

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

05.05 – КМР. 1644 “С” 2021.07.10.054 ПЗ

**ІВАЩЕНКА ЮРІЯ ВІКТОРОВИЧА**

**2021 р.**

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 664.724:633.15:006.015.5

ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

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

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

Тонха О.Л. Подпрятков Г.І.

" " 2021 р. " " 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ РІЗНИХ  
ГІБРИДІВ В ПРОЦЕСІ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ДОРОБКИ ТА ПРОТЯГОМ  
ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ»

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

Гарант освітньої програми Тонха О.Л.  
Керівник магістерської кваліфікаційної роботи, канд. с.-г. н., доцент Завадська О.В.  
Виконав Іващенко Ю.В.

КИЇВ – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри  
технології зберігання, переробки та  
стандартизації продукції рослинництва  
ім. проф. Б.В. Лесика  
канд. с.-г. н. професор \_\_\_\_\_ Г.І. Подпрятюв

2020 р.  
ЗАВДАННЯ

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

**СТУДЕНТУ ІВАЩЕНКУ ЮРІЮ ВІКТОРОВИЧУ**

Спеціальність: 201 – «Агрономія»

Освітня програма: Агрономія

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Дослідження якості зерна кукурудзи різних гібридів в процесі післязбиральної доробки та протягом тривалого зберігання» затверджена наказом ректора НУБІП України від «07» жовтня 2021 року № 1644 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2021.10.25

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: зерно кукурудзи гібридів «ДКС 3730», «Каньйонс» та «Феномен», вирощене в умовах СВК "Зоря» Чернігівської області в зоні Полісся, післязбиральна доробка зерна, способи, умови та терміни його зберігання.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

проаналізувати стан виробництва зерна кукурудзи, сучасні способи його доробки та зберігання;

- провести оцінку якості вирощеного зерна кукурудзи досліджуваних гібридів та встановити відповідність його вимогам стандарту;

визначити вплив післязбиральної доробки на якість зерна кукурудзи;

- дослідити динаміку якості зерна кукурудзи різних гібридів залежно від умов та тривалості зберігання;

- встановити оптимальний термін зберігання зерна кукурудзи залежно від сортових особливостей та способів зберігання;

- виявити кореляційні взаємозв'язки між досліджуваними показниками якості зерна;

- розрахувати економічну ефективність тривалого зберігання зерна кукурудзи різних гібридів залежно від умов зберігання.

Перелік графічного матеріалу: рисунки, таблиці, графіки, діаграми.

Дата видачі завдання

«    » 2020 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи,

канд. с.-г. наук, доцент

Завадська О.В.

Завдання прийняв до виконання

Івашенко Ю.В.

# НУБІП України

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на 81 сторінці друкованого тексту, містить 9 таблиць та 22 рисунки. Список літератури нараховує 55 джерел.

Магістерська кваліфікаційна робота містить всі необхідні розділи та підрозділи згідно Положення про написання таких робіт, а саме: вступ, основну частину, висновки, пропозиції виробництву, список використаних джерел.

Основна частина роботи складається з трьох розділів. Перший (теоретичний) розділ присвячений огляду та аналізу літературних джерел. У другому розділі наведено дані щодо місця, ґрунтового-кліматичних умов господарства, у якому вирощували досліджувані гібриди, описана методика проведення досліджень, подана характеристика гібридів та застосована технологія їх вирощування. Третій розділ містить результати досліджень щодо вивчення якості зерна кукурудзи трьох гібридів, поширених у зоні Полісся, в процесі післязбиральної доробки та протягом тривалого зберігання в різних умовах. Наведені дані супроводжуються аналізом, на основі чого зроблено обґрунтовані висновки та пропозиції виробництву.

У результаті проведених досліджень вивчено динаміку фізичних, технологічних та біохімічних показників якості зерна кукурудзи залежно від сортових особливостей та способів зберігання, встановлено оптимальний термін і найбільш економічний вигідний спосіб зберігання зерна, що забезпечує мінімальні втрати кількості та якості.

КУКУРУДЗА, ЗЕРНО, ГІБРИД, ЯКІСТЬ, ДОРОБКА, ОЧИЩЕННЯ, СУШННЯ, СХОВИЩА, СПОСІБ ЗБЕРІГАННЯ, ТЕРМІН ЗБЕРІГАННЯ, РУКАВИ, ЕФЕКТИВНІСТЬ.

# НУБІП України

<b>ЗМІСТ</b>	
Вступ.....	8
Розділ 1 Огляд літератури.....	12
1.1. Поширення, стан виробництва та значення кукурудзи.....	12
1.2. Особливості зерна кукурудзи як об'єкта післязбиральної доробки та зберігання.....	15
1.3. Вплив технологій збирання та післязбиральної доробки на якість зерна кукурудзи.....	18
1.4. Сучасні технології післязбиральної доробки та зберігання зерна кукурудзи.....	20
Розділ 2 Місце, умови та методика проведення досліджень.....	27
2.1. Характеристика місця проведення досліджень.....	27
2.2. Характеристика ґрунтово-кліматичних умов.....	27
2.3. Схема проведення досліджень.....	31
2.4. Методика проведення досліджень.....	33
2.4.1. Методики проведення лабораторних аналізів.....	36
2.5. Технологія вирощування та післязбиральної доробки зерна кукурудзи в умовах СВК «Зоря».....	39
2.6. Характеристика досліджуваних гібридів.....	41
Розділ 3 Результати досліджень та їх аналіз.....	45
3.1. Дослідження якості зерна кукурудзи в процесі післязбиральної доробки.....	45
3.1.1. Урожайність та якість зерна після збирання.....	45
3.1.2. Тривалість післязбиральної доробки залежно від якості зерна.....	47
3.1.3. Динаміка показників якості зерна в процесі післязбиральної доробки.....	48

3.2.	Динаміка якості зерна кукурудзи різних гібридів залежно від способів та тривалості зберігання.....	52
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------	----

3.2.1.	Динаміка фізичних показників зурна кукурудзи в процесі зберігання.....	52
--------	------------------------------------------------------------------------	----

3.2.2.	Динаміка технологічних показників зурна кукурудзи в процесі зберігання.....	
--------	-----------------------------------------------------------------------------	--

3.2.3.	Динаміка біохімічних показників зурна кукурудзи в процесі зберігання.....	63
--------	---------------------------------------------------------------------------	----

Розділ 4	Економічна ефективність вирощування та зберігання зерна кукурудзи.....	67
	Висновки.....	72

	Пропозиції виробництву.....	76
--	-----------------------------	----

	Список використаних джерел.....	77
--	---------------------------------	----

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

# НУБІП УКРАЇНИ

## ВСТУП

Останніми роками зернові культури в нашій країні стали стратегічним товаром, що не тільки гарантує забезпечення споживачів продовольством, а й забезпечує стабільні прибутки. Як відомо, найпоширенішими у світовому виробництві є три зернові культури: рис, пшениця та кукурудза. До недавнього часу перше місце належало пшениці. Однак з часом зросли потреби галузі тваринництва, пріоритети змінилися. Останніми роками кукурудзу заслужено можна назвати світовою «царицею полів», як її називали в колишньому СРСР, оскільки вона стала лідером серед зернових культур – частка світового виробництва становить 42 % [48].

Україна є помітним гравцем на міжнародному зерновому ринку, щороку нарощує об'єми експорту зерна та закріпилася у першій п'ятірці найбільших експортерів. Так, протягом 2018-2019 маркетингового року експортовано понад 50 млн. т зерна (приріст склав 28 %), а за 2019-2020 МР – 57,3 млн. т (більше на 13,5%). За цього, перше місце впевнено займає зерно кукурудзи: у 2019-2020 МР експортували 30,3 млн. т зерна цієї культури, а пшениці – 20,5 млн. т. [28]. Середня урожайність кукурудзи в нашій країні у 2019 р. становила 7,2 т/га, що на третину менше порівняно із найбільшим світовим виробником – США. Це спонукає вітчизняних виробників до пошуку нових високоврожайних гібридів, можливих шляхів підвищення врожайності цієї культури, покращення якості вирощеного зерна, а також – впровадження таких способів та режимів зберігання, що забезпечать мінімальні втрати кількості та якості й допоможуть реалізувати зерно за максимально вигідними цінами.

Попит на зерно кукурудзи пояснюється її високою урожайністю та універсальністю використання. Всі частинки рослини використовуються. Так, із зерна виготовляють понад 150 різноманітних продуктів: борошно, крупу, пластівці, повітряну кукурудзу, глюкозу, спирт, харчовий крохмаль і навіть мед [20]. Кукурудзяне борошно використовують для виробництва пенива, бісквітів, запіканок. Із зародків виробляють калорійну олію, яка має лікувальні



властивості, оскільки знижує вміст холестерину в крові [36]. Стебла та стрижні використовують для виробництва целюлози, паперу, ацетону та ін. [47].

При вирощуванні на зерно в зонах достатнього зволоження кукурудза є гарним попередником під ярі культури, сприяє очищенню полів від бур'янів, а на зелений корм – оптимальним попередником для озимих. Кукурудза –

основна фуражна культура у світі. Завдяки досить високій калорійності (близько 360 ккал на 100 г) зерно цієї культури є одним з головних компонентів для виробництва силосу та комбикормів. Силос містить значну

кількість каротину, характеризується доброю перетравністю та високими дієтичними властивостями [33].

Зростання попиту на зерно кукурудзи призвів до концентрації виробництва, суттєво вплинув на структуру посівних площ. Часто цю культуру вирощують у сівозмінах з короткою ротацією як монокультуру. Це призводить

зниження врожайності, збільшення різноякісності зерна, зниження його збереженості. Різноякісність зерна особливо проявляється за подовження періоду сходів через несприятливі погодні умови, що часто спостерігається останніми роками.

Весь зібраний урожай кукурудзи доводиться зберігати протягом певного часу. Інколи період зберігання зерна може перевищувати період його вирощування. За цього, накопичуються великі партії зерна різного цільового призначення, які потребують швидкої стабілізації. Після надходження вологого

вороху на тік, необхідно якомога швидше провести післязбиральну доробку, враховуючи фізичні, біохімічні властивості зерна чи качанів, початкову якість, вимоги переробних підприємств.

Можливість тривалого зберігання зерна залежить від багатьох факторів, серед яких важливе значення мають сортові особливості, підготовка зерна до зберігання та безпосередньо самі умови зберігання у сховищах. У зв'язку із

значним збільшенням валових зборів зерна протягом останніх років відчувається дефіцит стаціонарних сховищ і виробники все частіше використовують для зберігання поліетиленові рукави. Збереженість зерна

кукурудзи у таких умовах, особливо нових гібридів, які щороку з'являються на вітчизняному ринку, вивчено недостатньо. Виходячи з цього, тема магістерської роботи, присвячена дослідженню якості зерна кукурудзи, поширених у виробництві нових гібридів, в процесі доробки та протягом тривалого зберігання за різних умов, є актуальною.

**Мета і завдання дослідження.** Мета роботи полягає у дослідженні зміни показників якості зерна кукурудзи різних гібридів залежно від сортових особливостей, способу і терміну зберігання.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконання таких завдань:

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- проаналізувати стан виробництва зерна кукурудзи, сучасні способи його доробки та зберігання;
- провести оцінку якості вирощеного зерна кукурудзи досліджуваних гібридів та встановити відповідність його вимогам стандарту;
- визначити вплив післязбиральної доробки на якість зерна кукурудзи;
- дослідити динаміку якості зерна кукурудзи різних гібридів залежно від способів та тривалості зберігання;
- встановити оптимальний термін зберігання зерна кукурудзи залежно від сортових особливостей та способів зберігання;
- виявити кореляційні взаємозв'язки між досліджуваними показниками якості зерна;
- розрахувати економічну ефективність тривалого зберігання зерна кукурудзи різних гібридів залежно від способів зберігання.

Для виконання поставлених завдань було закладено двофакторний дослід. Факторами досліджень стали гібриди та способи зберігання (умови звичайного сховища та поліетиленові рукави). Результати досліджень будуть цікавими для виробників, що займаються вирощуванням, доробкою, переробкою та зберіганням зерна кукурудзи. Досліджено зміни показників якості зерна кукурудзи в процесі доробки та тривалого зберігання, виявлено кореляційні взаємозв'язки між досліджуваними показниками, встановлено оптимальний

термін реалізації зерна різних гібридів при зберіганні його в умовах звичайного сховища та полімерних рукавах.

**Предмет досліджень** – зерно кукурудзи гібридів «ДКС 3730», «Каньйонс» та «Феномен», вирощене в умовах СВК "Зоря» Чернігівської області.

**Об'єкт досліджень** – початкові показники якості зерна кукурудзи та їх зміна в процесі доробки та під час тривалого зберігання.

Як контроль серед досліджуваних гібридів використали вивчений, поширений у виробництві гібрид компанії Монсанто ДКС 3770, внесений до Реєстру сортів рослин у 2016 р. [6]. Серед досліджуваних способів зберігання контролем було зерно в умовах звичайного сховища.

**Методи досліджень:** польові, лабораторні дослідження посівних, фізико-хімічних, і технологічних показників якості зерна кукурудзи, статистичні методи аналізів результатів досліджень.

Результати досліджень були представлені на міжнародних конференціях, за підсумками яких опубліковано тези доповідей.

1. Іващенко Ю.В., Завадська О.В. Дослідження якості зерна кукурудзи різних гібридів, вирощеного в умовах СВК «Зоря» Чернігівської області // Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і спеціалістів (с. Центральне, 23 квітня 2021 р.) / НААН, МПП ім. В.М.

Ремесла, М-во розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України, Укр ін.-т експертизи сортів рослин. Електронний ресурс <http://confex.ua/esr.sops.gov.ua>, 2021. – С. 51-52

2. Завадська О. В., Іващенко Ю. В. Вплив умов вирощування на якість зерна кукурудзи // Теоретичні та практичні аспекти сучасних систем землеробства: матеріали Міжнар. наук.-практ. інтер.-конф. присвяч. 150-річчю заснування кафедри землеробства ім. О. М. Можейка, 25 червня 2021 р. Харків: Друкарня Мадрид, 2021. – С.50-53.

## РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

# НУБІП України

### 1.1. Поширення, стан виробництва та значення кукурудзи

# НУБІП України

Через високу потенційну врожайність, генетичну різноманітність, універсальність використання та різноманітні способи реалізації кукурудза є найпоширенішою культурою у світовому рослинництві [3,13]. Вона приваблива для усіх виробників, незважаючи на об'єми, її вирощують як крупні, потужні компанії, агрохолдинги, так і невеликі фермерські господарства. В нашій країні теж кукурудза займає перше місце серед зернових з часткою виробництва близько 45 %, тоді як пшениця – 37 % [22].

# НУБІП України

Перше місце в світі за площею посівів кукурудзи впевнено посідає Китай – 41 млн. га, а друге – Сполучені Штати Америки (31,1 млн. га) [8]. Протягом останніх 10 років спостерігається щорічний помітний приріст посівних площ під цією культурою і серед вітчизняних виробників. Так, посіви кукурудзи займають в Україні 4,6 млн. га, що забезпечує їй дев'яте місце у світі. Основні площі зосереджені в центральних, східних та південних областях [22].

# НУБІП України

Затребуваність кукурудзи зумовить неминуче зростання попиту на неї і надалі. На рисунку 1.1 показано стан світового виробництва з 1960 р та прогноз до 2050 р. [36]. Як свідчать дані рисунка, до 2050 року валові збори урожаю зерна кукурудзи зростуть до 1,4 млрд. т, а приріст виробництва становитиме 300 млн.т при кількості населенні планети 9,73 млрд. та споживанні на душу населення 131 кг/рік. При фіксованих площах посівів досягнення такого приросту буде можливим тільки за рахунок підвищення урожайності цієї культури. Тому, щороку селекціонери різних країн створюють нові гібриди кукурудзи з високою стійкістю до стресових умов, екологічною пластичністю й стабільною продуктивністю.

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

Сьогодні вітчизняні виробники виробляють зерно кукурудзи, переважно, на експорт, однак перспектива на майбутнє – переробка. Найбільший ефект виробник отримає від експорту переробленого продукту з доданою вартістю, що забезпечить надходження у бюджет, розвиток економіки держави [39].

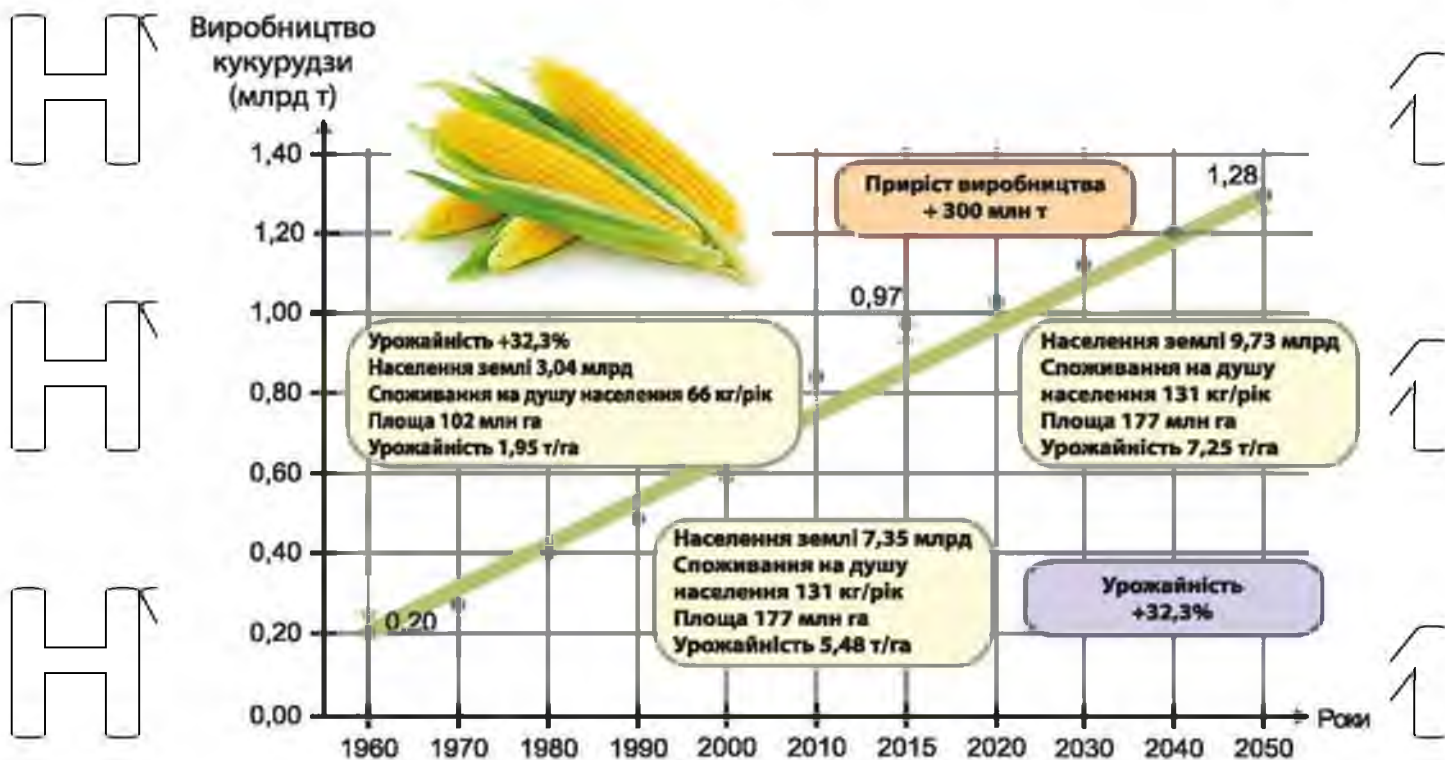


Рис. 1.1. Стан та прогноз світового виробництва зерна кукурудзи, млрд. т

За період вегетації у зерні кукурудзи накопичується 65-70 вуглеводів, серед яких переважає крохмаль, 9-12 % білків, 4-8 жирів, близько 2 % клітковини (рис. 1.2) [12,53]. Зерно містить мікроелементи, вітаміни, а важливі мінеральні речовини (близько 1,5 %). Кукурудзяний білок має незамінні амінокислоти – триптофан та лизин. У зародку, який займає майже третину зернівки, міститься до 35 % жиру [19,35].

Кукурудза – основна фуражна культура, яка забезпечує галузь тваринництва концентрованими кормами, силосом та зеленою масою. Через досить високий вміст білка та жиру кукурудзяне зерно є збалансованим цінним кормом для тварин. У 100 кг зерна міститься 134 кормові одиниці й близько

8 кг протеїну [51]. Однак цінність її не обмежується тільки кормовими властивостями.



Рис. 1.2. Узагальнений вміст біохімічних показників у зерні кукурудзи

У наш час кукурудзи має тисячі різних способів застосування й кожна частинка її використовується для переробки [9]. Однак ще і досі з'являються нові продукти з кукурудзи. Так, порівняно нова галузь використання продуктів переробки – виробництво безпечних для довкілля фарб. Ще одним прикладом може бути виробництво засобу проти замерзання злітно-посадкових смуг для літаків, що не спричиняє корозії металу [30].

За даними Maisadour Semences, у країнах Європи спостерігається тенденція до збільшення об'ємів зерна кукурудзи у переробних галузях. За цього, найбільша кількість зерна використовується на виробництво крохмалю (близько 18%) та круті борошна (8-9%) [3].

Кукурудзяний крохмаль має здатність поглинати вологу в 300 раз більше, ніж його маса, тому він значно підвищує гігроскопічні властивості картону, поліграфічного паперу, матеріалів для пакувань, використовується для виробництва дитячих підгузків і автомобільних фільтрів [55]. Крім того, крохмаль до складу продуктів для дитячого та дієтичного харчування, аспірину,

напівфабрикатів для виготовлення кондитерських виробів, косметичних засобів [42].

Кукурудзяна олія – цінний продукт, що використовується для виробництва майонезу, маргарину, картопляних чипсів, соусів, різноманітних приправ. Її застосовують також для технічних цілей при виробництві лінолеуму, мила, інсектицидів та лакових виробів [39].

Кукурудза – визнаний дієтичний продукт, хоча калорійність її досить висока – 120 кал/100 г. Вона містить біологічно активні компоненти, що мають здатність зв'язувати шкідливий холестерин, регулювати його рівень. Кукурудзу рекомендують вживати діабетикам, алергікам, при анорексії, захворюваннях печінки, ожирінні [33].

Таким чином, кукурудза – найпоширеніша зернова культура на міжнародному ринку, попит на яку стабільно зростає, характеризується універсальністю використання, пластичністю та високою продуктивністю. Важливе значення має вчасна післязбиральна доробка зерна та правильна організація його зберігання для запобігання втрат виробленого врожаю.

## 1.2. Особливості зерна кукурудзи як об'єкта післязбиральної доробки та зберігання

Для ефективного проведення післязбиральної доробки, організація тривалого зберігання без кількісно-якісних втрат, необхідно добре знати об'єкт, враховувати його фізичні, біохімічні механічні особливості [44]. Так, під час різних способів очищення зерна враховують різницю між зерном та домішками за товщиною, шириною, довжиною, питомою масою та парусністю. Під час сушіння обов'язково враховують теплофізичні показники такі як теплоємність, теплопровідність, температуропровідність зернових мас, їх шпаруватість [15].

Часто об'єктом доробки та зберігання є нді качани кукурудзи. У такому випадку потрібно враховувати, що стрижень та зерно відрізняються як за біохімічними властивостями, так і за хімічним складом. Стрижень забезпечує

транспортування хімічних елементів до зерна та є остовом качана. У зерні ж нагромаджуються поживні речовини, еполуки, основна функція яких – відтворення рослини. Співвідношення стрижня та зерна у качанах залежить від умов вирощування, сортових особливостей та коливається у межах від 78 до 87%. Цей показник значно впливає на інтенсивність проходження хімічних та фізичних процесів у насипах [50].

Якщо розглядати зерно кукурудзи, як об'єкт доробки та зберігання, потрібно враховувати, що воно має досить великий зародок, порівняно із зерном інших культур. Так, вміст його коливається у межах 7,5-15,3% у вітчизняних сортах та 10-14 % – американських. Це спричиняє особливості доробки, особливо сушіння зерна [15].

Вміст основних біохімічних речовин у зернівці залежить від багатьох факторів, серед яких найважливішими є сортові особливості, ботанічний підвид, умови вирощування, особливо живлення, збирання, доробки та зберігання. Основні запасні речовини розподілені у зерні нерівномірно (табл. 1.1)

Таблиця 1.1

**Середній вміст основних біохімічних компонентів у різних частинах зернівки кукурудзи, %**

Частини зернівки	Вміст у зерні, %				
	крохмалю	білків	олії	клітковини	золи
Ціле зерно	60,5-76,0	6,5-19,8	3,5-7,5	1,71-2,70	0,90-2,12
Зародок	1,4-5,6	14,2-26,0	17,0-57,1	2,45-5,21	7,30-10,62
Ендосперм	77,0-84,2	7,2-11,4	0,62-0,75	2,55-2,45	0,33-0,80

У зародку зосереджена найбільша кількість поживних речовин, зокрема білків, та жирів – близько 25 % мінеральних речовин та 73-75 % білкових від цілої зернівки. Досліджено також, що зародок кукурудзи значно швидше вбирає вологу, ніж інша частина зернівки, набухаючи при цьому й повільніше віддає її. Тому він найбільше пошкоджується під час теплового сушіння [12].



Крім того, зерно кукурудзи має тверду, щільну оболонку, яка погано пропускає вологу. Якщо неправильно підібрати початкову температуру повітря, яке подається у сушарку, оболонки розтріскуються, зерно стає непридатним для подальшого зберігання [14].

Натура та маса 1000 зерен – показники, що свідчать про виповненість зерна, стан ендосперму. Маса 1000 зерен залежить від умов вирощування та ботанічних підвидів та коливається у межах від 80 до 450 г. Вищими показниками характеризується напівзубовидна та зубовидна кукурудза.

Натуру обов'язково враховують для зерна борошномельного призначення, оскільки існує пряма кореляційна залежність між цим показником та виходом борошна. Нормально виповнене зерно кукурудзи характеризується досить високими показниками натури та маси 1000 насінин. За правильних умов зберігання спостерігається незначні зміни цих показників [34].

Зерно кукурудзи, як і інших культур, характеризується досить високою гігроскопічністю, тобто має здатність поглинати водяний пар із навколишнього середовища, якщо повітря вологе, чи навпаки десорбувати його при контакті із сухим теплим повітрям [55]. Досліджено, що обмін вологою відбувається, в основному, через зародок. Цю властивість використовують при встановленні режимів сушіння [18].

Інтенсивність вологообміну в насипах зерна кукурудзи значно залежить від їх шпаруватості, наявності проміжків, заповнених повітрям. Шпаруватість насипів кукурудзи досить висока через геометричні розміри насіння, що полегшує переміщення вологи. Шпаруватість насипів коливається в значних межах і найбільше залежить від сортових особливостей та умов вирощування. Так, за даними Гслика М.Г., шпаруватість насипів сорту Грушевська становить близько 40 %, а сорту Мінезота змінюється у межах від 13 до 41 % [4].

Структура шпарин насипу, порівняно з іншими зерновими культурами, дещо відрізняються, є окремі шпарини, більші за розміром. Це впливає на вищу температуропровідність (швидкість зміни температури), порівняно з іншими культурами, у .т. й пшеницею [50].

Міцність зернівки кукурудзи, стійкість їх до травмувань під час доробки, транспортно-завантажувальних робіт, переміщень значно залежить від хімічного складу, консистенції ендосперму, його щільності, розміру зернівок, ботанічного підвиду. Так, досліджено, що зерно сортів кременистого типу міцніше, витримує більше навантаження, порівняно з крохмалистим. Крім того на цей показник значно впливає вологість зерна: з підвищенням вологості зростає кількість травмованих зерен [38].

Таким чином, зерно кукурудзи, як об'єкт доробки та зберігання, значно відрізняється від зерна інших культур за біохімічними, фізичними, теплофізичними показниками. Для запобігання травмувань зерна під час доробки, забезпечення його тривалого зберігання ці особливості необхідно враховувати.

### 1.3. Вплив технологій збирання та післязбиральної доробки на якість зерна кукурудзи

Плануючи збирання зерна кукурудзи необхідно, насамперед, враховувати його вологість, вологовіддачу, а також – цільове призначення. На сьогодні основним способом збирання врожаю є прямий з одночасним обмолотом комбайном. Вологість зерна за такого способу збирання не має перевищувати 30 %, інакше спостерігається його значне травмування [26,40].

Крім того, розраховано, що низька вологість зерна під час збирання економить витрати рідкого палива під час сушіння близько 8,0-8,5 кг на кожній плановій тонні, що актуально зараз. Качани кукурудзи насінневого призначення рекомендують відразу не обмолочувати, а їх вологість під час збирання має бути не вищою ніж 25 %.

Важливе значення має вологовіддача зерна, яка змінюється у процесі його дозрівання та залежить від вологості (зменшується зі зменшенням вологості зернівки). Так, середньодобове значення вологовіддачі становить 0,7-1,2 % за вологості зерна 35-40 % та 0,3-0,4 % – за 25-30 %. Досліджено, що

інтенсивність вологовіддачі практично дорівнює нулю за середньодобової температури повітря  $+5-6^{\circ}\text{C}$  та його вологості 85-90 % [14]. Очевидно, що планувати збирання в пізніші терміни недоцільно, оскільки зростатимуть і витрати палива на сушіння зерна.

Зараз з метою економії палива планують пізні, навіть зимове збирання урожаю кукурудзи. Однак, затримка зі збиранням врожаю може призводити до негативних наслідків, оскільки підвищується можливість додаткового зволоження через випадання опадів, погіршується вологовіддача зерна.

Досліджено, що під впливом мінусових температур сухе зерно проморозується, що полегшує його обмолот. Однак, при підвищенні температури навколишнього середовища, через танення кристалів льоду, зерно зволожується, інтенсивність дихання його підвищується, масово уражується хворобами, плісневими грибами, може виникати навіть самозігрівання. Таке

зерно необхідно якомога швидше висушити. Тому, пізні чи зимове збирання є досить ризикованими і може застосовуватися тільки для зерна кормового призначення [15].

Найвідповідальнішим процесом доробки зерна кукурудзи є його сушіння.

Для сушіння великих партій зерна використовують теплове сушіння у сушарках різних типів: шахтних, рециркуляційних, колонкових, камерних для качанів. Основна вимога до них – урахування особливостей зерна, запобігання травмуванню його, забезпечення вимог щодо якості та низькі енергозатрати.

Зерно кукурудзи, порівно з іншими зерновими, характеризується досить низькою термостійкістю, через що воно схильне до травмування [52]. Тому під час сушіння обов'язково враховувати такі фактори.

1) *початкову вологість зерна* – вона має не перевищувати 32 % (при вищій травмування значно зростає);

2) *максимально-допустиму температуру зерна*, яка залежить від типу зерна та його цільового призначення і становить не більше  $+35^{\circ}\text{C}$  для зерна насінневого призначення чи харчової промисловості; до  $+45^{\circ}\text{C}$

призначеного для переробки на крохмаль; +50°C – для виробництва кормів;

3) тип сушарки та особливості сушіння зерна у ній – у шахтних прямоточних сушарках зниження вологості за один пропуск не перевищує 5%, тривалість експозиції становить 40-60 хв. залежно від початкової вологості, а у камерних сушать за один пропуск протягом 1-2 днів [34,38].

Кінцева вологість, до якої сушать зерно кукурудзи, також залежить від його цільового призначення й становить, %: 12-13 – для зерна, призначеного для тривалого зберігання (більше року), 13-14 – для зберігання до 1 року; 14-15 – для переробки на крупи; 15-16 – для виробництва комбикормів [23].

При організації сушіння потрібно передбачити максимальну можливість економії палива, оскільки загальна частка його становить до 90 % від загального енергоспоживання [7]. Задля економії палива зраз багато виробників переводять сушарки на тверде паливо чи шукають інші шляхи зниження енергозатрат, зокрема для невеликих партій використовують повітряно-сонячне сушіння, для сирого зерна фуражного призначення – хімічне консервування чи силосування. Сушіння невідігрітим атмосферним повітрям (повітряно-сонячне), зазвичай триває 4-8 днів і залежить від погодних умов [49]. За такого сушіння менше травмуються зародки, але через його значну тривалість підвищується ризик зараження зерна мікроорганізмами. Однак партії зерна продовольчого та насінневого призначення для тривалого зберігання необхідно висушувати до рівня критичної вологості (не більше 14 %).

#### **1.4. Сучасні технології післязбиральної доробки та зберігання зерна кукурудзи**

Післязбиральна доробка спрямована на стабілізацію зернової маси, доведення її до вимог стандарту перед реалізацією чи підготовка до зберігання. Щоб забезпечити ефективну доробку, підібрати робочі органи зерноочисних

машин. встановити оптимальний режим сушіння, необхідно визначити початкову якість зерна, його вологість, а також – наявність зернової та смітної домішок, їх фракційний склад. Тому процес доробки починають з визначення фактичних показників вологості та засміченості [38].

Післязбиральна доробка зерна кукурудзи передбачає його очищення, сушіння, вентилявання та знезаражування за потреби. негайно потрібно очищувати зерно, яке містить домішки, що можуть передавати запах, а також з підвищеною вологістю. У свіжозібраних зернових масах з підвищеною вологістю та вмістом домішок інтенсивність дихання дуже висока. Це підвищує ризик виникнення та швидкого розвитку процесу самозігрівання. Якщо немає змоги швидкого сушіння зерна, для попередження самозігрівання використовують охолодження, але цей захід застосовують як тимчасовий.

Згідно вимог діючого стандарту, вологість зерна кукурудзи після її доробки має становити до 15 %, вміст зернової домішки бути в межах від 3 до 15 %, а смітної – не більше 1-5 % залежно від напрямку використання зерна [39, 50].

Досліджено, що за неправильної організації процесів доробки, зерно значно травмується й навіть стає непридатним для використання на певні цілі. Кожен прохід зернівки через очисні машини, контакт їх з твердими нагрітими поверхнями підвищує ризик виникнення тріщин, а навіть мікротріщини в межах зародка можуть призводити до часткової чи повної втрати їх життєздатності [13,47]. Особливо під час доробки травмуються зерна зубовидної та кременистої кукурудзи [19].

На елеваторах, підприємствах, що займаються доробкою зерна кукурудзи, на сьогодні використовують різні схеми доробки на поточних лініях, залежно від початкової вологості зерна, а саме:

1. Схема для доробки зерна з вологістю до 30% (найпоширеніша): пряме збирання - комбайновий обмолот – очищення - сушіння у шахтних сушарках – охолодження - закладання на зберігання.

2. Схема для доробки зерна з вологістю понад 30 %: збирання в качанах - сушіння качанів у сушарках камерного типу до вологості 18-25 % - обмолочування - очищення - досушування - охолодження - закладання на зберігання (застосовують доступінчасте сушіння) [26,39].

Як уже зазначалося, зерно кукурудзи як об'єкт доробки, характеризується низькою вологовіддачею, що потрібно враховувати під час сушіння. Крім того, щільна оболонка уповільнює процес випаровування вологи, яка розподіляється нерівномірно. Через це виникає різне напруження на тканини в процесі сушіння й спричиняє появу мікротріщин всередині зернівки без порушення цілості оболонки [9,55]. Для уникнення тріщинуватості підбирають м'які режими сушіння зерна, враховуючи температуру повітря, початкову вологість зерна та особливості сушарок. Досліджено, що крупні зерна під час сушіння травмуються частіше, ніж дрібні.

Найчастіше для сушіння зерна кукурудзи зараз використовують шахтні сушарки (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Прямоточна шахтна сушарка Vesta для сушіння зерна кукурудзи

Зерно на сушіння може надходити з різною вологістю, однак ефективно можна організувати процес, якщо вона відрізняється не більше 2 %. При сушінні зерна з вологістю понад 20 % для запобігання пошкодженню оболонок чи утворенню тріщин, застосовують двоступінчатий режим сушіння, знижуючи вологість за один прохід не більше 4-5 %. Максимальна температура нагрівання зерна має бути не більше 50°C (для насіння менше), а температура теплоносія – не вище 120-130 °C.

Шахтні сушарки мають досить широкий ряд, різну продуктивність, бувають стаціонарними чи мобільними. Продуктивність одного модуля таких сушарок може коливатися від 5 до 50 т/год. При облаштуванні кількох модулів може бути збільшена до 100 т/год і більше.

Партії зерна кукурудзи для сушіння у шахтних сушарках об'єднують у групи за вологістю до 17 %, від 17 до 22 % та більше 22 %. Максимальна температура нагрівання зерна має бути не більше 50°C (для насіння менше), а температура теплоносія – не вище 120-130 °C.

Оскільки найчастіше внутрішні тріщини з'являються на останніх стадіях сушіння, застосовують комбіноване двоетапне сушіння. Для зниження енергозатрат до вологості 17-18 % зерно висушують за допомогою теплового сушіння, найчастіше на шахтних сушарках, а потім – повільно досушують у режимі вентиляції та охолодження. Швидке охолодження після сушіння збільшує ризик розтріскування зерна.

Під час зберігання зерна намагаються ввести його у стан анабіозу, за якого значно уповільнюються процеси дихання. Факторами, за допомогою яких регулюють інтенсивність дихання зерна є вологість, температура та газовий склад повітря. Тому, найпоширенішими режимами зберігання зерна є зберігання в сухому, охолодженому стані та без доступу повітря. Кожен із цих режимів має свої переваги та недоліки. Найсприятливішим для тривалого зберігання є режим зберігання у сухому стані за вологості на 1-2 % нижче критичної (12-13 %). Найкращого ефекту досягають при поєднанні двох режимів, а саме: зберігання сухого зерна в охолодженому стані.

Охолодженими вважають маси зерна, температура у всіх шарах яких не перевищує  $+10^{\circ}\text{C}$ . Зниження температури на  $5^{\circ}\text{C}$  вдвічі підвищує стійкість зерна. Оптимальною для тривалого зберігання зерна вважають температуру в межах  $0-50^{\circ}\text{C}$  [19, 36].

За даними Н.Я. Кирпи, Н.П. Козьміна, В.Л. Кретовича, Г.П. Жемели, Г.І. Подпрятова та інших дослідників [9, 13, 36] за доброго доступу кисню у зерні відбувається аеробне дихання, а за його нестачі зерно переходить на анаеробне дихання, у результаті якого накопичується етиловий спирт. Режим зберігання без доступу кисню повітря застосовують для зерна кукурудзи з вологістю понад 30 %. Інтенсивність дихання такого зерна досить висока, наявний у проміжках кисень швидко використовується, відбувається самоконсервування. Небезпечно зберігати у безкисневих середовищах вологе зерно кукурудзи насінного призначення, оскільки накопичення етилового спирту навіть у межах 1 % знижує життєдіяльність зародків чи навіть призводить до їх загибелі, значно погіршує схожість зерна [24, 44].

Зерно кукурудзи зберігають у різних типах сховищ, серед яких найпоширенішими для тривалого зберігання є металеві сховища бункерного типу, одноповерхові типові сховища та елеватори [5].

Порівняно новим способом зберігання зерна кукурудзи, що дозволяє мінімізувати енергетичну складову та початкові капіталовкладення, є зберігання в багатошарових поліетиленових рукавах різної місткості (рис. 1.4).

За даними виробників, вартість зберігання у рукавах може бути вдвічі-втричі нижчою, ніж на елеваторах. Тут використовують описаний вище режим зберігання без доступу кисню.

Технологія зберігання в рукавах започаткована в Аргентині, використовувалася спочатку для зерна кормового призначення. Так, за даними Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria в цій країні у 2003 році близько 2,6 млн. т вирощеного зберігалася у поліетиленових мішках [36]. Зараз ця технологія завойовує довіру і серед вітчизняних виробників. Однак на теренах



Інтернет-простору можна зустріти багато негативних відгуків про такий спосіб зберігання.



Рис. 1.4. Зберігання зерна кукурудзи в багатошарових полімерних рукавах

Основними перевагами зберігання зерна у рукавах є відсутність значних початкових капіталовкладень, простота, забезпечення диференційованого зберігання зерна за сортами, якістю, можливість планування збіральних робіт та дорожки, термінів реалізації зерна за вигідними цінами. Особливо затребуваними цей спосіб зберігання стає у роки перевиробництва зерна.

Основним недоліком такого зберігання, на думку українських виробників, є можливість пошкодження мішків гризунами, птахами чи людьми. Ще однією проблемою є складність вивантаження рукавів у дощову погоду [23].

Загалом, вартість зберігання 1 т зерна залежатиме, насамперед від маси зерна. Наприклад, середня вартість зберігання 1000 т зерна коштуватиме близько 340 грн/т, а 5000 т – 135 грн/т. Така помітна різниця у вартості пов'язана, насамперед, з амортизацією техніки [11].

Таким чином, як свідчать літературні джерела, кукурудза – основна культура в світовому та українському рослинництві, попит на яку щорічно стабільно зростає. Продуктивність та якість зерна залежить від багатьох факторів, серед яких важливе місце мають сортові особливості, умови вирощування та доробки. Для гарантування продовольчої безпеки, можливості експортування зерно протягом року за вигідними цінами, вирішальне значення має організація правильного зберігання.

Тривалість періоду зберігання зерна інколи перевищує тривалість періоду вирощування. Протягом усього цього періоду відбуваються фізичні, біохімічні, фізіологічні процеси, що може призводити до значного погіршення початкових показників, зниження харчової цінності. Успішність зберігання зерна значно залежить і від сортових особливостей. До завдань досліджень входила комплексна оцінка початкової якості вирощеного зерна кукурудзи різних гібридів, встановлення відповідності його вимогам стандарту, визначення оптимальної схеми доробки, дослідження вологовіддачі зерна різних гібридів та ступеня травмування його під час сушіння й очищення, виявлення кореляційних взаємозв'язків між досліджуваними показниками, що дозволить спрогнозувати придатність його до тривалого зберігання чи можливість використання різних видів переробки.

Протягом останніх 10 років серед українських виробників зростає зацікавленість до технології зберігання зерна кукурудзи у багатошарових поліетиленових рукавах. Успішність такого способу зберігання залежить від багатьох факторів, у т.ч. й сортових особливостей. Це питання на сьогодні є недостатньо вивченим. Тому, магістерська робота присвячена дослідженню якості зерна кукурудзи різних гібридів у процесі його доробки та під час зберігання у різних умовах, є актуальною.

НУБІП України

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 2

### МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Характеристика місця проведення досліджень

Для виконання поставленої мети та завдань досліджень було закладено двофакторний дослід, який включав польові та лабораторні дослідження, які проводили протягом 2020-2021 рр. Зерно кукурудзу досліджуваних гібридів вирощували в умовах СВК «Зоря», яке територіально розміщене в с. Шаболіасівка Сосницького району Чернігівської області. Село розташоване на відстані 42 км від районного центру на автомагістралі Новгород-Сіверський – Чернігів. Місцевість місця проведення досліджень здебільшого рівнинна.

СВК «Зоря» займається вирощування сільськогосподарських культур, основна з них – кукурудза. Значні площі займає соняшник, ріпак, озима пшениця, менші – картопля. Керівник господарства – Івашенко Юрій Вікторович, який одночасно є і основним виконавцем досліджень.

Лабораторні дослідження, зберігання зерна проводили в навчально-науково-виробничій лабораторії «Переробки продукції рослинництва» кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва ім. проф. Б.В. Лесика Національного університету біоресурсів і природокористування України.

#### 2.2. Характеристика ґрунтово-кліматичних умови

Згідно із загальноприйнятим районуванням, зона Полісся є зоною мішаних лісів, яка розмішена у помірно-холодних кліматичних умовах.

На території СВК «Зоря» переважають дерново-підзолисті супіщані ґрунти. Є невелика кількість світло-сірих опідзолених, темно-сірих та сірих лісових ґрунтів. Трапляються також чорноземи опідзолені та торфові ґрунти, на яких ростуть багаторічні трави. На околицях села є багато водойм, існує

досить розгалужена сітка невеликих річок, які входять до басейну річки Убідь. Торф'яники залягають в основному біля річок.

Торфові ґрунти мають високу пористість 70–80 %, значний запас органічної речовини, однак у посушливих умовах швидко пересихають, ущільнюються, що погано впливає на розвиток кореневої системи рослин.

У СВК «Зоря» переважають ґрунти легкого механічного складу. Тому, при пересушуванні вони здатні вивітрюватись, а інтенсивних дощів – змиватись водою.

Ємкість вбирання ґрунту впливає на взаємодію хімічних добрив, гербіцидів, пестицидів з рослинами. Супішані ґрунти легкого механічного складу втрачають значну кількість гербіцидів, мінеральних добрив. Це враховують при встановленні необхідної дози – вона має бути вищою, порівняно з іншими зонами. Для підвищення ємкості вбирання ґрунту також збільшують кількість органічних добрив, використовують сидерати.

Основні дані, що характеризують поширені в господарстві ґрунти, наведено у табл. 2.1

Таблиця 2.1

### Характеристика ґрунтів, поширених у СВК «Зоря»

Тип ґрунту	Гумусовий горизонт, см	Глибина орного шару, см	Механічний склад	Вміст гумусу, %	рН сольової витяжки	Ступінь насиченості основами, %	Забезпеченість ґрунту рухомими формами, мг на 100г ґрунту		
							N	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O
Дерново-підзолисті	16	35	п'щані	2,63	3,0	75,6	0,20	0,05	0,25
Світло-сірі опідзолені	14	38	легкий суглинок	4,45	5,9	72,4	0,25	0,10	0,27
Темно-сірі опідзолені	40	44	легкий суглинок	6,34	6,1	89,4	0,40	0,15	0,20

Найбільший гумусний горизонт (40 см) та глибина орного шару у темно-сірих опідзолених ґрунтах, однак вони займають незначні площі. До складу гумусу входять різні органічні кислоти, які впливають на розвиток хімічних елементів, накопичення вологи та повітря ґрунту.

Вологість на даних ґрунтах різна. В основному вона низька тому, що механічний склад ґрунтів легкий. Наприклад, на дерново-підзолистих ґрунтах – до 40 %. Влітку на таких ґрунтах волога може випаратись до глибини 1 см, і тому велике значення мають літні опади, які зберігають верхній шар ґрунту.

Чернігівська область має площу 31,8 тис. км<sup>2</sup> і займає третє місце серед і є однією з найбільш аграрно-розвинутих областей України. Клімат області помірно-континентальний, достатньо теплий та вологий з теплим літом та м'якою зимою. Середня багаторічна температура повітря за рік (середньорічна) становить +6,7°С (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

### Середньобогаторічна температура повітря у місці проведення досліджень, °С

Показник	Місяці												За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Середньобогаторічна температура повітря, °С	-6	-8	7,1	8,9	14,5	17,3	19	17,9	13	7,2	1	-3,8	6,7

Максимальна температура влітку досягає +38 °С, а мінімальна взимку – мінус 34 °С. Середня тривалість безморозного періоду становить 155-170 діб, а вегетаційного, з температурою понад 15°С – 105-110 діб. Тривалість безморозного періоду в повітрі складає 168–1875 діб, а на поверхні ґрунту – 143–168 діб.

Температурний режим помірний, визначається тривалістю високих температур повітря, які припадають саме на середину вегетаційного періоду. Період активної вегетації з температурою повітря вище +10 °С триває 170-175

днів. Відносна вологість повітря в середньому за рік становить 64 %. Кукурудза – теплолюбна культура. Середня багаторічна сума активних температур у межах 2600–2900 °С забезпечить вирощування середньостиглих гібридів.

Останніми роками наша у нашій країні помітно зростають температури повітря, зменшується кількість опадів та їх ефективність через швидке випаровування. Значна їх кількість витрачається на випаровування й не потрапляє у глибші шари ґрунту. Це негативно позначається на продуктивності рослин, якості вирощеного врожаю.

Середня багаторічна кількість опадів у зоні проведення досліджень коливається у межах 550–600 мм (табл. 2.3). Найбільша їх кількість припадає на літні місяці, а найменша – зимові. Взимку, в окремі роки, встановлюється сніговий покрив до 40 см. Режим зволоження території господарства, в основному, є сприятливим для вирощування кукурудзи. Однак, в окремі роки все частіше трапляються ґрунтові засухи.

Таблиця 2.3

**Середня багаторічна кількість опадів у місці проведення досліджень, мм**

Показник	Місяці												За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Середньо-багаторічна кількість опадів, мм	29	28	30	42	52	72	58	50	39	41	35	36	550

Зміна клімату в останні роки стала не тільки шоком, а й справжнім випробуванням для виробників сільськогосподарських культур. Чернігівщина не стала винятком. Тут теж спостерігається чітка тенденція до значного зменшення кількості річних опадів, збільшується нерівномірність їх випадання на фоні значного зростання середньорічної температури.

Річна норма опадів підтримується, здебільшого, за рахунок інтенсивних короткочасних злив. Іноколи за добу випадає місячна норма й навіть більше. Це створює не прогнозовані умови й навіть катаклізми. Частішають відхилення

фактичних показників температури та кількості опадів від середніх багаторічних. Серед несприятливих погодних явищ для вирощування досліджуваної культури на території області є сильний вітер, град, інтенсивні зливи, що призводять до вимивання ґрунту.

Рослини кукурудзи досліджуваних гібридів вирощували протягом 2020-2021 рр. Урожай, отриманий у 2020 р., заклали на тривале зберігання. Кліматичні умови 2020 року значно відрізнялися від середніх показників. Березень та квітень були досить прохолодними з малою кількістю опадів, що створило проблеми з можливістю отримання дружніх посівів. Крім того, через недостатньо сніжну зиму відчувався дефіцит вологи в ґрунті. Сходи були не вирівняні та досить слабкі. У травні спостерігалися рясні опади й навіть грози. Початкові етапи росту кукурудзи відбувалися на фоні надмірного зволоження. Однак потім почалася спека й на момент формування генеративних органів тривала посушлива погода. Липень зазнав локальним випадінням значної кількості опадів, а впродовж серпня та вересня трималася посушлива погода. Через нестачу вологи значна кількість рослин навіть не формували качани. Тобто, загалом, 2020 рік був досить важким для виробників кукурудзи, продуктивність рослин знизилася.

Таким чином, ґрунтово-кліматичні СВК «Зоря» загалом сприятливі для вирощування кукурудзи на зерно. Однак в останні роки спостерігається нестача вологи на фоні підвищення середньорічних температур. Все це вимагає від виробників швидких змін у технологіях вирощування, а селекціонерів – створення нових посухостійких сортів та гібридів.

### 2.3. Схема проведення досліджень

Для дослідження відібрано зерно трьох гібридів кукурудзи, іноземної селекції, вирощене в СВК «Зоря», що розташоване у Чернігівській області.

Для складання робочої програми досліджень було використано попередні спостереження, проведені автором, огляд літератури з теми магістерської роботи (рис. 2.1). Це дозволило вибрати оптимальний набір дослідних варіантів та надало можливість підтвердження робочої гіпотези.

Дослідження якості зерна кукурудзи різних гібридів в процесі післязбиральної доробки та протягом тривалого зберігання

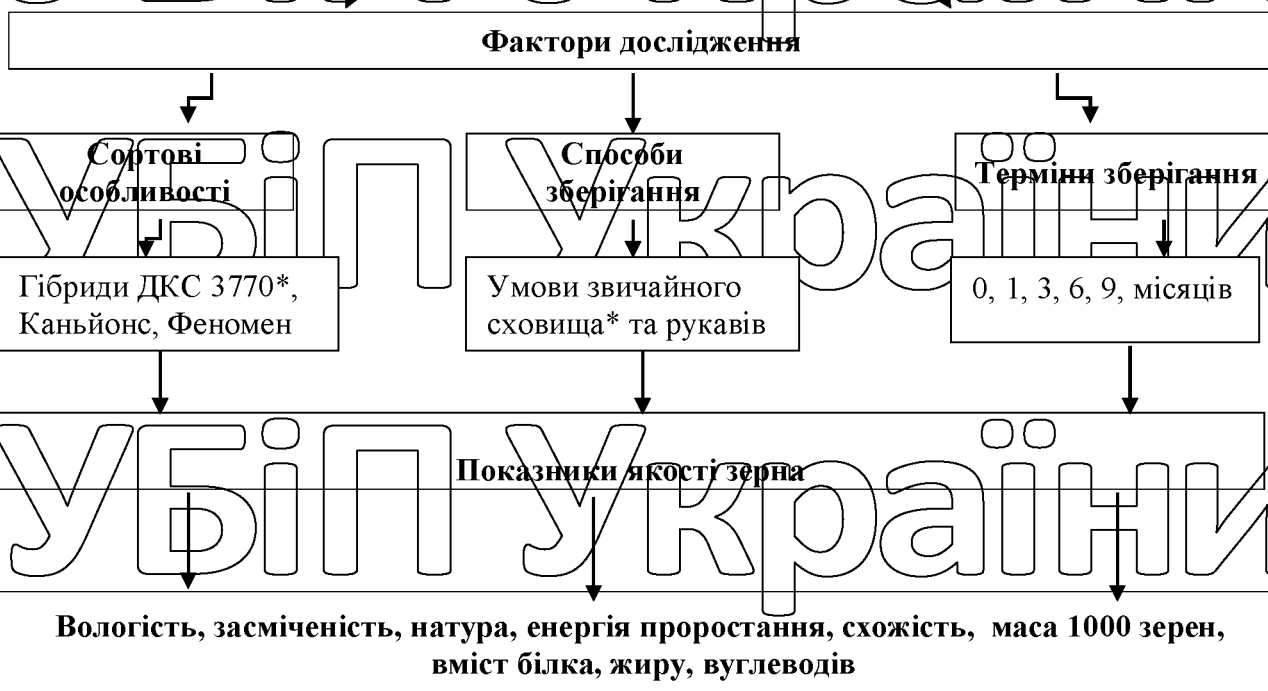


Рис. 2.1. Схема робочої програми проведення досліджень  
(\* - контрольні варіанти)

Досліджувані фактори: зерно гібридів іноземного походження, способи зберігання (в умовах звичайного сховища, в полімерних мішках у безкисневому середовищі) та тривалість зберігання (кінцевий облік проводили через 9 місяців зберігання). Проводили дослідження у трьохкратній повторності. Перед закладанням на зберігання було оцінено початкову якість зерна трьох гібридів кукурудзи іноземної селекції різних компаній, а саме: ДКС 3770 (оригінатор компанія Монсанто), Каньйонс (КВС) та Феном (Сингента). Всі досліджувані гібриди занесені до Реєстру сортів рослин у 2016 р, поширені у виробництві та придатні для вирощування на зерно в умовах Поділля. Зерно зберігали в умовах



звичайного сховища та моделювали умови зберігання у багат шарових полімерних рукавах. Схема досліду наведена у табл. 2.4

Таблиця 2.4

### Схема досліду

Варіанти	Гібриди (Фактор А)	Умови з зберігання (Фактор В)
1	ДКС 3770 (контроль)	Зберігання в умовах звичайного сховища (контроль)
2		Зберігання у полімерних рукавах
3	Каньйонс	Зберігання в умовах звичайного сховища (контроль)
4		Зберігання у полімерних рукавах
5	Феномен	Зберігання в умовах звичайного сховища (контроль)
6		Зберігання у полімерних рукавах

Контрольні варіанти вибирали окремо для кожного з факторів, що досліджувався. Серед гібридів як контроль вибрали поширений у виробництві гібрид ДКС 3770, внесений до Реєстру сортів рослин у 2016 році [6].

### 2.4. Методика проведення досліджень

Крім того, до завдань дослідження входило вивчення якості зерна у процесі післязбиральної дробки. Для цього, відразу після збирання зерна та надходження вороху на тік оцінювали вологість та засміченість. Виходячи із початкових показників якості проводили післязбиральну дробку. Для очищення зерна у СВК «Зоря» використовують ЗАВ-50, який складається із транспортного, зерноочисного обладнання, бункерами для відходів та очищеного зерна. До ЗАВу входять зерноочисні машини БЦС-50 та САД-50 (рис. 2.2). Продуктивність комплексу, при роботі із зерном пшениці певної вологості та засміченості становить 50 т/год. Сепаратор БЦС-50 – вібраційний сепаратор, обладнаний комплектом решіт для очищення зерна різних культур. Сепаратор САД відносять до без решітних повітряних машин, робочим

органом якого є струмінь повітря. Регулюючи його видаляють домішки, що відрізняються від основного зерна питомою масою та аеродинамічними властивостями [41].



Рис. 2.2. Зерноочисні машини, що використовували для очищення зерна у СВК «Зоря»: А – БЦС-50; Б – САД-50

Після очищення перевіряли засміченість, визначали ефективність роботи зерноочисних машин, кількість цілих зерен у відходах та формували партії для сушіння з незначним відхиленням за вологістю (у межах 2%).

Для визначення швидкості сушіння та вологовіддачі зерна різних гібридів сушіння проводили у лабораторних умовах. Для цього зерно всіх гібридів досушували (доводили) до вологості 20% та фіксували час до висушування його до вологості 14%. Залежно від цього для зерна кожного із гібридів визначали швидкість сушіння та вологовіддачу за 1 год. (відсоток зниження вологості зерна протягом 1 год. сушіння). Моделювали режим сушіння у шахтній сушарці. Температуру теплоносія встановлювали на рівні 120 °С.

Серед способів зберігання вибрали найпоширеніший у виробництві – зберігання в умовах звичайного сховища у сухому стані. Цей варіант вибрали

як контроль. Для забезпечення цього способу, дослідне зерно досушували до вологості 13-15 % та закладали на тривале зберігання. Потім зерно охолоджували та зберігали в паперових мішках в умовах.

Для моделювання способу зберігання зерна в багатошарових мішках без доступу кисню, сухе й охолоджене зерно герметизували у спеціальних поліетиленових пакетах, місткістю 2 кг, створюючи режим без доступу кисню. Загальний вигляд досліджуваних зразків представлено на рис. рис. 2.3.



Рис. 2.3. Загальний вигляд досліджуваних зразків зерна кукурудзи.

Вивчення досліджуваних показників якості зерна кукурудзи проводили в ННВЛ кафедри технології зберігання, переробки та стандартизації продукції рослинництва іт. проф. Б.В. Лесика НУБіП України. Опінювали зерно після його висушування, перед закладанням на зберігання та протягом зберігання

через 1,3 та 6 місяців. Кінцевий облік та зняття зерна зі зберігання проводили через 9 місяців або 270 діб.

Визначення органолептичних, фізико-хімічних та посівних якостей зерна кукурудзи проводили за загальноприйнятими методиками [24,25,45]. Отримані результати аналізів порівнювали з нормованими стандартом [21]. Суть методик визначення окремих показників якості розкрито у наступному підрозділі 2.4.1.

Для виявлення впливу між показниками якості визначали коефіцієнти кореляції й регресії, за якими оцінювали напрям та силу взаємозв'язків [45].

При розрахунках економічної ефективності реалізації та зберігання залежно від сортових особливостей та способу зберігання, використовували фактичні дані бухгалтерії з СВК «Зоря».

#### 2.4.1. Методики проведення лабораторних аналізів

Оцінку якості зерна починали із визначення органолептичних показників та зараженості. Після цього оцінювали фізичні показники (масу 1000 зерен, натуру, вологість зерна), біохімічні (вміст білка, жирів та вуглеводів) та посівні (енергію проростання, схожість). Всі показники якості визначали відповідно до стандартизованих методик.

*Визначення натуреи зерна.* Натуреу зерна визначали відповідно до вимог ГОСТу 10840-64 [43], використовуючи літрову пурку (рис. 2.5). Зважування кожного зразка визначали двічі, враховували допустимі відхилення між результатами зважувань.

*Вологість зерна* визначали в сушильній шафі (СЕСШ 3-М) відповідно до ГОСТу 13586 3-9 (рис. 2.4). Із середньої проби відбирали наважки зерна масою 50 г, подрібнювали на лабораторному млинку, відважували дві наважки по 5 г і висушували в СЕСШ-3М протягом 60 хв. За різницею між масою наважок до та після висушування визначали фактичну вологість зразків [46].

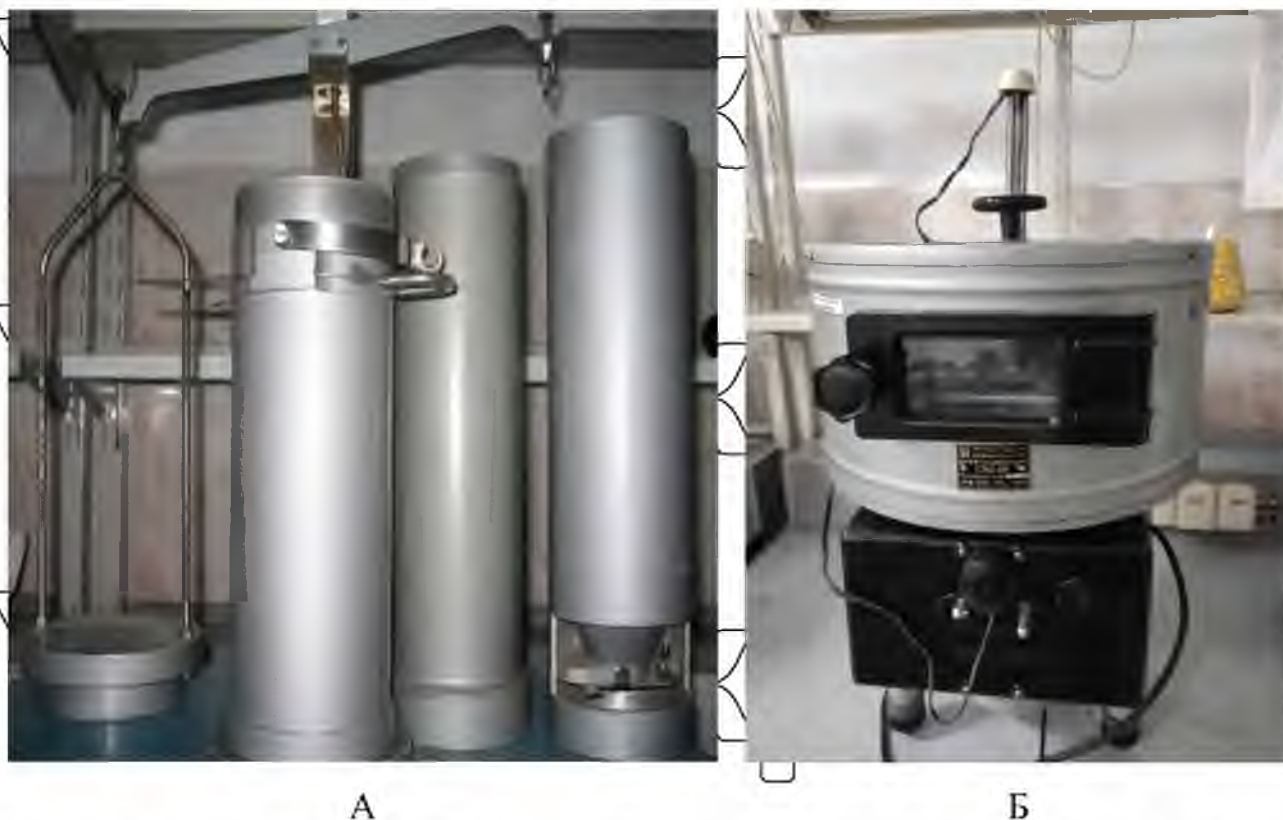


Рис. 2.4. Пітрова пурка (А) для визначення натуре та СЕНЦ-3-М (Б) для визначення вологості зерна кукурудзи стандартним методом

#### *Визначення енергії проростання та схожості зерна*

Схожість визначали кукурудзи згідно вимог ГОСТу 12038. 100 цілих зерен виділяли з наважки масою 400 г методом квадратування, поміщали їх у чашки Петрі на вологий фільтрувальний папір. Чашки розміщали в термостаті де підтримували температуру на рівні  $+25^{\circ}\text{C}$ . За кількістю пророслих насінин на третю добу визначали енергію їх проростання, а на сьому – схожість. Отримані показники переводили у відсотки до кількості взятого для аналізу зерна. Середні значення подавали як середні між чотирма визначеннями [27].

Біохімічні показники (вміст крохмалю, жирів та білків) у зерні кукурудзи визначали за допомогою інфрачервоного аналізатора приладу Kett AN-920 (рис. 2.5). Одночасно прилад вимірює і вологість зразків.



Рис. 2.5. Інфрачервоний аналізатор Kett AN-920 для визначення біохімічних показників якості зерна

У приладі Kett AN-920 для визначення показників якості використовуються методики експрес спектросметрії, забезпечуючи одночасне визначення кількох (для кукурудзи чотирьох) показників. Такий аналізатор замінює проведення трудомістких, тривалих хімічних та термічних аналізів.

Основні переваги такого аналізу: швидкість (1-2 хв), зняття впливу людського фактора, зменшення потреб та кількості лабораторного обладнання.

Суть методу: інфрачервоний аналізатор просвічує досліджуваний зразок, розміщений у відповідній кюветі, отриманий пучок світла аналізує та, згідно калібрувальної шкали, отримані значення відображає у числах на екрані [43].

## 2.5. Технологія вирощування та післязбиральної доробки зерна кукурудзи в умовах СВК «Зоря»

Кукурудза для СВК «Зоря» є основною культурою, займає найбільші площі, тому технологія вирощування відпрацьована, всі технологічні операції, здебільшого проводяться вчасно та якісно. Грунт обробляють за традиційною системою. Відразу після збирання попередника проводять дискування, потім, за масової появи бур'янів – зяблеву оранку на глибину до 25 см.

Порівняно з іншими зерновими культурами, кукурудза потребує внесення більших норм добрив. Відомо також, що якість вирощеного урожаю значною залежатиме від умов живлення. За даними літератури, на формування 1 т зерна під кукурудзу потрібно внести 24-30 кг азоту, 25-31 кг калію, 11-15 кг фосфору, а також магній, кальцій, бор, марганець тощо [40]. Дози добрив коригуються залежно від запланованого рівня врожайності та наявних елементів живлення у ґрунті. Під оранку вносять органічні добрива та мінеральні добрива.

Боронування на глибину 10-11 см та культивування перед сівбою на глибину 5-6 см – є основними складовими операціями передпосівного обробітку ґрунту. Посів проводили за умови прогрівання ґрунту на глибині 10-11 см до 10-12°C. Для сівби використовували сівалку Sigma Foggia 8. Густина посіву для різних гібридів коливалася у межах 70-80 тис./га. Спосіб сівби пунктирний, ширина міжрядь – 70 см. Післяпосівний обробіток передбачав коткування періодичні міжрядні культивування (до трьох) у міру появи бур'янів та внесення гербіцидів [50].

Кукурудзу збирали вручну за вологості зерна не більше 25-30 % вітчизняним комбайном барабанного типу Полісся 1218, продуктивністю до 200 т зерна за зміну.

Після збирання зерновий ворох оцінювали за фактичними показниками засміченості, вручну розбирали відібрані проби та визначали фракційний склад домішок. Вологість визначали за допомогою електровологоміра, експрес

методом. Після цього зерно відправляли на доробку на ЗАВ-50 (рис. 2.6), оснащений двома зерноочисними машинами САД-50 та БЦС-50. Очищене зерно повторно аналізували, визначали ефективність роботи машин, правильність підбору та регулювання робочих органів. Після цього формували партії зерна з відхиленням за вологістю у межах 2 % та відправляли на сушіння. Для сушіння СВК «Зоря» використовує сушарку шахтного типу Меру DCR 400 (рис. 2.6), що працює на твердому паливі. Визначали швидкість сушіння партій у виробничих умовах. Висушували зерно до вологості не вище 14 %.



Рис. 2.6. Комплекс ЗАВ-50 та сушарка Меру DCR 400 для проведення

після збиральної доробки зерна у СВК «Зоря» Очищення зернового вороху відбувається за допомогою повітряно-решітних машин, забезпечуючи відокремлення домішок, що відрізняються від очищеного зерна за товщиною, шириною, питомою масою та аеродинамічними властивостями [17]. Для зерна фуражного та продовольчого призначення таке очищення забезпечує необхідну чистоту зерна.



Очищене та сухе зерно поступово охолоджували та відправляли на зберігання. У виробничих умовах зерно зберігали у типовому одноповерховому сховищі, настигом висотою не більше 3 м протягом 9 місяців.

## 2.6. Характеристика досліджуваних гібридів

Для досліджень відібрали три гібриди, поширені у виробництві в зоні Полісся. Оригінаторам є відомі іноземні компанії, що займаються селекцією кукурудзи. Як контроль вибрали найпоширеніший гібрид ДКС 3770 компанії Монсанто, зареєстрований у 2016 р. Опис гібридів взято із сайтів виробників та реалізаторів насіння [29,30,31].

**ДКС 3730 (ФАО 280) (контроль).** Оригінаатор насіння – компанія Монсанто. *Особливості гібриду.* Середньоранній, продуктивний середньоранній гібрид зубоподібного типу, зернового напрямку пластичний умов вирощування. Придатний для різних типів технологій вирощування. Потужна коренева система та висока стресостійкість. Можна вирощувати в монокультурі. Придатний для використання на виробництво біогазу, біоетанолу та на силос. Витримує перестоювання [32].

### *Основні характеристики*

Тип гібриду – простий. Група стиглості – середньоранній, ФАО – 280. Напрямок використання – зерновий, біогаз, силос.

### *Агрномічні та морфологічні особливості*

Тип зерна – зубовидне. Качан має довжину 16-20 см, 14-16 рядів, зерно жовтого кольору (рис. 2.7). Кількість зерен у ряду – 28-30 шт. Висота рослини становить 230-250 см. Висота кріплення качана – 110-118 см. Потенційна врожайність при вирощуванні на зерно – 15,0 т/га. Середня врожайність за роки випробування – 12,0 т/га.



Рис. 2.7. Загальний вигляд посівів гібриду ДКС 3770 під час збирання урожаю (контроль)

*Стійкість до хвороб та стресових факторів:*

Характеризується стійкістю до основних хвороб та несприятливих умов вирощування, а саме: холодостійкість – 8, посухостійкість – 8, стійкість до кореневого та стеблового вилягання – 9,0, фузаріозу – 8,5, пухирчастої сажки – 8,5, стабільність та пластичність – 8,5.

*Густина стояння рослин перед збиранням на зерно (тис. рослин/га):* в умовах достатнього зволоження – 85-90; нестійкого зволоження – 65-70; посушливих умовах – 55-60 т.

Гібрид входить до ТОП-30 гібридів кукурудзи за кількістю переглядів в Інтернеті, що свідчить про високий запит серед виробників [31].

**Каньйонс (ФАО 230).** Оригінатор насіння компанія КВС. *Особливості гібриду.* Високіврожайний, ремонтантний гібрид зернового напрямку із дуже швидкою вологовіддачею. Висока толерантність до посушливих умов.

Придатний до вирощування як за інтенсивною, так і екстенсивною технологіями. Здатний формувати на рослині два повноцінні. Внесений до Реєстру сортів рослин у 2016 році.

*Агрономічні та морфологічні характеристики:* тип зерна – зубоподібне;

висота рослини – 260 - 270 см; висота кріплення качана – 80 - 90 см. Кількість рядів зерен – 14 шт. зерен у ряду – 35-37 шт. Зерно має жовте забарвлення (рис. 2.8) [30].



Рис. 2.8. Вигляд качана гібриду Каньйонс перед збиранням, 2020 р.

*Основні характеристики гібриду:* Тип гібриду – простий, група стиглості – середньоранній, ФАО – 230. Потенційна врожайність становить 14,0 т/га.

*Стійкість до хвороб та стресових факторів, бали :* вилягання – 8;

гельмінтоспоріоз – 8; фузаріоз – 7; пухирчаста сажка – 7; посухостійкість – 8

*Густина стояння рослин перед збиранням та зерно (тис. рослин/га):* в умовах достатнього зволоження – 80-90; нестійкого зволоження – 65-70 [30]

**Гібрид Феномен (FAO 220).** Оригінатор насіння компанія Сингента. Гібрид кукурудзи з високою урожайністю в умовах посухи, високоеадаптивний. Швидка вологовіддача під час дозрівання зерна. Придатний для вирощування в усіх зонах в монокультурі. Внесений до Реєстру сортів рослин у 2016 р. [49].

*Основні характеристики:* тип гібриду – простий; група стиглості – середньоранній, FAO – 220. Напрямок використання – зерно, силос.

*Агрономічні та морфологічні характеристики:* тип зерна – зубоциліндричний, кількість рядів у качані – 16, а зерен у ряду – 35-40 шт. (рис. 2.9). Висота рослини – 270 см. Висота кріплення качана – 100 см. Потенційна врожайність – 17 т/га.



Рис. 2.9. Загальний вигляд качана Феномен на момент збирання

*Стійкість до поширених хвороб та стресових факторів ґрунту:* холодостійкість – 9, посухостійкість – 8, кореневі гнилі – 8, пухирчаста сажка – 8, темп початкового росту – 8.

*Густина стояння рослин перед збиранням на зерно (тис. рослин/га):* в умовах достатнього зволоження – 70-80; нестійкого зволоження – 60-70, недостатнього – 45-55 [29].

# НУБІП України

## РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

### 3.1. Дослідження якості зерна кукурудзи в процесі післязбиральної дробки

#### НУБІП України

##### 3.1.1. Урожайність та якість зерна після збирання

Відповідно до діючого стандарту, що нормує якість зерна кукурудзи ДСТУ 4525:2006 незалежно від типу та класу, воно має мати характерний здоровий вигляд, смак, запах, властивий здоровому зерну, без сторонніх запахів та присмаків та колір, відповідно типу [21]. Зерно всіх досліджуваних гібридів за органолептичними показниками відповідало вимог стандарту, жодних відхилень не виявлено.

*Вологість зерна.* Вирішальним фактором, що визначає інтенсивність проходження фізіологічних процесів під час дробки й зберігання зерна є вологість. Цей показник визначають на всіх етапах руху зерна. Передзбиральна вологість має теж важливе значення, оскільки від цього залежатиме вартість сушіння зерна, найбільш затратної технологічної операції. Так, у загальній собівартості виробництва зерна кукурудзи, затрати на його сушіння становлять 40-45% [49]. Для економії затрат на сушіння у СВК «Зоря» сушарка працює на альтернативному паливі (дровах).

Зерно кукурудзи є живим організмом, у якому після збирання протікають різні процеси, пов'язані із використанням води [54]. Досліджено, що граничною межею вологості зерна кукурудзи (критичною), за якої зерно знаходиться у стійкому стані, зберігається певний час без помітних втрат якості, є вологість на рівні 14,5-15,0 % [38]. Саме на такому рівні вологість нормується діючим стандартом незалежно від класу та типу зерна.

# НУБІП України

Зерно на тік надходило різними партіями, з різною вологістю та засміченістю. У таблиці 3.1 наведено середні показники урожайності, вологості та засміченості, характерні для кожного гібриду.

Таблиця 3.1

**Урожайність, післязбиральна вологість та засміченість зерна кукурудзи різних гібридів, середнє за 2020-2021 рр.**

Назва гібриду	Урожайність		Післязбиральна вологість		Засміченість після надходження на тік	
	т/га	± до контролю	%	± до контролю	%	± до контролю
ДКС 3770 (контроль)	9,5	-	25,0	-	9,4	-
Каньйонс	9,2	-0,3	24,2	-0,8	10,8	+1,4
Феномен	10,3	+0,8	20,4	-4,6	11,3	+1,9
НІР <sub>05</sub>	0,7		3,2		1,9	

Середня урожайність досліджуваних гібридів за 2020-2021 рр. становила 9,2-9,5 т/га. Найвищою продуктивністю характеризувався гібрид Феномен, середня врожайність зерна якого за роки досліджень становила 10,3 т/га, що на 0,8 т/га вища, порівняно з контролем (різниця істотна). Не виявлено суттєвої різниці за урожайністю між гібридом Каньйонс та контрольним варіантом.

Відразу після збирання вологість залежала від сортових особливостей і коливалася в межах 20,4-25,0 %. Суттєво нижчою, порівняно з контролем, була вологість гібриду Феномен – 20,4 %, що на 4,6 % менше, ніж у зерна гібриду

ДКС 3730. Засміченість зернового вороху теж була різною й залежала від гібриду – 9,4-11,3 %. Найбільше смітних та зернових домішок містило зерно гібриду Феномен – 11,3 %, що на 1,9 % більше, ніж у контрольному варіанті, гібриду ДКС 3770. Однак, суттєвої різниці за цим показником між досліджуваними варіантами не виявлено. Визначали не тільки загальну засміченість, а й фракційний склад домішок. Встановлено, що найбільше містилося зернової домішки, а саме – битих зерен.

Таким чином, гібрид Феномен суттєво переважав контроль за урожайністю – 10,3 т/га. Найвологіше та найбільш замічене зерно після збирання було у гібрида ДКС 3770 – вміст вологи становив 25,0 %, а домішок – 12,6 %. Зерно всіх гібридів потребувало досушування та доочищення.

### 3.1.2. Тривалість післязбиральної доробки залежно від якості зерна

Для доведення зерна до стійкого стану, підготовки його до тривалого зберігання, відразу після надходження на тік проводили доробку. Залежно від початкової вологості й заміченості зерна. Фактична продуктивність сушарки знижувалася, порівняно з плановою, й становила 25-30 т/год. Для встановлення вологовіддачі зерна, фіксували швидкість сушіння 1 планової тонни зерна (при зниженні вологості на 6%: з 20 до 14 %). Продуктивність комбайна становила 200 т за зміну, тому розраховували тривалість доробки партій саме такої маси. Отримані результати представлено на рис. 3.1.

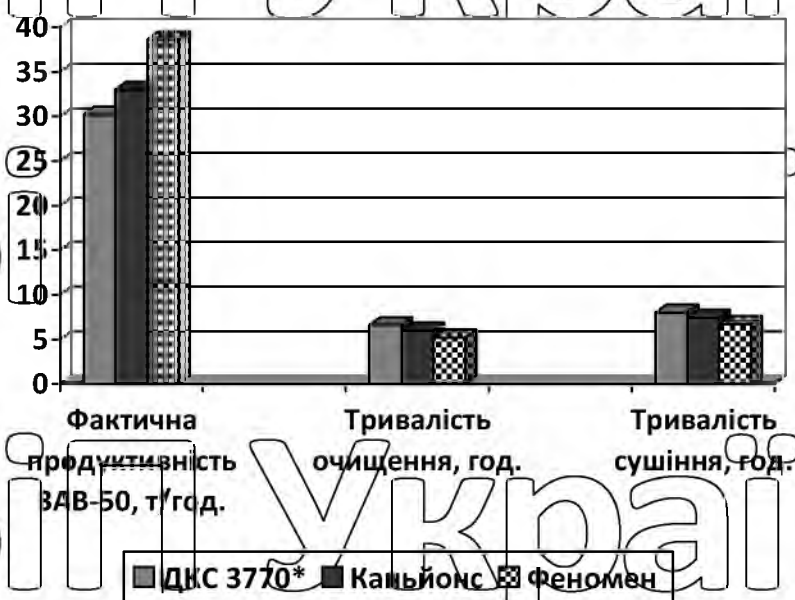


Рис. 3.1. Параметри післязбиральної доробки зерна досліджуваних гібридів, середнє за 2020-2021 рр.

Продуктивність ZAB-50 знижувалася, порівню з фактичною та залежала від початкової якості зерна. Розрахунки фактичної продуктивності проводили,

виходячи з того, що при зміні вологості на 1% продуктивність знижується на 3%, а чистоти – 2 % [18]. Крім того, враховували, що ЗАВ очищував зерно кукурудзи, а не пшениці, на яку розрахована планова продуктивність. У

результаті таких розрахунків та власних спостережень виявлено, що найнижча продуктивність машини та найтриваліше очищення було для гібриду ДКС 3770

– фактична продуктивність при очищенні зерна контрольного варіанту становила 30,2 т/год, тобто знизилася порівняно з плановою на 19,8 т/год.

Тривалість очищення партії 200 т зерна такої якості становила 6,6 год., а сушіння – 8 год. Загалом тривалість сушіння партій досліджуваних гібридів

становила 6,8-8,0 год. Швидше зерно віддавало вологу на початкових етапах сушіння. Найвищою вологовіддачею характеризувалося зерно гібриду Феномен – воно втрачало близько 0,9 % вологи за 1 год.

Таким чином, фактична продуктивність зерноочисних машин й сушарок значно знижувалася, порівняно з плановою, й становила 30,2-38,6 та 25-

30 т/год відповідно. Загалом для очищення вороху, який надходив від комбайна, необхідно було витрати від 5,2 до 6,6 год, а для сушіння 6,8-8,0 год.

Найбільш тривалим очищення та сушіння буде для зерна гібриду ДКС 3770 (контроль) – 6,6 та 8,0 год відповідно. Найвищу вологовіддачу мало зерно

гібриду Феномен – 0,9%/год. Продуктивність зерноочисних машин та сушарок, наявних у СВК «Зоря», забезпечує швидке та якісне проведення післязбиральної доробки вороху відразу після надходження його на тік.

### 3.1.3. Динаміка показників якості зерна в процесі доробки

Для дослідження динаміки показників якості зерна кукурудзи в процесі доробки визначали ті самі показники до сушіння та очищення та після їх проведення. Отримані результати представлено у таблиці 3.2.

Зерно всіх гібридів потували до тривалого зберігання, тому висувували до вологості близько 14 % та очищували до вимог стандарту. Найсухіше зерно,



перед закладанням на зберігання було у гібрида Феномен – 13,2 %, а найвологіше у гібрида ДКС 3770 (контроль) – 14,2 %.

Вміст зернової домішки у зерні всіх гібридів після очищення не перевищував 7,0 %, встановлених стандартом, однак коливався залежно від варіанту від 4,7 до 6,5%. У складі зернової домішки переважали биті зерна. Найбільше їх як після збирання, так і після очищення та сушіння містили зразки гібриду Феномен.

Таблиця 3.2

**Показники якості зерна кукурудзи різних гібридів до та після  
після збиральної доробки, середнє за 2020-2021 рр.**

Показники якості зерна	Назва гібриду					
	ДКС 3770 (контроль)		Каньйонс		Феномен	
	до доробки	після доробки	до доробки	після доробки	до доробки	після доробки
Вологість, %	25,0	14,2	24,2	13,8	20,4	13,2
Вміст зернової домішки, %	9,4	4,7	10,8	5,4	11,3	6,5
Натура, г/л	767	798	721	750	737	769
Маса 100 зерен, г	270	274	229	232	258	260
Енергія проростання, %	60,0	64,0	56,0	58,0	70,0	71,0
Вміст крохмалю, %	59,8	62,0	64,3	65,7	66,2	67,4

Натура – один з найважливіших фізичних показників якості зерна, що свідчить про його виповненість та стан ендосперму. Натура свіжозібраного зерна кукурудзи, вирощеного в умовах СВК «Зоря», була досить високою і коливалася в межах від 720 до 767 г/л. Найвища натура була у найкрупнішого зерна гібриду ДКС 3770 – 737 г/л (рис. 3.2). Після доробки цей показник значно підвищувався і становив – на 751-798 г/л залежно від гібриду (рис. 3.2).

Виявлено суттєвий обернений зв'язок між вологістю та натурою зерна ( $r = -0,77 \pm 0,8$ ), що підтверджує дані, отримані у попередніх дослідженнях, та інших дослідників [10]. У середньому при зниженні вологості на 1%, натура зерна зростала на 3,0 г/л.

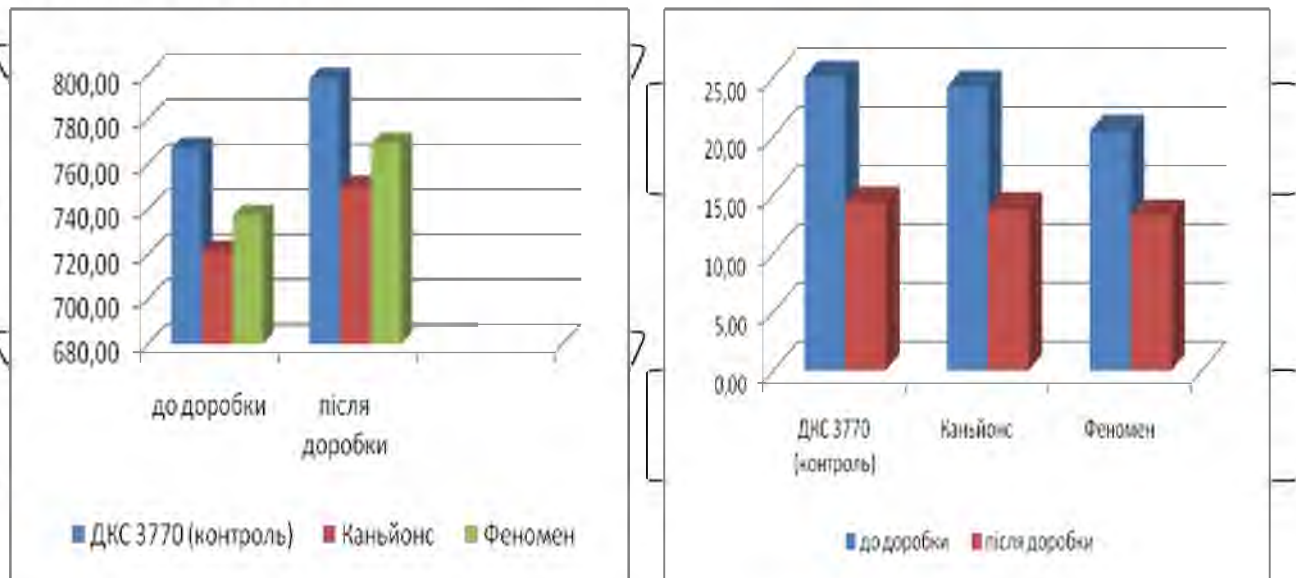


Рис. 3.2. Натура (А), г/л та вологість (Б), % зерна досліджуваних гібридів до та після доробки, середнє за 2020-2021 рр.

Найвище значення натуре після доробки, як і до її проведення, було у зерна контрольного варіанту – гібриду ДКС 3770 – 798 г/л, що суттєво більше порівно з іншими досліджуваними варіантами. Не виявлено суттєвої залежності за натурою між гібридами Каньйонс та Феномен. Маса 1000 зерен, як і натура, в процесі доробки зростала (в середньому на 2-4 г) і коливалася в межах 232-274 г.

Енергія проростання – показник який визначають не тільки для насіння, але і для зерна, призначеного для виробництва солоду. У свіжозібраному зерні цей показник зерна був досить низьким і становив 56-70%. Після проведення доробки енергія проростання підвищилася у зерна всіх гібридів до рівня 58-71%, однак не так суттєво, як натура та маса 1000 зерен – на 1,0-2,0%, що було у межах похибки. Найбільша енергія проростання перед закладанням на

зберігання була у зерна гібриду Феномен, що мало найнижчу вологість – 60 %, що на 4,0 % більше, порівняно з контролем.

Поживна та енергетична цінність зерна залежить від вмісту у ньому біохімічних показників. Як відомо, зерно кукурудзи відносять до зерна, багатого на вуглеводи, серед яких переважає крохмаль. Після збирання зерно кукурудзи містило від 59,8 до 66,2 % крохмалю, а після доробки – 62,0-67,4 %. Тобто, під час доробки вміст крохмалю у зерні всіх гібридів зростає на 1,5-1,7%, що пов'язано, насамперед з втратою вологи та підвищенням вмісту сухої речовини, до складу якої входить і крохмаль. За вмістом цього показника до та після доробки виділилося зерно гібриду Феномен – 66,2 та 67,4 % відповідно.

У результаті проведеного кореляційного аналізу виявлено пряму середню залежність між кількістю битого зерна та вмістом крохмалю –  $r = 0,64 \pm 0,11$ .

Тобто ступінь травмування зерна залежить від вмісту крохмалю у ньому і зі збільшенням його вмісту зростає кількість битого зерна. Можна зробити висновок, що борошниста структура ендосперму зерна, підвищує його схильність до травмування.

Вміст білка та жирів під час доробки змінювалися несуттєво. Найбільше білка перед закладанням на зберігання містило зерно гібриду ДКС 3730 – 10,1 %. За вмістом жирів істотної різниці між зерном досліджуваних варіантів не виявлено, їх накопичувалося 3,5-3,8%.

Таким чином, у процесі доробки відбуваються помітні зміни показників якості зерна кукурудзи. Зі зменшенням вологості та засміченості зерна зростають такі показники як натура, маса 1000 зерен та вміст крохмалю. Найбільш помітно змінюється натура зерна: за зниження вологості зерна на 7-10% натура зростає на 28-32 г/л. Виявлено обернений суттєвий зв'язок між вологістю та натурою зерна ( $r = -0,77 \pm 0,8$ ) та прямий середній між вмістом крохмалю та кількістю битих зерен ( $r = 0,64 \pm 0,11$ ).

Перед закладанням на зберігання зерно контрольного варіанту, гібрида ДКС 3770, мало найвищу натуру (798 г/л), масу 1000 зерен (267,4 г) та вміст

білка – 10,1%. Найвищий вміст крохмалю, енергія проростання та найнижча вологість була у зерна гібриду Феномен – 67,4%, 56,0% та 13,2% відповідно.

### 3.2. Динаміка якості зерна кукурудзи різних гібридів залежно від способів та тривалості зберігання

У зерні кукурудзи протягом зберігання відбуваються різні фізіологічні, біохімічні та біологічні процеси, що зумовлюють інтенсивність його дихання, життєдіяльність мікроорганізмів, шкідників, впливають на зміну показників якості [37]. За сприятливих умов зберігання, у результаті таких процесів якість зерна може навіть покращуватися. Однак за неконтрольованого їх проходження можливі значні втрати кількості та якості, зниження вмісту запасних речовин [1]. Тому до завдань досліджень входило спостереження за основними показниками якості зерна кукурудзи протягом його тривалого зберігання залежно від способів зберігання та сортових особливостей.

#### 3.2.1. Динаміка фізичних показників зерна кукурудзи в процесі зберігання

**Динаміка вологості зерна у процесі зберігання.** Режим зберігання зерна в сухому стані, який застосовували в дослідження за обох способів зберігання, заснований на висушуванні зерна до сухого стану, введення його у стан глибокого ксероанабіозу. Інтенсивність дихання зерна та всіх компонентів зернової маси за цього значно уповільнюється. Крім того, відсутність вільної води унеможливує розвиток мікроорганізмів та запобігає псуванню зерна. Тому саме такий режим зберігання є найпоширенішим не тільки в нашій країні, але й світі.

Зерно кукурудзи досліджуваних гібридів закладали на тривале зберігання з вологістю 13,2-14,2%. Протягом періоду зберігання цей показник зазнавав помітних змін та залежав як від сортових особливостей, так і способів

зберігання (рис. 3.3). Виявлено, що на інтенсивність змін суттєвіше впливали способи та строки зберігання, менш помітно – сортові особливості. Протягом першого місяця зберігання відбувалися непомітні коливання вологості, (відбувалося незначне зниження у межах 0,1 %) тому на діаграмі представлено дані до зберігання та через три місяці (другий облік).

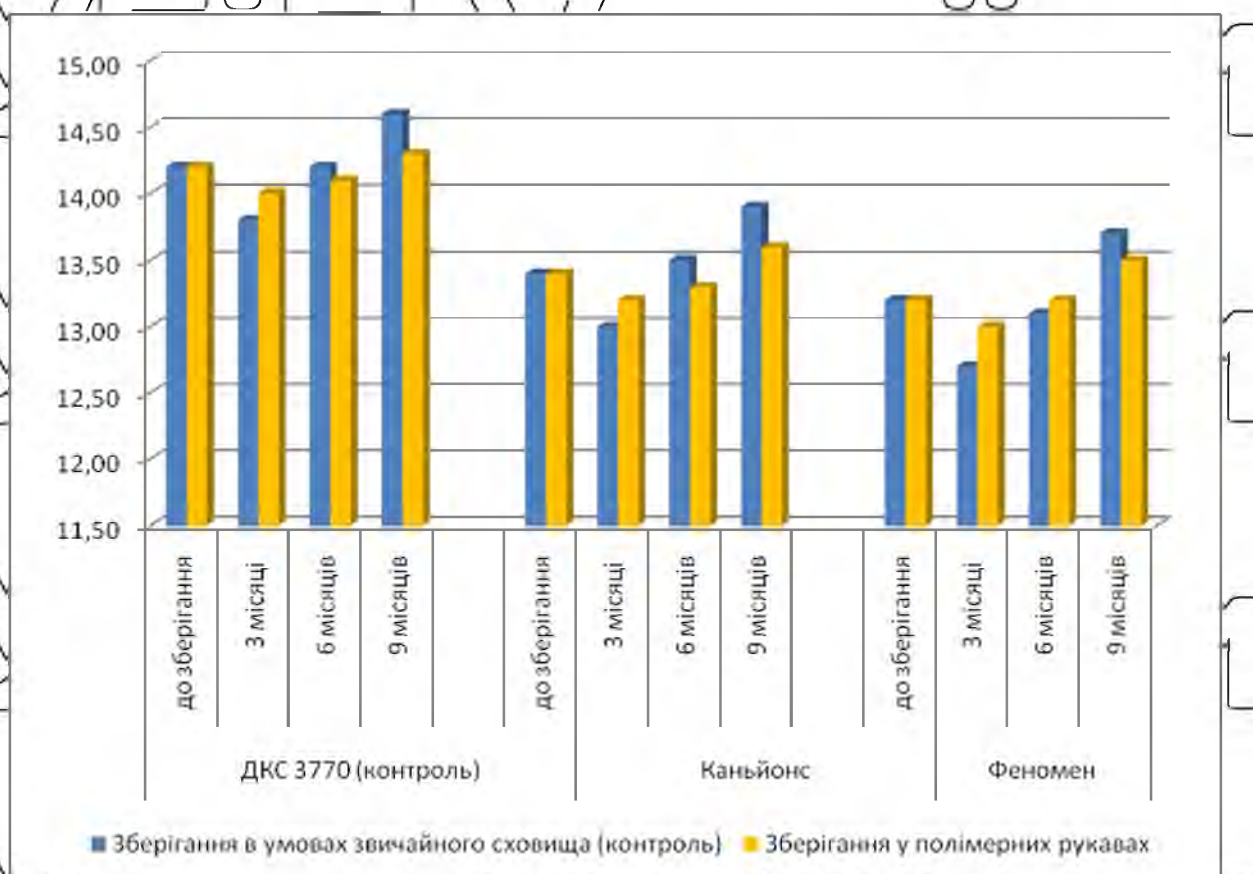


Рис. 3.3. Динаміка вологості зерна кукурудзи різних гібридів залежно від способу та терміну зберігання (%), урожай 2020 р.

Як свідчать дані досліджень, вологість досліджуваного зерна усіх гібридів протягом перших трьох місяців зберігання знижувалася. Відчутніші зміни були у зерна, що зберігалася в умовах звичайного сховища – на 0,4-0,5 %, порівняно з початковим значенням. Вологість зерна, що зберігалася у рукавах, протягом цього періоду зберігання, знижувалася не так суттєво – у середньому на 0,2 %.

У цей період обліку зерно всіх гібридів було найсухішим: 12,7-13,8 % в умовах звичайного сховища та 13,0-14,0 – у поліетиленових мішках. Можна зробити висновок, що протягом перших трьох місяців вологість зерна у звичайних

сховищах зменшується інтенсивніше, ніж у рукавах. Це можна пояснити процесами післязбирального дозрівання, що відбуваються у зерні. Очевидно, що сприятливішими для їх проходження у цей період є умови звичайного сховища.

Під час наступного обліку через 6 місяців виявили підвищення вологості всіх зразків, більше помітне у зерні, що зберігалися в умовах звичайних сховищ, – порівняно з попереднім терміном на 0,3-0,5 %. У зразках, що зберігалися без доступу кисню в полімерних пакетах, вологість через 6 місяців зберігання тех. зростала, однак не так суттєво – на 0,1-0,2% і коливалася в межах 13,2-14,1%. Найвище значення цього показника в усі періоди обліку було у зерна гібрида ДКС 3770 (контроль) – 14,1%, а найнижче – у гібрида Феномен – 13,2%.

У процесі подальшого зберігання також виявили підвищення вологості зерна усіх гібридів, суттєвіше у тих, що зберігалося в умовах звичайного сховища. Під час кінцевого обліку, через 9 місяців, вологість підвищувалася помітніше, порівняно з попереднім обліком, у середньому на 0,5-0,6 % в умовах звичайного сховища та на 0,2-0,3 % у поліетиленових пакетах. На кінець зберігання найвища вологість була у зерна контрольного варіанту, гібрида ДКС 3770 за його зберігання в умовах звичайних сховищ, – 14,6 %, а найменша – гібрида Феномен, що зберігалося у рукавах, – 13,5 %.

Можна стверджувати, що вологість зерна кукурудзи протягом зберігання дещо змінюється і залежить не тільки від термінів, а й способів зберігання.

Протягом перших трьох місяців відбувається зниження цього показника, що можна пояснити процесами післязбирального дозрівання. Найсухіше зерно було в гібрида Феномен через три місяці зберігання в умовах звичайного сховища – 13,0 %, що на 0,8 % менше, порівняно з контролем. Надалі вологість у всіх зразках зростала, помітніше у зерна, що зберігалося в звичайних умовах.

Найвологіше зерно протягом усього періоду зберігання було у гібрида ДКС 3770 (контроль) через 9 місяців зберігання в умовах звичайного сховища – 14,6% – на 0,7-0,9 % більше, порівняно із зерном інших гібридів.

Помітніші коливання вологості виявлено за зберігання зерна в умовах звичайних сховищ. Тобто, спосіб зберігання у полімерних пакетах, що моделює зберігання у польових умовах у багатошарових рукавах, мінімізує зміни вологості зерна протягом його зберігання, коливання її відбуваються у межах 0,2-0,3 %.

Однак, вологість зерна всіх досліджуваних зразків незалежно від способу протягом усього періоду зберігання не перевищувала допустимих для кукурудзи 15 %. Зерно зберігали у сухому стані за вологості на початку зберігання 13,2-14,2, а в кінці його – 13,5-14,6 %. Така вологість забезпечує підтримання у стабільному стані органолептичних показників, унеможливує втрати якості через діяльність шкідливих мікроорганізмів. Під час кінцевого аналізу зерно всіх досліджуваних зразків було у здоровому стані, мало характерний блиск, запах та смак, було без ознак проростання, пліснявіння та інших відхилень.

**Динаміка нагури зерна у процесі зберігання.** Як свідчать літературні дані та результати власних досліджень, описані у підрозділі 3.1, натура та вологість зерна тісно пов'язані між собою. Виявлено обернений тісний зв'язок між цими показниками. Цей взаємозв'язок спостерігали і під час зберігання зерна.

Оскільки вологість зерна досліджуваних гібридів протягом періоду зберігання коливалася, то і натура одночасно змінювалася (рис. 3.4). Найвищу натуру після доробки мало зерно гібрида ДКС 3770 (контроль), яка становила 798 г/л, а найнижчу – гібрида Каньйоне – 750 г/л, що на 48 г/л менше, порівню з контролем (різниця суттєва). Протягом першого місяця зберігання вологість зерна незначно зменшувалася, а натура, відповідно – зростала. Однак зміни цього показника якості були не суттєвими й коливалися у межах 2-3 г/л, часто були в межах похибки.

Суттєвіше зростання нагури, як і вологості, порівняно з попереднім значенням, спостерігали через шість місяців зберігання зерна, особливо у зерна,

що зберігали у звичайних умовах – натура зменшувалася на 6-10 г/л, а в зерна, що було в поліетиленових пакетах – вдвічі менше – 3-5 г/л.

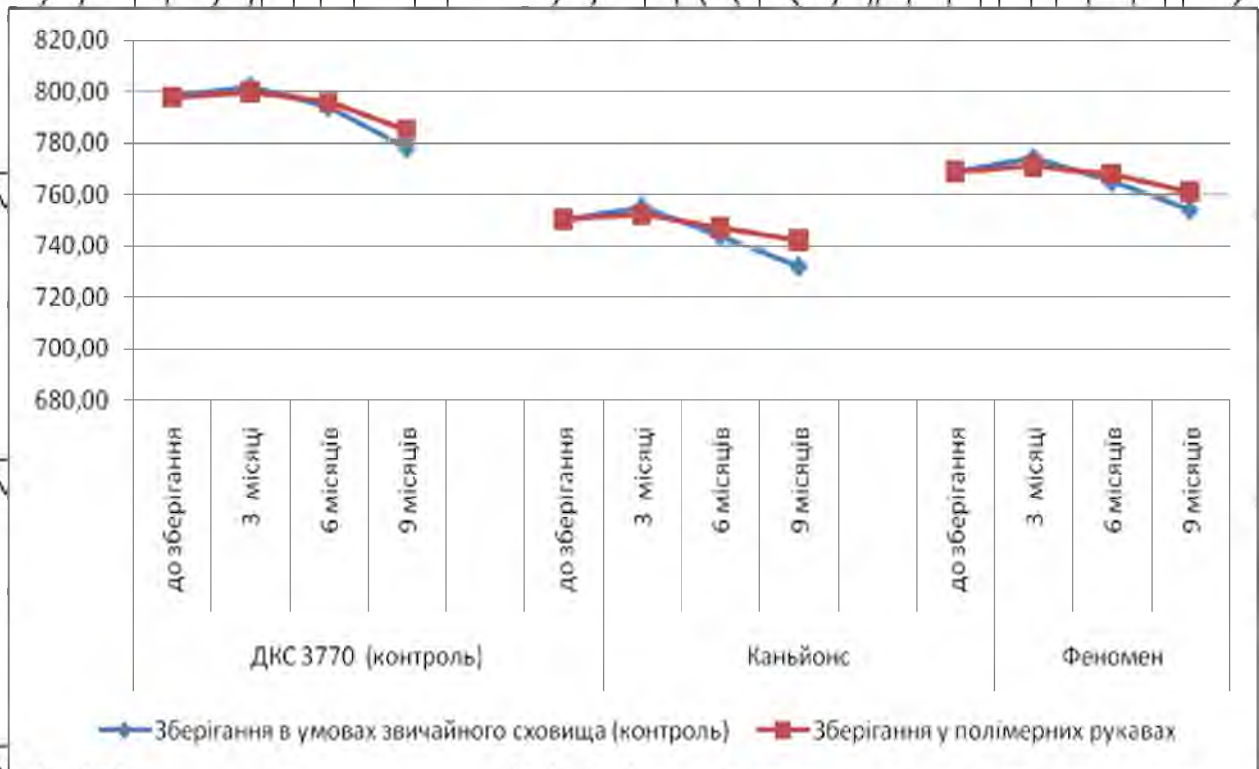


Рисунок 3.4 Динаміка натури зерна кукурудзи різних сортів залежно від способу та терміну зберігання (г/л), урожай 2020 р.

У наступні три місяці зберігання, з 6 до 9, спостерігали аналогічну закономірність: натура продовжувала знижуватися й помітніше у зерна, що зберігали в умовах звичайних сховищ – порівняно з попереднім значенням різниця становила 8-10 г/л. Такі коливання натури характерні за зберігання зерна кукурудзи у звичайних сховищах відповідно до коливань його вологості.

Найвища натура у кінці зберігання була у зерна гібриду ДКС (контроль), яке зберігалося в умовах, ідентичних до зберігання у рукавах – 785 г/л (на 12 г/л менше порівняно з початковим значенням), а найменша – у зерна гібриду Каньйонс, що теж зберігалося в умовах звичайного сховища – 735 г/л (на 15 г/л менше, ніж до зберігання). При зберіганні зерна в полімерних рукавах зміни натури були менш суттєві.

Таким чином, результати наших досліджень підтвердили дані джерел літератури – вологість має істотний вплив на натуру зерна: при зростанні її



натура знижується, і навпаки при зменшенні – зростає. Тому температура в перші три місяці зростала, потім поступово знижувалася, найсуттєвіше в останні три місяці зберігання.

### 3.2.2. Динаміка технологічних показників зерна кукурудзи у процесі тривалого зберігання

**Динаміка енергії проростання зерна у процесі зберігання.** Енергія проростання – показник, який свідчить про швидкість проростання зерна, можливість отримання дружніх, міцних та стійких до несприятливих умов сходів. Дані літературних джерел свідчать, що насіння з високою енергією проростання формує рівномірніші сходи, порівняно з тим, що має однакову схожість, але нижчу енергію проростання. Цей показник важливий і для зерна, що використовують на виробництво солоду, крохмалю чи патоки. Зміна енергії проростання зерна досліджуваних гібридів протягом зберігання наведена у таблиці 3.3 та на рис 3.5.

Таблиця 3.3

#### Зміна енергії проростання зерна кукурудзи різних гібридів у процесі тривалого зберігання, урожай 2020 р.

Назва гібриду	До зберігання	Тривалість зберігання			
		1	3	6	9
Зберігання в умовах звичайного сховища (контроль)					
ДКС 3770 (контроль)	64	70	84	87	86
Каньйонс	58	65	78	83	83
Феномен	71	78	88	93	93
Зберігання в полімерних рукавах					
ДКС 3770 (контроль)	64	68	82	85	87
Каньйонс	58	63	75	82	84
Феномен	71	75	86	88	93

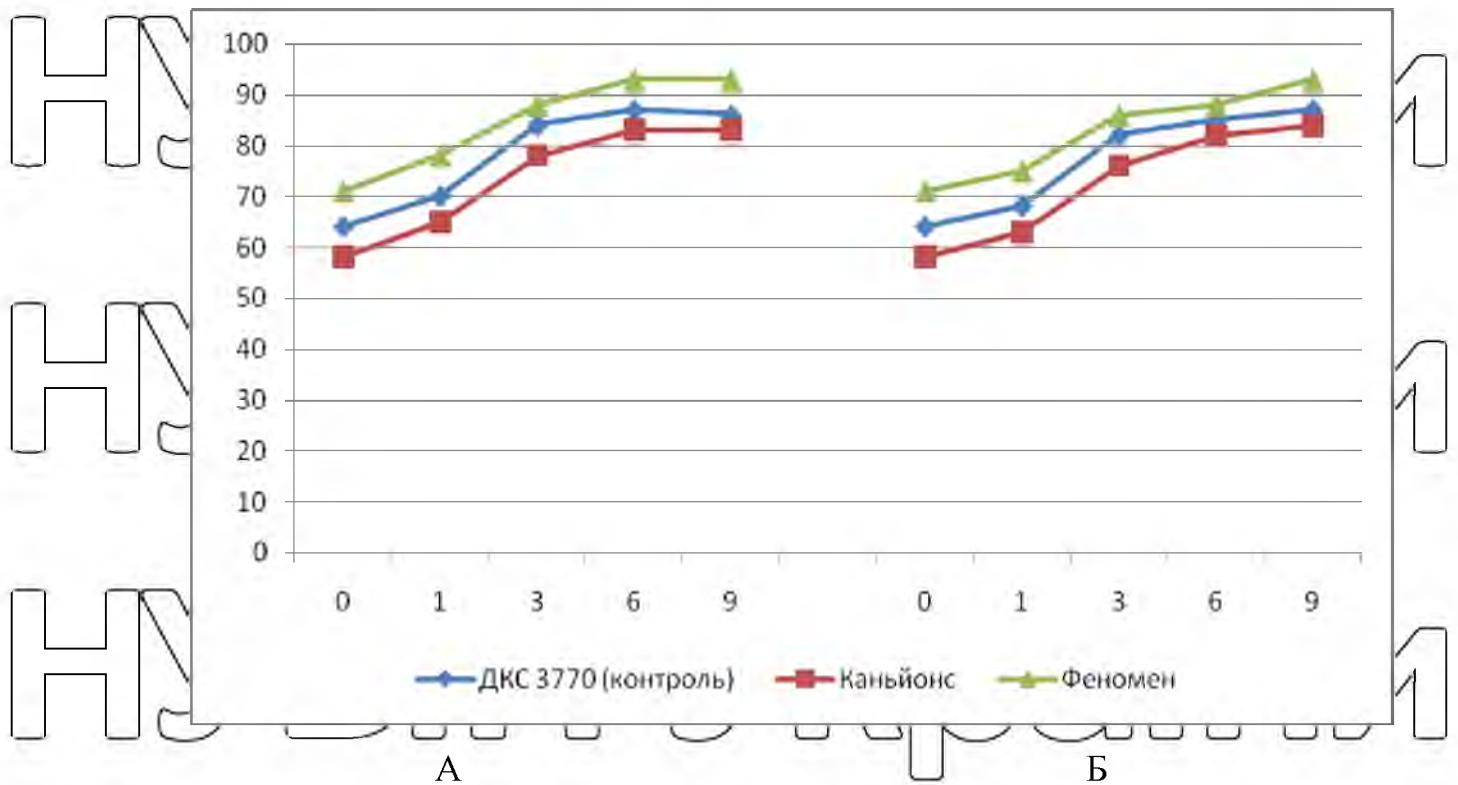


Рис. 3.5. Динаміка енергії проростання зерна кукурудзи різних гібридів залежно

від способу та терміну зберігання: (%), урожай 2020 р.:

А – зберігання в умовах звичайного сховища (контроль);

Б – зберігання у полімерних рукавах

Енергія проростання зерна досліджуваних гібридів перед закладанням на зберігання була досить низькою і коливалася в межах від 58 (гібрид Каньйонс) до 71 % (гібрид Феномен). Варто зазначити, що найвища енергія проростання, на момент закладання його на зберігання, була у найсухішого зерна – 71 %, що на 7 % більше, порівняно з контролем. Як свідчать дані досліджень, протягом усього періоду зберігання цей показник поступово зростає і залежав від способу зберігання зерна.

Протягом першої декади зберігання енергія проростання підвищувалася на 6-7 % у зерна, що зберігалася в умовах звичайного сховища, та на 3-4% – в полімерних рукавах. Найістотніше зростання цього показника відбулося протягом наступної декади зберігання – у проміжку між трьома та шістьма місяцями зберігання. Так у зерна всіх гібридів, незалежно від способу зберігання, енергія проростання підвищувалася за цей період на 13-15 %,

порівняно з початковим значенням. Надалі, в останню декаду зберігання, цей показник у зерна, що зберігалося в звичайних умовах, залишався на попередньому рівні, або незначно змінювався (у межах 1 %), а у зерна, що зберігалося в рукавах, – продовжував підвищуватися (різниця між попереднім значенням становила 2-3 %).

Таким чином, енергія проростання зерна досліджуваних гібридів залежала від термінів та способів зберігання. Найістотніше на зміну цього показника впливали терміни зберігання. Протягом перших трьох місяців зберігання відбувається поступове підвищення цього показника – на 15-26 %,

порівняно з початковим значенням. Помітніші зміни в цей період відбувалися у зерна, що зберігалося в умовах звичайного сховища. Очевидно, процеси післязбирального дозрівання інтенсивніше відбуваються у зерні, що зберігається з добрим доступом кисню. Надалі, відбувалося поступове зростання енергії проростання за обох способів і в кінці зберігання цей показник вирівнявся і становив 83-93 % залежно від гібрида (зріс порівняно з початковим значенням на 23-26%). Найвища енергія проростання наприкінці зберігання виявлена у зерна гібрида Феномен – 93 %, що на 6 % більше, порівняно з контролем.

**Динаміка схожості зерна у процесі зберігання.** Схожість зерна, як і енергія проростання – один з показників якості, що нормується діючим стандартом не тільки для зерна насінневого зерна, а й для технічних цілей, яке використовують для виробництва солоду, крохмалю та патоки. Схожість зерна гібридів після проведення післязбиральної доробки була вищою, ніж енергія проростання й коливалася у межах від 85 до 91 %. Надалі в процесі зберігання схожість зростала, аналогічно як і енергія проростання. Так, протягом першого місяця зберігання цей показник підвищувався на 2-3 % й коливався на рівні 88-94 %, залежно від гібриду. Максимальних значень схожість зерна досягла через три місяці зберігання й становила 93-98 %. Надалі у зерна, що зберігалося в умовах звичайного сховища схожість дещо знижувалася (рис. 3.6).

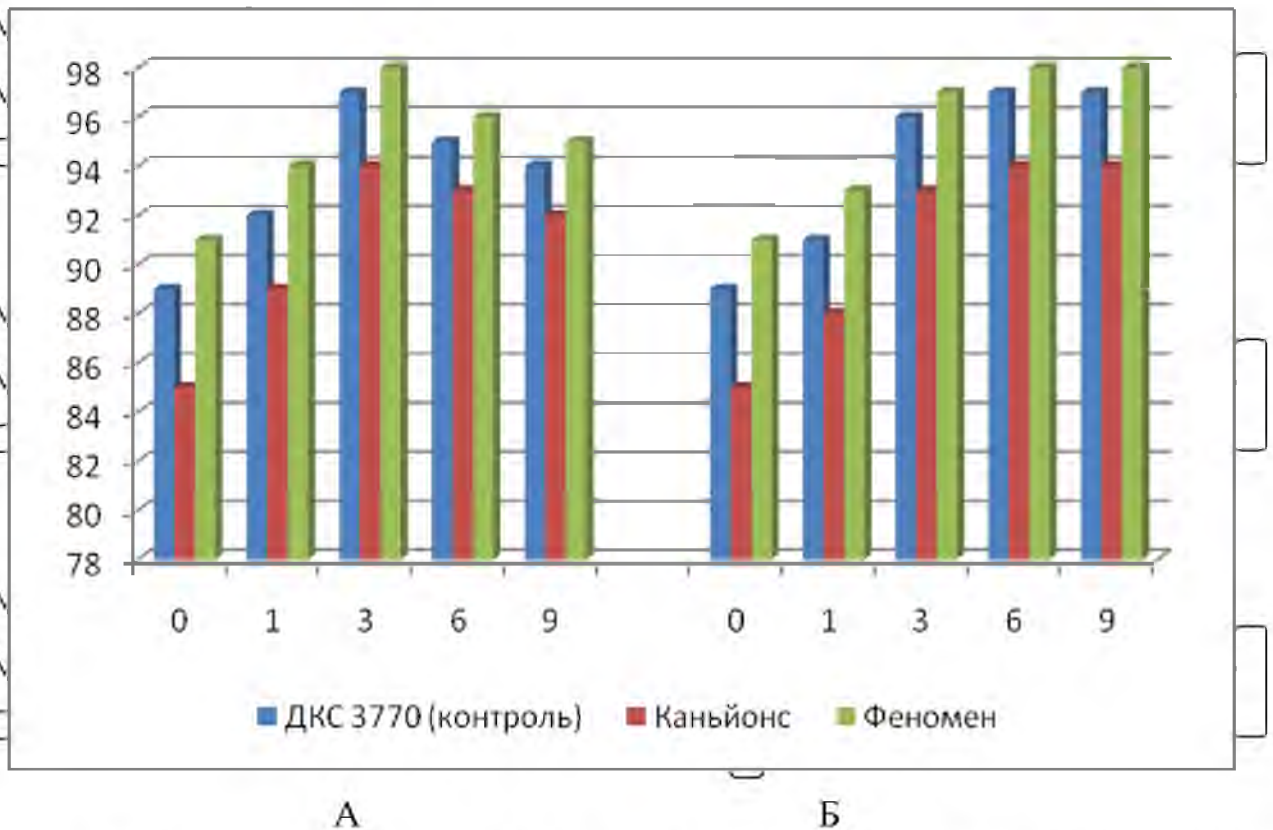


Рис. 3.6 Динаміка схожості зерна кукурудзи різних гібридів у процесі тривалого зберігання залежно від способів зберігання, % (урожай 2020 р.).

А – зберігання в умовах звичайного сховища (контроль);  
Б – зберігання у полімерних рукавах

Подальше зберігання зерна в умовах звичайного сховища призводило до зниження цього показника у всіх гібридів на 2-3%. У зерна, що зберігалося у герметичних умовах, схожість в останню декаду зберігання або залишалась стабільною, або зростала на 1%. Загалом схожість зерна, що зберігалося в умовах звичайного сховища через 9 місяців зберігання становила 92-95%, а в герметичних умовах – 94-97%.

Результати досліджень свідчать, що протягом перших трьох місяців зберігання у зерні кукурудзи відбуваються процеси післязбирального дозрівання. Інтенсивніше вони протікають у зерні, що зберігається в умовах звичайного сховища. Однак, після 6 місяців зберігання схожість його знижується на 2-3%. За зберігання зерна у полімерних рукавах дозрівання

проходить повільніше, однак і надалі схожість за таких умов зберігання поступово зростає.

Відповідно до вимог діючого стандарту «Кукурудза. Технічні умови ДСТУ-4525:2006», схожість для зерна кукурудзи, призначеного на технічні цілі, має бути не нижчою ніж 55 %. Порівнюючи фактичні дані, можна зробити висновок, що за цим показником зерно всіх досліджуваних варіантів протягом усього періоду зберігання задовольняло вимоги стандарту й може бути використане для різних видів переробки – виробництва солоду, крохмалю чи патоки так і як продуктів для дитячого харчування.

**Динаміка маси 1000 зерен під час тривалого зберігання.** Маса 1000 зерен дає змогу визначити крупність зерна, його виповненість і придатність для переробки. Низьку масу, як і натур, має недорозвинене, невиповнене зерно, що непридатне для переробки. Зміна цього показника в процесі тривалого зберігання представлена на рис. 3.7.

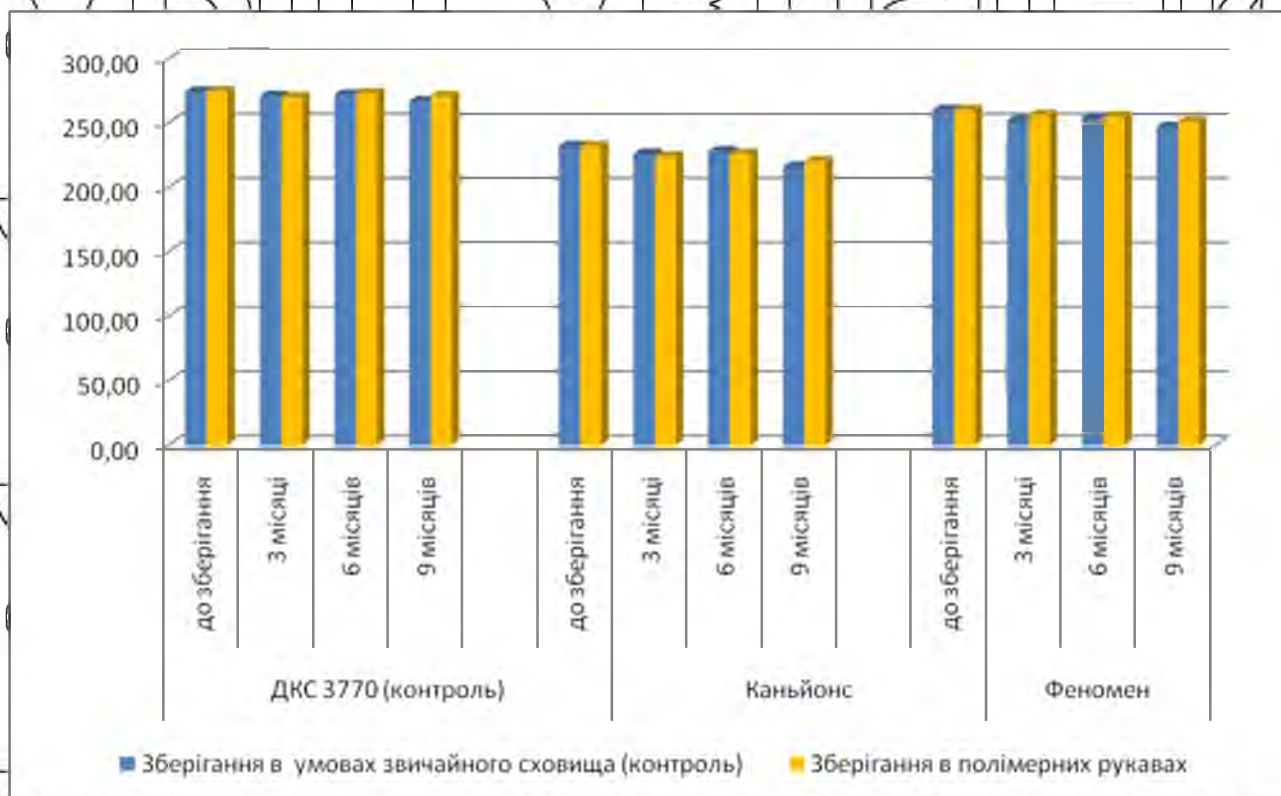


Рис. 3.7. Динаміка маси 1000 зерен кукурудзи (г) різних гібридів залежно від способів та термінів зберігання, урожай 2020 р.

Перед закладанням на зберігання маса 1000 зерен гібридів, що досліджувалося, коливалася у межах від 232 до 274 г і найбільшою була у гібрида ДКС 3770 (контроль) – 274 г, що на 42 г більше порівно із зерном гібрида Каньйонс. За перших 30 діб зберігання цей показник незначно зменшувався, порівно з початковим значенням, – на 1,3-2,4 г. Така ж тенденція зберігалася й надалі: маса 1000 зерен знижувалася і через три місяці зберігання була нижчою, порівняно з початковим значення на 4-5 г. Надалі, у проміжку між трьома та шістьма місяцями зберігання, цей показник незначно зростав (на 2-3 г), а після 6 місяців – поступово знижувався. Більші коливання маси 1000 зерен встановили у зерна, що зберігалася в умовах звичайного сховища, що можна пов'язати зі зміною вологості.

Загалом, через 9 місяців зберігання найвища маса 1000 зерен була у зерна гібриду ДКС 3770 (контроль), що зберігалася в полімерних пакетах – 271 г. Втрати маси й цьому варіанті за 9 місяців становили 3 г, тоді як в умовах звичайного сховища – 7 г. Аналогічна тенденція виявлена і в інших досліджуваних зразках – у зерна, що зберігалася в герметичних умов коливання маси 1000 зерен були незначні.

Таким чином, можна зробити висновок, що динаміка технологічних показників якості зерна, які визначають придатність його до переробки, залежить від способів та тривалості зберігання. Протягом перших трьох місяців зберігання у зерні відбуваються процеси післязбиральної доробки, що позначилося на підвищенні енергії проростання та схожості зерна. Інтенсивніше ці процеси відбуваються в зерні, що зберігається в умовах звичайного сховища, з добрим доступом кисню. Однак надалі спостерігається зниження технологічних показників, величина якого залежить від способу зберігання. Зберігання зерна в полімерних рукавах у герметичних умовах призводить до мінімізації цих змін.

### 3.2.3. Динаміка біохімічних показників якості зерна кукурудзи в процесі зберігання

**Динаміка вмісту крохмалю в процесі зберігання.** Відомо, що основною запасною речовиною зерна кукурудзи є крохмаль, який у процесі зберігання розщеплюється та використовується на дихання. Вміст його залежав найбільше від сортових особливостей та змінювався у процесі зберігання (рис. 3.8).

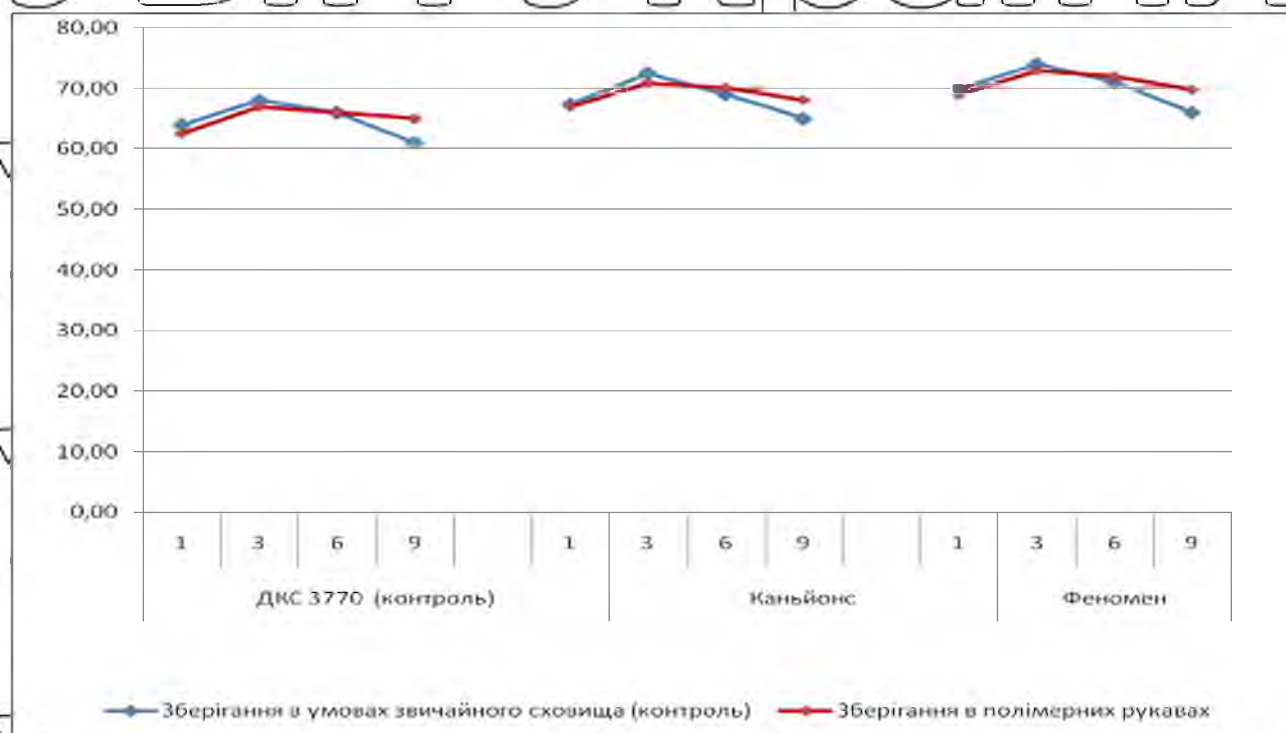


Рис. 3.8. Динаміка вмісту крохмалю у зерні кукурудзи (%) залежно від термінів, способів термінів зберігання, урожай 2020 р.

Через місяць зберігання вміст крохмалю у зерні всіх гібридів збільшувався на 1,4-2,0%, порівняно з початковим значенням. Максимальний вміст цього показника у зерні всіх варіантів встановлено через три місяці зберігання – 67-74 % залежно від гібриду та способу зберігання. Порівняно з попереднім терміном відбулося помітніше зростання – на 4-5 % залежно від способу зберігання. Найбільший вміст цього показника був у зерні гібриду Феномен, що зберігалася у звичайних умовах. Повільніше нагромадження крохмалю спостерігали у зерні всіх варіантів, що зберігали в герметичних

умовах. Це, очевидно пов'язано з інтенсивністю проходження процесів післязбираного дозрівання та утворенням складних вуглеводів, до яких відносять і крохмаль. Надалі спостерігали поступове зниження цього елемента,

особливо в останній період зберігання у зерна, що зберігали в умовах звичайного сховища. Це можна пояснити підвищенням води у цей період зберігання та втратою крохмалю на дихання. Так, у зерна контрольного

варіанта ДКС 3770 за останні три місяці зберігання вміст крохмалю знизився на 5 %, а у гібридів Каньйонс та Феномен – на 4 %. У зерна, що зберігали у

полімерних рукавах зменшення цього елемента встановлено у межах 1,0-2,2 %.

Тобто, за рахунок мінімізації зміни вологості та процесу дихання у цих умовах, зерно майже не втрачало крохмаль.

Найбільше крохмалю через 9 місяців зберігання було у зерні гібриду Феномен, що зберігали в поліетиленових мішках – 69,8 %, що на 3,8 % більше,

порівняно з контролем зерном гібриду ДКС 3770, що зберігалось в аналогічних умовах

**Динаміка вмісту білка та жиру у процесі зберігання.** Білки, в основному зосереджені у зародку зерна. У ньому також містяться основні

ферменти, що регулюють фізіологічні процеси у процесі зберігання зерна. При несприятливих умовах у сховищах, можуть відбуватися процеси, що призводять до часткової чи повної втрати життєздатності зародків. [22,48]

Вміст білка у зерні перед закладанням на зберігання залежав від сортових особливостей і коливався у межах 7,6-9,8%. Найбільше його містили зерна

гібриду ДКС 3770, а найменше – гібриду Феномен. У результаті проведеного кореляційного аналізу виявлено обернений суттєвий взаємозв'язок між вмістом крохмалю та білка ( $r = -0,76$ ). Зміна вмісту білка, у процесі зберігання за різних

способів показана на рис. 3.9.



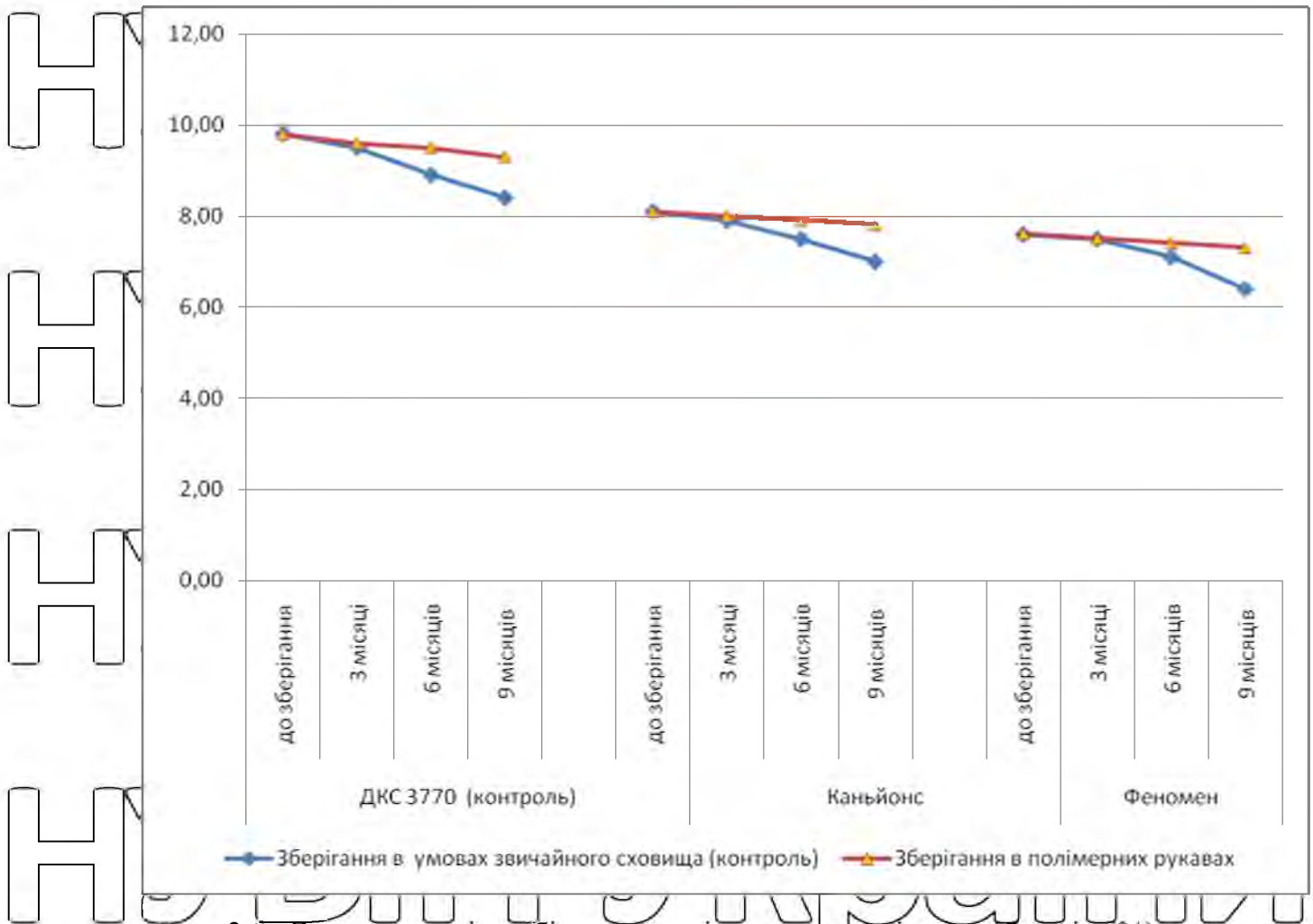


Рис. 3.9. Динаміка вмісту білка у зерні кукурудзи різних гібридів (%) залежно від термінів та способів зберігання, урожай 2020 р.

Як свідчать результати досліджень, вміст білка у зерні кукурудзи протягом усього періоду зберігання знижувався. Інтенсивність втрат цього елемента суттєвіше залежала від періоду зберігання. Однак і способи зберігання також впливали. Так, протягом перших 3 місяців зниження вмісту білка були незначні й становили 0,1-0,2% від початкового значення. У наступну декаду зберігання втрати білка коливалися в межах від 0,4-0,6% у зерна, що зберігалося у звичайних умовах та 0,1-0,2% – в полімерних рукавах. Найпомітніші втрати білка, як і крохмалю, виявлено в останні три місяці зберігання. Особливо помітні втрати у цей період зафіксовано у зразках зерна, що зберігали в умовах, ідентичних до звичайних сховищ – в зерні, що зберігали в звичайних умовах, – 0,5-0,7%. Загалом, сумарні втрати білка за

такого способу зберігання становили 1,1-1,4 %, порівняно з початковим вмістом, а за зберігання в герметичних умовах – 0,3-0,5 % (втррати менше). Тобто, втрати зерном білку за його в умовах, ідентичних до зберігання в полімерних рукавах, за дев'ять місяців зберігання не перевищували 0,5 %. У таких умовах зберігання значно зменшуються і втрати крохмалю. Це можна пов'язано з тим, що інтенсивність зерна за зберігання в герметичних умовах зведена до мінімуму.

Найбільше білку через 9 місяців зберігання було у зерні гібриду ДКС 3770 (контроль), що зберігали в полімерних рукавах, – 9,3 %, що на 0,5 % менше порівняно з його вмістом до зберігання, а найменше – у зерні гібриду Феномен, що зберігали в умовах звичайних сховищ, – 6,4 % (на 1,2 % менше ніж було до зберігання та на 2,0 % порівняно з контролем).

Динаміка вмісту жиру в процесі зберігання. Жир, як і білок, міститься, здебільшого, у зародках зерна. Розщеплення жирів під час зберігання може призводити до збільшення вільних жирних кислот і подальшого їх прогіркання. [36]

Вміст жирів у зерні кукурудзи досліджуваних гібридів перед закладанням його на зберігання коливався у межах від 3,5 до 3,9 %. Аналогічно, як і вміст білку, кількість жирів у процесі зберігання поступово зменшувалася. За цього, спостерігали таку ж закономірність: помітніші втрати фіксували у зразках зерна, що зберігали в умовах звичайних сховищ. Загалом, за 9 місяців зберігання у таких умовах зерно втрачало 0,4-0,5 % від початкового вмісту. При зберіганні в умовах, ідентичних до зберігання в рукавах, втрати зерном цього елементу не перевищували 0,2-0,3 %. Суттєвої різниці між досліджуваними зразками зерна за вмістом жиру не виявлено.

## РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ТА  
ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ

Будь-яка виробнича діяльність підприємства має бути економічно-доцільною. Останніми роками вирощування та зберігання зерна кукурудзи є прибутковими, про що свідчить щорічне зростання попиту на неї. Об'єми вирощування зерна цієї культури щороку збільшуються і на сьогодні вона є найбільш експортованою культурою.

Для вирощування та зберігання зерна кукурудзи гібридів ДКС 3770, Каньйонс та Феномен використовували площі СВК «Зоря» та дані бухгалтерського обліку всіх проведених технологічних операцій, техніку для вирощування, проведення післязбиральної доробки (ЗАВ-50 та шахтну сушарку), готували сховища для зберігання зерна, закуповували полімерні та паперові мішки для моделювання зберігання у виробничих умовах, а також витрачали час, робочу силу та прилади для проведення всіх необхідних лабораторних аналізів із визначення якості зерна під час проведення проміжних та кінцевого обліків.

Для обрахунку ефективності вирощування та зберігання зерна кукурудзи у різних умовах встановлювали такі показники:

- 1) фактичну вартість 1 т зерна кукурудзи до зберігання та після 6 місяців зберігання;
- 2) загальні витрати на вирощування, доробку та зберігання зерна;
- 3) розраховували умовно чистий прибуток від вирощування та зберігання 1 т зерна;
- 4) визначали рівень рентабельності реалізації зерна кукурудзи відразу після збирання й доробки, а також у різні періоди зберігання.

Фактичну вартість кукурудзи розраховували за даними СВК «Зоря», виходячи з фактичної вартості зерна за цінами 2020 року. Результати проведених розрахунків представлено у таблиці 4.1.

# Економічна ефективність вирощування та зберігання зерна кукурудзи різних гібридів, за даними 2020 р.

Таблиця 4.1

Назва гібриду	Вартість зерна, грн./т			Витрати, грн./т			Умовно чистий прибуток, грн./т			Рівень рентабельності, %		
	до зберігання	через 3 місяці зберігання	через 9 місяців зберігання	на вирощування та доробку	на зберігання протягом 3 місяців	на зберігання протягом 9 місяців	до зберігання	через 3 місяці зберігання	через 9 місяців зберігання	до зберігання	через 3 місяці зберігання	через 9 місяців зберігання
Зберігання в умовах звичайного сховища (контроль)												
ДКС 3770 (контроль)	4200	5000	5400	3350	3570	3905	850	1430	1495	25,4	40,1	38,2
Каньйонс	4200	5000	5400	3240	3465	3850	960	1535	1550	29,6	44,3	40,2
Феномен	4200	5000	5400	3000	3340	3675	1200	1660	1725	40,0	49,7	46,9
Зберігання в полімерних рукавах												
ДКС 3770 (контроль)	4200	5000	5400	3350	3700	3720	850	1300	1680	25,4	35,1	45,2
Каньйонс	4200	5000	5400	3240	3610	3630	960	1390	1770	29,6	38,5	48,8
Феномен	4200	5000	5400	3000	3510	3530	1200	1490	1870	40,0	42,4	52,9

# НауВіГ Українни

Вирощене в СВК «Зоря» зерно кукурудзи усіх досліджуваних гібридів після проведення доробки та його стабілізації, можна було відразу реалізувати, оскільки воно повністю відповідало вимогам діючого стандарту. Вартість

зерна кукурудзи на момент реалізації, у вересні-жовтні 2020 р., за нашими даними, коливалася у межах 4100 -4300 грн/т. Через три місяці його зберігання ціна підвищувалася у середньому на 800 грн/т і становила близько 5000 грн/т. Надалі вартість зерна теж підвищувалася, однак не так помітно і на кінець зберігання (червень-початок липня) встановилася на рівні 5400 грн/т.

Загальні витрати на вирощування, проведення доробки та зберігання зерна за різних способів встановлювали згідно бухгалтерської форми обліку СВК «Зоря». Заграти на вирощування зерна різних гібридів відрізнялися та залежали від вартості насіння (насіння гібриду ДКС 3770 було дорожчим, порівно з іншими) та рівня їх продуктивності.

Відрізнялася також і вартість доробки зібраного врожаю та залежала, здебільшого від початкової вологості зерна. Найвища початкова вологість під час надходження на доробку, як зазначалося раніше (див. підрозділ 3.1), була у зерна гібрида ДКС 3770 (25,0 %), а найменша – у гібрида Феномен (20,4 %).

Відповідно вартість доробки найнижчою була для зерна гібриду Феномен. Для здешевлення вартості сушіння у СВК «Зоря» використовують сушарку, яка працює на альтернативному паливі (дровах). Вартість сушіння 1 т% у такій сушарці становила 30-35 грн, що майже вдвічі дешевше, порівняно із сушінням на заготівельних підприємствах.

Вартість зберігання зерна досліджуваних гібридів також відрізнялася, залежно від способів зберігання. Так, середня ціна зберігання 1 т зерна кукурудзи в умовах звичайного сховища, на момент проведення досліджень, становила 2,04 грн. за 1 тонно-добу. Тобто, 1 місяць зберігання 1 т коштував у середньому 60-67 грн. Відповідно вартість 3 місяців зберігання – 180-200 грн, а дев'яти – 540-560 грн [23].

Спосіб зберігання зерна у полімерних рукавах рахували, виходячи з того, що середня ціна рукава місткістю 200 т становила від 11 100 до 13 000 грн.

Враховували також послуги завантаження та розвантаження зерна, оплату праці тощо. Такі послуги надаються зараз в оренду. При цьому способі, ефективність зберігання 1 т зерна залежить від загальної маси: вигідніше зберігати великі об'єми зерна. Зберігання невеликих партій зерна в полімерних рукавах економічно невигідне, оскільки прибуток не покриє затрати на купівлю мішка та його наповнення [11].

Найвищі затрати за зберігання зерна у полімерних рукавах спостерігаються на початкових етапах. Це позначилося на ефективності нетривалого зберігання (до трьох місяців). Надалі вартість такого зберігання мінімальна.

Результати проведених розрахунків свідчать, що і вирощування, і зберігання зерна кукурудзи в СВК «Зоря» Чернігівської області є прибутковим. Рівень рентабельності при реалізації зерна відразу після збирання та доробки, був у межах від 25,4 до 35,5 % залежно від гібриду (середнє по досліді 30,2 %). Різницю рентабельності виникла через різні затрати на придбання насіння, вирощування та доробку (особливо сушіння) вирощеного врожаю.

Варто зазначити, що 2020 р. був несприятливим для вирощування зерна кукурудзи, тому попит на нього зростає, що позначилося на закупівельній ціні.

Так, уже три місяці зберігання (грудень - початок січня 2021 року) закупівельні ціни зросли на 800 грн/т. Рівень рентабельності від реалізації зерна кукурудзи через три місяці зберігання в звичайних сховищах теж зріс і був у межах 40,1-49,7% (середнє між варіантами 44,7 %), а за умови зберігання в полімерних рукавах 35,1-42,4 %. Тобто, протягом перших трьох місяців доцільніше було зберігання в умовах звичайних сховищ. Порівняно з продажем зерна відразу після збирання та доробки, рівень рентабельності підвищувався у середньому на 14,5 % і була максимальною за реалізації зерна гібриду Феномен – 49,7 %.

Наприкінці зберігання (кінець червня - початок липня 2021 р) закупівельна ціна 1 т зерна кукурудзи встановилася на рівні 5300-5600 грн. Вартість зберігання 1 т зерна в умовах звичайного сховища зросла на 340-360 грн, а за зберігання в полімерних рукавах – змінилася мінімально.

Це позначилося на прибутковості реалізації зерна у цей період. Так, Рівень рентабельності за реалізації зерна, що зберігалось в звичайних сховищах через дев'ять місяців, порівняно з попереднім терміном реалізації (через три місяці), знижувався і становив 38,2-46,9 % (середнє між варіантами 41,8 %). Однак все одно був вищим, ніж від реалізації зерна відразу після збирання.

Після проведення досліджень можна стверджувати, що привале зберігання зерна кукурудзи у полімерних рукавах є прибутковим. Так, реалізація його через дев'ять місяців зберігання забезпечила рівень рентабельності у межах 45,2-52,9 % (середня 48,9 %) – найвища рентабельність

по досліді. Порівняно з початковим значенням – реалізацією зерна без зберігання – рівень рентабельності зростає 18,7 %. Це можна пояснити мінімальними затратами на зберігання 1 т зерна за такого способу.

Таким чином, вирощування та зберігання зерна кукурудзи гібридів ДКС 3770, Каньйонс та Феномен в умовах СВК «Зоря» є прибутковим. Реалізація його відразу після збирання та доробки забезпечує рівень рентабельності у межах 33,3 %, через три місяці зберігання – 35,1-49,7 %, а через дев'ять – 38,2-52,9 % залежно від способу зберігання та сортових особливостей.

Найрентабельніше було зберігати зерно гібриду Феномен у полімерних рукавах та реалізувати його через дев'ять місяців зберігання – умовно чистий прибуток становив 1870 грн/т, а рівень рентабельності – 52,9 %, що на 7,7 % більше, порівняно з контролем.

## ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Кукурудза – основна культура на світовому та українському ринку, попит на яку щорічно стабільно зростає. Для гарантування продовольчої безпеки, можливості експортування зерно протягом року за вигідними цінами, вирішальне значення має організація правильного зберігання.

2. Грунтово-кліматичні СВК «Зоря» загалом сприятливі для вирощування кукурудзи на зерно. Однак в останні роки спостерігається нестача вологи на фоні підвищення середньорічних температур.

3. Кукурудза для СВК «Зоря» є основною культурою, займає найбільші площі, тому технологія вирощування відпрацьована, всі технологічні операції проводяться вчасно та якісно.

4. Урожайність та якість зерна після збирання залежала від сортових особливостей. Найпродуктивнішим за роки досліджень був гібрид Феномен, урожайність якого становила – 10,3 т/га. Найвологіше та найбільш засмічене зерно після збирання було у гібрида ДКС 3770 – вміст вологи становив 25,0 %, а домішок – 12,6 %. Зерно всіх гібридів після збирання потребувало досушування та доочищення.

5. Фактична продуктивність зерноочисних машин й сушарок значно знижувалася, порівняно з плановою, й становила 30,2-38,6 та 25-30 т/год відповідно. Загалом для очищення вороху, який надходив від комбайна, необхідно було витрати від 5,2 до 6,6 год, а для сушіння 6,8-8,0 год. Найвищу вологовіддачу під час сушіння мало зерно гібриду Феномен – 0,9%/год.

6. У процесі післязбиральної доробки відбуваються помітні зміни показників якості зерна кукурудзи. Зі зменшенням вологості та засміченості зерна такі показники як натура, маса 1000 зерен та вміст крохмалю збільшуються. Найбільш помітно змінюється натура зерна: за зниження вологості зерна на 7-10% натура зростає на 28-32 г/л.



Виявлено обернений суттєвий зв'язок між вологістю та натурою зерна ( $r = -0,77 \pm 0,8$ ) та прямий середній між вмістом крохмалю та кількістю битих зерен ( $r = 0,64 \pm 0,11$ ).

7. Перед закладанням на зберігання зерно гібриду ДКС 3770 (контроль), мало найвищу натуру (798 г/л), масу 1000 зерен (267,4 г) та вміст білка – 10,1%. Найвищий вміст крохмалю, енергія проростання та найнижча вологість була у зерна гібриду Феномен – 67,4%, 56,0% та 13,2% відповідно.

8. Зерно кукурудзи зберігали у сухому стані за вологості на початку зберігання 13,2-14,2, а в кінці його – 13,5-14,6%. Така вологість забезпечує підтримання у стабільному стані органолептичних показників, унеможливує втрати якості через діяльність шкідливих мікроорганізмів.

9. Протягом перших трьох місяців зберігання у зерні кукурудзи відбуваються процеси післязбирального дозрівання, інтенсивніше у зерна, що зберігалося в умовах звичайного сховища.

10. Зміни вологості зерна залежить від термінів та способів зберігання. Протягом перших трьох місяців відбувається зниження вологості, що можна пояснити процесами післязбирального дозрівання. Найсухіше зерно було в гібрида Феномен через три місяці зберігання в умовах звичайного сховища – 13,0%, що на 0,8% менше, порівняно з контролем. Надалі вологість у всіх зразках підвищувалася, особливо у зерна, що зберігалося в умовах звичайних сховищах.

Зберігання зерна у багат шарових рукавах, без доступу кисню дозволить мінімізувати підвищення вологості зерна у процесі його зберігання, коливання відбуваються у межах 0,2-0,3%.

11. Найпомітніші зміни натуре у процесі зберігання були в зерна кукурудзи, що зберігалося в умовах звичайного сховища, – 14-22 г/л, а найменші – у зерна кукурудзи, що зберігали в рукавах, – 6,4-10,2 г/л.

12. Протягом перших трьох місяців зберігання енергія проростання зростала на 15-26%, порівняно з початковим значенням. Помітніші зміни відбувалися у зерна, що зберігалося в умовах звичайного сховища. Надалі,

відбувалося поступове зростання енергії проростання за обох способів і через дев'ять зберігання цей показник становив 83-93 % залежно від гібрида (зріс порівняно з початковим значенням на 23-26%). Найвища енергія проростання

наприкінці зберігання була у зерна гібрида Феномен – 93 %, що на 6 % більше, порівняно з контролем.

13. Схожість зерна гібридів після проведення післязбиральної дробки коливалася у межах від 85 до 91 %. Максимальних значень цей показник досягнув через три місяці зберігання й становив 93-98 %. Після шести місяців зберігання схожість зерна, що зберігалася в умовах звичайних сховищ,

знижувалася на 2-3 %, а у рукавах – залишалася на попередньому рівні, або зростала у межах 1 %. Схожість зерна, що зберігалася в умовах звичайного сховища, через 9 місяців зберігання становила 92-95 %, а в герметичних умовах – 94-97%.

14. У процесі зберігання маса 1000 зерен поступово знижувалася. Мінімальне зниження цього показника було у зерна, що зберігали у рукавах, – на рівні 3-5 г. Через 9 місяців зберігання найвища маса 1000 зерен була у зерна гібриду ДКС 3770 (контроль), що зберігалася в полімерних пакетах – 271 г.

15. Протягом першої декади зберігання спостерігали помітне збільшення вмісту крохмалю. Максимальний вміст цього показника у зерні всіх варіантів встановлено через три місяці зберігання – 67-74 % залежно від гібриду та способу зберігання. Надалі спостерігали поступове зниження крохмалю, особливо в останній період зберігання у зерна, що зберігали в умовах звичайного сховища.

Найбільше крохмалю через 9 місяців зберігання містило зерно гібриду Феномен, що зберігали в поліетиленових мішках, – 69,8%, що на 3,8 % більше, порівняно з контролем.

16. Вміст білку у зерні кукурудзи протягом усього періоду зберігання знижувався. Найпомітніші втрати білка, як і крохмалю, виявлено в останні три місяці зберігання. Особливо помітні втрати у цей період зафіксовано у зразках зерна, що зберігали в умовах, ідентичних до звичайних сховищ – в зерні, що

зберігали в звичайних умовах, – 0,5-0,7 %. Загалом, сумарні втрати білка за такого способу зберігання становили 1,1-1,4 %, порівняно з початковим вмістом, а за зберігання в герметичних умовах – 0,3-0,5 %. Найбільше білку через 9 місяців зберігання було у зерні гібриду ДКС 3770 (контроль), що зберігали в полімерних рукавах, – 9,3 %.

Виявлено прямий середній зв'язок між вологістю та вмістом білка ( $r = +0,63$ ), обернений суттєвий між вмістом білка та крохмалю ( $r = -0,72$ ).

17. Вміст жирів у зерні кукурудзи досліджуваних гібридів перед закладанням його на зберігання коливався у межах від 3,5 до 3,9 %. У процесі зберігання цей показник поступово знижувався. За 9 місяців зберігання у звичайних сховищах зерно втрачало 0,4-0,5 % білку від його початкового вмісту, а при зберіганні у рукавах втрати не перевищували 0,2-0,3 %.

18. Вирощування та зберігання зерна кукурудзи гібридів ДКС 3770, Каньйонс та Феномен в умовах СВК «Зоря» є прибутковим. Реалізація його відразу після збирання та доробки забезпечує рівень рентабельності у межах 33,3 %, через три місяці зберігання – 35,1-49,7 %, а через дев'ять – 38,2-52,9 % залежно від способу зберігання та сортових особливостей.

Найбільш економічно було використовувати для тривалого зберігання зерно гібриду Феномен, зберігати його у рукавах та реалізувати через 9 місяців – умовно чистий прибуток становив 1876 грн/т, а рівень рентабельності – 52,9 %.

## ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

НУБІП України

Для зберігання зерна кукурудзи до трьох місяців доцільно використовувати звичайні сховища, що забезпечить отримання прибутків у межах 40-49,7 %.

НУБІП України

Для мінімізації кількісних та якісних втрат зерна протягом тривалого зберігання, рекомендуємо зберігати зерно кукурудзи в полімерних рукавах та реалізувати його через дев'ять місяців після збирання.

Для отримання рентабельності у межах 52,9 %, пропонуємо вирощувати гібрид Феномен та реалізувати його після 9 місяців зберігання у рукавах.

НУБІП України

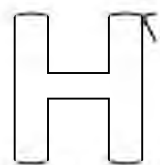
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ



1. Блиев С.Г. Проблемы качества зерна. Нальчик : Эльфа, 1999. 381 с.
2. Бобер А.В. Якість зерна гібридів кукурудзи залежно від умов і

тривалості зберігання *Научные труды SWorld*. 2015. Вып. 3(40). т 11. С. 45-49.



3. Використання зернової кукурудзи в промисловості : веб-сайт. URL: <http://www.maisadour-semences.fr/ua/dossier-debouches-mais.php> (дата звернення 04.11.2021)

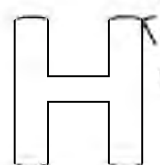
4. Голик М.Г. Хранение и обработка початков и зерна кукурузы.



Москва: "Колос", 1968. 335 с.

5. Грюнвальд Н.В. Проблемы качества зерна, возникшие в процессе его длительного хранения : Хранение и переработка зерна, 2006. № 5 С. 31-33.

6. Державний Реєстр сортів рослин, придатних для поширення в



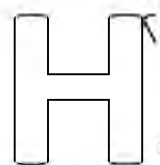
Україні на 2020 рік: веб-сайт URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin> (дата звернення 02.10.2020).

7. Економічний довідник аграрника. / Дробот В.І., Зуб Г.І., Кононеко М.П. та ін.; За ред. Лузана Ю.Я., Саблука П.Т. Київ.: «Преса України», 2003. 457 с.



8. Експортні рекорди зерна: веб-сайт URL: <https://ambarexport.ua/blog/export-records-of-grain> (дата звернення 02.10.2021).

9. Жемела Г.П., Шемавньов В.І., Олексюк О.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва : підручник. Полтава: РВВ "TERRA", 2003. 420 с.



10. Завадська О.В., Іщенко А.М. Якість зерна кукурудзи різних гібридів. *Modern Scientific Researches*. 2020. Issue №13, Part 3, Agriculture. С. 47-51.

11. Зберігання зерна в рукавах. Переваги та недоліки: веб-сайт URL:



<https://ag-bag.ua/advice/hranenie-zerna-v-rukavah-preimuschestva-i-nedostatki-tehnologii> (дата звернення 05.11.2021).

- Н 12. Івашенко Ю.В., Завадська О.В. Дослідження якості зерна кукурудзи різних гібридів, вирощеного в умовах СВК «Зоря» Чернігівської області // Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і спеціалістів : веб-сайт URL: <http://confer.uisr.sops.gov.ua>, 2021. С. 51-52.
- Н 13. Кирпа М.Я., Станкевич Г.М., Стюрко М.О. Кукурудза: збирання, сушіння, якість. Одеса: КП ОМД, 2015. 150 с.
- Н 14. Кирпа М.Я., Стюрко М.О. Особливості вологовіддачі та формування схожості насіння гібридів кукурудзи при дозріванні за посушливих умов Степу України *Селекція і насінництво: міжвід. темат. наук. зб.* Харків, 2014. Вип. 105. С. 178–185.
- Н 15. Кирпа Н.Я. Состояние и особенности технологий послеуборочной обработки кукурузы. *АПК-Информ.* 2001. С. 12-15.
- Н 16. Кирпа Н. Хранение без потерь и ухудшения качества. *Зерно.* 2011. № 6. С.82 – 88.
- Н 17. Кирпа М. Я. Рослик О. О., Скотар С. О. Повітряне сепарування насіння кукурудзи та методика визначення його параметрів : *Селекція і насінництво.* 2013. № 104. С. 92– 99.
- Н 18. Кирпа Н.Я. Состояние и особенности технологий послеуборочной обработки кукурузы. *АПК-Информ.* 2001. С. 12-15.
- Н 19. Козьмина Н.П., Кретович В.Л. Биохимия зерна и продуктов его переработки. М. : ГИТЛВЗ, 1950. 465 с.
- Н 20. Колтунов В.А. Технологія зберігання продовольчих товарів. К. : КНТЕУ, 2003. 538 с.
- Н 21. Кукурудза. Технічні умови: ДСТУ 4525:2006. [Чинний від 2007.04.01. Зі змінами № 326 від 12.09.2009]. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 21 с. (Інформація та документація).
- Н 22. Названо місце України у світовому виробництві кукурудзи : веб-сайт URL: <https://agropolit.com/news/15059-nazvano-mistse-ukrayini-v-svitovomu-virobnitstvi-kukurudzi>. (дата звернення 14.09.2021)

Н 23. Насіннєвий завод «Агордар» : веб-сайт URL:  
<https://planetaplast.com/hose/grain-bags-loading/> (дата звернення 05.11.2021)

Н 24. Методика проведення дослідів з кукурудзою: методичні  
рекомендації / Лебідь Є.М., Циков В.С., Пащенко Ю.М. та ін. Дніпропетровськ,  
2008. 27 с.

Н 25. Методи визначення показників якості рослинницької продукції /  
Гончар О.М, Андрущенко А.В., Бількевич А.В. та ін. ; Альфа, 2000. 114 с.

Н 26. Мерко І.Т., Моргун В.А. Наукові основи технології зберігання та  
переробки зерна. Одеса, 2001. 207 с.

Н 27. ДСТУ 4138–2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи  
визначення якості. [Чинний від 200–01–01]. К.: Держспоживстандарт України,  
2003. 173 с. (Інформація та документація).

Н 28. Обсяги експорту зернових з України в 2014-2020 роках : веб-сайт  
URL: <https://www.slovoidilo.ua/2021/02/18/infografika/ekonomika/obsyahy-eksportu-zemovyx-ukraviny-2014-2020-rokax> (дата звернення 05.11.2021).

Н 29. Опис гібриду Си-Феномен веб-сайт URL:  
<https://www.syngenta.ua/product/seed/si-fenomen> (дата звернення 05.10.2020)

Н 30. Опис гібриду Каньйонс : веб-сайт URL:  
[https://www.kws.com/ua/uk/produkty/kukurudza/gibrydy\\_kukurudzy/kanyons/](https://www.kws.com/ua/uk/produkty/kukurudza/gibrydy_kukurudzy/kanyons/) (дата  
звернення 05.10.2020)

Н 31. Опис гібриду ДКС 3770 : веб-сайт URL:  
<https://superagronom.com/nasinnya-kukurudza/dks-3730-monsanto-id10450>

Н 32. Осокіна Н.М., Костецька К.В. Технологічні властивості зерна  
кукурудзи сорту ДКС 4685х1390 *Вісник Уманського національного  
університету садівництва*. 2013. № 1-2. С. 96-101.

Н 33. Панічев Р. Американська цариця українських полів. *Агросектор*.  
2014. №1 (4). С. 28–33.

Н 34. Подпратов Г.І., Скалецька Л.Ф., Сеньков А.М. Зберігання і  
переробка продукції рослинництва. К.: Мета, 2002. 495 с.

Н 35. Подпратов Г.І., Бобер А.В., Ящук Н.О. Якісна і безпечна зернова продукція: умови отримання, зберігання та напрями використання : монографія. К.: ЦП «Компринт», 2014. 186 с.

Н 36. Г.І. Подпратов, Н.О. Ящук, В.А. Насіковський Якість зерна кукурудзи за різних технологій післязбиральної доробки та зберігання монографія К.: ЦП «Компринт», 2017. 255 с.

Н 37. Подпратов Г.І., Ящук Н.О., Насіковський В.А. Залежність посівних та технологічних показників зерна кукурудзи від сортових особливостей. *Мир науки и інновацій*, 2016. Вып.1(3), т 12. С. 19-23.

Н 38. Подпратов Г.І., Скалецька Л.Ф., Бобер А.В. Післязбиральна доробка та зберігання продукції рослинництва: навч. посіб. К.: Центр інформаційних технологій, 2009. 296 с.

Н 39. Подпратов Г.І., Скалецька Л.Ф. Технологія виробництва борошна, крупи та олії. К.: Вид-во НАУ, 2000. 202 с.

Н 40. Рену Ж. Готьє К. Качество зерна кукурузы закладывается в поле *Зерно*. 2011. № 11. С.20 – 26.

Н 41. Сепарирующие машины «Алмаз» : веб-сайт URL: [https://agrovektor.com/physical\\_product/2791-separator-zernovov-centrobezhnyv-almaz-ms-30.html](https://agrovektor.com/physical_product/2791-separator-zernovov-centrobezhnyv-almaz-ms-30.html) (дата звернення 09.10.2020)

Н 42. Сирохман І.В., Лозова Т.М. Якість і безпечність зерноборошняних продуктів : навч. посіб. К.: Центр навчальної літератури, 2006. 384 с.

Н 43. Скалецька Л.Ф., Подпратов Г.І., Завадська О.В. Методи досліджень рослинницької сировини. Лабораторний практикум : навч. посіб. Вид 2-ге, переробл. і допов: К. ЦП «Компринт», 2013. 242 с.

Н 44. Скалецька Л.Ф., Подпратов Г.І. Біохімічні зміни в продукції рослинництва при її зберіганні та переробці. К. Видатний центр НАУ, 2007. 288 с.

Н 45. Скалецька Л.Ф. Подпратов Г.І., Завадська О.В. Методи наукових досліджень зі зберігання та переробки продукції рослинництва : навч. посіб. К.: ЦП «Компринт», 2014. 416 с.



46. Технохімічний контроль продукції рослинництва / Савчук Н.Т., Скалецька Л.Ф, Подпратов Г.І. та ін. : Київ. Арістей. 2005. 254 с.
47. Фадєєв Л. Кукурудза: продавати чи переробляти (частина 1) *Агробізнес сьогодні*. 2017. №3(346) : (дата звернення 10.10.2020)
48. Шимкова Мирослава Світовий ринок кукурудзи та місце в ньому : веб-сайт URL: <http://www.agrobusiness.com.uahttps://pricereview.com.ua/articles/svitovij-rinok-kukurudzi-ta-misce-ukra%D1%97ni-na-pomu>. (дата звернення 01.11.2021).
49. Шевчук Р., Кириєнко Г., Браценюк В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно. *Журнал «Аграрний тиждень.Україна»*. – 2015. С 35-42.
50. Шпаар Дитер. Кукуруза: выращивание, уборка, хранение и использование К.: ИД «Зерно», 2012. 462 с.
51. Ящук Н.О. Кукурудза – універсальна культура. *Пропозиція. Український журнал з питань агробізнесу*. веб-сайт URL: <http://www.propozitsiya.com/?page=146&itemid=3149>
52. Duensing W.J., Roskens A.B., Alexander R.J. Corn dry milling: processes, products and applications. *Corn: Chemistry and Technology*. 2004. MN: AACCC Press. P.127–152.
53. Eckhoff S.R. Maize / S.R. Eckhoff, M.R. Paulsen, Ping Yang // *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. – vol. 4. – London: Elsevier Science, 2003 – P. 36-53.
54. Podpryatov G., Yashchuk N., Nasikovskiy V. Biochemical parameters of maize grain depending on the technology post harvest handling. *SWorld Journal*. May 2016. Issue j116 (10). Vol. 09. Scientific world, Ivanovo. С. 30-36.
55. Vitazek I. Sorbtion isotherms of maize grains / I.Vitazek, J.Havelka, M.Pirsel // *Agriculture*. 2003. Vol.49. № 3. P.137–142.

НУШУ ПУРАНИ