

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

05.05. – МКР.18 «С» 2024. 01.08. 103 ПЗ

**ПЕНЧУКА ІГОРА ЮРІЙОВИЧА**

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**УДК 633.15:631.811.98:631.53.02**

**ПОГОДЖЕНО**

**Декан агробіологічного  
факультету, д.с.-г. наук, професор**

\_\_\_\_\_ Коваленко В.П..  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2024 р.

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

**Завідувач кафедри технології  
зберігання, переробки та стандартизації  
продукції рослинництва ім. проф. Б.В.**

Лесика к. с.-г. н., професор  
\_\_\_\_\_ Подпрятів Г.І.  
" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2024 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: «Вплив елементів технології вирощування  
на товарні показники зерна кукурудзи у процесі  
зберігання»**

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

Агрономія

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна

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

\_\_\_\_\_ Каленська С.М.

**Керівник магістерської роботи  
кандидат с.-г. наук, доцент**

\_\_\_\_\_ Завгородній В.М.

**Виконав**

\_\_\_\_\_ Пенчук І.Ю.

**КИЇВ – 2024**

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

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

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

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
СТУДЕНТУ**

**ПЕНЧУКУ ІГОРУ ЮРІЙОВИЧУ**

Спеціальність	201 «Агрономія»
Освітня програма	Агрономія
Орієнтація освітньої програми	Освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Вплив елементів технології вирощування на товарні показники зерна кукурудзи у процесі зберігання» затверджена наказом ректора НУБіП України від 08.01.2024 р. № 18 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру \_\_\_\_\_ 11.11.2024 р.

**Вихідні дані до магістерської роботи:**

**Перелік питань, що підлягають дослідженню:**

- Вивчити вплив способів обробітку ґрунту та варіантів удобрення на початкову якість зерна кукурудзи;
- Виявити зміни показників якості зерна кукурудзи, вирощеного за різних факторів у процесі зберігання;
- Встановити оптимальний термін зберігання зерна кукурудзи;

• Розрахувати економічну ефективність вирощування та зберігання зерна кукурудзи, отриманого за різних способів обробітку ґрунту та варіантів удобрення

Дата видачі завдання “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2023 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Завгородній В.М.

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Пенчук І.Ю

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	6
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. Огляд літератури	10
1.1. Народногосподарське значення кукурудзи	10
1.2. Вплив обробітку ґрунту на продуктивність кукурудзи	12
1.3. Вплив добрив на продуктивність та якісні показники зерна кукурудзи	16
1.4. Характеристика сучасних технологій післязбиральної доробки та зберігання зерна кукурудзи	20
РОЗДІЛ 2. Умови та методика досліджень	25
2.1. Місце та ґрунтові умови проведення досліджень	25
2.2. Кліматичні та метеорологічні умови проведення досліджень	27
2.3. Схема та методика проведення досліджень. Технологічні умови проведення досліджень	31
РОЗДІЛ 3. Результати досліджень	39
3.1. Урожайність кукурудзи на зерно за різних способів обробітку ґрунту та удобрення	39
3.2. Структура врожаю кукурудзи залежно від елементів технології вирощування	41
3.3. Вплив різних способів обробітку ґрунту та удобрення на показники якості зерна кукурудзи	43
3.4. Відповідність якості зерна кукурудзи стандартам	45
3.5. Посівні властивості зерна кукурудзи, вирощеного за різних умов у процесі зберігання	49
3.6. Зміна технологічних властивостей зерна кукурудзи залежно від факторів вирощування	54
РОЗДІЛ 4. Економічна ефективність вирощування та зберігання гібридів кукурудзи	61
ВИСНОВКИ	67
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70

## РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на 75 сторінках друкованого тексту. За структурою містить 4 базові розділи, висновки та пропозиції виробництву. Робота містить 18 таблиць та 8 рисунків, 52 використаних літературних джерела.

У вступі подається обґрунтування актуальності обраної теми, мета і завдання досліджень.

В огляді літератури розкриваються відомості відносно поширення та використання кукурудзи в світі та Україні, впливу добрив та способів обробітку ґрунту на продуктивність і якісні показники зерна кукурудзи, дається характеристика сучасних технологій післязбиральної доробки та зберігання зерна кукурудзи

У другому розділі наведені дані про місце виконання, схему, методику і умови проведення досліджень, а також характеристика об'єктів досліджень.

У третьому розділі висвітлено результати досліджень щодо вивчення: впливу норм мінеральних добрив за різних способів обробітку ґрунту на врожайність і показники якості зерна кукурудзи та встановлення зміни показників якості зерна кукурудзи, вирощеної за різних факторів у процесі зберігання в умовах Чернігівської області.

У четвертому розділі наведена економічна ефективність зберігання зерна кукурудзи різних гібридів.

Результати досліджень дали змогу визначити та обґрунтувати вплив факторів вирощування на формування якості зерна кукурудзи та зміни показників у процесі зберігання. Проведено оцінку зерна кукурудзи, вирощеної за різних способів обробітку ґрунту та варіантів удобрення за комплексом посівних та технологічних показників. Наведено зміни цих показників в процесі тривалого зберігання.

## ВСТУП

Кукурудза на зерно займає одне з провідних місць серед вирощуваних культур не тільки в Україні, а й у світі. Її вирощуванням займаються як великі агрохолдинги, так і малі фермерські господарства. З кожним роком збільшуються площі займані культурою, це зумовлено доступністю технологій вирощування та отримання високих врожаїв за урівноважених витрат.

Кукурудза займає ключове місце в зерновому балансі України, що пояснюється як вигідним географічним розташуванням країни, так і сприятливими природно-кліматичними умовами. Використання сучасних, адаптованих до умов кожної ґрунтово-кліматичної зони гібридів та впровадження інтенсивних технологій вирощування є основними шляхами підвищення врожайності й покращення якості цієї культури

Завдяки високому вмісту білків (9-12%), вуглеводів (65-70%) і олії(4-8%), кукурудза є цінним кормом. Завдяки високому рівню крохмалю, що повільно розщеплюється в організмі тварин, зерно кукурудзи широко застосовується в кормовій базі як одне із головних джерел енергії для тварин.

Кукурудза перевищує інші зернові культури за врожайністю та має мінімальні відходи, оскільки у виробництві використовується все: зерно, листя, стебла, стрижні. Її популярність обумовлена зміною клімату, зростаючим попитом на світовому ринку і високою рентабельністю. В Україні кукурудзу вирощують у всіх природних зонах, хоча більші площі посівів під зерно відведено у Лісостепу.

Підвищення обсягів зерна кукурудзи можливе завдяки впровадженню сучасних технологій вирощування та нових інтенсивних гібридів, зокрема ранньостиглих, середньоранніх і середньостиглих. Це дозволить значно скоротити витрати на післязбиральну доробку зерна. Щороку на хлібоприймальних підприємствах та фермерських господарствах накопичуються запаси насінневого та продовольчо-фуражного зерна.

Важливо організувати його зберігання на науковій основі, враховуючи фізичні й біологічні особливості зерна та його призначення.

Ціль кожного господарства – отримати максимально-можливий урожай і при цьому мати найвищий прибуток. І не завжди високі врожаї прирівнюються до високих прибутків. Можна зібрати високий врожай і при цьому отримати мінімальний прибуток, і, навпаки, при порівняно менших показниках врожаю – отримати значно вищий заробіток. Вірно підібраний гібрид та правильно організоване зберігання зерна кукурудзи дозволяє отримувати якісну сировину для переробки та приносить добрий прибуток. А тому так важливо підібрати гібрид, добрива та засоби захисту з оптимальним співвідношенням «ціна/якість». Крім того, завжди залишаються у полі зору якісні показники, за якими продукція може бути придатною для подальшого зберігання чи переробки.

**Мета досліджень** полягала у вивченні впливу норм мінеральних добрив за різних способів обробітку ґрунту на врожайність і показники якості зерна кукурудзи та встановлення зміни показників якості зерна кукурудзи у процесі зберігання в умовах Чернігівської області.

Для вирішення поставленої мети вирішувалися наступні **завдання**:

- вивчити вплив умов вирощування (способи обробітку ґрунту та варіанти удобрення) на початкову якість зерна кукурудзи;
- виявити зміни показників якості зерна кукурудзи в процесі зберігання;
- встановити оптимальний термін зберігання зерна кукурудзи для використання на певні цілі;
- розрахувати економічну ефективність зберігання зерна кукурудзи, вирощеного за різних способів обробітку ґрунту та варіантів удобрення.

**Об'єкт досліджень** – якість зерна кукурудзи, вирощеного за різних умов у процесі зберігання.

**Предмет досліджень** – зерно кукурудзи гібридів МАС 25.Ф та МАС 28.А, отримане за різних способів обробітку ґрунту та варіантів удобрення.

В процесі виконання роботи застосовували спеціальні та загальнонаукові методи дослідження.

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

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

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** КУКУРУДЗА НА ЗЕРНО, ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ, ОБРОБІТОК ГРУНТУ, БЛОК, КРОХМАЛЬ. ПОСІВНІ ВЛАСТИВОСТІ, ВАРІАНТИ УДОБРЕННЯ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1. Народногосподарське значення кукурудзи

Кукурудза належить до високопродуктивних культур. За поживністю зерно кукурудзи краще за овес, жито, ячмінь. Зерно кукурудзи багате на перетравний протеїн, зокрема у кілограмі зерна може міститися 78 грам [6]. Висока енергоємність зерна зумовлює його важливу роль у комбікормах, (362 ккал у 100 г).

Ще з давніх часів і по сьогодні кукурудза є найважливішою продовольчою культурою в Україні. Лікувальні властивості кукурудзи застосовували ще наші попередники, які вважали, що настоянки з кукурудзи виявляє позитивний ефект при захворюванні печінки, різноманітних кровотечах та набряках, прискорює процес згортання крові, та зменшує рівень холестерину [51]. Окремі матеріали переробки кукурудзи використовують у медичинській промисловості, для прикладу кукурудзяний крохмаль у таблетках, спирт на основі кукурудзи – біоетанол, входить в склад ряду заспокійливих засобів.

Значна частина високорозвинених країн світу переробляють більше 30% урожаю на продовольчі цілі, а харчова потреба на рік однієї людини становить близько 30 кг. Лише в Україні кожного місяця виготовляється понад 200 тисяч тонн борошна, майже 30 тисяч т припадає на круп'яні та макаронні вироби [40].

Зернова та кормова кукурудза є висококалорійним джерелом енергії, яке здатне забезпечити годівлю тварин, верха, птиці, свиней. З огляду на високий вміст крохмалю, кукурудза добре згодовується птиці, а саме ксантофіл добре впливає на колір жовтка та розмір – за рахунок лінолевої кислоти. Основними продовольчими товарами з кукурудзи є кондитерські вироби,

рослинна олія, крупа, макарони, цукор, крохмаль, сироп та значна кількість різних сортів пива [29].

Поширене вирощування кукурудзи в світі, великі площі займає в США, Колумбії, Уруграї, Перу. Лідером в Європі залишається Югославія, це зумовлено високою родючістю ґрунтів і довгим вегетаційним періодом [28].

За рахунок впровадження новітніх технологій вирощування, які об'єднують досягнення в галузі селекції, насіннізнавства та генетики, інноваційної агротехніки, засобів захисту та удобрення та імпорту насіннєвого матеріалу з провідних країн світу валові збори кукурудзи на зерно масово зростають [42].

В Україні кукурудза є стратегічною культурою, що відіграє важливу роль у забезпеченні зернового та фуражного балансу. Її значення для тваринництва та зернової галузі важко переоцінити, адже вона є основним компонентом кормової бази для відгодівлі тварин. Технології переробки дозволяють використовувати кукурудзяний крохмаль у фармацевтичній, паперовій, гірничодобувній та будівельній промисловості. Після процесу очищення зерна залишаються такі побічні продукти, як клітковина, білок і зародки, які використовуються в продуктах побутового та промислового призначення: біорозкладні пакети, гофрокартон, косметика, мийні засоби та ін. [21].

Вирощування кукурудзи на біоетанол є важливою складовою альтернативної енергетики, у США близько 40% зібраного врожаю кукурудзи, а це (приблизно 130млн тонн) переробляються для отримання етанолу. З однієї тонни кукурудзи можна отримати 400-500 літрів біоетанолу. Існують дві основні технології отримання етанолу: сухе та вологе подрібнення. Під час сухого подрібнення кукурудзяне зерно перетирається в борошно, яке потім піддається тепловій обробці та перегонці. Вологе подрібнення передбачає вимочування зерна з подальшим поділом на компоненти (клітковина, глютен, крохмаль), які потім використовуються для бродіння на етанол [48].

На великих площах у Європі кукурудзу вирощують для отримання біогазу, що відповідає критеріям «зеленої енергії» [50]. Цей процес включає подрібнення кукурудзи та завантаження її в біореактори, де під впливом бактерій отримують метан, який широко застосовують для генерації електроенергії. Деякі гібриди кукурудзи забезпечують урожайність до 60т/га сирової маси, що дозволяє отримувати більше 6000 м<sup>3</sup> метану з гектара

## **1.2. Вплив обробітку ґрунту на продуктивність кукурудзи**

Обробіток ґрунту завжди був і залишається одним з найбільш енергоємних та дорогих процесів у землеробстві. За різними підрахунками сьогодні в середньому на нього припадає 40% енергетичних і 25% трудових затрат загального обсягу польових робіт [13].

Максимальний вплив обробітку на урожайність культур спостерігається в умовах, коли він проводиться з урахуванням особливостей тієї чи іншої ґрунтової відміни, кліматичних і погодних умов та біологічних властивостей вирощуваних культур. При відсутності цього і шаблонному підході до обробітку, без тісної взаємодії з іншими ланками відповідної системи землеробства в конкретній природно кліматичній зоні, обробіток сприяє деградації ґрунту та зниженню його родючості [41].

На сьогодні, як у світовому землеробстві, так і в Україні, пальма першості належить традиційним технологіям обробітку ґрунту. В основі таких технологій є застосування полицевого обробітку з використанням плугів різного призначення і конструкцій та інших ґрунтообробних знарядь, що обертають скибу. Такі технології мали і мають місце за умов відсутності ризиків появи водної та вітрової ерозії. За умов наявності зазначених ризиків, технологія обробітку ґрунту змінюється на безполицеву з використанням ґрунтообробних знарядь, що не обертають скибу. Це плоскорізи, плуги без полиць, дискові знаряддя [3].

Застосування безполицевого обробітку ґрунту певною мірою сприяло і проявам тенденцій до його мінімізації [27]. Мінімізація відбувається за такими основними напрямками:

1) скорочення кількості та зменшення глибини обробітку. При підготовці ґрунту під озимі після гороху і кукурудзи на силос використовується поверхневий обробіток замість оранки. Замінюється оранка поверхневим обробітком також під ярі культури, частіше після просапних попередників;

2) поєднання кількох операцій в одному технологічному процесі, що можливо за рахунок конструювання комбінованих агрегатів, кількість і різноманіття яких на ринку постійно зростає;

3) мінімізація обробітку ґрунту при догляді за чистим паром і просапними культурами за рахунок заміни механічного способу знищення бур'янів хімічним

Будь-яка технологія обробітку ґрунту, яка є однією з основних ланок систем землеробства, має на меті вирішувати певну сукупність зі сформульованих вище конкретних завдань. Проте, вирішуються вони по різному, інколи не в повному обсязі, а окремі завдання поки що взагалі не мають практичного вирішення [32].

Правильний обробіток ґрунту, внесення добрив та своєчасний догляд за посівами кукурудзи є ключовими факторами для отримання високих врожаїв. Ці заходи створюють умови, за яких кукурудза активно розвивається і успішно конкурує з бур'янами. Завдяки цьому, можна значно зменшити використання пестицидів або навіть повністю відмовитися від них [36].

У дослідженнях різних способів обробітку ґрунту найкращі умови для росту і розвитку культурних рослин спостерігалися на варіанті полицево-чизельного основного обробітку з використанням гербіцидів. Це призвело до збільшення врожайності зеленої маси кукурудзи на 0,18 т/га та зерна на 0,56 т/га. Натомість використання лише безполицевих обробітків спричинило значне зниження урожайності, підвищення рівня забур'яненості та погіршення фізичних властивостей ґрунту [5].

З економічної точки зору важливо враховувати, що в сучасних умовах у більшості господарств регіону потенційна забур'яненість полів є дуже високою. Витрати на оранку та механізовані методи догляду за посівами в 5-10 разів нижчі, ніж витрати на ефективні й дорогі гербіциди. Тому відмова від оранки наразі є передчасною, оскільки це питання викликає суперечності [39].

Згідно з даними досліджень, безполицевий обробіток ґрунту порівнянно з полицевою оранкою, призводив до зниження врожайності зерна більшості гібридів кукурудзи. Чизельний обробіток, в середньому, зменшував урожайність гібридів на 0,85 т/га [12].

При систематичному обробітку ґрунту протягом чотирьох ротацій безполицевий метод призводив до збільшення кількості бур'янів порівнянно з оранкою. Для зменшення забур'яненості посівів кукурудзи на дослідному полі застосовували засоби захисту рослин, які були внесені в перелік пестицидів, дозволених для використання в Україні, на етапах перед сівбою, а також у фазах 3-5 і 7-9 листків [9].

Обираючи систему обробітку, необхідно враховувати тип ґрунту, кліматичні умови регіону та інші фактори, що впливають на ріст і розвиток кукурудзи [7].

Дослідження впливу основного обробітку ґрунту на врожайність кукурудзи є ключовим для оптимізації вирощування цієї культури і забезпечення стабільного виробництва сільгосппродукції. Результати таких досліджень можуть допомогти агрономам вдосконалити методи вирощування кукурудзи та підвищити її врожайність [41].

Дослідження показують, що кукурудза, вирощувана вперше, добре реагує на оранку глибиною 10-12 см на сірих лісових ґрунтах з обмеженим запасом вологи. Проте у наступні роки вирощування більш ефективною може виявитися оранка глибиною 25-27 см [28].

Технологія no-till - це сучасний підхід до землеробства, який дозволяє зберегти структуру ґрунту, зменшити ерозію, підвищити вміст органічної

речовини та зберегти вологу. Цей метод передбачає відмову від оранки та використання рослинних залишків як природного добрива [37].

Незважаючи на очевидні переваги технології no-till, традиційні способи обробітку ґрунту залишаються популярними серед фермерів з огляду на низку об'єктивних причин [18].

No-till є більш вигідним, ніж традиційні системи обробітку ґрунту, навіть при однаковій врожайності, оскільки витрати значно знижуються. По-перше, виключаються витрати на обробіток ґрунту, а також на обладнання та його обслуговування. Для виробника, який застосовує нульовий обробіток, зазвичай потрібні лише сівалка (або сівалка для зерна), обприскувач і комбайн для збору врожаю. По-друге, зменшуються витрати на паливо і потреба в потужності трактора [27].

На сьогодні проведено досить значну кількість досліджень з вивчення системи землеробства no-till, які вказують як на її переваги, так і недоліки. Зокрема, окремі результати досліджень показали, що середня врожайність сорго, сої, кукурудзи і пшениці за нульового обробітку була більшою, ніж за класичного обробітку ґрунту [10].

Проте деякі дослідники, вказують на негативні сторони застосування системи вирощування культур без обробітку ґрунту, як от ущільнення ґрунту, збільшення його твердості та погіршення пористості. Ними було запропоновано проводити періодичні обробітки ґрунту з метою усунення вищевказаних проблем, що в цілому покращувало агрофізичні показники ґрунту та знижувало забур'яненість с.-г. культур, проте призводило до зниження вмісту загального вуглецю [24].

За даними досліджень встановлено, що тривале вирощування с.-г. культур без обробітку ґрунту призвело до збільшення вмісту вуглецю та азоту в ґрунті, життєздатної мікробної біомаси та активності фосфатази на глибині 0–5 см, ніж звичайна обробіток ґрунту [2].

Таким чином, багато авторів досліджень стверджують, що запровадження нової системи землеробства, а саме no-till технології, в умовах

зміни клімату є надзвичайно актуально, енергетично та економічно вигідною, має низку переваг порівняно з традиційними системами обробітку ґрунту, проте потребує подальшого дослідження в конкретних організаційно-господарських умовах сільськогосподарського підприємства з дотриманням всіх складників цієї технології і не повинна обмежуватись лише відмовою від оранки [46].

### **1.3 Вплив добрив на продуктивність та якісні показники зерна кукурудзи**

Для ефективного вирощування кукурудзи важливо враховувати особливості ґрунту, кліматичні умови та потреби самої рослини. Сучасні дослідження в галузі живлення рослин дозволяють визначити оптимальні дози та способи внесення мінеральних добрив для кожного конкретного сорту (гібриду) кукурудзи [11].

Одним із важливим факторів, що дозволяє поєднувати високу продуктивність із ресурсозбереженням у вирощуванні кукурудзи, є створення оптимальним умов для мінерального живлення рослин та забезпечення агрофізичних властивостей ґрунту, сприятливих для росту. З огляду на зростаючий дефіцит водних та енергетичних ресурсів, особливого значення набуває ефективне використання зрошувальної води, мінеральних добрив, а також зниження витрат на паливо та інші ресурси [13].

Аналіз економічної ефективності використання різних способів основного обробітку ґрунту та норм мінеральних добрив, заснований на реальних виробничих витратах, розрахованих згідно з технологічними картами показали зміни у врожайності кукурудзи, які зумовило різницю у вартості валової продукції з одного гектара. Наприклад, при застосуванні оранки на глибину 28-30 см у системі полицевого різноглибинного обробітку вартість валової продукції коливалася від 25 410 до 30 272 грн/га, залежно від норм добрив. Зменшення глибини оранки до 20-22 см у системі диференційованого обробітку спричинило підвищення вартості продукції до

25 542 – 31 020 грн/га, що на 4994 грн/га (або на 17,8 %) порівняно з полицевим обробітком [15].

Рівень мінерального живлення суттєво впливав на виробничі витрати. Наприклад, при дозі  $N_{120}$  витрати становили в середньому 10 604 грн/га, при  $N_{150}$  витрати зросли на 4,2 % більше, а при  $N_{180}$  – ще на 853,4 грн/га. Собівартість продукції змінювалася залежно від способів обробітку та глибини. Найвища собівартість була за чизельного від методів обробітку та глибини. Найвища собівартість була за чизельного обробітку на глибину 12-14 см, а найнижча – при оранці на глибину 20-22 см у системі диференційованого обробітку [43].

Таким чином, результати економічного аналізу свідчать, що оранка на глибину 20-22 см у системі диференційованого обробітку є найбільш економічно вигідним способом з точки зору рентабельності виробництва кукурудзи [49].

Крім макроелементів (N, P, K, Ca, Mg і S), важливу роль у живленні рослин кукурудзи відіграють 14 мікроелементів, серед яких B, Mn, Cu, Zn, Co і Mo, які через низьку концентрацію (0,01-0,001% у сухій речовині) називаються мікроелементами, а добрива, що їх містять, - мікродобривами. Їх відносять до мікродобрив [47].

Найбільш економічно ефективними методами внесення мікроелементів є передпосівна обробка насіння та позакореневе підживлення. У рослині кукурудзи є два періоди, коли забезпечення мікроелементами є особливо важливим: 1) фаза 3-4 листків, коли формується первинна коренева система, і 2) фаза 6-8 листків, коли коренева система активно розвивається і формується качан [19].

Рекомендовані норми внесення мінеральних поживних речовин становлять 80-140 кг д.р./га азоту, 90-120 кг д.р./га фосфору і 60-136 кг д.р./га калію для лісостепової зони [52].

Фосфор сприяє розвитку кореневої системи, стимулює цвітіння та впливає на якість зерна. При дефіциті фосфору ріст рослин сповільнюється і навіть зупиняється [8].

Калій відповідає за обмін поживних речовин в рослинному організмі. При нестачі калію рослини засихають. Цинк і магній підвищують стійкість до екстремальних температур, а сірка сприяє синтезу білка. Бор і мідь сприяють накопиченню цукрів і вітамінів. Калій посилює стійкість рослин до хвороб [4].

Кукурудза потребує органічних добрив, особливо компосту. На чорноземах кількість внесених добрив становить близько 20 тонн на гектар, а на дерново-підзолистих ґрунтах - 25-35 тонн. Органічні добрива можуть підвищити врожайність кукурудзи на 4-10 т/га [45].

Таким чином, кукурудза з її високим потенціалом біомаси потребує великої кількості поживних речовин, особливо на ранніх стадіях коли поживні речовини надходять із верхніх шарів ґрунту, а потім - із глибинних [22].

Для формування однієї тони урожаю зерна, кукурудза потребує 25-30 кг азоту, 10-15 кг фосфору, 30-40 калію, по 6-10 кг кальцію і магнію. Тому варто вносити якісне добриво, яке забезпечить потребами в макро- та мікроелементах на кожному з етапів органогенезу [43].

Краще використовувати складні добрива, вони забезпечать більші урожаї, ніж суміш простих туків. Також позитивно впливають на розвиток, ріст, продуктивність кукурудзи і рідкі форми добрив – безводний аміак, аміачна вода, рідкі комплексні добрива, але варто їх вносити в необхідні терміни та в необхідних нормах. Фосфорно-калійні добрива потрібно вносити під основний обробіток ґрунту, азотні – навесні під першу культивуацію. Обов'язково необхідно вносити у рядки фосфорні добрива, з розрахунку 10-15 кг/га д.р. по фосфору. Підживлення кукурудзи азотними добривами у фазі 3-5 листків є ефективними лише при достатній вологозабезпеченості [14].

Серед мікродобрив під кукурудзу радять вносити такі види добрива: бормагнієві (30-35 кг/га), сульфат цинку (0,8-1,0 кг на 1 тонунасілля), сульфат марганцю (0,7-0,9 кг/т), марганізований суперфосфат (2-3 ц/га) у ґрунт до сівби або під час сівби (0,5-1,5 ц/га) в рядки; молібденізований суперфосфат (2-3 ц/га) у ґрунт до сівби або (40-50 кг/га) під час сівби у рядки.

Кукурудза потребує вищих норм добрив порівняно з іншими зерновими культурами. З органічних добрив часто використовують підстилковий гній, який вноситься під оранку. Норма, яку вносять залежить від показників родючості ґрунту та зони. Середня норма гною для кукурудзи - 30-40 т/га з урахуванням 60-70 % дози фосфорно-калійних добрив, які зазвичай вносяться під зяблеву оранку [23].

На рівень урожайності найбільший вплив має азот (табл.1.1). Особливо кукурудза вимоглива до збалансованого азотного живлення під час росту та утворення початків [20]. При дрібних світло-зелених листках на рослинах кукурудзи, можна сказати про нестачу азоту. Критичний період використання азоту – цвітіння. У цей період висока температура сприяє проведенню процесів мінералізації і вивільнення азоту з ґрунту [11]

Таблиця 1.1.

**Норми внесення азоту під кукурудзу на зерно, кг д. р. на 1 га**

Родючість ґрунту	Урожайність зерна ц/га		
	60	80	100
Висока, N <sub>15</sub> на 1 т зерна	90	120	150
Низька, N <sub>20</sub> на 1 т зерна	120	160	200

Фосфор – важливий елемент живлення для кукурудзи. Гостру потребу рослина має на початку росту, коли фосфор забезпечує розвиток кореневої системи і таким чином - інтенсивне вбирання вологи і елементів живлення з ґрунту. Друга фаза проходить під час формування генеративних органів.

Важливим є те, що нестачу фосфору в рочаткових фазах росту неможливо компенсувати внесенням у пізніші строки [15].

Використання добрив дозволяє підвищити врожайність кукурудзи, покращити її якість, підвищити стійкість рослин до посухи, проти шкідників та хвороб рослин.

#### **1.4. Характеристика сучасних технологій післязбиральної доробки та зберігання зерна кукурудзи**

Розпочинають збирати зерно кукурудзи із досягненням повної стиглості і завершують протягом 10-12 днів. Роботи можна розпочинати при вологості зерна 30-32%, після чого його очищують і сушать до стандартного рівня вологості 14% [26].

Одним з методів збору врожаю, для оптимізації збору та скорочення виробничих втрат, використовується конвеєрний метод організації виробництва кукурудзи. Характеризується вирощуванням гібридів різних груп стиглості. При цьому дозрівання гібридів відбувається почергово, що дозволяє збирати кукурудзу при оптимальній вологості на великих площах.

Процес збирання та подальшої доробки врожаю має бути забезпечений відповідною матеріально-технічною базою, яка відповідає сортовим характеристикам кукурудзи. Особливо важливими факторами є висока вологість зерна після збирання, його схильність до механічних і теплових пошкоджень та низька стійкість в умовах вологого зберігання. Тому обладнання повинно включати потужні сушарки, зернові сепаратори, засоби для транспортування зерна та відповідні зерносховища. Сучасні технології також повинні бути енергоощадними, оскільки основні етапи обробки зерна потребують значних енергетичних ресурсів. Усе це вимагає оптимізації методів і режимів збирання, сушіння, очищення та вентиляції зерна кукурудзи, враховуючи його вологість та подальше призначення [30].

Першим етапом післязбиральної доробки є очищення зерна кукурудзи. Для цього використовують повітряно-ситові машини або комбіновані, трієри, магнітні сепаратори, а при необхідності – інше обладнання для отримання

партії зерна, які відповідають умовам зберігання і вимогам відповідно до цільового призначення [38].

При очищенні зерна використовують таке обладнання: сепаратори – ворохоочищувачі; насіннеочисні машини; зерноситовійні машини; пневмосортувальні столи; вібровідцентрові сепаратори тощо [26].

Очищення зерна здійснюється на повітряно решітних сепараторах, комбінованих сепараторах, магнітних колонках або за потреби на інших зерноочисних машинах. Воно включає кілька етапів залежно від ступеня забруднення та призначення врожаю, попереднє, первинне та вторинне очищення. Попереднє очищення проводять для дуже забрудненого чи надто вологого зерна перед сушінням. Первинне очищення видаляє всі види домішок, виділяючи основне зерно кукурудзи. Вторинне очищення дозволяє розділити зерно на фракції, що різняться за якістю [35].

Технологія очищення зерна розробляється з урахуванням підбору відповідного обладнання та робочих органів, що дозволяє максимально ефективно очистити зернову масу залежно від складу й типу домішок та продуктивності очисних машин. Для свіжозібраного зерна кукурудзи, яке надходить із поля, спершу здійснюють очищення від різного виду домішок. Особливо важливе первинне очищення для зерна, що має високий рівень забруднення, схильність до самозигрівання, ознаки зараженості шкідниками комірних запасів чи містить домішки, що змінюють запах. Під час очищення важливо дотримуватись оптимальних режимів роботи зерноочисного обладнання [23]. Усі процеси очищення, сушіння та зберігання зерна контролюються виробничо-технологічними лабораторіями, які перевіряють якість сировини на відповідність державним стандартам.

Післязбиральна обробка сухого зерна кукурудзи вимагає заходів для запобігання його пошкодженню [24].

Для збереження якості зерна, запобігання розвитку плісені та шкідників хлібних запасів, застосовують активне вентилявання кукурудзи, яке полягає у примусовому її продуванні атмосферним повітрям. В окремих випадках

застосовують для прискорення процесу післязбирального дозрівання, вирівнювання температури і вологості зернової маси [1].

Головною метою сушіння, зниження вологості зерна кукурудзи до 14 %.

За вологістю зерно поділяється на сухе, середньої сухості, вологе та сире. Такий розподіл зумовлений здатністю зерна зберігатися у звичайних умовах. Сухе зерно найбільш стійке, його можна закладати на тривале зберігання та реалізовувати; зерно середньої сухості в теплий період потребує особливих умов зберігання та ретельного спостереження; вологе зерно можна зберігати лише в охолодженому стані; сире зерно закладати на зберігання, без попереднього сушіння заборонено [16].

Першими сушать партії зерна кукурудзи, що мають найвищу вологість, температуру, заражені шкідниками, а також ті, що розташовані на відкритих площадках і складах, які необладнані установками для активного вентилявання [26]. Особливістю сушіння зерна кукурудзи є його низька вологовіддача порівняно із зерном інших зернових культур, тому селекціонери приділяють значну увагу при створенні сортів на їх здатність швидко віддавати вологу.

Для продовольчої кукурудзи в умовах виробництва використовують шахтні сушарки, що забезпечують контрольоване сушіння, температура нагріву зерна не повинна перевищувати 50°C, а агент сушіння 110-130°C, залежно від умов [34].

У процесі зберігання зернових мас кукурудзи регулярно відстежують їх температуру, вологість, запах, колір, а також показники зараженості та схожості. Контроль здійснюється окремо для кожної партії та кожного штабелю. Зростання температури зерна, особливо якщо воно не пов'язане зі зміною зовнішніх умов, вказує на порушення режиму зберігання і може призвести до швидкого псування. Для вимірювання температури в різних точках насипу використовують термоштанги та електротермометри. Якщо висота насипу перевищує 1,5 м, температуру контролюють на трьох рівнях,

на глибині 30-50 см від поверхні, посередині та біля підлоги. Після кожного вимірювання термоштанги пересувають на 2 м, поступово визначаючи температуру всієї маси зерна [33].

Для партій, що готуються до експорту, показники якості встановлюють відповідно до державних стандартів. Експортна кукурудза повинна мати нормальний колір і запах і не містити шкідників. Важливим є контроль вмісту мікотоксинів, адже їх перевищення значно знижує якість зерна та обмежує можливість експорту [17].

Зміни, що відбуваються в зерні під час зберігання, мають великий вплив на подальше використання кукурудзи, тому важливо ретельно контролювати умови зберігання, включаючи температуру, вологість і вентиляції, щоб мінімізувати негативні ефекти цих процесів [31].

Процеси, що відбуваються у зерновій масі кукурудзи, є тісно взаємопов'язаними. З підвищенням вологості зростає інтенсивність дихання та активізуються мікробіологічні процеси, що веде до значних втрат у масі та якості зерна. Вологість є важливим якісним показником, який значно впливає на натуру зерна [44].

Жири в основному знаходяться в зародку зерна кукурудзи і за неналежних умов зберігання вони можуть розщеплюватися, утворюючи вільні жири кислот, що негативно впливає на якість зерна. При підвищеній вологості та температурі інтенсивність дихання зерна кукурудзи значно збільшується. Біохімічні процеси в зерні на таких умовах схожі на ті, що відбуваються на початкових етапах проростання. Найвища інтенсивність дихання спостерігається в зародку. Внаслідок накопичення кислих продуктів зерна набуває кислувато-гіркого присмаку, а інтенсивність дихання в зерновій масі кукурудзи є значно вищою ніж у злакових культур [25].

Схожість насіння кукурудзи є важливим показником фізіологічних процесів. Вплив мінусових температур на життєдіяльність зерна кукурудзи залежить не лише від вологості зерна, а й від ступеня його стиглості, виповненості, а також від ураження плісневими грибами. При розвитку

плісневих грибів різко погіршуються показники якості зерна, знижуються його продовольчі та фуражні властивості, а також промислова цінність і придатність. У такому зерні зменшується вміст крохмалю та водорозчинних вуглеводів, а кислотне число та загальна кислотність зерна значно зростає [38].

Отже, згідно з літературними джерелами, для отримання високоякісного зерна кукурудзи, збалансованого за хімічним складом, необхідно виконати низку умов: правильно підібрати ґрунт та спосіб його обробітку, здійснити якісну передпосівну підготовку насіння, забезпечити оптимальну густоту рослин і збалансоване живлення, а також здійснювати догляд за посівами протягом вегетації з метою запобігання ураження рослин хворобами та пошкодження шкідниками. Крім того, для забезпечення господарсько-технологічних показників якості зерна важливо дотримуватись оптимальних технологічних прийомів післязбиральної доробки та зберігання зернових мас кукурудзи, враховуючи специфіку різних гібридів.

Світовий досвід, а також останні тенденції в українському сільському господарстві свідчать про зростання популярності практики переробки зерна кукурудзи безпосередньо на фермерських господарствах. Фермери все частіше прагнуть не лише вирощувати продукцію, а й переробляти її, отримуючи товарну продукцію у вигляді продуктів переробки.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Місце та ґрунтові умови проведення досліджень

Польові дослідження проводилися на території господарства ТОВ «АР Козелець», яке розташоване в с. Лихолітки Козелецького району Чернігівської області. Віддаль до обласного центру складає 50 км. Земельний банк господарства розміщений у різних селищах: Ставище, Пісоцьке, Будище, Лихолітки. Розташоване господарство недалеко від траси Київ-Чернігів, що в разі полегшує логістику між елеватором та місцями вирощування культур. За природно-сільськогосподарським районуванням України територія господарства відноситься до зони Лісостепу.

Ґрунтовий покрив господарства включає кілька ґрунтових різновидностей, головною з яких є чорнозем типовий малогумусний крупнопилувато-середньосуглинковий за гранулометричним складом та чорнозем типовий малогумусний середньосуглинковий на лесі. Такі ґрунти багаті на поживні елементи, їхні фізичні та механічні властивості досить сприятливі для вирощування культурних рослин.

На формування зазначених типів ґрунтів впливає: клімат (помірно-континентальний клімат з достатнім зволоженням), рельєф (похилі ділянки сприяють розвитку ерозійних процесів), рослинність (лісова і лісостепова рослинність) впливає на накопичення органічної речовини в ґрунті, материнські породи -леси і лесоподібні суглинки є основними материнськими породами для формування чорноземів і сірих лісових ґрунтів.

Вміст гумусу в орному шарі ґрунту становить 3,3%, рН – 6,2-7,0, ємність вбирання 30,6-32,5 мг-екв на 100 г ґрунту. Так ґрунтова відміна є типовою для зони Лісостепу, займаючи 54,6% її території. Ґрунтові води розташовані на глибині 4,8-6,1 м. До складу мінеральної твердої фази ґрунту входить 37,2% фізичної глини; 62,8% піску. Щільність ґрунту в

рівноважному стані 1,17-1,26 г/см, вологість стійкого в'янення – 10,9%. Повна вологоємність ґрунту становить в шарі 0–30 см – 38,3%, в шарі 30-45см – 42,6%. Польова вологоємність цього ґрунту в шарі 0-30см сягає 28,4%, вологість розриву капілярів – 19,6%, максимальна гігроскопічність – 7,47%, недоступна для рослин вологість – 10%, загальна щільність у рівноважному стані – 52-55%. Фізико-хімічні, агрохімічні та водно-фізичні показники чорнозему типового мало гумусного наведеної в табл. 2.1 та 2..2.

Таблиця 2.1  
Фізико-хімічні показники чорнозему мало гумусного

Шар ґрунту, см	Вміст гумусу, %	pH сольової витяжки	Кількість карбонатів, %	Ємність поглинання, мг-екв на 100г ґрунту
0-10	3,4	6,00	-	31,4
35-45	2,95	6,85	1,66	32,0
70-80	0,8	6,85	9,16	19,2
80-100	-	6,85	10,40	14,8

Таблиця 2.2  
Водно-фізичні властивості чорнозему мало гумусного

Глибина горизонту, см	Щільність, г/см <sup>3</sup>	Загальна пористість, %	Вологість в'янення, %	Повна вологоємність, %	Польова вологоємність, %
0-30	1,23	52	10,8	38,2	81,6
30-50	1,25	54	10,7	37,3	77,4
50-80	1,28	54	10,1	37,5	83,2
80-100	1,28	51	9,8	35,6	81,0

Ґрунт характеризується середнім вмістом валових і рухомих форм поживних речовин. У шарі 0-20 см міститься 0,21% загального азоту, 2,4 мг на 100г ґрунту легко-гідролізованого азоту, 10,0 – рухомого фосфору, 7,8 – обмінного калію. За вмістом легкогідролізованого азоту ґрунт відноситься до малозабезпеченого, а за вмістом рухомого фосфору і обмінного калію – до середньозабезпеченого.

Як видно з табл. 2.1 та табл. 2.2., ґрунтові умови господарства задовольняють вимоги кукурудзи щодо її вирощування, оскільки мають гарні водно-фізичні та хімічні властивості. А тому даний тип ґрунту є цілком сприятливим для вирощування багатьох видів культурних рослин.

Підбір способів обробітку ґрунту та удобрення, з урахуванням стану та особливостей ґрунту, дасть змогу підвищити родючість та попередити зниження його господарських властивостей.

## **2.2. Кліматичні та метеорологічні умови проведення досліджень**

Територія господарства розміщена у зоні Лісостепу України. Клімат Чернігівської області помірно-континентальний, м'який. Опади протягом року досить не рівномірні. Зима малосніжна, у більшості років стійка, порівняно тепла, літо тепле й помірно-вологе.

За остані роки спостерігалися зміни клімату, що проявилися в підвищенні середньорічної температури, зміні кількості опадів та інших кліматичних характеристик.

Середня температура найтеплішого місяця року (липень) дорівнює 19-21<sup>0</sup>С тепла, а найхолоднішого (січень) – 6-7,0<sup>0</sup>С морозу, але в окремі роки температура помітно відхиляється від цих величин.

Тривалість періоду з середньодобовою температурою повітря нижче 0° (зима) на території господарства за рік становить в середньому 104-119 днів, а вище 0° – 246-261 день.

Середня дата стійкого переходу середньодобової температури повітря через 0° в бік підвищення (початок весни) спостерігається у період 28 лютого – 10 березня, у північно-східних та східних районах 10-15 березня. Середня дата стійкого переходу середньодобової температури повітря через 0° у бік зниження (початок зими) спостерігається 20-25 листопада.

У 2023 році температура повітря характеризувалася вищими показниками порівняно із середніми багаторічними показниками

температури (табл. 2.3). Так, у найхолодніший місяць року – січень, в рік проведення досліджень, температура повітря становила ( $-3,2^{\circ}\text{C}$ ), в той час як у 2023 році показник температури був значно нижчим і сягнув значення ( $-5,1^{\circ}\text{C}$ ). Середній багаторічний температурі було притаманне найнижче значення – ( $-6,4^{\circ}\text{C}$ ).

Таблиця 2.3

Середньомісячні показники температури повітря,  $^{\circ}\text{C}$   
(згідно даних Українського гідрометеорологічного центру)

Рік	Місяці										Середньо-річна температура, $^{\circ}\text{C}$
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Середня багаторічна температура, $^{\circ}\text{C}$	4,5	11,2	14,1	20,5	25,6	22,8	20,4	12,0	4,1	-1,3	10,5
2023	6,1	10,8	15,4	20,2	24,1	23,2	20,3	12,7	5,8	-0,3	11,0

Весна у регіоні досить помірна. У найхолодніший місяць весни – березень, температура повітря за середніми багаторічними показниками складає  $4,5^{\circ}\text{C}$ . У 2023 році температура повітря була дещо вищою –  $6,1^{\circ}\text{C}$  порівняно з багаторічною. Найтеплішим місяцем весни є травень. У рік проведення досліджень, середня температура повітря в даний місяць становила  $15,4^{\circ}\text{C}$  при середньобагаторічній  $14,1^{\circ}\text{C}$ .

Літо було досить теплим, подекуди навіть жарким. Згідно показників, наведених у таблиці 2.3, найтеплішим місяцем літа був липень. У 2023 році температура повітря липня була дещо нижчою (на  $1,5^{\circ}\text{C}$ ) порівняно з середньо багаторічною. На початку осені спостерігалися також високі показники температури повітря. У вересні 2023 р. середня температура повітря та середньо багаторічна сягнули значень  $20,3^{\circ}\text{C}$  та  $20,4^{\circ}\text{C}$  відповідно.

Порівняно із середньобагаторічними показниками температура повітря у жовтні була на  $0,7^{\circ}\text{C}$  вищою ( рис. 2.1).

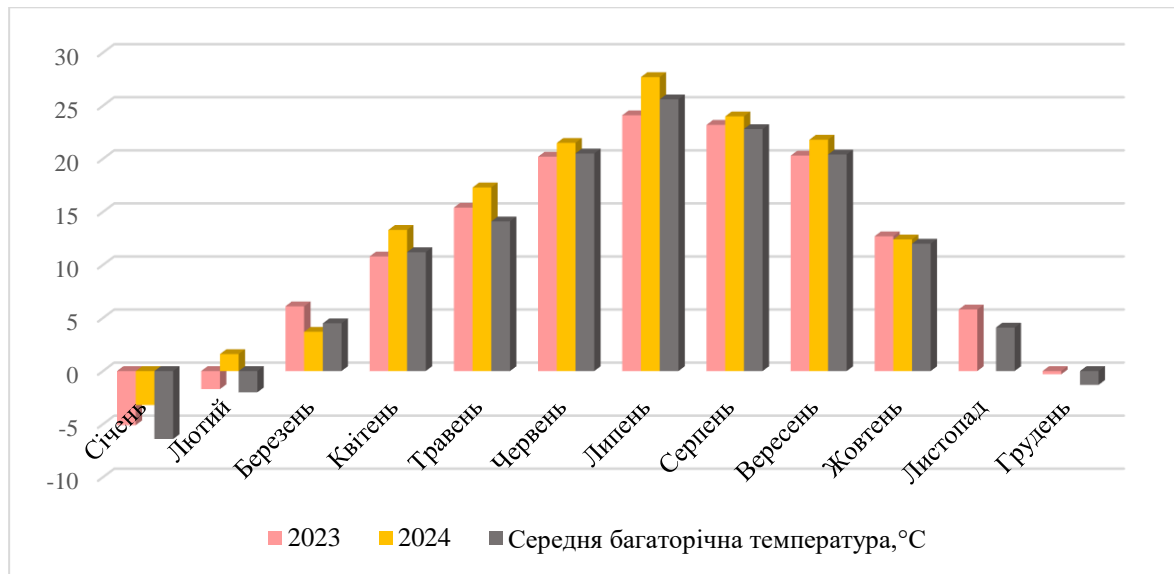


Рис. 2.1. Середньомісячні температури повітря ( $^{\circ}\text{C}$ )

На території області випадає в середньому 594-676 мм опадів за рік. Найбільша місячна кількість опадів припадає на червень-липень, найменша – на січень-березень.

Навесні 2023 року кількість опадів була меншою порівняно з багаторічною (рис.2.2). Так, у квітні випало 53,6 мм опадів порівняно з середньо багаторічною 60,2 мм.

У літні місяці, за даними Українського гідрометеорологічного центру, найбільша кількість опадів випала у червні - 72,4 мм при середньобагаторічній кількості – 73,7 мм. У липні випало на 2,3 мм опадів менше, ніж у червні при середньо багаторічній кількості їх 81,5 мм.

Восени кількість опадів у регіоні почала поступово зменшуватись. Так, у вересні 2023 року цей показник склав 41,7 мм. У жовтні тенденція по зменшенню кількості опадів зберігалась, де випало 34,4 мм проти середньобагаторічної кількості опадів 35,3 мм (рис. 2.2).

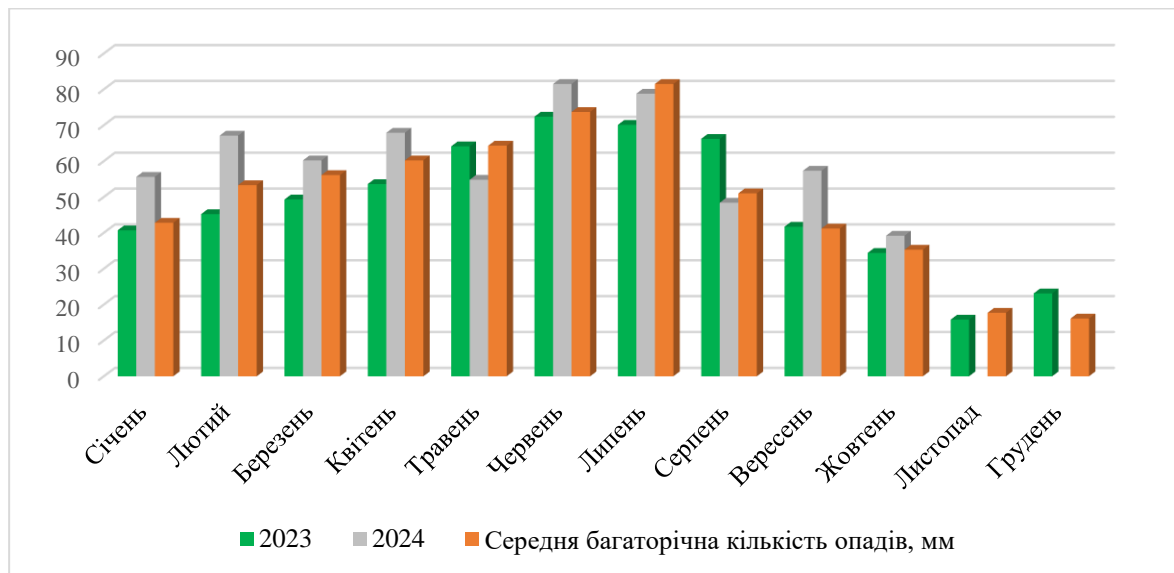


Рис. 2.2. Кількість середньомісячних опадів, мм.

Як видно з рис.2.1 та рис.2.2, середньомісячна температура повітря та кількість опадів у 2023 році різнилися порівняно із середньо багаторічними показниками. У рік проведення досліджень значні відхилення від багаторічних показників температури повітря спостерігалися у січні – на 3,2°C, у лютому – на 3,6°C, у квітні – на 2,1°C та у травні – на 3,2°C температури були вищими порівняно з середньобагаторічними.

Значні відхилення також спостерігалися і по кількості опадів. Так, лише у травні 2023 року порівняно із середньою багаторічною кількістю, опадів було на 9,5 мм менше.

Незважаючи на відхилення показників температури повітря та кількості опадів від середньо багаторічних значень погодно-кліматичні умови регіону дозволяють вирощувати сільськогосподарські культури, зокрема і кукурудзу на зерно.

### 2.3. Схема та методика проведення досліджень. Технологічні умови проведення досліджень

Попередником для кукурудзи на зерно була пшениця озима. Сівба за обох способів обробітку ґрунту проводилася в першій декаді травня, але при нульовому обробітку на 5 днів пізніше. У варіанті з оранкою для сівби кукурудзи використовувалася сівалка Kuhn Gladiator 1205 M. Застосування прямої сівби передбачало використання універсальної широкозахватної зернової сівалки KUHN AUROCK із глибиною загортання насіння на глибину 5 см, з шириною міжрядь – 70 см та нормою висіву 80000 насінин на га. У досліді з традиційним обробітком ґрунту, проводили двохразове дискування попередника на глибину 12 см тв 16 см, зяблеву оранку (25 см), передпосівну культивуацію на глибину 5 см, сівбу здійснювали на глибину 5 см.

Догляд за рослинами здійснювався внесенням препарату МайсТер + прилипач БіоПауер – 0,5% об'єму робочого розчину.

Вносилися такі добрива: карбамід, КАС-32, калій хлористий, Яра Міла 7:20:28.

Збір врожаю кукурудзи на зерно проводився прямим комбайнуванням у фазу повної стиглості зерна. Облік врожаю – методом суцільного збору зерна культури із площі посіву.

Як зазначалося вище сівба проводилася насінням гібридів МАС 25.Ф та МАС 28.А.

*Агрономічно-господарські характеристики гібриду кукурудзи МАС 25.Ф: ФАО 310. Гібрид інтенсивного типу, який характеризується високим потенціалом продуктивності і найкраще реалізує його за умов достатнього зволоження. Даному гібриду характерна швидка вологовіддача. Придатний до вирощування у різних умовах. Гібрид посухостійкий. Маса 1000 зерен – 280–350 г - зерно кременистого типу*

*Агрономічно-господарські характеристики гібриду кукурудзи МАС 28.А:*  
Гібрид адаптований для різних типів технологій та характеризується високою стабільністю та пластичністю. Хороший стартовий розвиток та сильна коренева система забезпечують ефективне використання вологи та елементів живлення. ФАО 310. Може вирощуватися в усіх зонах. Температура ґрунту в період посіву - від 8 °С. Можливе вирощування при традиційному і мінімальному обробітку ґрунту. Гібрид придатний для вирощування в монокультурі.

Зерно кукурудзи гібридів МАС 28.А та МАС 25.Ф було отримане за двох способів обробітку ґрунту: полицевого (глибина оранки –25-27 см) та нульового обробітку (пряма сівба).

Добрива вносились в основне та передпосівне удобрення, а частина азотних – у підживлення. Варіанти удобрення передбачали внесення мінеральних добрив в нормі  $N_{120}P_{100}K_{100}$  та  $N_{150}P_{130}K_{130}$ .

Вносилися такі добрива: аміачна селітра, амофос, калій хлористий, сульфат магнію.

Кукурудзу починали збирати при вологості зерна не більше 20%. Після збирання визначали початкову якість зерна та порівнювали фактичні дані з вимогами діючого стандарту

Перед закладанням на зберігання зерно досушували до вологості 13 - 14%. По кожному дослідному варіанту формували середні проби масою 3 кг відповідно до вимог стандарту, поміщали їх у полотняні мішечки і закладали на зберігання в умовах звичайного зерносховища. Дослідне зерно зберігали протягом 12 місяців.

Перед закладанням на зберігання та під час контрольних оглядів протягом усього періоду зберігання зерно аналізували за показниками якості, передбаченими програмою досліджень і порівнювали отримані дані з вимогами діючого стандарту на зерно кукурудзи (рис.2.3).



Рис. 2.3. Схема проведення досліджень

Досліджуване зерно оцінювали за органолептичними, технологічними, біохімічними показниками. Вивчали вплив способів обробітку ґрунту та варіантів удобрення на посівні якості зерна кукурудзи та їх зміну в процесі зберігання. Зокрема визначали схожість, енергію проростання та масу 1000 зерен, використовуючи стандарт. Органолептичні показники (колір, запах, смак та зовнішній вигляд) оцінювали за стандартними методиками. Після цього оцінювали зерно на наявність живих шкідників. З технологічних показників визначали натуру, яка характеризує придатність зерна на борошномельні цілі. Протягом всього періоду вивчали динаміку зміни вологості зерна дослідних варіантів.

У роботі виконувались відомі раніше і найбільш поширені у виробничій практиці та наукових досліджень методи оцінки, передбачені діючими нормативно-технічними документами:

Програма проведення досліджень передбачала оцінку якості зерна зразу ж після збирання (контроль), через один, три, шість, дев'ять, дванадцять

місяців зберігання кукурудзи. Методики визначення показників якості зерна кукурудзи.

*Методика визначення вологості зерна основним методом.*

Використовували сушильну шафу СЕШ-3М з контактним термометром. Із середньодобової проби брали близько 30 г зерна, подрібнюють його (ступінь розмелювання – 60 % з просівом крізь сито з діаметром отворів 0,8 мм), відбирали дві наважки по 5 г у зважені бюкси і вміщували у шафу при температурі 130 °С. При цьому температура знижується на 6–8 °С, а через 10 хв повертається до попередньої. Через 60 хв бюкси виймали, закривали кришками, охолоджували в ексикаторі, зважували із точністю до 0,01 г. Вологість  $W$  визначали за формулою де  $M_1$ ,  $M_2$  – маса наважки відповідно до і після висушування, г;  $K$  – поправний коефіцієнт (для зерна кукурудзи – 0,45). Різниця між паралельними зважуваннями – не більш як 0,25 %.

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

Для визначення натури зерна використовували літрову пурку. (Літрова пурка складається з пристрою для зважування і трьох циліндрів, основним із яких є циліндр-мірка, що складається із циліндра з отвором внизу та вантажу. Об'єм від верхньої частини вантажу до прорізу в мірці 1 становить 1 л. Наповнювач 2 – порожній ллється зерно, що висипається з циліндра з лійкою 3, призначеною для початкового насипання зерна. Літрова пурка вантажу – 450 г, діаметр його дорівнює внутрішньому діаметру мірки.

Визначення натури розпочинали з урівноваження ваг. Далі вантаж виймали з мірки, яку встановлювали у призначене для неї гніздо на ящику. В щілину мірки вставляли ніж (догори боком з номером), на нього кладемо вантаж і надівали на мірку циліндр-наповнювач. Циліндр з лійкою ставили на стіл і засипали у нього зерно до мітки на внутрішній стінці (на 3–4 см нижче від верхнього краю циліндра). Зерно з ковша засипали рівною цівкою

без поштовхів. Після цього циліндр з лійкою встановлювали на циліндр-наповнювач і, натиснувши пальцем на важіль замка, відчиняли заслінку лійки. Циліндр з лійкою знімали, виймали ніж із щілини мірки, і вантаж, а за ним і зерно потрапляють у мірку. Виштовхуючи повітря в отвори у дні мірки, вантаж забезпечує рівномірне розміщення зерна. Ніж знову вставляли у щілину, відділяючи таким чином 1 л зерна (виймати і вставляти ніж слід обережно). Мірку виймали з підставки ящика разом з наповнювачем і, притримуючи пальцями правої руки наповнювач та ніж, перевертали їх, висипали залишки зерна поверх ножа наповнювача. Останній знімали, видаляли рештки зерна і виймали ніж із щілини мірки. Мірку із зерном зважували з точністю до 0,5 г. Натуру зерна з кожного зразка визначали двічі, причому з різних порцій.

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

*Методика визначення енергії проростання і схожості зерна.* Схожість - це кількість насіння, що проросло у встановлений для даної культури строк. Схожість насіння характеризується кількістю нормально пророслого насіння за певний строк за оптимальних умов пророщування. Одночасно із схожістю визначали і енергію проростання, яка характеризує швидкість і дружність появи проростків за відносно короткий термін. Енергія проростання – кількість насіння, що проросло за перші 3–4 дні, показує його енергію проростання. Наприклад, енергію проростання кукурудзи визначали на 3 добу, а схожість на 5 добу пророщування. Схожість і енергію проростання насіння визначали у 2 повторностях із чистої фракції насіння по 50 зерен. Пророщували насіння, у чашках Петрі на фільтрувальному папері. Чашки Петрі закривали і вміщували у термостат, за температури – 25°C. Схожість і енергію проростання визначали у відсотках до загальної кількості взятого на пророщування насіння, як середнє між чотирма пробами.

*Методика визначення маси 1000 зерен.*

Із відібраної середньої проби без відбору відраховували два зразки по 500 насінин і зважували кожний з точністю до 0,5 г. Обчислювали їхню суму, середньоарифметичне, а також фактичну розбіжність між ними. Різниця між масою дослідних зразків та середньоарифметичним значенням не повинна перевищувати 3 %. Якщо розбіжність не перевищувала допустимі межі, визначали суму мас двох повторностей. Результат заокруглювали до другого знака. Якщо розбіжність перевищувала допустиму норму, аналізували третю повторність. Кінцевий результат визначали за двома повторностями, розбіжність між якими не перевищувала допустимих норм. У разі коли значення двох паралельних визначень виходить за межі допустимих відхилень, середньоарифметичне обраховували з усіх визначень (за умов відсутності помилок).

*Методика визначення вмісту крохмалю.*

Зернові злакові належать до зернових з високим вмістом крохмалю. В ендоспермі зернівок крохмаль є запасною речовиною. Особливо багато крохмалю в борошнистих зернах кукурудзи (понад 70 - 80 %). У процесі дозрівання зерна змінюється щільність крохмалю та інші його властивості.

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

*Визначали вміст крохмалю за методом Еверса.* Для цього зважували (з точністю до 0,001 г) 3 г добре подрібненого зерна і висипали наважку в мірні колби об'ємом 100 см<sup>3</sup>. Додавали 12,5 см<sup>3</sup> 1%-го розчину хлористоводневої кислоти, збовтували вміст колби, потім доливали ще таку саму кількість цього розчину і ставили на водяну баню, ретельно помішували вміст колби скляною паличкою. Через 15 хв колби виймали, додавали у них по 30 см<sup>3</sup> дистильованої води і охолоджували. Далі доливали 5 см<sup>3</sup> 5%-го розчину фосфорно-вольфрамової кислоти, збовтували і доводили до мітки

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

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

Вміст крохмалю  $X$  (%) обчислювали за формулою:

$$X = \frac{100 \times a \times 0,3465}{181 \times l \times M}$$

де  $a$  – показник за шкалою поляриметра, %; 181 – перевідний коефіцієнт для вмісту крохмалю;  $l$  – довжина трубки, дм;  $M$  – маса наважки, г; 100 – об'єм екстракту, см<sup>3</sup>.

Методика визначення вмісту білку. В основі методики визначення вмісту білка лежить процес перетворення білкових речовин зерна через мінералізацію його сірчаною кислотою на солі амонію. Останні піддають відгону; аміак, що виділяється, нейтралізують титрованим розчином сірчаної кислоти. Для визначення брали наважку зерна масою 30–50 г, звільненого від смітної домішки, подрібнювали, щоб продукти розмелу проходили через металоткане сито № 08. продукти розмелу розміщували на скляній пластинці шаром 3–4 мм, притискали склом. Забравши скло, з 10 різних місць відбирали дві наважки масою по 0,5–1 г в суху пробірку. Зважували їх з точністю до 0,0002 г.

Пробірку вводили у колбу К'ельдаля відкритим кінцем, висипали наважку та зважували пробірку, щоб урахувати втрати наважки на стінках

пробірки. Одночасно визначали вологість зерна основним методом. У колбу К'ельдаля вливали 10–15 мл сірчаної кислоти і для прискорення реакції додавали 0,5–1 мл каталізатора. Прикривши колбу скляною лійкою, нагрівали її у витяжній шафі до повного обвуглювання, поки вміст не набуде зеленувато-голубуватого кольору без жовтого відтінку. Після охолодження в колбу додавали близько 30 мл дистилляту. Нагріваючи воду, від якої нагрівається колба К'ельдаля, виділяючи аміак. Останній разом з парою пропускали крізь холодильник і переганяли у колбу з 0,1 н. розчином сірчаної кислоти. Допускається відгонка аміаку і без пари. Вміст приймальної колби титрували 0,1 н. розчином натрію оксиду до появи 1–2 крапель розчину яскраво-зеленого кольору після майже безбарвного перехідного. За різницею між взятою кількістю мл 0,1 н. розчину сірчаної кислоти та витраченого на зворотне титрування кількістю мл 0,1 н. розчину натрію оксиду визначали кількість сірчаної кислоти, нейтралізованої аміаком, що виділився.

Вміст білку  $X$  (%) у кожній наважці зерна в перерахунку на абсолютно суху речовину визначали за формулою:

$$X = \frac{K \times V}{Mn \times (100 - W)}$$

Де  $K$  – постійна величина;

$V$  – об'єм 0,1 н. розчину сірчаної кислоти, нейтралізованої аміаком, що виділився, мл;

$Mn$  – маса наважки розмеленого зерна, г;

$W$  – вологість розмеленого зерна, %.

Підрахунки проводили з точністю до десятих часток відсотка. Остаточним результатом було середнє арифметичне двох не паралельних визначень. Допустиме розходження між результатами паралельних визначень не повинне перевищувати 0,3 %.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Урожайність кукурудзи на зерно за різних способів обробітку ґрунту та удобрення

При отриманні високих врожаїв кукурудзи на зерно, треба звертати увагу на шляхи підвищення родючості ґрунтів. Шляхом впровадження передових технологій виробництва, правильного використання органічних та мінеральних добрив, застосування протиерозійних заходів можливо досягнути високих показників врожайності. З метою підвищення врожайності та покращення якості необхідно впроваджувати заходи щодо покращення насінництва, використання при вирощуванні сортів і гібридів з високою урожайністю, запровадження раціональної системи заходів захисту від шкідників, бур'янів та хвороб, зменшити втрати врожаю при зберіганні.

Врожайність є вагомим показником ефективності використання добрив при вирощуванні кукурудзи на зерно (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

#### Врожайність гібридів кукурудзи на зерно, вирощених за різних способів обробітку ґрунту та варіантів удобрення

Спосіб обробітку ґрунту	Варіант удобрення	Урожайність гібридів	
		МАС 28.А	МАС 25.Ф
Полицевий обробіток	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	10	9,7
	N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	10,8	10,6
Нульовий обробіток (пряма сівба)	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	8,8	8,5
	N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	9,3	9
НІР <sub>0,05</sub> т/га		0,4	0,5

Аналіз даних табл.3.1 показує, що застосування різних норм добрив та способів обробітку ґрунту є важливими складовими, які впливають на

врожайність кукурудзи. Найбільший рівень врожаю - 10,8 т/га демонструє гібрид МАС 28.А, вирощений за полицевого обробітку ґрунту у варіанті удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$ . Вищою врожайністю характеризувався гібрид кукурудзи МАС 28.А порівняно з гібридом МАС 25. Ф незалежно від варіанту удобрення та способу обробітку ґрунту (рис.3.1, рис.3.2).

Нижчу врожайність мав гібрид МАС 25.Ф за нульового обробітку ґрунту у варіанті удобрення  $N_{120}P_{100}K_{100}$  -8,5 т/га (рис.3.1). При цьому спостерігалася істотна різниця між урожайністю кукурудзи за прямої сівби і традиційному обробітку ґрунту. При відсутності підготовки ґрунту до сівби даний показник мав нижчі значення. За умов прямої сівби урожайність зерна кукурудзи гібриду МАС 25.Ф була нижчою на 1,1-1,5 т/га. При збільшенні норми мінеральних добрив підвищувалась врожайність зерна обох гібридів кукурудзи.

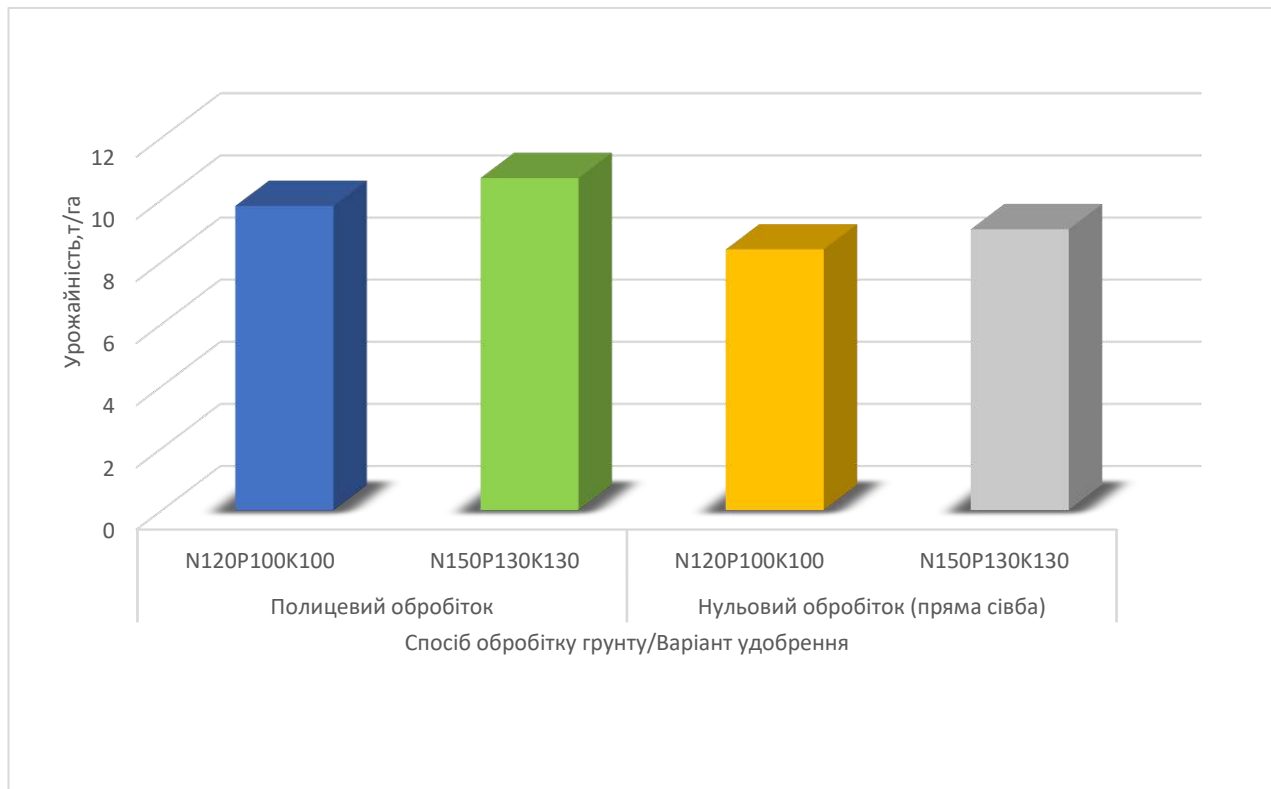


Рис.3.1. Урожайність зерна кукурудзи гібриду МАС 25.Ф, вирощеного за різних умов

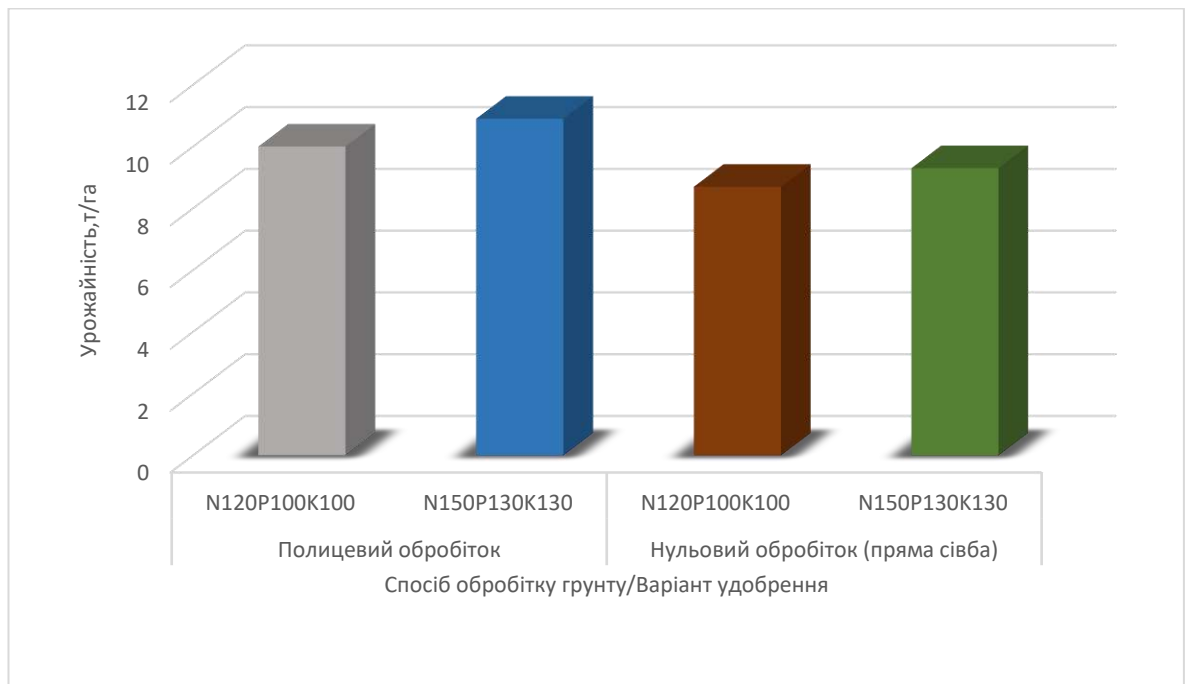


Рис.3.2. Урожайність зерна кукурудзи гібриду МАС 28.А, вирощеного за різних умов

Можна зробити висновок, що при збільшенні норм мінеральних добрив істотно зростала урожайність зерна обох гібридів кукурудзи незалежно від способу обробітку ґрунту.

### 3.2. Структура врожаю кукурудзи залежно від елементів технології вирощування

Структурні показники займають важливе місце та мають значний вплив на формування врожайності культури.

Максимальний урожай зерна кукурудзи високої якості формується за умови оптимального співвідношення всіх структурних елементів: маси 1000 зерен, кількості рядів зерен в качані, кількості зерен в ряду, кількості зерен на одному качану, довжини та діаметра качан (табл.3.2). Кількість рядів зерен є генетично детермінованою ознакою і не має вираженого впливу на продуктивність рослин, оскільки будь-яка його зміна може бути компенсована, як показником «кількість зерен у ряді» так і їх масою.

Таблиця 3.2

## Вплив добрив на структуру врожаю кукурудзи за різних технологій вирощування

Спосіб обробітку ґрунту	Варіант удобрення рослин	Елементи структури врожаю								Маса 1000 зерен, г	
		довжина початку, см		кількість рядів, шт.		кількість зерен у ряду, шт.		маса зерна з початку, г			
		МАС 25.Ф	МАС 28.А	МАС 25.Ф	МАС 28.А	МАС 25.Ф	МАС 28.А	МАС 25.Ф	МАС 28.А	МАС 25.Ф	МАС 28.А
Полицевий обробіток	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	18	18	14	16	38	42	144	160	380	382
	N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	19	20	16	16	38	42	151	162	399	395
Нульовий обробіток	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	18	18	14	14	38	40	142	154	376	387
	N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	18	19	14	16	38	40	148	158	393	397
НІР <sub>0,5</sub>								0,8	0,7	0,9	0,8

Проаналізувавши результати досліджень, можливо відмітити, що кількість зерен у ряду гібриду МАС 25.Ф була однаковою незалежно від варіанту удобрення та способу обробітку ґрунту і складала 38 шт. У гібриду МАС 28.А кількість зерен була на 2 шт. більшою у варіанті із проведенням полицевого обробітку ґрунту не залежно від варіанту удобрення.

Найбільшою довжиною характеризувалися початки кукурудзи досліджуваних гібридів, вирощених за полицевого обробітку ґрунту та варіанту удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$

Маса зерна з початку у гібриду кукурудзи МАС 25.Ф за варіанту удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$  була на 7 г вищою при проведенні полицевого обробітку ґрунту та на 6 г вищою у варіанті з нульовим обробітком порівняно з варіантом, де вносилося  $N_{120}P_{100}K_{100}$ . Подібна тенденція спостерігалася за даним показником і у гібриду кукурудзи МАС 28.А. Найбільша маса зерна з початку була відмічена у гібриду МАС 28.А, вирощеного за полицевого обробітку ґрунту за двох варіантів удобрення.

Найвищою масою 1000 зерен (399 г) характеризувався гібрид кукурудзи МАС 25.Ф, вирощений за полицевого обробітку ґрунту у варіанті удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$ . За прямої сівби маса 1000 зерен у гібриду кукурудзи МАС 28.А істотно перевищувала зазначений показник у гібриду кукурудзи МАС 25.Ф. Слід відмітити, що маса 1000 зерен у двох гібридів вищою була у варіанті удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$ .

### **3.3. Вплив різних способів обробітку ґрунту та удобрення на показники якості зерна кукурудзи**

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 3.3.

Таблиця 3.3.

**Вплив різних обробітків ґрунту та норм добрив на показники якості  
зерна кукурудзи**

Гібрид кукурудзи	Спосіб обробітку ґрунту	Варіант удобрення	Показники якості зерна			
			Маса 1000 зерен, г	Вміст жирів, %	Вміст білків, %	Вміст крохмалю, %
МАС 25.Ф	Полицевий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	379	4,6	9,9	71,6
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	398	5	10,2	72,5
	Нульовий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	374	4,8	9,9	71,4
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	391	5,1	10,4	72,7
МАС 28.А	Полицевий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	381	4,8	9,7	71,4
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	394	5,2	10,4	72,7
	Нульовий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	386	4,9	9,9	71,6
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	396	5,2	10,7	72,9

При формуванні врожаю кукурудзи за різних способів обробітку ґрунту та норм внесення добрив, зерно характеризувалося показниками якості, які в більшій мірі залежали від генетичних особливостей та характеру вологозабезпечення території, де проводили дослідження.

Не враховуючи те, що у варіанті з прямою сівбою була менша врожайність, в результаті було отримане зерно із кращими показниками якості. Зерно гібриду МАС 28.А мало дещо кращі якісні показники у варіанті удобрення N<sub>150</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub> та нульового обробітку ґрунту. Причиною формування кращих показників якості, на нашу думку, було збалансоване живлення. При удобренні N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub> для обох гібридів кукурудзи була помічена тенденція зниження показників якості в зерні.

Гібрид МАС 25.Ф за полицевого обробітку ґрунту характеризувався наступними показниками якості: вміст жиру 4,6-5,1 %; білку 9,9-10,4 %,

крохмаль 71,4-72,7 %. За полицевого обробітку ґрунту зерно гібриду МАС 28.А мало вищі показники якості: вміст жиру 4,8-5,2 %; білку 9,7-10,4 %; крохмалю 71,4-72,7%. У варіанті з нульовим обробітком ґрунту у зерні гібриду МАС 28.А містилося жиру 4,9-5,2%; білку 9,9-10,7% та крохмалю 71,6-72,9%. Також спостерігалось погіршення показників якості зерна при зниженні норм добрив, в обох гібридах з несуттєвою різницею.

Отже, виходячи із отриманих даних, спостерігаємо певну закономірність: внесення підвищеної норми мінеральних добрив дещо покращує показники якості зерна кукурудзи досліджуваних гібридів.

### **3.4. Відповідність якості зерна кукурудзи вимогам стандарту**

Відповідність зерна кукурудзи вимогам стандарту розпочинали з оцінки органолептичних показників, зокрема визначення кольору, запаху та зовнішнього вигляду зерна. Зерно вирощене за різних способів обробітку ґрунту та норм добрив задовільняло вимоги стандарту перед закладанням його на зберігання та після року зберігання. Стан зерна - здоровий, запах - властивий, без сторонніх запахів, колір та блиск – відповідали показникам здорового зерна.

Після органолептичної оцінки, зразки культури перевірили на наявність шкідників, на всіх стадіях їх розвитку. Зерно було не заражене, шкідників не виявили. Крупність зерна кукурудзи після зберігання майже не змінилася .

Гібрид МАС 25.Ф, вирощений за полицевого обробітку ґрунту та варіанту удобрення  $N_{120}P_{100}K_{100}$  закладали на зберігання з крупністю 91%, а після зберігання цей показник був 90,6%. За удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$  крупність зерна на початку зберігання становила 90,5 %, а при завершенні зберігання - 90,4 %. У варіанті з нульовим обробітком ґрунту помічено зниження крупності зерна порівняно з полицевим обробітком ґрунту. Варто зазначити, що зерну гібриду

МАС 28.А властива така сама тенденція щодо зміни показника крупності (табл 3.4).

Таблиця 3.4

**Вплив способів обробітку ґрунту та варіантів удобрення на крупність зерна кукурудзи при зберіганні**

Гібрид	Варіанти		Крупність, %		
	Спосіб обробітку ґрунту	Варіант удобрення	до закладання на зберігання	після року зберігання	± до контролю, %
			(контроль)		
МАС 28.А	Полицевий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	91	90,6	-0,4
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	90,5	90,4	-0,1
	Нульовий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	88,5	88,2	-0,3
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	86,6	86,5	-0,1
МАС 25.Ф	Полицевий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	91,2	90,8	-0,4
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	90,8	90,6	-0,2
	Нульовий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	88,9	88,7	-0,2
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	87,6	87,4	-0,2
НІР <sub>0,5</sub>			0,9	0,8	0,9

Як свідчать дані табл.3.4, що найвищою крупністю характеризувалося зерно гібриду МАС 28.А, отримане за полицевого обробітку ґрунту.

Слід брати до уваги, що зерно кукурудзи, вирощене за різних варіантів удобрення та обробітку, за вимогами стандарту та показником крупності можливо віднести до 2 класу – харчові концентрати і продукти.

Зерно кукурудзи гібриду МАС 25.Ф, отримане за двох варіантів обробітку ґрунту та удобрення, за вмістом зернової домішки перед закладання на зберігання, було придатним на будь-яке використання, в тому числі і на отримання продуктів дитячого харчування (табл. 3.5). Оскільки для виробництва продукції дитячого харчування із зерна кукурудзи нормується стандартом вміст зернових домішок не вище 3 %, отримане при різних

способах обробітку ґрунту та норм удобрення зерно, повністю відповідало стандарту за вмістом смітної домішки.

Таблиця 3.5

**Вміст домішок у зерні кукурудзи, вирощеного за різних умов в процесі зберігання**

Гібрид	Варіанти		Вміст домішок			
			зернових, %		сміттєвих, %	
	Спосіб обробітку ґрунту	Варіант удобрення	до закладання на зберігання	після року зберігання	до закладання на зберігання	після року зберігання
МАС 25.Ф	Полицевий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	6,2	6,4	0,8	0,8
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	5,4	5,7	0,8	0,8
	Нульовий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	6,5	6,6	0,6	0,6
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	6	6,2	0,8	0,8
МАС 28.А	Полицевий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	6,3	6,5	0,6	0,6
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	6,1	6,3	0,7	0,7
	Нульовий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	6,4	6,7	0,7	0,7
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	6,5	6,8	0,9	0,9
НІР <sub>0,5</sub>			0,9	0,9	0,8	1,0

При зберіганні кукурудзи виріс показник вмісту зернової домішки у зерні гібриду МАС 25.Ф. У зерні, отриманому за полицевого обробітку та удобренні N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub> зазначений показник збільшився на 0,2%, а у зерні з варіантом удобрення N<sub>150</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub> - на 0,3%.

У зерновій масі кукурудзи гібриду МАС 25.Ф, вирощеній за нульового обробітку при різних варіантах удобрення, в процесі зберігання також підвищився вміст зернової домішки: при удобренні N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub>- на 0,1%, а при N<sub>150</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>- на 0,2 %.

Пояснити збільшення показника зернової домішки в зерні можливо тим, що з'явилась незначна кількість пошкоджених та пророслих зерен. В цілому ж

зазначений показник знаходився у межах норми для певного цільового призначення зерна.

Вміст сміттевої домішки у зерні МАС 25.Ф, вирощеному у варіантах удобрення  $N_{120}P_{100}K_{100}$  та  $N_{150}P_{130}K_{130}$  за полицевого обробітку збільшилась на 0,2%. Збільшення відсотку зазначеної домішки в зерні спричинене виявленням зіпсованого зерна в дослідних зразках.

У зерні МАС 25.Ф, отриманому за нульового обробітку ґрунту після року зберігання вміст сміттевої домішки не змінився. Вирощене за різних обробітків та варіантів удобрення зерно МАС 25.Ф за вмістом зіпсованого зерна задовільняло вимоги на різне його цільове використання.

Згідно даних таблиці 3.5, вміст домішок у зерні гібриду МАС 28.А при зберіганні відповідав нормам щодо використання такого зерна на різне цільове призначення, за виключенням придатності його для отримання продуктів дитячого харчування. Оскільки для зазначеного призначення, вміст зернової домішки не повинен перевищувати 3%, тоді коли її фактичний вміст перевищував 6%.

У процесі зберігання вміст зернової домішки в зерні гібриду МАС 28.А, вирощеному за полицевого обробітку та варіантів удобрення  $N_{120}P_{100}K_{100}$  і  $N_{150}P_{130}K_{130}$  зріс на 0,2 %. У зерні кукурудзи гібриду МАС 28.А, отриманому за варіанту нульового обробітку та двох варіантів удобрення, вміст зернової домішки підвищився на 0,3%. Збільшення вмісту зернової домішки, можливо пояснити підвищеною кількістю пошкоджених та пророслих зерен у партії. Однак, навіть при незначному збільшенні вмісту зернової домішки, зерно гібридів кукурудзи задовільняло вимоги стандарту щодо його цільового використання.

Вміст смітної домішки в зерні гібриду МАС 28.А при зберіганні, отриманому за різних варіантів удобрення та обробітків ґрунту, не зазнавав змін. Після року зберігання у дослідному зразку гібриду МАС 28.А не виявили зіпсованого зерна. Зерно гібриду МАС 28.А було придатне для використання на різне цільове призначення.

В цілому, менш засміченим було зерно гібриду МАС 25.Ф, вирощене за полицевого обробітку ґрунту та удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$ .

### 3.5. Посівні властивості зерна кукурудзи, вирощеного за різних умов у процесі зберігання

Посівні властивості мають вплив на якість зерна. Життєздатне зерно при виробництві продуктів є цінною сировиною. У партіях зерна певного цільового призначення, при виготовленні продукції дитячого харчування та отриманні крохмалю, патоки, нормуються показники посівних властивостей кукурудзи.

Втрата життєздатності зерна - один з важливих критеріїв оцінки пошкодженого зерна. Маса 1000 зерен, енергія проростання, схожість –швидко реагують на умови зберігання зерна та характеризують посівні якості (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

#### Енергія проростання зерна кукурудзи вирощеного за різних умов у процесі зберігання, %

Гібрид кукурудзи	Спосіб обробітку ґрунту	Варіант удобрення	Термін зберігання, місяці					
			до зберігання (контроль)	1	3	6	9	12
МАС 25.Ф	Полицевий обробіток ґрунту	$N_{120}P_{100}K_{100}$	62	65	74	83	84	85
		$N_{150}P_{130}K_{130}$	76	78	70	76	84	86
	Нульовий обробіток ґрунту	$N_{120}P_{100}K_{100}$	70	73	79	82	84	86
		$N_{150}P_{130}K_{130}$	72	78	79	83	84	87
МАС 28.А	Полицевий обробіток ґрунту	$N_{120}P_{100}K_{100}$	68	72	77	80	80	84
		$N_{150}P_{130}K_{130}$	72	74	76	84	84	84
	Нульовий обробіток ґрунту	$N_{120}P_{100}K_{100}$	73	80	85	87	88	87
		$N_{150}P_{130}K_{130}$	74	78	80	80	95	93
НІР <sub>05</sub>			0,9	1,0	0,7	0,8	1,0	0,8

Перед закладанням на зберігання вищою енергією проростання (72%) характеризувалося зерно гібриду МАС 28.А, вирощене за полицевого обробітку ґрунту при варіанті удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$ . Дещо нижчі показники енергії проростання були у зерна, отриманого за  $N_{120}P_{100}K_{100}$ . Після 12 місяців зберігання показники енергії проростання у зерна кукурудзи МАС 28.А при удобренні  $N_{150}P_{130}K_{130}$  та  $N_{120}P_{100}K_{100}$  за полицевого обробітку ґрунту були однаковими і становили 84%.

У кукурудзи гібриду МАС 25.Ф перед закладанням на зберігання найвищу енергію проростання (76%) отримали у зерні, вирощеному за полицевого обробітку ґрунту з варіантом удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$ , а найменшу у варіанті удобрення  $N_{120}P_{100}K_{100}$  -62%. Після 12 місяців зберігання найвищою енергією проростання характеризувалося зерно, вирощене за нульового обробітку ґрунту з варіантом удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$ , а найнижчим показником характеризувалося зерно отримане при полицевому обробітку ґрунту та удобренні  $N_{120}P_{100}K_{100}$ .

Схожість – важливий показник якості, який нормується за стандартом для зерна насінневого призначення, а також для кукурудзи, зерно якої використовують у виробництві патоки, солоду, крохмалю та продуктів дитячого харчування. Відповідно вимогам стандартів, показник схожості гібридного насіння першого покоління має бути не менше 92 %, а для зерна, призначеного для технічних потреб зазначений показник повинен становити не менше 55 %.

Зерно кукурудзи гібриду МАС 25.Ф мало дещо вищі початкові показники схожості (табл. 3.7) порівняно з енергією проростання. Вирощене за полицевого обробітку у варіанті удобренням  $N_{120}P_{100}K_{100}$ , зерно перед закладанням на зберігання мало найвищу схожість 88% порівняно з іншими варіантами. У процесі зберігання схожість кукурудзи підвищувалася. До 9 місяців зберігання зерно, вирощене за різних варіантів удобрення та за полицевого обробітку ґрунту мало найвищий показник схожості – 97%. Найнижчою схожістю - 92% в цей період зберігання характеризувалося зерно, отримане за нульового обробітку у варіанті удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$ .

Таблиця 3.7.

**Схожість зерна кукурудзи, вирощеного за різних умов у процесі зберігання, %**

Гібрид кукурудзи	Спосіб обробітку ґрунту	Варіант удобрення	Термін зберігання, місяці					
			до зберігання (контроль)	1	3	6	9	12
МАС 25.Ф	Полицевий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	88	93	95	96	97	96
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	81	84	88	90	95	94
	Нульовий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	83	89	91	96	96	94
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	81	85	89	90	92	90
МАС 28.А	Полицевий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	88	92	94	97	97	94
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	83	84	90	91	94	92
	Нульовий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	88	91	93	95	95	91
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	82	85	88	93	93	91
НІР <sub>05</sub>			0,8	0,9	0,7	1,1	0,7	0,8

Схожість зерна кукурудзи після 9 місяців зберігання, вирощеного за різних варіантів удобрення майже зрівнялась і становила 97%. Помітна різниця була у зерна, отриманого за нульового обробітку ґрунту у варіанті удобрення N<sub>150</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>, де зазначений показник складав 92 %.

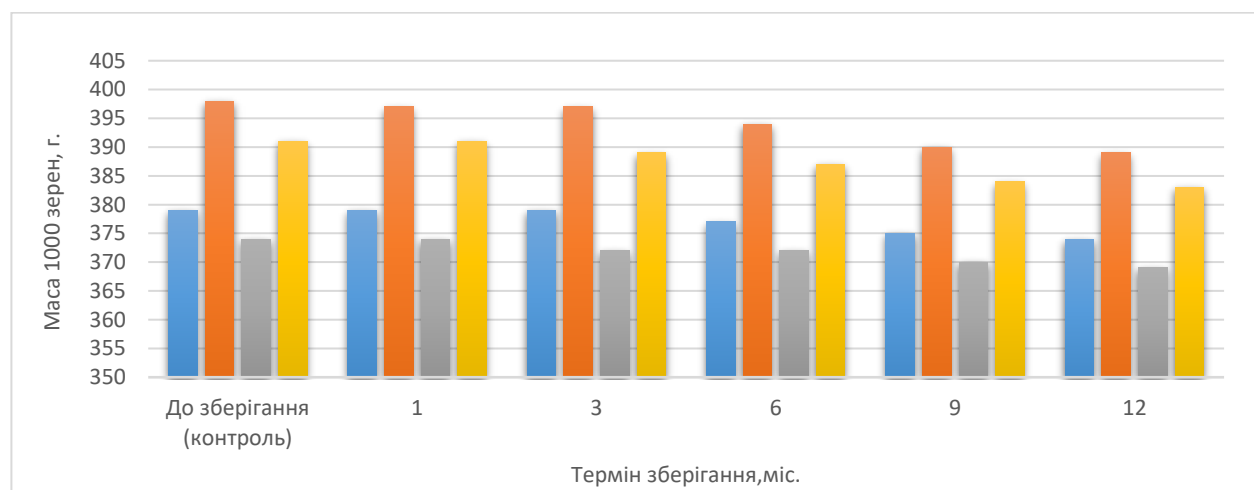
Після 12 місяців зберігання схожість у зерна кукурудзи гібриду МАС 25.Ф знизилась на 1%, отриманого за полицевого обробітку ґрунту в обох варіантах удобрення порівнянно з 9 місяцями зберігання. Найвищою схожістю (96%) характеризувався зерно, вирощене при удобренні N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub>, а найнижчою – 90% при застосуванні нульового обробітку ґрунту і варіанту удобрення N<sub>150</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>.

Схожість зерна гібриду МАС 28.А, вирощеного за різних обробітків ґрунту та варіантів удобрення, перед зберіганням найвищою (88%) була у варіанті проведення нульового обробітку ґрунту та при удобренні N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub>. Найменшим (82%), даний показник був у зерні, отриманого за нульового

обробітку ґрунту та у варіанті удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$ . При зберіганні схожість зерна кукурудзи гібриду МАС 28.А підвищувалась і найвищою була при 9 –ти місячному зберіганні. Найвищу схожість після 9 місяців зберігання мало зерно кукурудзи, вирощене за полицевого обробітку ґрунту та варіанту удобрення  $N_{120}P_{100}K_{100}$ . Після року зберігання схожість у зерна МАС 28.А зменшувалась на 2 - 4 % за двох варіантів удобрення та обробітку ґрунту порівнянно з попереднім терміном зберігання. Найвищу схожість - 94% мало зерно кукурудзи МАС 28.А, отримане за полицевого обробітку ґрунту та удобренні  $N_{120}P_{100}K_{100}$ .

А тому найкращою схожістю характеризувалося зерно гібриду МАС 25.Ф, отримане за полицевого обробітку ґрунту та двох варіантів удобрення.

Одним з основних показників, який визначає виповненість і крупність зерна – це маса 1000 зерен культури (рис.3.3). А тому і норма висіву залежить від показника маси 1000 зерен, і над покращенням якого регулярно працюють селекціонери та виробники насіння.



- МАС 25.Ф Полицевий обробіток ґрунту  $N_{120}P_{100}K_{100}$
- МАС 25.Ф Полицевий обробіток ґрунту  $N_{150}P_{130}K_{130}$
- МАС 25.Ф Нульовий обробіток ґрунту  $N_{120}P_{100}K_{100}$
- МАС 25.Ф Нульовий обробіток ґрунту  $N_{150}P_{130}K_{130}$

Рис.3.3. Маса 1000 зерен гібриду кукурудзи МАС 25.Ф, вирощеного за різних факторів у процесі зберігання

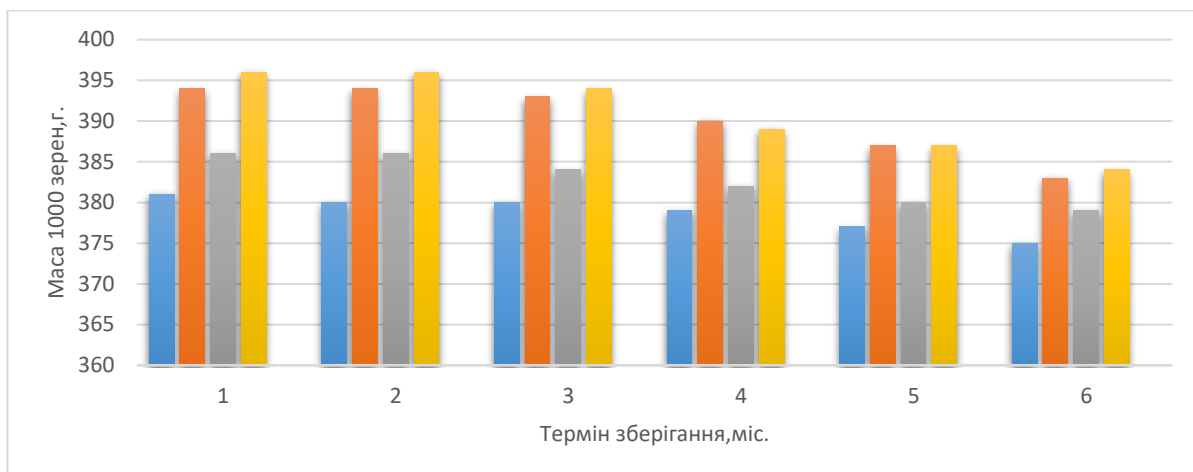
Перед закладанням зерна на зберігання маса 1000 зерен гібриду МАС 25.Ф, отриманих за нульового обробітку була вищою у варіанті удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$  порівняно з іншими варіантами досліджу і становила 396 г (табл. 3.8).

Таблиця 3.8.

**Маса 1000 зерен кукурудзи у процесі зберігання, г**

Гібрид кукурудзи	Спосіб обробітку ґрунту	Варіант удобрення	Термін зберігання, місяці					
			до зберігання (контроль)	1	3	6	9	12
МАС 25.Ф	Полицевий обробіток ґрунту	$N_{120}P_{100}K_{100}$	379	378	379	377	376	375
		$N_{150}P_{130}K_{130}$	398	397	396	395	391	389
	Нульовий обробіток ґрунту	$N_{120}P_{100}K_{100}$	374	374	373	372	370	369
		$N_{150}P_{130}K_{130}$	391	391	390	388	385	383
МАС 28.А	Полицевий обробіток ґрунту	$N_{120}P_{100}K_{100}$	381	380	389	379	376	375
		$N_{150}P_{130}K_{130}$	394	393	392	389	387	384
	Нульовий обробіток ґрунту	$N_{120}P_{100}K_{100}$	386	384	384	383	381	379
		$N_{150}P_{130}K_{130}$	396	394	393	390	388	384
НІР <sub>05</sub>			1,1	0,9	0,9	0,7	0,9	0,8

Маса 1000 зерен гібриду МАС 28.А зменшувалась у процесі зберігання за всіх варіантів дослідження (рис.3.4). Найвищою масою 1000 зерен у гібриду МАС 28.А характеризувався зерно, вирощене за нульового обробітку ґрунту у варіанті удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$ , де зазначений показник складав 384 г. Найнижчим даний показник був у зерна гібриду МАС 28.А, отриманого за полицевого обробітку ґрунту та варіанту удобрення  $N_{120}P_{100}K_{100}$ , де відповідно маса 1000 зерен становила 375 г



■ МАС 28.А Полицевий обробіток ґрунту N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub>  
 ■ МАС 28.А Полицевий обробіток ґрунту N<sub>150</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>  
 ■ МАС 28.А Нульовий обробіток ґрунту N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub>  
 ■ МАС 28.А Нульовий обробіток ґрунту N<sub>150</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>

Рис.3.4 Маса 1000 зерен гібриду кукурудзи МАС 28.А, вирощеного за різних умов в процесі зберігання

Отже, маса 1000 зерен найвищою була у гібриду МАС 28.А, вирощеного за нульового обробітку ґрунту та варіанту удобрення N<sub>150</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>, тоді як у гібриду МАС 25.Ф маса 1000 зерен була найвищою у зерна, отриманого за полицевого обробітку ґрунту та варіанту удобрення N<sub>150</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub>.

### 3.6. Зміна технологічних властивостей зерна кукурудзи залежно від факторів вирощування та зберігання

Вологість зерна – основний показник, що визначає спрямованість, інтенсивність фізіолого - біохімічних процесів в процесі зберігання зерна.

Вологість зерна гібридів кукурудзи МАС 25.Ф та МАС 28.А перед закладанням на зберігання знаходилась у межах критичної (13,2-13,6 %), що давало можливість безпечного зберігання такого зерна тривалий час. У процесі зберігання вологість зерна МАС 25.Ф, вирощеного за різних способів обробітку ґрунту та варіантів удобрення дещо підвищувалася після кожного місяця зберігання (табл. 3.9).

Отримане за полицевого обробітку ґрунту та варіанту удобрення N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub> зерно гібриду МАС 25.Ф після 12 місяців зберігання мало дещо вищу вологість (на 0,2%) порівняно із зерном, вирощеним за нульового обробітку ґрунту та варіанту удобрення N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub>. Але таке зерно відповідало вимогам стандарту за вмістом води в ньому.

Таблиця 3.9.

**Вологість зерна кукурудзи, вирощеного за різних умов у процесі зберігання, %**

Гібрид кукурудзи	Спосіб обробітку ґрунту	Варіант удобрення	Термін зберігання, місяці					
			до зберігання (контроль)	1	3	6	9	12
МАС 25.Ф	Полицевий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	13,4	13,4	13,6	13,8	13,9	14,1
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	13,5	13,4	13,3	13,8	14	14,1
	Нульовий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	13,2	13,1	13,4	13,6	13,8	13,9
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	13,6	13,6	13,7	13,9	13,9	14,2
МАС 28.А	Полицевий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	13,6	13,5	13,7	14	14,2	14,5
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	13,8	13,8	13,9	14,2	14,6	14,9
	Нульовий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	13,4	13,5	13,5	13,6	13,7	13,9
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	13,8	13,9	14,2	14,3	14,5	14,8
НІР <sub>05</sub>			0,7	1,1	0,9	0,7	0,8	0,7

Зерно кукурудзи гібриду МАС 28.А подібно до гібриду МАС 25.Ф мало схожу тенденцію щодо зміни вологості в процесі зберігання.

Зерно кукурудзи гібридів МАС 28.А та МАС 25.Ф, вирощене за різних варіантів обробітку ґрунту та удобрення, після року зберігання повністю задовільняло вимоги щодо вмісту у ньому води. Слід також відмітити, що вміст води у зерні гібриду МАС 25.Ф у процесі зберігання піддавався меншим коливанням порівняно із зерном гібриду МАС 28.А, у якому вологість зерна підвищилася на 0,6-1,1% порівняно з початковим її значенням.

Натура – один з основних фізичних показників якості зерна кукурудзи. Основними факторами, що впливають на показник натури зерна є вологість, форма зерна, засмічість, пошкодженість шкідниками, крупність. Зерно з високим показником натури, характеризується гарною виповненістю, більшим вмістом ендосперму, меншою кількістю оболонок.

Натура зерна в процесі зберігання залежала від його вологості (табл. 3.10).

Таблиця 3.10.

**Натура зерна кукурудзи гібридів МАС 25.Ф та МАС 28.А, вирощеного за різних умов у процесі зберігання, г/л**

Гібрид кукурудзи	Спосіб обробітку ґрунту	Варіант удобрення	Термін зберігання, місяці					
			до зберігання (контроль)	1	3	6	9	12
МАС 25.Ф	Полицевий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	757	756	756	755	753	750
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	756	755	754	753	750	749
	Нульовий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	761	760	759	758	754	751
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	754	752	752	751	748	745
МАС 28.А	Полицевий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	755	754	752	751	749	747
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	751	751	750	748	747	745
	Нульовий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	754	753	752	750	746	745
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	750	749	748	746	746	744
НІР <sub>05</sub>			0,74	0,91	0,87	0,89	0,78	0,8

Як видно з табл.3.10, зерно вирощене при внесенні N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub> порівняно з варіантом удобрення N<sub>150</sub>P<sub>130</sub>K<sub>130</sub> мало на 1-8 г вищу натуру у гібридів за двох варіантів обробітку ґрунту. Якщо натура зерна кукурудзи гібриду МАС 25.Ф у варіанті з нульовим обробітком ґрунту при внесенні N<sub>120</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub> була на 2-4 г

вищою порівняно з варіантом із полицевим обробітком ґрунту, тоді як натура зерна у гібриду МАС 25.Ф була на 1г вищою у варіанті з полицевим обробітком ґрунту порівняно із проведенням нульового обробітку ґрунту.

Важливою складовою зерна кукурудзи є білок. Збереження білка при тривалому зберіганні є необхідним для отримання відповідних якісних продуктів переробки. Розподілення білків у зерні є нерівномірним, майже 70 % глобулінів зерна знаходяться в зародку, а зеїн та глютелін переважно в оболонці та ендоспермі. Зерно кукурудзи характеризується не високим вмістом білку. Як показують результати досліджень, вміст білка у зерні гібридів кукурудзи, які вивчалися залежав від елементів технології вирощування культури. Вміст білка в зерні гібридів кукурудзи, отриманого за різних способів обробітку ґрунту та варіантів удобрення наведені в табл. 3.11.

Таблиця 3.11.

**Вміст білку в зерні кукурудзи, вирощеної за різних умов у процесі зберігання, %**

Гібрид кукурудзи	Спосіб обробітку ґрунту	Варіант удобрення	Термін зберігання, місяці					
			до зберігання (контроль)	1	3	6	9	12
МАС 25.Ф	Поліцевий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	9,9	9,8	9,8	9,8	9,7	9,7
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	10,2	10,2	10,1	10,1	10,1	10
	Нульовий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	9,9	9,9	9,9	9,8	9,8	9,8
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	10,4	10,4	10,3	10,3	10,2	10,2
МАС 28.А	Поліцевий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	9,7	9,7	9,7	9,6	9,6	9,6
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	10,4	10,4	10,4	10,3	10,3	10,3
	Нульовий обробіток ґрунту	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>	9,9	9,9	9,9	9,8	9,8	9,7
		N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>	10,7	10,7	10,7	10,5	10,4	10,4
НІР <sub>05</sub>			0,92	0,78	0,89	0,92	0,8	0,87

Як свідчать результати досліджень, вміст білка в зерні кукурудзи значною мірою не змінювався в процесі зберігання до 6 місяців не залежно від способів обробітку ґрунту та варіантів удобрення. Коливання за вмістом білка у

зазначений період складала переважно 0,1%, а тому не мали істотної різниці. При зберіганні зерна після 6 місяців відсоток білка знижувався не істотно, в середньому на 0,1 – 0,2 % за кожні 3 місяці зберігання.

Найвищий вміст білка – 10,4% містило зерно гібриду МАС 25. Ф, вирощене за нульового обробітку у варіанті удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$ , а найнижчим цей показник був у зерні за удобрення  $N_{120}P_{100}K_{100}$  при вирощуванні за двох варіантів обробітку. Подібна тенденція за даним показником у зерні гібриду МАС 25.Ф відмічається впродовж всього періоду зберігання.

Найбільше білку містило зерно гібриду МАС 28.А, отримане за нульового обробітку ґрунту і удобренні  $N_{150}P_{130}K_{130}$ , де зазначений показник становив 10,7%.

Крохмаль вважають основною біохімічною складовою зерна кукурудзи. Від рівня втрат крохмалю залежить можливість використання зерна на певні цілі та термін зберігання. Вміст крохмалю зерні кукурудзи, вирощеному за різних умов у процесі зберігання представлений у табл.3.12.

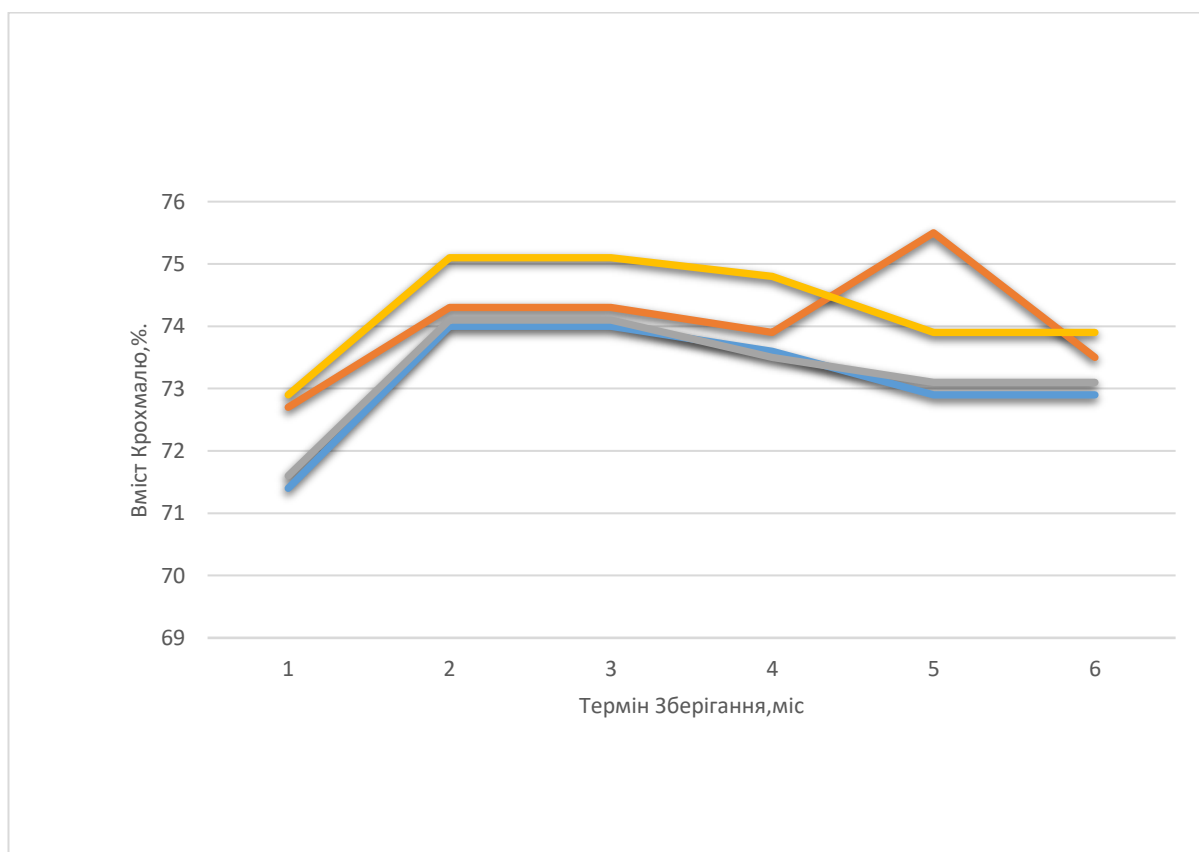
Таблиця 3.12

**Вміст крохмалю зерні кукурудзи, вирощеному за різних умов у процесі зберігання, %**

Гібрид кукурудзи	Спосіб обробітку ґрунту	Варіант удобрення	Термін зберігання, місяці					
			до зберігання (контроль)	1	3	6	9	12
МАС 25.Ф	Полицевий обробіток ґрунту	$N_{120}P_{100}K_{100}$	71,6	72,8	72,8	72,7	72,6	72,6
		$N_{150}P_{130}K_{130}$	72,5	74,2	74,2	73,8	74,5	73,4
	Нульовий обробіток ґрунту	$N_{120}P_{100}K_{100}$	71,4	73	73	73	72,8	72,8
		$N_{150}P_{130}K_{130}$	72,7	74	74	73,8	73,8	73,8
МАС 28.А	Полицевий обробіток ґрунту	$N_{120}P_{100}K_{100}$	71,4	74	74	73,5	72,9	72,8
		$N_{150}P_{130}K_{130}$	72,7	74,3	74,2	73,9	75,5	73,5
	Нульовий обробіток ґрунту	$N_{120}P_{100}K_{100}$	71,6	74,1	74	73,4	73,1	73,1
		$N_{150}P_{130}K_{130}$	72,9	75,1	75	74,7	73,8	73,9
НІР <sub>05</sub>			0,83	0,84	0,91	0,78	0,84	0,81

У зерні гібриду МАС 25.Ф, вирощеного за варіанту удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$ , містилося найбільше крохмалю як за нульового, так і полицевого обробітку ґрунту відповідно 72,7 та 72,5% (рис.3.5).

На початку зберігання внаслідок проходження післязбирального дозрівання, вміст крохмалю зростає зерні, вирощеного за різних способів обробітку ґрунту та варіантів удобрення. Вже після 6-го місяця зберігання, вміст крохмалю дещо зменшувався у зерні, отриманого за різних варіантів досліду. Після року зберігання вміст крохмалю у зерні гібриду МАС 25.Ф, вирощеного за удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$  у варіанті з нульовим обробітком ґрунту був найвищий і складав 73,8%.

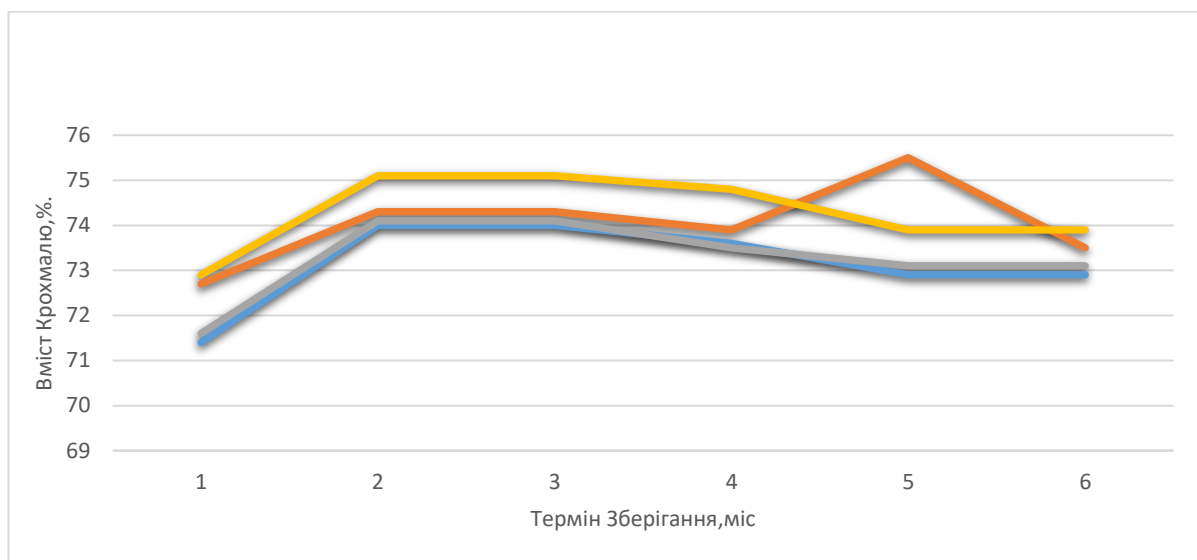


- МАС 25.Ф Полицевий обробіток ґрунту  $N_{120}P_{100}K_{100}$
- МАС 25.Ф Полицевий обробіток ґрунту  $N_{150}P_{130}K_{130}$
- МАС 25.Ф Нульовий обробіток ґрунту  $N_{120}P_{100}K_{100}$
- МАС 25.Ф Нульовий обробіток ґрунту  $N_{150}P_{130}K_{130}$

Рис.3.5. Вміст крохмалю в зерні кукурудзи гібриду МАС 25.Ф, вирощеному за різних умов у процесі зберігання

Подібна динаміка спостерігалася щодо вмісту крохмалю і у зерні гібриду МАС 28.А. Істотної різниці за вмістом крохмалю у зерні гібриду МАС 28.А, вирощеного за двох обробіток ґрунту не було. Хоча у зерні гібриду МАС 28.А, отриманому за нульового обробітку ґрунту, вміст даного показника перед закладанням на зберігання порівняно із варіантом застосування полицевого обробітку був на 0,2% вищим незалежно від варіанту удобрення (рис.3.6).

Зерно гібриду МАС 28.А, вирощене за нульового обробітку ґрунту та удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$  містило найбільше крохмалю – 72,9 %.



- МАС 28.А Полицевий обробіток ґрунту  $N_{120}P_{100}K_{100}$
- МАС 28.А Полицевий обробіток ґрунту  $N_{150}P_{130}K_{130}$
- МАС 28.А Нульовий обробіток ґрунту  $N_{120}P_{100}K_{100}$
- МАС 28.А Нульовий обробіток ґрунту  $N_{150}P_{130}K_{130}$

Рис.3.6. Вміст крохмалю в зерні кукурудзи гібриду МАС 28.А, вирощеному за різних умов у процесі зберігання

Після 12 місяців зберігання, найвищий вміст крохмалю 73,9% мало зерно гібриду МАС 28.А, отримане за нульового обробітку ґрунту та удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$ .

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ

Економічна ефективність - показник, що вказує на ефективність та доцільність вирощування культури. Добір економічних варіантів технології, які забезпечують окупність затрачених ресурсів з максимальною ефективністю, необхідно розробляти на основі оцінки результатів досліджень та всебічного аналізу окремих блоків та елементів технологічного процесу. Це забезпечить зменшення обсягів виробництва продукції, покращення її якості та зниження виробничих витрат.

Технологія вирощування будь-якої сільськогосподарської культури завжди повинна бути спрямована на зменшення витрат та збільшення прибутку. Виробництво вважається рентабельним, якщо відношення чистого прибутку до виробничих витрат (тобто рівень рентабельності) дорівнює понад 25% . Кукурудза завжди була економічно вигідною зерновою культурою. Проте затрати праці і засобів виробництва на її вирощування суттєво вищі, ніж при вирощуванні інших зернових культур. Це пояснюється тим, що для отримання високої врожайності цієї культури слід вносити підвищені норми мінеральних добрив, що призводить до збільшення собівартості. Розрахунки витрат на вирощування кукурудзи за окремими статтями показують, що найбільша питома вага припадає на добрива, засоби захисту рослин від шкідливих організмів і паливно-мастильні матеріали (відповідно 40 – 48 і 19 – 25%), механізовані роботи (47 – 49 %), з них на обробіток ґрунту 15 – 19 % і догляд за посівами 8 – 12 %).

Важливим фактором, який вивчає економічну ефективність вирощування гібридів кукурудзи і, перш за все, обумовлює витрати на сушіння, є показник вологості зерна. Саме він визначає ту частку витрат, які відбуваються в технологічному процесі післязбиральної доробка зернової маси (сушіння).

З метою об'єктивного обґрунтування найбільш раціонального поєднання агротехнічних заходів, що взяті нами на вивчення, була визначена економічна ефективність досліджуваних елементів технології, а саме – гібриди однієї групи стиглості, норми мінеральних добрив та способи обробітку ґрунту з використанням нормативних витрат матеріально-технічних ресурсів при вирощуванні кукурудзи на зерно. Загальні норми виробітку, ціни на ручні та механізовані роботи приймали відповідно до рекомендованих нормативів для виробництва.

Результат економічної ефективності вирощування та зберігання зерна різних гібридів кукурудзи показав, що за різних способів обробітку ґрунту господарство понесло різні витрати. Це пояснюється, насамперед, тим, що були понесені різні затрати на виконання технологічних операцій щодо отримання різної урожайності зерна. Різниця у виробничих витратах на зберігання пояснюється тим, що зерно зберігалось різну кількість місяців.

Слід відмітити, найвищу вартість мало зерно, яке реалізовувалось після 12 місяців зберігання, оскільки у вартість були включені витрати на його зберігання (табл.4.1, табл.4.2).

Аналізуючи дані табл. 4.1 щодо розрахунків економічної ефективності зберігання зерна гібриду МАС 28.А, можливо зазначити, що вирощування зерна у варіанті з полицевим обробітком ґрунту є більш економічно вигідним порівняно з варіантом нульового обробітку ґрунту. Проте, у варіанті удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$  та за нульового обробітку ґрунту рівень рентабельності був на 1% вищим порівняно з варіантом застосування полицевого обробітку. Це пояснюється тим, що господарство, насамперед, має вищу урожайність за полицевого обробітку ґрунту, хоча за нульового обробітку ґрунту несе менше витрат на паливно-мастильні матеріали та амортизаційні відрахування. Найвищий рівень рентабельності мало виробництво зерна гібриду МАС 28.А, яке вирощувалося за полицевого обробітку ґрунту та варіантом удобрення  $N_{120}P_{100}K_{100}$ , де рентабельність складала залежно від термінів зберігання від 57 до 65 %.

Таблиця 4.1

**Економічна ефективність зберігання зерна кукурудзи гібриду МАС 28.А, вирощеного за різних умов**

Показники	Полицевий обробіток ґрунту								Нульовий обробіток ґрунту							
	Варіант удобрення				Варіант удобрення				Варіант удобрення				Варіант удобрення			
	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>				N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>				N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>				N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>			
	До зберігання	6 місяців	9 місяців	12 місяців	До зберігання	6 місяців	9 місяців	12 місяців	До зберігання	6 місяців	9 місяців	12 місяців	До зберігання	6 місяців	9 місяців	12 місяців
Урожайність, т/га	10				10,8				8,8				9,3			
Реалізаційна ціна 1т, грн	6477	7325	5970	6862	6477	7325	5970	6862	6477	7325	5970	6862	6477	7325	5970	6862
Вартість продукції з 1 га, грн.	64770	73250	59700	68620	69952	79110	64476	74110	56998	64460	52536	60386	60236	68123	55521	63817
Виробничі витрати + витрати на зберігання продукції з 1 га, грн	37766	38432	38763	39080	39905	40571	40902	41219	32697	33363	33694	34011	34897	35563	35894	36211
Умовно чистий дохід з 1 га, грн.	27004	34818	20937	29540	30047	38539	23574	32891	24301	31097	18842	26375	25339	32560	19627	27606
Рентабельність, %	58,3	52,5	64,9	57,0	57,0	51,3	63,4	55,6	57,4	51,8	64,1	56,3	57,9	52,2	64,6	56,7

Таблиця 4.2

## Економічна ефективність зберігання зерна кукурудзи гібриду МАС 25.Ф, вирощеного за різних умов

Показники	Полицевий обробіток ґрунту								Нульовий обробіток ґрунту							
	Варіант удобрення				Варіант удобрення				Варіант удобрення				Варіант удобрення			
	N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>				N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>				N <sub>120</sub> P <sub>100</sub> K <sub>100</sub>				N <sub>150</sub> P <sub>130</sub> K <sub>130</sub>			
	До зберігання	6 місяців	9 місяців	12 місяців	До зберігання	6 місяців	9 місяців	12 місяців	До зберігання	6 місяців	9 місяців	12 місяців	До зберігання	6 місяців	9 місяців	12 місяців
Урожайність, т/га	9,7				10,6				8,5				9			
Реалізаційна ціна 1т, грн	6477	7325	5970	6862	6477	7325	5970	6862	6477	7325	5970	6862	6477	7325	5970	6862
Вартість продукції з 1 га, грн.	62827	71053	57909	66561	68656	77645	63282	72737	55055	62263	50745	58327	58293	65925	53730	61758
Виробничі витрати + витрати на зберігання продукції з 1 га, грн	37250	37916	38247	38564	39425	40091	40422	40739	32250	32916	33247	33564	34425	35091	35422	35739
Умовно чистий дохід з 1 га, грн.	25577	33137	19662	27997	29231	37554	22860	31998	22805	29347	17498	24763	23868	30834	18308	26019
Рентабельність, %	59,3	53,4	66,0	57,9	57,4	51,6	63,9	56,0	58,6	52,9	65,5	57,5	59,1	53,2	65,9	57,9

Таку ж рентабельність мало вирощування зерна гібриду МАС 28.А за нульового обробітку ґрунту та внесення номи мінеральних добрив  $N_{150}P_{130}K_{130}$ . Слід відмітити, що на рівень рентабельності істотно впливали терміни зберігання і реалізаційна ціна 2023-2024 рр. Оскільки ціна на зерно кукурудзи після року зберігання зросла лише 385 грн/т, а витрати за рік зберігання становили 1296 грн/т. Проте, найвищу ціну (7325 грн/т) мало зерно кукурудзи після 6 місяців зберігання і економічно вигідно, насамперед, було реалізувати зерно після цього терміну зберігання.

Спостерігається чітка закономірність, що при збільшенні норми внесення добрив падає рівень рентабельності виробництва зерна, вирощеного за полицевого обробітку ґрунту. Тоді як застосована підвищена норма мінеральних добрив  $N_{150}P_{130}K_{130}$  за нульового обробітку ґрунту забезпечила майже однакову рентабельність виробництва зерна як і у варіанті удобрення  $N_{120}P_{100}K_{100}$ . При чому господарство понесло витрати на закупівлю мінеральних добрив, але не отримало суттєвої фінансової виручки.

Із економічною ефективністю виробництва та зберігання зерна гібриду МАС 25.Ф спостерігається аналогічна ситуація. Найвищий рівень рентабельності мало виробництво зерна, яке було отримане за полицевого обробітку ґрунту у варіанті з удобренням  $N_{120}P_{100}K_{100}$ , де рентабельність його становила перед закладанням на зберігання 59%. Проте, рентабельність виробництва зерна кукурудзи гібриду МАС 25.Ф за нульового обробітку ґрунту у варіанті з внесенням  $N_{150}P_{130}K_{130}$  не різнилася із варіантом удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$  за полицевого обробітку ґрунту.

Провівши аналіз таблиць 4.1 та 4.2 можна побачити, що вирощування та зберігання гібриду МАС 25.Ф є більш економічно вигідним ніж гібриду МАС 28.А. Про це свідчить вищий рівень рентабельності в усіх варіантах удобрення та обробітків ґрунту.

Вищу рентабельність має вирощування зерна кукурудзи при удобренні  $N_{120}P_{100}K_{100}$  порівняно з варіантом внесення  $N_{150}P_{130}K_{130}$ , оскільки рівень рентабельності на 0,3-1,4% вищий у варіанті застосування полицевого

обробітку ґрунту залежно від терміну зберігання. За нульового обробітку ґрунту, зерно отримане при внесенні норми добрив  $N_{150}P_{130}K_{130}$  залежно від терміну зберігання мало лише на 0,3-0,4% вищий рівень рентабельності порівняно із варіантом внесення  $N_{150}P_{130}K_{130}$ .

При тривалому зберіганні зерна кукурудзи різних гібридів, найбільш економічно вигідно реалізовувати таке зерно не пізніше ніж після 9 місяців зберігання, оскільки отримується найвищий рівень рентабельності.

## ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Найвищу врожайність зерна кукурудзи – 10,8 т/га було отримано у гібрида МАС 28.А у варіанті з полицевим обробітком ґрунту та внесенням  $N_{150}P_{130}K_{130}$ . Найнижчу врожайністю зерна кукурудзи – 8,3 т/га одержали при вирощуванні гібриду МАС 25.Ф та норми добрив  $N_{120}P_{100}K_{100}$ .

2. За нульового обробітку ґрунту отримане зерно гібриду кукурудзи МАС 28.А характеризувалося кращими якісними показниками порівняно із зерном МАС 25.Ф. При цьому зерно гібриду МАС 28.А, вирощене у варіанті з удобренням  $N_{150}P_{130}K_{130}$  мало найкращі показники якості, тоді як у зерні гібриду МАС 25.Ф найкращі якісні показники були за варіанту удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$  із застосуванням полицевого обробітку ґрунту.

3. Найвищу масу 1000 зерен (398 г) мала кукурудза гібриду МАС 28.А, вирощена за полицевого обробітку ґрунту у варіанті з внесенням  $N_{150}P_{130}K_{130}$ , найнижчу масу 374 г – отримане за нульового обробітку і удобрення  $N_{120}P_{100}K_{100}$ .

4. Найкращими показниками свіжості у процесі зберігання характеризувалося зерно кукурудзи гібриду МАС 28.А, вирощене за нульового обробітку ґрунту з варіантом удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$  після 9 місяців зберігання, а найнижчими енергія проростання та схожість були у зерні гібриду МАС 25.Ф, вирощеного за полицевого обробітку ґрунту з внесенням норми  $N_{120}P_{100}K_{100}$ .

5. У варіанті досліду із нульовим обробітком ґрунту та внесенням  $N_{150}P_{130}K_{130}$  вміст білку в зерні кукурудзи гібриду МАС 28.А коливався у межах 10,7 – 10,4% і був найвищим. Вміст білка майже не змінювався в зерні кукурудзи, вирощеному за різних способів обробітку ґрунту та варіантів удобрення протягом 6 місяців зберігання. Кількісні коливання даного показника при зберіганні в середньому складали 0,1-0,2% і були не істотними.

6. Вміст крохмалю у зерні кукурудзи гібриду МАС 28.А був найвищим у варіанті із застосуванням нульового обробітку ґрунту та варіантом удобрення

$N_{150}P_{130}K_{130}$ , при цьому його вміст складав 72,9%. За полицевого обробітку ґрунту і варіанту удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$  зерно зазначеного гібриду містило 72,7% крохмалю. Після року зберігання вміст крохмалю у зерні гібриду МАС 25.Ф, вирощеного за удобрення  $N_{150}P_{130}K_{130}$  у варіанті з нульовим обробітком ґрунту був найвищий і складав 73,8%.

7. Найвищий рівень рентабельності - 66% мало виробництво зерна гібриду МАС 25.Ф, яке було отримане за полицевого обробітку ґрунту у варіанті з удобренням  $N_{120}P_{100}K_{100}$  після 9 місяців зберігання. Найвищий прибуток отримали після 6 місяців зберігання зерна кукурудзи, вирощеного за полицевого обробітку ґрунту з внесенням норми  $N_{150}P_{130}K_{130}$ .

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для підвищення рентабельності виробництва зерна кукурудзи із стабільними показниками якості протягом тривалого періоду зберігання, доцільно вирощувати гібрид МАС 25.Ф за полицевого обробітку ґрунту із внесенням норми  $N_{120}P_{100}K_{100}$ .

2. Реалізацію зерна кукурудзи економічно вигідно здійснювати не пізніше дев'ятого місяця зберігання, що дозволить поліпшити його якісні показники та отримувати прибутковість від реалізації зерна в цей період.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аграрний сектор України. Сучасні технології зберігання та переробки продукції рослинництва: [сайт]. URL: <http://agroua.net/economics/documents/category-122/doc-199>.
2. Андрієнко А.М. Фотосинтетична діяльність та продуктивність нових гібридів кукурудзи залежно від густотистояння рослин / А.М. Андрієнко. // Бюлетень Інституту зернового господарства. Дніпропетровськ, 2013.– № 20. – С. 36-38.
3. Архипенко О.М. Агротехнічні заходи підвищення продуктивності та пожнивності кукурудзи/О.М.Архипенко, А.О.Артющенко, О.І.Кухарчук. // Вісник аграрної науки. - 2009. - №6. - С.15-18.
4. Асанішвілі Н. М. Оптимізація мінерального живлення гібридів кукурудзи на основі рослинної діагностики. Рослинництво та ґрунтознавство. 2020. Т. 11. № 3. С. 27
5. Асанішвілі Н. М., Юла В. М., Шляхтурова С. П. Формування елементів структури врожаю кукурудзи під впливом технології вирощування в Лісостепу. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань, 2020. Вип. 96. Ч. 1. С. 663-674.
6. Багрінцева, В. Н. Сортова агротехніка - основа високих врожаїв гібридів кукурудзи / В. Н. Багрінцева // Зернове господарство Росії. - 2013. -№ 4 (28). - С. 43-46.
7. Вимоги кукурудзи до умов вирощування: веб-сайт. URL: [HTTps://www.syngenta.ua/news/KuKurudza/vimogi-KuKurudzi-do-umov-virosHcHuvannya](https://www.syngenta.ua/news/KuKurudza/vimogi-KuKurudzi-do-umov-virosHcHuvannya) (дата звернення: 07.09.2022)
8. Влащук А., Прищепко М., Желтова А. Цариця полів. Чинники урожайності. Farmer (the Ukrainian). 2017. №3 (87). С. 12-13.
9. Вплив багаторічного застосування систем основного обробітку ґрунту та гербіцидів на продуктивність кукурудзи в умовах правобережного Лісостепу України: дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.01 / С.О. В'ялий ; НАУ. - К. : [б. и.], 2011. - 151 с

10. Говенько Р. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування елементів структури врожаю гібридів кукурудзи. Збірник наукових праць "Агробіологія". 2022. № 2 (174). 112-121с.
11. Говенько Р.В. Продуктивність кукурудзи залежно від удобрення в умовах Лівобережного Лісостепу України: дис, Київ ,2023.101-121с
12. Голод, Р. М., Самець, Н. П., Шубала, Г. В. Вплив строків сівби на продуктивність гібридів кукурудзи на зерно. Міжнародна науково-практична конференція, 2021. 38 с.
13. Гончаренко С.І. Інноваційні ресурсозберігаючі технології як фактор підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва. Вісник Харківського національного технічного університету імені Петра Василенка. 2017. Вип. 185. С. 131 - 142.
14. Дем'янюк О.С., Шацман Д. О. Агроекологічна та економічна оцінка застосування ґрунтових і страхових гербіцидів при вирощуванні кукурудзи на зерно в умовах Лівобережного Лісостепу України. Збалансоване природокористування. 2019. № 2. С. 57-64. Doi: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2019.184147>
15. Добриво, технології і урожай: довідник агронома по хімізації землеробства / В. І. Панасін [и др.]. - Калінінград: Изд-во БФУ ім. І. Канта, 2018. - 315 с.
16. ДСТУ 4525:2006 Кукурудза. Технічні умови. Чинний від 2007.04.01. Зі змінами № 326 від 12.09.2009.– К.: Держспоживстандарт України, 2009.–21 с.
17. Економіка сільського господарства: веб-сайт. URL: [HTTp://uKr.vipresHeBniK.ru/enTsiKlopediya/51-e/1855-eKonomiKa-silsKogo-gospodarsTva.HTml](http://uKr.vipresHeBniK.ru/enTsiKlopediya/51-e/1855-eKonomiKa-silsKogo-gospodarsTva.HTml)
18. Ефективність системи землеробства No-till у правобережному Лісостепу України / В.Ф. Петриченко, С.І. Колісник, С.Я. Кобак, О.Я. Панасюк, В.О. Савченко // Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб. / НААН, Ін-т кормів та сіл. госп-ва Поділля. – Вінниця : ФОП Данилюк. – 2016. – Вип. 82 – С.179–184.

19. Завадська О.В. Якість зерна кукурудзи залежно від умов вирощування. Доповідь\_Тези/Сільське господарство – Агрономія. Sworld 2-12 ocToBer 2012
20. Інтернет-портал «Superagronom». Розробка систем захисту кукурудзи залежно від погодних умов. – 2021. <https://superagronom.com/blog/rozrobka-sistem-zahistu-kukurudzi-zalejno-vid-pogodnih-umov>.
21. Климчук О.В. Ефективність комплексного використання кукурудзи в біоенергетиці / О.В. Климчук // Наукові праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН: зб. наук. пр. – К., 2013. – Вип.19. – С. 150-154.
22. Князюк О.В. Вплив агроекологічних факторів і технологічних прийомів на ріст, розвиток і формування продуктивності кукурудзи / О.В. Князюк. // Вісник Білоцерківського державного аграрного університету. – Біла Церква, 2009. – Вип. 30. – С. 59-65.
23. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання / [Шпаар Д. та ін.] ; під загальною редакцією Д. Шпаара. – К. : Альфастевія ЛТД, 2009. – 396 с.
24. Культура кукурудза на зерно (особливості вирощування та зберігання) URL: [agrarii-razom.com.ua/culture/kukurudza-na-zerno](http://agrarii-razom.com.ua/culture/kukurudza-na-zerno)
25. Маслак О. Переваги – за кукурудзою / О. Маслак // Пропозиція. – 2013. – № 5 (215). – С. 32-34
26. Мерко І. Т. Наукові основи технології зберігання і переробки зерна / І. Т. Мерко, В. А. Моргун. — Одеса, 2011. — 207 с.
27. Особливості вирощування кукурудзи за технологією No-till [Електронний ресурс] URL: <https://www.dekalb.ua/novini-ta-podii/osoblivosti-virosuvanna-kukurudzi-za-tehnologieu-no-till> (дата звернення 10.11.2019)
28. Особливості сучасних світових технологій вирощування кукурудзи: наукове видання / С.В. Кліщенко, О.Л. Зозуля, Л.М. Єрмакова, Р.Т. Івановська ; Національний аграрний університет (К.). - науково-виробниче вид. - К. : НАУ, 2006. - 120 с.

29. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця, ТОВ «Друк». 2020. 536 с.
30. Подпратов Г.І., Бобер А.В. Післязбиральна доробка та зберігання продукції рослинництва: навч. посіб. К.: НУБіП України, 2024. 492 с.
31. Подпратов Г.І., Бобер А.В., Гунько С.М. Переробка продукції рослинництва : Навч. посібник. Київ: НУБіП України, 2023. 580 с.
32. Про інноваційні технології в сільському господарстві / І.Я. Пигорєв, В.М. Солошенко, В.Н. Наумкін та ін. / Вісник Курської державної сільськогосподарської академії. - 2016. - No 3. - С. 32-36.
33. Способи зниження тепловитрат у технологіях сушіння зерна. URL: [https://agrovisnyk.com/pdf/ua\\_2017\\_05\\_09.pdf](https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2017_05_09.pdf)
34. Технології комфортного сушіння зерна: [сайт]. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/zberihannia/item/19814-tekhnolohiia-komfortnoho-sushinnia-zerna.html>.
35. Технології та техніка збирання та зберігання зерна кукурудзи: [сайт]. URL: <https://propozitsiya.com.ua/tehnologiyi-ta-tehnika-zbirannya-i-zberezhennya-zerna-kukurudzi>.
36. Технологія вирощування кукурудзи: веб-сайт. URL: <HTTps://www.agrogumaT.ua/TecHnologiya-virosHTcHuvannya-KuKurudzi>
37. Технологія вирощування кукурудзи: веб-сайт. URL: <HTTps://www.agrogumaT.ua/TecHnologiya-virosHTcHuvannya-KuKurudzi> (дата звернення: 27.09.2019)
38. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: підручник / [Подпратов Г.І., Завадська О.В., Бобер А.В., Ящук Н.О]. Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2023. 844 с.
39. Точне землеробство. Agrifac. URL: <https://www.agrifac.com/ua/sustainable-farming/precision-farming/> (дата звернення: 15.01.2024).

40. Український клуб аграрного ринку. Ведення агробізнесу. Аграрні ринки.Зернові:вебсайт.URL:HTTp://ucaB.ua/ua/doing\_agriBusiness/agrarni\_rinKi/zernovi (дата звернення 13.10.2019)
41. Формування продуктивності кукурудзи залежно від густоти посіву /С.П.Танчик, В.А.Мокрієнко, В.А.Нідзельський, Н.В.Журавльова //Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН.-Київ:ЕКМО.-2004.-Вип.1.-С.80-83.
42. Штуюн М. 0. Особливості підбору гібридів кукурудзи для умов північно-східного Лісостепу України / М. 0. Штукін, В. І. Оничко // Вісник Сумського нац. аграрного ун-ту. Серія : Агрономія і біологія. - 2013. - Вип. 11. - С. 212-217.
43. Що любить «їсти» кукурудза? Мікроелементи, які необхідні цариці полів: веб-сайт. URL: HTTps://superagronom.com/articles/143-scHo-lyuBiT-yisTi-KuKurudza-miKroelemenTi-yaKi-neoBHidni-TsariTsi-poliv
44. Який вид зберігання обрати для кукурудзи URL: <https://growex.market/blog/yakiy-vid-zberigannya-obrati-dlya-kukurudzi?srsltid>
45. Batsmanova L., Taran N., Konotop Y., Kalenska S., Novytska N. Use of a colloidal solution of metal and metal oxide-containing nanoparticles as fertilizer for increasing soybean productivity. Journal of Central European Agriculture. 2020. Vol. 21, №2. P. 311–319. doi: 10.5513/JCEA01/21.2.2414
46. Corn: Harvesting and Storage / Order Omafra Publ. 811: Agronomy Guide for Field Crops. [Електронний курс] Режим доступу: [www.omafra.gov.on.ca/english/crops#storage](http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops#storage)
47. Drulis P, Kriauciuniene Z, Liakas V. (2022). The influence of different nitrogen fertilizer rates, urease inhibitors and biological preparations on maize grain yield and yield structure elements. Agronomy. 2022. Vol. 12. P. 741. doi: 10.3390/agronomy12030741
48. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <http://www.fao.org/home/en/>

49. Grain Storage Silos Market Size & Share Analysis - Growth Trends & Forecasts (2024-2029) Source: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/grain-storage-silos-market>
50. Hütsch B. W., Schubert S. Harvest Index of Maize (*Zea mays* L.): Are There Possibilities for Improvement? *Adv. Agron.* 2017. Vol. 146. P. 37-82
51. Shafi M., Bakht J., Ali S. et al. Effect of planting density on phenology, growth and yield of maize (*Zea mays* L.). *Pak. J. Bot.* 2012. Vol. 44, Iss. 2. P. 691-696.
52. W.J. Duensing *Corn dry milling processes, products and applications* / W.J. Duensing, A.B. Roskens, R.J. Alexander. *Corn: Chemistry and Technology*. – MN: AACC Press, 2004.