковість продажу зерна у цей період. Рівень рентабельності при реалізації зерна після 4 місяців зберігання у звичайному сховищі склав 30,4-41,4 % (у середньому 35,9 %), тоді як при зберіганні в рукавах – 33,6-39,2 %. Тобто, зберігання зерна в звичайному сховищі протягом 4 місяців виявилось економічно вигіднішим, порівно з рукавами.

У подальшому зростання закупівельної вартості однієї тони зерна кукурудзи відбувалося менш інтенсивно, і станом на кінець липня-на початок серпня 2024 року, після дев'яти місяців зберігання, ця вартість становила 6000 грн за тону. Рентабельність зберігання зерна у звичайному сховищі зазнала певного зниження, порівняно з попереднім періодом, знижуючись до рівня 23,8-38,2 %. Вищу рентабельність через 9 місяців забезпечувала реалізація зерна, що зберігалось у рукавах, і сягала 36,6-42,9 %, з середнім значенням у 39,8 %. Така різниця пояснюється нижчими витратами на 1 тону зерна при довгостроковому зберіганні його в рукавах.

## ВИСНОВКИ

На основі виконаних досліджень можна зробити такі висновки:

1. Фізичні, технологічні й біохімічні показники зерна кукурудзи суттєво залежали від сортових особливостей. Найменше вологи перед закладанням на зберігання мало зерно гібриду Монсанта 4014 – 13,5 %, а найбільше – контрольного варіанту Ragt Ліпекс (14,5 %). Однак, суттєвої різниці за цим показником між досліджуваними варіантами не виявлено.

Найвищою натурою характеризувалося свіжозібране зерно гібрида RAGT Ліпекс – 770 г/л, що суттєво більше, порівняно із гібридом Монсанта 3511. Зі зростанням природи зерна суттєво підвищувалася і його схожість ( $r = +0,84$ ). Це вказує на тісний взаємозв'язок між натурою зерна та здатністю до проростання, що особливо важливо для подальшої оцінки його посівних та технологічних якостей.

За технологічними показниками, що показують придатність зерна до переробки, виділилося зерно гібриду Ragt Ліпекс (контроль), маса 1000 зерен якого становила 302,1 г, а схожість їх – 84,0 %. Зерно цього гібриду містило найбільше білка – 9,6 %.

Найбільший вміст крохмалю виявили у свіжозібраному зерні кукурудзи гібрида Монсанта 4014 – 62,4 %, що суттєво більше, порівняно з контрольним варіантом. Зерно кукурудзи перед закладанням на зберігання містило 3,5-3,9 % жирів. За цим показником суттєвої різниці між досліджуваними варіантами не встановлено.

2. Перед закладанням на зберігання, найвищою якістю характеризувалося зерно гібриду контрольного варіанту Ragt Ліпекс, натура його становила 770 г/л, маса 1000 зерен – 302,1 г, а схожість – 84 %.

Крім того, зерно цього гібриду містило 9,6 % білка 9,6 %, що є важливим показником з точки зору харчової та кормової цінності. Також у зерні його було виявлено найбільший вміст жирів – 3,9 %, що додатково підвищує його енергетичну цінність та якість. Сукупність цих показників свідчить про високу

придатність гібриду Ragt Ліпекс для зберігання, переробки та використання у сільськогосподарській галузі.

3. Для зерна кукурудзи характерними є процеси післязбирального дозрівання, які закінчуються протягом перших 30 діб зберігання. Інтенсивніше вони відбувалися в зерні, що зберігалось в умовах звичайного сховища.

4. Зміни вологості насіння кукурудзи були тісно пов'язані з умовами та тривалістю його зберігання. На початку процесу зберігання, протягом першого місяця, було зафіксовано тенденцію до зниження рівня вологості, що пояснюється природними процесами післязбирального дозрівання. У цей період зерно продовжувало втрачати вологу через активні фізіологічні процеси, які завершувалися в умовах зберігання. Зниження вологості дозволяє зерну досягти більш стабільного стану, придатного для тривалого зберігання.

Упродовж першого місяця відбувалося вологість зерна всіх гібридів знижувалася, що зумовлювалося процесами післязбирального дозрівання. Найменшим цей показник, як і до зберігання, був у зерна гібриду Монсанта 4014 через місяць зберігання в умовах звичайного сховища і становила 13,3 %. Надалі спостерігали поступове підвищення вологи у зерні всіх варіантів, особливо у того, що зберігали в умовах звичайного сховища.

5. Зберігання зерна кукурудзи в поліетиленових рукавах виявилось ефективним методом, що дозволяє підтримувати стабільний рівень вологості протягом тривалого періоду. Використання цього способу забезпечило коливання вологості зерна в межах 0,2-0,4 %, що є важливим показником для збереження усіх показників якості.

Особливо показовим було те, що через 9 місяців зберігання рівень вологості зерна всіх гібридів не перевищував стандартних 15 %. Це є важливим досягненням, оскільки стабільна вологість на такому рівні знижує ризик розвитку плісняви, грибків та інших мікроорганізмів, що можуть спричинити псування зерна.

6. Найпомітніші зміни природи під час зберігання спостерігали в зерні, що зберігалось в звичайному сховищі, – 10-12 г/л, а найменші – у зерна, що зберігали в зернових рукавах, – 5,5-7,0 г/л. Збереження природи зерна в межах таких невеликих змін під час зберігання у зернових рукавах є важливим фактором для підтримання його якості та технологічних властивостей. Це такий спосіб зберігання більш ефективним і надійним для тривалого зберігання зерна, забезпечуючи його високу придатність для подальшого використання в аграрному виробництві чи переробці.

5. Зміна технологічних показників зерна кукурудзи суттєво залежала від способів і тривалості зберігання. Упродовж першого місяця зберігання схожість зерна зростала і набувала максимальних значень через 30 діб у зерна гібриду Ragt Ліпекс (контроль), що зберігали в звичайних умовах, – 98 %.

Подальше зберігання призводило до поступового зменшення схожості, особливо у зерна, що розміщували в умовах звичайного сховища. На кінець зберігання схожість зерна усіх гібридів, що зберігали в умовах звичайного сховища, становила 80-83 %, а у зернових рукавах – 92-93 %. У зерна, що зберігали в звичайних умовах, цей показник залишається кондиційним протягом 4 місяців зберігання.

6. Маса 1000 зерен упродовж всього періоду зберігання поступово знижувалася. Мінімальне зниження цього показника відмічене у зразках, що зберігали в зернових рукавах – 12-14 г, порівняно з початковими значеннями.

7. Упродовж першого місяця зберігання вміст крохмалю у зерні всіх досліджуваних гібридів зростав на 2,1-3,5 %. Найбільше його в цей період було у зерні гібриду Монсанта 4014 – 64,5 %, що на 3,4% більше від контролю. Це зумовлене процесами післязбирального дозрівання, що відбуваються в зерні в цей період.

Протягом подальшого зберігання відбувалося поступове зниження крохмалю у зерні всіх досліджуваних гібридів, менш помітне у зразках, що зберігали у зернових рукавах. На кінець зберігання зерно кукурудзи, розміщене

в умовах звичайного сховища, містило 54,2-60,2 % крохмалю, а у зернових рукавах – 55,4-63,5 %.

8. Вміст білку й жиру у зерні кукурудзи досліджуваних гібридів протягом усього періоду зберігання знижувався і залежав від способу зберігання.

Втрати білку й жиру в зерні, що зберігали в зернових рукавах, були мінімальними й не перевищували за дев'ять місяців зберігання 0,4-0,5 % білка та 0,2-0,3 % жиру. Найбільше білку на кінець зберігання містило зерно гібриду Ragt Ліпекс (контроль), яке зберігали в рукавах, – 9,1 % білку та 3,6 % жиру.

10. Проведені розрахунки кореляційної залежності виявили суттєві взаємозв'язки між показниками якості зерна кукурудзи, а саме: сильний зворотній між вологістю і натурою ( $r = -0,73$ ), середній прямий між вологістю і вмістом білка ( $r = +0,65$ ), сильний зворотній між вмістом крохмалю і білка ( $r = -0,87$ ), суттєвий прямий між натурою і схожістю ( $r = +0,84$ ). Розраховано, що зі зростанням природи зерна на 1 г/л його схожість збільшується на 0,15 %.

11. Вирощування і зберігання зерна кукурудзи досліджуваних гібридів є прибутковим. Реалізація його після збирання дозволить отримати рентабельність на рівні 21,8-29 %, через 4 місяці зберігання – 30,4-41,4%, а через 9 – 34,5-43,1% залежно від сортових особливостей та способів зберігання. Найбільш економічно доцільно для зберігання використовувати зерно гібриду Ragt Ліпекс (контроль), зберігати його у зернових поліетиленових рукавах і реалізувати через 9 місяців – умовно чистий прибуток становитиме 1800 грн/т, а рівень рентабельності – 42,9 %.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для отримання високоякісного зерна, придатного для тривалого зберігання, рекомендуємо використовувати гібрид Ragt Ліпекс, зерно якого містить 9,6 % білку, має натуру на рівні 770 г/л, а маса 1000 зерен становить 302,1 г.

Для успішного проходження процесів післязбирального дозрівання зерно кукурудзи всіх гібридів доцільно протягом першого місяця після збирання зберігати в умовах звичайного сховища.

Для зберігання зерна кукурудзи до чотирьох місяців пропонуємо використовувати зберігання в умовах звичайного сховища, що забезпечить рентабельність на рівні 41,4 %.

Для забезпечення мінімальних втрат якості зерна під час тривалого зберігання та отримання прибутків у межах 36,6-42,9 %, пропонуємо зберігати його в зернових рукавах і реалізувати через дев'ять місяців після збирання.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Активне вентилування та сушіння зерна / О. І. Гапонюк, М. В. Остапчук, Г. М. Станкевич, І. І. Гапонюк. Одеса : ВМВ, 2018. 326 с.
2. Боєчко Ф.Ф., Боєчко Л.О. Основні біохімічні поняття, визначення, терміни: Вища школа, Київ 1993. 528 с.
3. Бойко П.І. Сівозміни у землеробстві України : Київ Аграрна наука. 2002. 53 с.
4. Землеробство /за редакцією Єщенко В.О. (Єщенко В.О., Копитко П.Г., Карнаух О.Б., Накльока Ю.І.), 2022. 256 с.
5. Інноваційні технології зберігання і переробки зерна: веб-сайт. URL: <https://landlord.ua/agrolife-en/tehnologiyi-zberigannya-zernovix-kultur/>
6. Технологія зберігання і первинної переробки продукції рослинництва: методичні рекомендації / В. П. Резніченко, Г. І. Корнічева, 2015. 58 с.
7. Технологія зберігання і переробки зерна : дайджест. вип. 7 / Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка ; підгот. О. В. Олабоді. Київ, 2016. 13 с. Режим доступу: <http://library.nuft.edu.ua/inform/zerno2016.pdf>.
8. Охорона праці: підручник / С.Д. Лехман, О.В. Коваленко, Т.В. Костюк. Київ, 2021. 300 с.
9. Державний Реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2008 рік. Київ: Алефа, 2008. 258 с.
10. Економічний довідник аграрника. / Дробот В.І., Зуб Г.І., Кононеко М.П. та ін.; за ред. Лузана Ю.Я., Саблука П.Т. Київ.: «Преса України», 2003. 457 с.
11. Експорт зерна кукурудзи: веб-сайт URL: <https://agroportal.ua/news/ukraina/eksport-ukrajinskoji-kukurudzi-perevishchiv-23-mln-t>.
12. Жемела Г.П., Шемальов В.І., Олексюк О.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва : підручник. Полтава: РВВ "TERRA", 2003. 420 с.
13. Завадська О.В., Сімченко С.С. Вплив сортових особливостей та умов зберігання на якість зерна кукурудзи // Матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100-річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук,

професора Г. Р. Пікуша (20-21 березня 2024 р., м. Дніпро). Дніпро: ДУ ІЗК НААН, 2024. С. 246-248.

14. Зберігання і технологія сільськогосподарський продуктів/ Лесик Б.В., Трисвятський Л.О., Снежко В.Л. та ін. : Київ. : Головне вид-во ВО «Вища школа», 1980. 240 с.
15. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Карнаух О.Б., Накльока Ю.І. Землеробство: Підручник. За редакцією В.О. Єщенка. Умань: Видавець «Сочінський М.М.», 2022. 426 с.
16. Гудзь В.П., Примак І.Д., Будьонний Ю.В., Танчик С.П. Землеробство. Підручник для агрономічних спеціальностей сільськогосподарських вузів 3–4 рівні та навчальний посібник для навчальних заходів 1–2 рівня. Київ: Урожай, 1996. 176 с.
17. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоніжко М.А. Рослинництво: підручник / за ред. О.І. Зінченко. Київ.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
18. Іваненко Ф.В., Сінченко В.М. Технологія зберігання та переробки сільськогосподарської продукції. Навч. метод. посібник для самостійного вивчення дисципліни. Київ.: КНЕУ. 2005. 221 с.
19. Карпов Б.А. Технологія послеуборочної обробки и хранения зерна: Агропромиздат. 1987. 288 с.
20. Кирпа М. Я. Рослик О. О., Скотар С. О. Повітряне сепарування насіння кукурудзи та методика визначення його параметрів : Селекція і насінництво. 2013. № 104. С. 92– 99.
21. Кирпа М. Я., Скотар С. О. Сушіння насіння кукурудзи та методика визначення його параметрів : Селекція і насінництво. 2012. № 101. С. 239–246.
22. Камінський В.Д. Бабич М.Б. Переробка та зберігання сільськогосподарської продукції. Одеса. Аспект. 2010. 459 с.
23. Кретович В.Л. Біохімія рослин : Вища школа, 1980. 130 с.
24. Крикунов В.І. Ґрунти та їх родючість. Київ: 1994. 250 с.
25. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання / Д. Шпаар,

- К. Гінапп, Д. Дрегер, А. Захаренко, С. Каленська та ін. ; під редакцією Д. Шпаара.  
– К: Альфа-стевія ЛДТ 2009. 396 с.
26. Лихочвор В.В. Кукурудза. Львів: ПФФ “Українські технології”, 2002. 50 с.
27. Лихочвор В.В. Рослинництво: навчальний посібник : Київ. Центр навчальної літератури. 2004. 816 с.
28. Методи визначення показників якості рослинницької продукції / Гончар О.М, Андрищенко А.В., Бількевич А.В. та ін. ; Альфа, 2000. 114 с.
29. Оптимізація технологічних процесів вирощування товарних посівів кукурудзи на зерно в агроформуваннях Дніпропетровської області в 2013 році (науково-практичні рекомендації) / А.В.Черенков, В. С. Циков, Б. В. Дзюбецький та ін.: Дніпропетровськ, 2013. 47 с.
30. Основи наукових досліджень в агрономії / Єщенко В.О., Копитко П.Г., Огризко В.П. та ін.; За ред. В.О. Єщенка. Київ.: Дія. 2005. 288 с.
31. Подпряттов Г.І., Бобер А.В., Ящук Н.О. Технохімічний контроль продукції рослинництва: Підручник. К.: О.В., Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2022. 790 с.
32. Подпряттов, Г.І., Ящук Н.О., Насіковський В.А. Якість зерна кукурудзи за різних технологій післязбиральної доробки та зберігання : монографія. К.: ЦП «Компринт», 2017. 255 с.
33. Подпряттов Г.І., Завадська О.В., Бобер А.В., Ящук Н.О. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: підручник. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2023. 844 с.
34. Подпряттов Г. І., Рожко В.І., Скалецька Л.Ф. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва : підручник. К: Аграрна освіта. 2014. 393 с.
35. Подпряттов Г.І., Бобер А.В., Ящук Н.О. Якісна і безпечна зернова продукція: умови отримання, зберігання та напрями використання : монографія. К.: ЦП «Компринт», 2014. 186 с
36. Подпряттов Г.І., Бобер А.В. Післязбиральна доробка та зберігання продукції рослинництва: навч. посіб. К.: НУБіП України, 2024. 492 с.

37. Подпряттов Г.І., Бобер А.В., Гунько С.М. Переробка продукції рослинництва : навч. посібник. Київ: НУБіП України, 2024. 650 с.
38. Подпряттов Г.І. Науково-практичні основи зберігання та переробки зерна: монографія / Г.І. Подпряттов, С.М. Гунько, А.В. Бобер, Н.О. Ящук. К.: ЦП «Компринт», 2018. 304 с.
39. Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва: Підручник / М.М. Городній, С.Д. Мельничук, О.М. Гончар та ін. ; За ред. М.М. Городнього. Київ : Арістей, 2006. 484 с.
40. Скалецька Л.Ф., Подпряттов Г.І., Завадська О.В. Методи досліджень рослинницької сировини. Лабораторний практикум. Навчальний посібник. 2-е видання, перер. доп.: К. ЦП «Компринт», 2013. 242 с.
41. Скалецька Л.Ф., Подпряттов Г.І. Біохімічні зміни в продукції рослинництва при її зберіганні та переробці : К. Видавничий центр НАУ. 2007. 288 с.
42. Скалецька Л.Ф. Подпряттов Г.І., Завадська О.В. Методи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва. : Навчальний посібник. К.: ЦП «Компринт», 2014. 416 с.
43. Скалецька Л.Ф., Подпряттов Г.І., Завадська О.В. Основи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва. К.: НАУ, 2010. 204 с.
44. Технологія вирощування та захисту зернових культур: практичні рекомендації з технології вирощування зернових колосових у зонах Лісостепу і Полісся. / Сайко В.Ф., Свидинюк І.М., Камінський В.Ф., Корнійчук М.С., Вінничук Т.С. К: 2006. 28 с.
45. Технохімічний контроль продукції рослинництва / Санчук Н.Т., Скалецька Л.Ф., Подпряттов Г.І. та ін.: Київ. Арістей. 2005. 254 с.
46. Характеристика гібриду Монсанта 4014. веб-сайт. URL : <https://superagronom.com/nasinnya-kukurudza/dks-4014-monsanto-id10504>
47. Характеристика гібриду Ragt Ліпекс. веб-сайт: URL: <https://plant-agro.prom.ua/ua/p1106140008-nasinnya-kukurudza-ragt.html>

48. Характеристика гібриду Монсанта 3511. веб-сайт URL: <https://superagronom.com/nasinnya-kukurudza/dks-3511-monsanto-id11045>
49. Аграрний сектор України. Сучасні технології зберігання та переробки продукції рослинництва: [сайт]. URL: <http://agroua.net/economics/documents/category-122/doc-199>.
50. Як зекономити на елеваторних затратах: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/suchasni-shovishcha-dlya-zerna-abo-yak-zekonomiti-na-elevatornih-zatratah>
51. Сучасні зерносховища: веб-сайт. URL: <https://propozitsiya.com/ua/suchasni-zernoshovishcha-dlya-ukrayinskyh-gospodarstv>
52. Ресурсо- та енергоощадні технології виробництва та зберігання продукції рослинництва. URL: [http://economyandsociety.in.ua/journals/16\\_ukr/53.pdf](http://economyandsociety.in.ua/journals/16_ukr/53.pdf)
53. Шляхи зниження енергоресурсів при виробництві круп. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/ivan-silov-uspisnim-moze-buti-tilki-pidpriemstvo-ake-mae-30-40-eksportu>
54. Енергоощадні способи зберігання кормів. URL: <https://planetaplast.com/yak-skorotyty-vtraty-pry-zberihanni-kormiv/>
55. Технології комфортного сушіння зерна: [сайт]. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/zberihannia/item/19814-tekhnohiiia-komfortnoho-sushinnia-zerna.html>.
56. Технології та техніка збирання та зберігання зерна кукурудзи: [сайт]. URL: <https://propozitsiya.com/ua/tehnologiyi-ta-tehnika-zbirannya-i-zberezhennya-zerna-kukurudzi>.
57. Способи зниження тепловитрат у технологіях сушіння зерна. URL: [https://agroviznyk.com/pdf/ua\\_2017\\_05\\_09.pdf](https://agroviznyk.com/pdf/ua_2017_05_09.pdf)