

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра технології зберігання і переробки зерна

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
Оксана КОЧУБЕЙ-
ЛИТВІНЕНКО

« » _____ 2024 р.

«До захисту допущено»
В. о. завідувача кафедри
_____ Тетяна ЯНЮК

« » _____ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 181 «Харчові технології»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Технології зберігання і переробки зерна

на тему: «Дослідження способів довготривалого зберігання насіння олійних культур»

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЗТЗ—1М
ЛУКАШЕНКО Роман Вікторович

Керівник ХАРЧЕНКО Євген Іванович
(прізвище та ініціали)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології зберігання і переробки зерна

Освітній ступінь Магістр

Спеціальність 181 «Харчові технології»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма Технології зберігання і переробки зерна
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри
технології зберігання і
переробки зерна

Тетяна ЯНЮК

“ ” 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Лукашенко Роман Вікторович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження способів довготривалого зберігання насіння олійних культур»

керівник роботи Харченко Євген Іванович, к.т.н., доцент кафедри,

(прізвище, ім'я, по батькові,

науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “06” 11 2023 року № 906-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 10 лютого 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: показники роботи підприємства з виробництва круп подрібнених з м'якої пшениці продуктивністю 168 т/год.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

5. Перелік графічного матеріалу

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 25.10.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	30.10.2023	
2	РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	10.11.2023	
3	РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	01.12.2023	
4	РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	31.12.2023	
5	РОЗДІЛ 5. МЕНЕДЖМЕНТ ЯКОСТІ	31.01.2024	

Здобувач _____
(підпис)

Роман ЛУКАШЕНКО
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Євген ХАРЧЕНКО
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема: Дослідження способів довготривалого зберігання насіння олійних культур.

Олійні культури (соняшник, ріпак, соя, льон та ін.) є цінною сировиною для харчової, косметичної, фармацевтичної та низки інших галузей промисловості. Продукти переробки олійних культур (олії, шроти, макуха тощо) користуються стабільно високим попитом як в Україні, так і за її межами. Втім, олійна сировина досить швидко піддається псуванню внаслідок протікання окиснювальних реакцій, особливо за неналежних умов зберігання. Це призводить до значних втрат сировини та готової продукції під час зберігання і транспортування. Зокрема, за оцінками експертів, щорічні втрати олії при тривалому зберіганні можуть досягати 8-12%.

Мета роботи - розробити та науково обґрунтувати ефективний спосіб довготривалого зберігання насіння олійних культур на підприємстві ТОВ «Ханзе Агрі Україна» для мінімізації втрат сировини.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у встановленні нових закономірностей впливу таких чинників як температура, відносна вологість повітря, тривалість зберігання, використання фумігантів і плівкових антиокиснювачів на окиснювальні процеси, що відбуваються при тривалому зберіганні насіння соняшнику, сої та ріпаку. На підставі експериментальних даних обґрунтовано нові оптимальні параметри режимів зберігання цих олійних культур, які забезпечують найбільш тривале зберігання насіння, при мінімальних кількісних та якісних втратах.

Ключові слова: температура, сушіння, вологість, навколишнє середовище.

Обсяг роботи: 72 сторінки.

ABSTRACT

Topic: Research of methods of long-term storage of oilseeds.

Oil crops (sunflower, rapeseed, soybean, flax, etc.) are valuable raw materials for the food, cosmetic, pharmaceutical and a number of other industries. Oilseed processing products (oils, meal, cake, etc.) are in consistently high demand both in Ukraine and abroad. However, oil raw materials are subject to deterioration quite quickly due to the occurrence of oxidizing reactions, especially under improper storage conditions. This leads to significant losses of raw materials and finished products during storage and transportation. In particular, according to experts' estimates, annual losses of oil during long-term storage can reach 8-12%.

The purpose of the work is to develop and scientifically substantiate an effective method of long-term storage of oilseeds at the enterprise of "Hanze Agri Ukraine" LLC to minimize losses of raw materials.

The scientific novelty of the obtained results lies in the establishment of new patterns of influence of such factors as temperature, relative air humidity, duration of storage, use of fumigants and film antioxidants on oxidation processes that occur during long-term storage of sunflower, soybean and rapeseed seeds. On the basis of experimental data, new optimal parameters of the storage regimes of these oilseed crops, which ensure the longest storage of seeds with minimal quantitative and qualitative losses, are substantiated.

Key words: temperature, drying, humidity, environment.

Volume of work: 72 pages.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ	11
1.1. Характеристика процесів псування олійних культур при зберіганні	11
1.2. Фактори, що впливають на тривалість зберігання олійних культур	18
1.3. Способи зберігання олійних культур та запобігання їх псуванню	21
Висновки до розділу 1	24
2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
2.1. Характеристика об'єктів дослідження	26
2.2. Методики дослідження впливу чинників на збереженість олійних культур	29
Висновки до розділу 2	35
3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	37
3.1. Вплив умов зберігання на тривалість збереження якості олійних культур	37
3.2. Ефективність застосування антиоксидантів та інших консервантів	40
3.3. Вибір оптимальних умов і способу зберігання	48
Висновки до розділу 3	51
4. РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВА	52
4.1. Обґрунтування запропонованого способу зберігання	52
4.2. Розрахунок економічної ефективності запропонованих заходів.....	57
4.3. Розробка системи контролю якості при зберіганні продукції	60
Висновки до розділу 4	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70

ВСТУП

Актуальність теми. Олійні культури (соняшник, ріпак, соя, льон та ін.) є цінною сировиною для харчової, косметичної, фармацевтичної та низки інших галузей промисловості. Продукти переробки олійних культур (олії, шроти, макуха тощо) користуються стабільно високим попитом як в Україні, так і за її межами. Втім, олійна сировина досить швидко піддається псуванню внаслідок протікання окиснювальних реакцій, особливо за неналежних умов зберігання. Це призводить до значних втрат сировини та готової продукції під час зберігання і транспортування. Зокрема, за оцінками експертів, щорічні втрати олії при тривалому зберіганні можуть досягати 8-12%.

Проблематика. За даними Держстату України, валовий збір насіння соняшнику в середньому за 5 років (2016–2020рр.) становив 13,7 млн тонн. Площа посівів соняшнику складала майже 6 млн га, а валовий збір – 11,5-15 млн тонн. Збір соєвих бобів в Україні за цей період становив в середньому 3,5 млн тонн.

Щорічні обсяги виробництва нерафінованих олій в країні складають близько 5,5-6 млн тон, з яких 85-90% - соняшникова олія. Отже, Україна посідає провідні позиції у світовому виробництві та експорті соняшникової олії.

Втім, за оцінками експертів галузі, щорічні втрати олійної сировини та готової продукції внаслідок неналежних умов зберігання можуть сягати 300-500 тис. тонн, що в грошовому еквіваленті становить понад \$100 млн.

У сезоні 2022-2023 виробництво соняшникової олії в Україні склало близько 4,93 млн тонн, із прогнозом зниження до 4,88 млн тонн у наступному сезоні. Це може бути найнижчий показник за останні десять років, особливо з огляду на поточні логістичні виклики та зміну цінових трендів на глобальному ринку. Україна збільшила експорт соняшникової олії на 25,4% у порівнянні з попереднім сезоном, досягнувши показника 5,6 млн тонн. Однак, з огляду на обмеження запасів соняшнику та цінову динаміку, прогнозується зменшення виробництва і експорту соняшникової олії в майбутньому. На сезон 2024

прогнозується зниження виробництва соняшникової олії в Україні до 5,5 млн тонн, що на 8% менше у порівнянні з сезоном 2022-2023. Експорт може скоротитися до 5,1 млн тонн (на 10% менше). При цьому важливим фактором залишається ефективність альтернативних шляхів експорту та робота портів.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи - розробити та науково обґрунтувати ефективний спосіб довготривалого зберігання насіння олійних культур на підприємстві ТОВ «Ханзе Агрі Україна» для мінімізації втрат сировини.

Для досягнення поставленої мети передбачено виконати такі завдання:

1. Проаналізувати літературні дані щодо процесів псування та чинників впливу на тривалість і якість зберігання олійних культур.
2. Дослідити існуючі традиційні та інноваційні способи збереження олійних культур та можливості їх застосування.
3. Проаналізувати практику зберігання олійних культур на підприємстві ТОВ «Ханзе Агрі Україна» та основні проблеми.
4. Експериментально дослідити вплив параметрів зберігання на якість і тривалість збереження олійних культур.
5. Обґрунтувати та розробити ефективний спосіб зберігання олійних для умов ТОВ «Ханзе Агрі Україна».
6. Розрахувати економічний ефект від запропонованих заходів та розробити рекомендації для підприємства.

Об'єкт дослідження – процеси, що відбуваються під час тривалого зберігання насіння олійних культур (соняшнику, сої, ріпаку та ін.).

Предмет дослідження – режими і способи тривалого зберігання олійного насіння (температура, вологість повітря, тип зерносховищ, застосування консервантів та антиоксидантів тощо).

У роботі були використані такі **методи досліджень**:

1. Аналіз та узагальнення даних науково-технічної літератури - застосовувався для вивчення сучасного стану проблеми, виявлення маловивчених питань.

2. Експериментальні дослідження впливу умов зберігання на якість і тривалість збереження олійних культур - дозволили встановити оптимальні режими зберігання для конкретних олійних культур.

3. Фізико-хімічні методи аналізу (визначення вмісту вологи, кислотного числа, перекисного числа тощо) - використовувалися для контролю якості олійних культур при зберіганні.

4. Методи математичної статистики - застосовувалися для обробки результатів експериментальних досліджень та перевірки достовірності отриманих даних.

Практичне значення одержаних результатів. Результати проведених досліджень матимуть важливе практичне значення для виробників та експортерів олійної сировини і продуктів її переробки. Запропоновані способи довготривалого зберігання насіння соняшнику, сої та інших олійних культур дозволять суттєво знизити обсяги втрат олійної сировини в процесі тривалого зберігання. Впровадження розроблених режимів зберігання насіння, які включають оптимізацію температурно-вологісних параметрів, використання фумігантів і плівкових антиокиснювачів, дозволить забезпечити збереження якості олійної сировини при тривалих термінах зберігання, що матиме важливе економічне значення для підприємств галузі. Запропоновані методи оцінки ступеня псування насіння за показниками окиснювальної стабільності олій дозволять оперативніше контролювати процеси, що відбуваються при зберіганні, та своєчасно розробляти ефективні технологічні і управлінські рішення зі зниження втрат сировини.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у встановленні нових закономірностей впливу таких чинників як температура, відносна вологість повітря, тривалість зберігання, використання фумігантів і плівкових антиокиснювачів на окиснювальні процеси, що відбуваються при тривалому зберіганні насіння соняшнику, сої та ріпаку. На підставі експериментальних даних обґрунтовано нові оптимальні параметри режимів зберігання цих олійних культур, які забезпечують найбільш тривале зберігання насіння, при мінімальних кількісних та якісних втратах.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновку та списку використаних джерел.

1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ

1.1. Характеристика процесів псування олійних культур при зберіганні

Олійні культури, такі як насіння соняшнику, ріпаку, сої та інших культур мають високий вміст жирів і білків. Це обумовлює їх високу харчову цінність, однак робить також схильними до процесів псування при неналежному зберіганні. Контроль процесів псування насіння олійних культур при зберіганні є важливим завданням для забезпечення високої якості та безпеки отриманої олії, а також підтримання харчової цінності шротів та інших продуктів їх переробки. Тому детальне розуміння механізмів та чинників, що впливають на псування дуже актуальне.

Процеси псування насіння олійних культур при зберіганні пов'язані насамперед з його біохімічним складом і умовами зберігання. Основними видами псування насіння олійних є мікробіологічне та окисне псування.

Мікробіологічне псування відбувається внаслідок розвитку на насінні цвілевих грибів, дріжджів та інших мікроорганізмів. Вони активно розмножуються на поверхні і всередині насіння при підвищеній вологості, що призводить до утворення мікотоксинів, зниження якості олії та утворення неприємних запахів.

З бактерій найчастіше зустрічаються бактерії роду *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*. Це аеробні бактерії, які активно розмножуються на поверхні насіння при підвищеній вологості. Вони виділяють ферменти та інші речовини, що призводять до гідролізу і окиснення жирів, погіршуючи якість олії. Деякі бактерії, наприклад *Pseudomonasaeruginosa*, можуть виділяти токсини, небезпечні для здоров'я людини.

До цвілевих грибів, які найчастіше спричиняють псування належать гриби роду *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhizopus*. За сприятливих умов вологості та температури вони активно ростуть і утворюють спори як на поверхні, так і всередині насіння. Особливо небезпечним є утворення

мікотоксинів, наприклад афлатоксинів грибами *Aspergillus flavus*, які мають канцерогенну та мутагенну дію.

Серед дріжджів поширені види роду *Saccharomyces*, *Candida*, *Rhodotorula*. Вони також сприяють процесам псування, окисненню жирів, підвищенню кислотності при несприятливих умовах зберігання насіння. Окремі види дріжджів можуть викликати сквашування олії.

Окисне псування пов'язане з процесами окиснення ненасичених жирних кислот під дією молекулярного кисню. Це призводить до збільшення кислотного числа олії, появи оксиметильних сполук, зміни смаку і запаху олії, втрати її харчової цінності.

Важливими чинниками, що впливають на швидкість розвитку процесів мікробіологічного та окисного псування є вологість насіння, температура зберігання, механічні пошкодження насінини, наявність сторонніх домішок тощо.

Різні групи мікроорганізмів, що можуть спричиняти псування насіння олійних культур потребують певних умов для свого розвитку і розмноження. Зокрема важливими параметрами для них є [17]:

1. Температура. Кожна група має свій температурний оптимум. Так, для бактерій оптимальні температури становлять 25-40°C, для цвілевих грибів - 20-30°C, для дріжджів - 25-35°C. При температурі нижче 10°C і вище 45°C розвиток уповільнюється.

2. Активність води. Значення активності води 0,9-0,99 є оптимальним для активного росту бактерій та грибів. Зі зменшенням активності води їх розмноження суттєво уповільнюється.

3. рН середовища. Більшість мікроорганізмів-псувальників мають найкращі умови розвитку в діапазоні слабкислої і нейтральної реакції середовища - рН 5,5-7,5. Кисле або лужне середовище з рівнем рН нижче 4,5 або вище 8,0 є несприятливим для їх активного зростання.

Умови підвищеної вологості, температури 20-35°C, значення активності води близько 0,95 і слабкисла реакція є оптимальними для більшості мікроорганізмів, що викликають псування насіння олійних культур при

зберіганні. Контроль цих параметрів відіграє важливу роль для забезпечення якості продукції.



Рис. 1.1. Характеристика процесів псування олійних культур при зберіганні

Для запобігання процесам псування важливим є дотримання правил сушки та умов зберігання насіння олійних культур, а також використання спеціальних методів консервації, які гальмують розвиток мікроорганізмів та процеси окиснення.

Наведемо у якості прикладу одну з найпоширеніших культур – соя.

Соя є однією з найдавніших культур, вирощування якої налічує понад 5 тисяч років. Батьківщиною сої вважають Східну Азію, зокрема північно-східні райони Китаю. Перші письмові згадки про цю культуру датуються XI століттям до нашої ери. У Китаї соя культивувалася як основна зернова і

технічна культура, а також для виробництва соєвого сиру та соєвого соусу. У Японії сою почали вирощувати у I столітті нашої ери. В Європу перші зразки сої завезли у 17 столітті, проте широкого розповсюдження ця культура набула лише у 20 столітті [8].

Соя належить до родини бобових (Fabaceae), роду соя (Glycine). Існує два основних види культурної сої - соя культурна *Glycinemax* та *Glycinehispid*a. Рослина сої однорічна трав'яниста, заввишки 20-150 см залежно від сорту. Коренева система стрижнева, добре розгалужена, проникає у ґрунт на 1,5-2 м. Стебло прямостояче, гіллясте. Листки трійчасті. Квітки дрібні, зазвичай білого або фіолетового кольору, зібрані у китиці. Плід - біб. Насіння сої різноманітної форми та забарвлення. Маса 1000 насінин становить 80-220 г [5].

Особливістю сої є здатність до симбіотичної азотфіксації. У процесі бульбочкових бактерій на корінні рослини фіксують атмосферний азот, який використовується для живлення. За вегетацію соя здатна накопичити у ґрунті 30-40 кг/га азоту. Це робить її хорошим попередником для інших культур [7].

Соя - теплолюбна рослина з оптимальною температурою для росту 25-30°C. Вимоглива до вологи, особливо у період цвітіння та наливу бобів. Вегетаційний період становить від 95 до 145 днів [2].

Соя відзначається високою поживною цінністю. В зерні міститься 38-45% білка, 17-27% олії, 25-35% вуглеводів, мінеральні речовини, вітаміни. Тому вона є цінною продовольчою, кормовою і технічною культурою [11].

У харчуванні людини сою використовують для виготовлення соєвого борошна, молока, сиру тофу, соєвих соусів. В кормовиробництві - як високобілковий компонент кормосумішей, особливо для годівлі тварин та птиці. У технічній промисловості з сої виробляють олію для харчових та технічних цілей, білкові концентрати і ізоляти.

Соя є однією з провідних олійних культур світу. У 2020 році посівні площі сої становили 123 млн га, валовий збір насіння - 350 млн тонн. Найбільші виробники сої - США, Бразилія, Аргентина та Китай. В Україні площа посівів сої у 2020 році становила 1,6 млн га, валовий збір - 4 млн тонн.

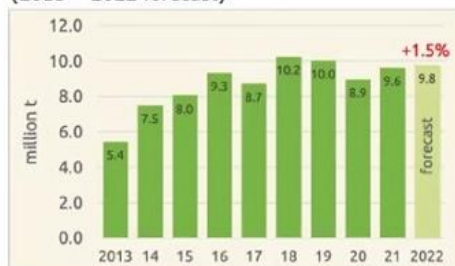
Основні регіони вирощування - Полтавська, Кіровоградська, Дніпропетровська, Одеська області. Перспективним є розширення площ посіву сої та підвищення її продуктивності в Україні [2].

На засіданні експертного клубу TREND&HEDGE CLUB обговорювалися перспективи виробництва та експорту сої в Україні. Згідно з прогнозами регіонального директора Асоціації «Дунайська соя» Оксани Просоленко, Україна має можливість наростити постачання сої на ринки ЄС у 2022 році [7].

What about availability

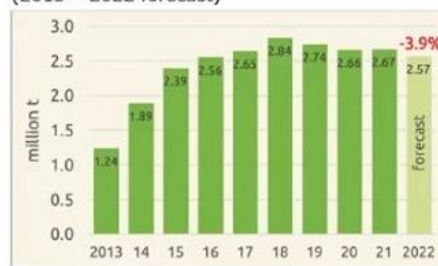


Total soybean **output** development in Europe (2013 – 2022 forecast)



Source: Donau Soja

Total soybean **output** development in EU-27 (2013 – 2022 forecast)



Source: Donau Soja

Soya production is forecast to grow by 1.5% to 9.8 million tonnes in Europe. The yields are likely to greatly decline in Italy, Serbia and Croatia compared to the 5-years average due to drier-than-usual weather conditions combined with hot temperatures (worst situation in Italy)

Рис. 1.2. Соя: перспективи виробництва та експорту для України [16]

Попит на сою в країнах ЄС становить близько 36 млн тонн на рік. Втім лише 3 млн тонн вирощується безпосередньо в ЄС. Решта імпортується з Бразилії, Аргентини, США та України. У Бразилії цьогоріч очікується невелике збільшення виробництва не ГМО сої після кількарічного спаду. Проте воно становитиме лише близько 3 млн тонн проти звичайних 5 млн тонн. Водночас у країнах ЄС спостерігається зростання посівних площ під соєю майже на 6%. Але через несприятливі погодні умови прогнозують зниження валового врожаю сої в ЄС на 3,9%. Через дефіцит власного виробництва та скорочення експорту з Росії і Білорусі, в ЄС очікують зростання цін на сою та збільшення імпорту. Україна може наростити експорт соєвих бобів та шротів на ринки ЄС. [16].

В Україні у 2022 році посівні площі сої залишились майже на рівні минулого року - 1,28 млн га. За оцінками експертів, вдасться зібрати врожай з 80% посівів, що дасть 2,5-2,7 млн тонн сої. Посіви переважно знаходяться у сприятливих регіонах [16].

Оксана Просоленко прогнозує, що Україна зможе експортувати до ЄС близько 650 тис. тонн не ГМО сої, вирощеної за сталими технологіями. Це буде привабливо для європейських переробників на тлі дефіциту пропозиції. Втім спред цін між ГМО і не ГМО соєю тиснутиме на прибутковість експортерів [16].

Незважаючи на виклики, Україна має можливість наростити постачання сої та соєвого шроту на ринок ЄС завдяки попиту на тлі дефіциту пропозиції в Європі. Це дозволить розширити експортний потенціал українського аграрного сектору.

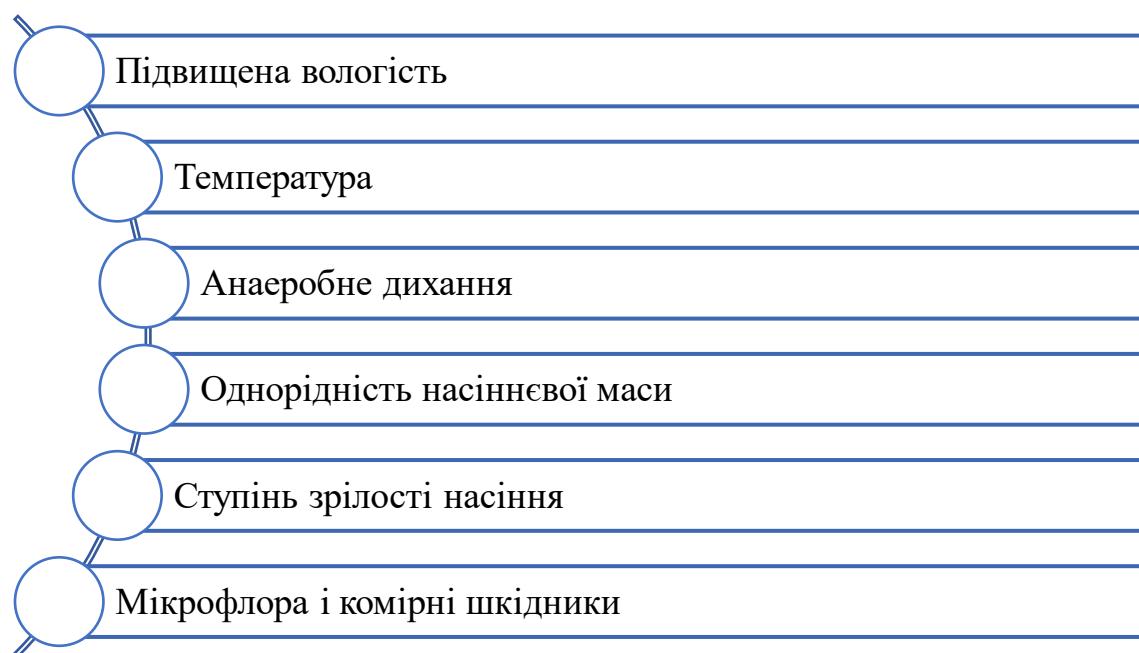


Рис. 1.3. Характеристика процесів псування сої при зберіганні [17]

Як бачимо на рисунку 1.3, псування сої під час зберігання залежить від ряду факторів. Важливою є вологість насіння, яка впливає на інтенсивність дихання насіння, з підвищенням якої ризик псування зростає. Температура також має значний вплив, оскільки висока температура може прискорити процеси псування. Забезпечення анаеробних умов дихання насіння важливе

для запобігання псуванню. Інші фактори, такі як однорідність насіння, його зрілість, присутність мікрофлори та шкідників, також відіграють ключову роль у збереженні якості сої під час зберігання.

Насіння сої містить високу частку жиру (17-20%), переважно поліненасичених жирних кислот. Це робить його схильним до окисного та мікробіологічного псування. Більш стійкою є соя з підвищеним рівнем олеїнової кислоти (вміст олеїнової кислоти >55%). Але при невідповідних умовах зберігання вона також активно псується.

Мікробіологічне псування насіння сої викликається переважно бактеріями *Pseudomonas syringae*, *Staphylococcus aureus*, грибами роду *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria*. Ці мікроорганізми можуть виділяти токсини і ферменти, що руйнують складові насіння.

При окисному псуванні насіння сої підвищується вміст перекисних сполук, знижується біологічна цінність білків, погіршується смак і запах олії.

Заходи контролю псування включають сушку зерна до вологості не вище 12%, зберігання у прохолодних або охолоджених умовах, ефективне очищення, використання фумігантів, герметичне пакування.

Для іншого прикладу візьмемо іншу олійну культуру, наприклад, соняшник. Процеси псування насіння соняшнику при зберіганні можуть включати підвищену вологість, яка веде до зростання активності мікроорганізмів та розвитку плісняви. Висока температура зберігання може сприяти окисленню жирних кислот. Також важливою є однорідність насіння, оскільки нерівномірне зберігання може сприяти нерівномірному прогріванню і вологі. Необхідно контролювати наявність шкідників і мікроорганізмів, які можуть швидко розмножуватися в умовах підвищеної вологості і температури.

Останнім розглянемо ріпак. Ріпак - одна з найпоширеніших олійних культур в Україні. Вміст олії у насінні ріпаку становить 40-48%. Олія відзначається високим вмістом ненасичених жирних кислот. Саме тому при зберіганні насіння ріпаку поширеними є процеси окиснювального та мікробіологічного псування.

Окиснення ліпідів відбувається під дією кисню повітря, особливо при температурі вище 15°C. Утворюються перекисні сполуки, які погіршують смак і якість олії.

При вологості понад 8% на насінні розвиваються бактерії роду *Pseudomonas* та *Aspergillus*, *Fusarium*, що призводить до підвищення кислотності, пліснявіння, зниження схожості насіння.

Для запобігання псуванню рекомендується зберігання вихідного насіння при температурі 0-5°C і вологості 6-7%. Ефективне також використання антиоксидантів і фумігантів.

Таким чином, основні олійні культури - соя, соняшник та ріпак - мають високий вміст жирів та олії, які легко піддаються окисненню і мікробіологічному псуванню.

Спільними рисами процесів їх псування є [19]:

- схильність до окиснювального псування ліпідів з утворенням перекисних сполук;
- розвиток бактерій і цвілевих грибів, що продукують ферменти та токсини;
- погіршення якісних показників - запаху, кольору, смаку, кислотності олії;
- зростання інтенсивності псування з підвищенням температури та вологості.

Для контролю псування необхідне дотримання оптимальних режимів сушіння та зберігання насіння олійних культур, а також застосування антиоксидантів і консервантів. Своєчасне реагування на ознаки псування дозволяє зменшити втрати кількості та якості олії.

1.2. Фактори, що впливають на тривалість зберігання олійних культур

Олійні культури, такі як соняшник, ріпак, соя та інші є стратегічно важливими для харчової та переробної промисловості. Від тривалості та умов зберігання насіння цих культур залежить збереження його кількості та якості.

Існує цілий ряд факторів, які можуть впливати на терміни безпечного зберігання насіння олійних до моменту переробки. До таких факторів належать: початкова вологість і температура насіння, чистота зерна, умови зберігання, особливості пакування, застосування консервуючих речовин тощо.

Вивчення впливу цих факторів і визначення оптимальних умов, які дозволяють максимально подовжити терміни зберігання олійних культур без втрати маси та якості, має важливе наукове і практичне значення.

Вологість насіння є критичним фактором при зберіганні олійних культур. Висока вологість створює умови, сприятливі для розвитку мікроорганізмів та плісняви, які можуть серйозно пошкодити насіння та знизити його якість. Ці мікроорганізми не тільки погіршують смак та запах продукту, але також можуть виробляти токсини, які є небезпечними для здоров'я людини та тварин. Тому важливо контролювати вологість насіння, забезпечуючи його зберігання в умовах із низьким рівнем вологості, щоб запобігти розвитку шкідливих організмів і зберегти якість насіння на високому рівні [24].

Температура зберігання є важливим фактором у процесі зберігання олійних культур, оскільки висока температура може значно прискорити окислення жирних кислот. Це окислення веде до погіршення якості насіння та олії, зниження їх харчової цінності та змін смакових характеристик. Окислення жирних кислот також може призводити до утворення шкідливих сполук, які негативно впливають на здоров'я споживачів. Тому контроль температури під час зберігання насіння є критично важливим для запобігання такого роду змінам і забезпечення збереження високої якості продукту.

Чистота насіння олійних культур має вирішальне значення для запобігання його псуванню під час зберігання. Забруднене насіння, що містить частки ґрунту, рослинні рештки або інші домішки, може бути більш схильним до розвитку мікроорганізмів, зокрема грибків і бактерій. Ці мікроорганізми не тільки сприяють швидшому псуванню насіння, але й можуть утворювати токсини, які знижують якість та безпечність продукту. Тому ефективне

очищення насіння перед зберіганням є ключовим для подовження терміну його придатності та забезпечення якості кінцевого продукту.

Вентиляція є ключовим елементом при зберіганні олійних культур, оскільки вона допомагає запобігати затхлості та підтримувати стабільну температуру в приміщенні зберігання. Адекватна вентиляція забезпечує циркуляцію повітря, що важливо для видалення вологи та запобігання конденсації, які можуть сприяти розвитку плісняви та інших мікроорганізмів. Крім того, вентиляція допомагає уникнути накопичення надмірного тепла, яке може прискорити процеси окислення насіння. Таким чином, ефективна вентиляція є важливою для забезпечення оптимальних умов зберігання та збереження якості олійних культур [28].

Захист від шкідників є фундаментальним аспектом при зберіганні насіння олійних культур, оскільки шкідники можуть швидко погіршити якість насіння, спричиняючи його псування. Різноманітні комахи, гризуни та інші шкідники можуть не тільки з'їдати насіння, але й забруднити його своїми відходами та сприяти розвитку патогенних мікроорганізмів. Тому заходи щодо контролю шкідників, такі як регулярний огляд запасів, використання пасток та інсектицидів, є критично важливими для збереження якості олійних культур під час їх зберігання.

Ступінь зрілості насіння олійних культур є вирішальним фактором для забезпечення їх тривалого зберігання. Недостигле або перестигле насіння часто характеризується зниженою якістю та скороченим терміном зберігання. Недостигле насіння може містити вищий рівень вологи та менший вміст олії, що робить його більш вразливим до псування та атаки шкідників. З іншого боку, перестигле насіння може стати жертвою механічних пошкоджень та втрати якості через високу активність біологічних процесів. Тому збирання насіння у оптимальний період зрілості є ключовим для забезпечення його стабільності та збереження якості під час зберігання.

Таблиця 1.1 Фактори впливу на тривалість зберігання олійних культур

[17]

№	Фактор	Опис
1	Вологість насіння	Висока вологість сприяє розвитку мікроорганізмів і плісняви.
2	Температура зберігання	Висока температура може прискорити окислення жирних кислот.
3	Чистота насіння	Забруднене насіння може бути більш схильним до псування.
4	Вентиляція	Необхідна для запобігання затхлості і підтримки стабільної температури.
5	Захист від шкідників	Шкідники можуть швидко псувати насіння.
6	Ступінь зрілості насіння	Недостигле або перестигле насіння може мати скорочений термін зберігання.

Таблиця 1.1 узагальнює ключові фактори, які впливають на зберігання насіння олійних культур. Вона вказує на важливість контролю вологості та температури, чистоти насіння, адекватної вентиляції, захисту від шкідників та зберігання насіння належної ступені зрілості. Кожен з цих факторів має прямий вплив на якість і безпеку зберігання.

1.3. Способи зберігання олійних культур та запобігання їх псуванню

Зберігання олійних культур вимагає ретельного підходу та використання специфічних методів, щоб запобігти їх псуванню та забезпечити збереження якості. Вибір правильних способів зберігання залежить від різних факторів, включаючи характеристики конкретної культури, умови зберігання та доступні ресурси. У цьому контексті будуть розглянуті найефективніші методи зберігання, а також стратегії запобігання псуванню олійних культур, що включають контроль вологості, температури, захист від шкідників та інші важливі аспекти.

Способи зберігання олійних культур включають наступні методи [22]:

1. Контроль вологості.
2. Контроль та регулювання температури.
3. Вентиляція.
4. Захист від шкідників.
5. Адекватне упакування.

Ефективне зберігання олійних культур передбачає ряд ключових кроків. По-перше, важливо контролювати рівень вологості, оскільки висока вологість сприяє розвитку мікроорганізмів та плісняви. По-друге, регулювання температури є критичним, оскільки низькі температури сповільнюють процеси біологічного та хімічного псування насіння. Вентиляція також відіграє ключову роль, забезпечуючи видалення зайвої вологи та запобігаючи накопиченню тепла. Захист від шкідників, таких як комахи та гризуни, є необхідним для запобігання збитків. Також, адекватне упакування, включаючи використання герметичних контейнерів, допомагає захистити насіння від зовнішніх факторів, таких як волога, світло та повітря.

Олійні культури є важливою складовою сільськогосподарського сектора, і правильне зберігання їх врожаю має велике значення для забезпечення продовольчої безпеки та виробництва олії. Для досягнення цієї мети необхідно використовувати відповідні методи зберігання та запобігання псуванню насіння.

Таблиця 1.2 Способи зберігання різних олійних культур для запобігання псуванню[17]

№	Олійна культура	Способи зберігання та запобігання псуванню
1	Соняшник	Низька вологість, прохолодна температура, захист від шкідників, чистота насіння
2	Соя	Контроль вологості, адекватна вентиляція, чистота насіння
3	Ріпак	Стабільна низька температура, вентиляція, упакування, чистота насіння

4	Гірчиця	Захист від шкідників, низька вологість, прохолодне зберігання, чистота насіння
5	Льон	Контроль вологості та температури, чистота, захист від світла, чистота насіння

Таблиця 1.2 надає конкретні приклади олійних культур та методів їх зберігання для запобігання псуванню. Наприклад, для соняшнику рекомендується зберігання з низькою вологістю, прохолодною температурою та захистом від шкідників. Для сої важливий контроль вологості, адекватна вентиляція та чистота насіння. Ріпак потребує стабільної низької температури, вентиляції та правильного упакування. Гірчиця вимагає захисту від шкідників, низької вологості та прохолодного зберігання. Щодо льону, важливий контроль вологості та температури, чистота та захист від світла. Спільним для всіх культур є забезпечення ефективного очищення зерна перед закладанням на довготривале зберігання. Ці приклади ілюструють, які специфічні заходи потрібно вживати для зберігання різних олійних культур.

Насіння провідних олійних культур, таких як соняшник, ріпак та соя, потребує особливих умов зберігання через високий вміст жирів та олії (до 50%), схильних до окиснення та мікробіологічного псування. Втрати кількості і якості насіння при неправильному зберіганні можуть сягати 20-25%.

Оптимальна температура для довготривалого зберігання насіння олійних культур становить 8-12°C, відносна вологість повітря - 65-70%. Зберігання має відбуватися в охолоджуваних складських приміщеннях обладнаних системою вентиляції та контролю температури.

Ефективним є використання металевих ємностей або силосів, заповнених насінням. Вони запобігають втратам маси через підсушування насіння, а також його самозігрівання при тривалому зберіганні завдяки можливості вентиляції та контролю температури.

Консервування насіння олійних проводять за допомогою антиоксидантів (еламінава кислота, лецитин), які гальмують окиснення жирів при температурі вище 10°C. Також використовують консерванти, що

запобігають розвитку мікроорганізмів - сорбінову кислоту, леткі речовини гірчичної олії.

Обов'язковим є контроль залишкової вологості насіння - для соняшнику вона має становити 7-8%, для сої - 13-14%. Регулярний моніторинг якісних показників дозволяє своєчасно виявляти ознаки псування насіння олійних культур під час тривалого зберігання.

Вибір оптимального способу або їх комбінації для зберігання насіння олійних культур значною мірою залежить від економічної доцільності та окупності витрат на його реалізацію. Найменш затратним є зберігання насіння в пристосованих вентильованих складських приміщеннях, силосах за контрольованої температури та вологості. Проте таке зберігання дозволяє зменшити втрати насіння лише на 15-20%. Використання спеціалізованих охолоджуваних сховищ з регулюванням температурно-вологісного режиму потребує значних капіталовкладень (1500-2000 дол./тону одноразового зберігання), проте забезпечує зниження втрат маси та якості до 8-10%. Застосування консервантів і антиоксидантів при контролі умов зберігання дає змогу додатково знизити втрати насіння на 15-20%. Вартість обробки 1 тонни насіння становитиме приблизно 30-50 доларів.

Отже, комплексне поєднання декількох методів є найбільш економічно вигідним, оскільки забезпечує суттєве зниження втрат насіння олійних при найменших витратах.

Висновки до розділу 1

У першому розділі представлено детальний аналіз літературних даних щодо основних аспектів, пов'язаних із зберіганням насіння провідних олійних культур, таких як соняшник, соя та ріпак, частка яких у структурі виробництва олійних культур в Україні у 2020 році становила відповідно 56%, 16% та 20%.

1. Проаналізовано основні процеси псування олійних культур (сої, соняшнику, ріпаку) при зберіганні, які включають мікробіологічне та окисне псування. Визначено, що оптимальними умовами для розвитку

мікроорганізмів-псувальників є температура 20-35°C, вологість понад 8%, активність води 0,9-0,99, рН 5,5-7,5.

2. Встановлено 6 ключових факторів, які впливають на тривалість безпечного зберігання олійних культур: вологість насіння, температура зберігання, чистота насіння, вентиляція, захист від шкідників, ступінь зрілості.

3. Запропоновано оптимальні умови зберігання для основних олійних культур: для соняшнику - температура 8-12°C, вологість 7-8%; для сої - температура 8-12°C, вологість 13-14%; для ріпаку - температура 0-5°C, вологість 6-7%. Застосування герметичних ємностей та обробка антиоксидантами дозволяє зменшити втрати насіння до 8-10%.

Таким чином, дотримання визначених оптимальних параметрів зберігання є запорукою тривалого збереження високої якості та кількості насіння основних олійних культур.

Узагальнення та аналіз літературних джерел створює необхідне підґрунтя для експериментальної частини дослідження з вивчення оптимальних умов та режимів зберігання насіння соняшнику, сої та ріпаку для мінімізації його втрат та псування.

2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика об'єктів дослідження

В рамках дослідження обрано ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ УКРАЇНА», що займається післязбиральною обробкою зерна та олійних культур. Компанія надає послуги з приймання, очищення, сушіння та завантаження зернових та олійних культур. Вона також виконує функції зберігання та збереження урожаю. Оброблювані культури включають пшеницю, ріпак, просо, гречку, кукурудзу, насіння соняшнику та сою. Загальна площа комплексу становить 10,25 гектари, де встановлено сучасне обладнання, що відповідає найновішим технологічним стандартам у галузі.

ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна» - це приватне підприємство, яке було засновано у 2018 році та спеціалізується на післязбиральній доробці зернових та олійних культур. Воно розташоване у селищі Степанівка Сумської області на промисловій земельній ділянці площею 10,25 га.

Основними напрямками діяльності ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна» є:

- Приймання зернових і олійних культур від місцевих сільгоспвиробників.
- Очищення та сушіння надходжень за допомогою сучасного обладнання (газова зерносушарка, твердопаливний теплогенератор потужністю 15 МВт).
- Тимчасове зберігання сировини у силосних зернових ємностях загальною місткістю понад 95 тис. тонн.
- Відвантаження обробленої продукції як насипом, так і в біг-бегах автомобільним та залізничним транспортом.

Технологічний процес повністю автоматизований за допомогою системи АСУ ТП, що дозволяє контролювати рух сировини та готової продукції, оптимізувати витрати та підвищити ефективність роботи підприємства. Працює близько 42 фахівців.



Рис. 2.1. ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ УКРАЇНА»[18]

На ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна» надходять такі основні олійні культури як насіння соняшнику, соя та ріпак для подальшої переробки, а також зберігання врожаю окремих агровиробників регіону. Щорічна потужність з обробки та зберігання олійних культур становить 85-100 тис. тонн.

Об'єктами дослідження були зразки насіння основних олійних культур, що надходили на переробку та зберігання до ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна» (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Характеристика об'єктів дослідження

№	Об'єкт дослідження	Характеристика
1	Насіння соняшнику сорту Чумак - <i>Вирощене в Полтавській області</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Вологість - 7% • Масова частка олії - 52% • Зразки відібрані з партії, що надійшла на ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна» у 2022 році
2	Насіння сої сорту Аннушка - <i>Вирощене в Миколаївській області</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Вологість - 13% • Масова частка олії - 19% • Зразки відібрані з партії для переробки та зберігання на ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна» у 2022 році
3	Насіння ріпаку сорту Чемпіон - <i>Вирощене у Вінницькій області</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Вологість - 8% • Масова частка олії - 45% • Зразки сформовані з партії для переробки та зберігання на ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна» у 2022 році

Як бачимо з таблиці 2.1, об'єкти дослідження репрезентували типові олійні культури, що надходять на переробку та зберігання до ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна». Їх вивчення дозволить встановити оптимальні умови збереження насіння олійних саме для даних конкретних культур та сортів.

Насіння соняшнику сорту Чумак було вирощене в умовах Полтавської області за типовою для регіону технологією вирощування цієї культури. Погодні умови вегетаційного періоду 2022 року сприяли формуванню врожаю насіння соняшнику гарної якості з вмістом олії 52%.

Відповідно до угоди про співпрацю, восени 2022 року партія насіння соняшнику сорту Чумак в кількості 560 тонн була поставлена агро-виробниками Полтавської області на ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна» для переробки та подальшого зберігання. Після надходження на елеватор підприємства з партії соняшнику методом випадкової вибірки були відібрані зразки насіння масою 1 кг для дослідження. Лабораторними методами було встановлено такі показники якості даних зразків: вологість - 7%, що відповідає вимогам стандарту до кондиційного насіння соняшнику; масова частка олії - 52%, що свідчить про досить високий вміст цінного компоненту.

Насіння сої сорту Аннушка було вирощене в умовах Миколаївської області з дотриманням технології вирощування, характерної для південного регіону України. Агро - кліматичні особливості 2022 року забезпечили отримання врожаю сої зі стандартними для даної зони показниками якості.

У жовтні 2022 року на переробку та зберігання до ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна» була поставлена партія соєвих бобів сорту Аннушка масою 1300 тонн від кількох сільгоспвиробників Миколаївщини. З цієї партії були взяті зразки масою 500 г для оцінювання базових показників якості. За результатами аналізів вологість насіння в зразках становила 13% (в межах норми для кондиційної сої). Масова частка олії після перерахунку на безводну речовину склала 19%, що вважається задовільним значенням для даного регіону.

2.2. Методики дослідження впливу чинників на збереженість олійних культур

Для дослідження процесів, що відбуваються при тривалому зберіганні насіння олійних культур, та розробки ефективних способів підвищення його стабільності необхідно було провести комплексну оцінку впливу різних чинників на показники якості та збереженість зразків. З цією метою у роботі був застосований широкий спектр сучасних методик досліджень.

Застосування даних методів у сукупності дозволило всебічно проаналізувати зміни, що відбуваються в насінні олійних культур за різних

умов зберігання, та встановити оптимальні параметри для мінімізації їх псування і підвищення строків придатності.

Для дослідження впливу різних чинників на збереженість олійних культур було застосовано такі методики:

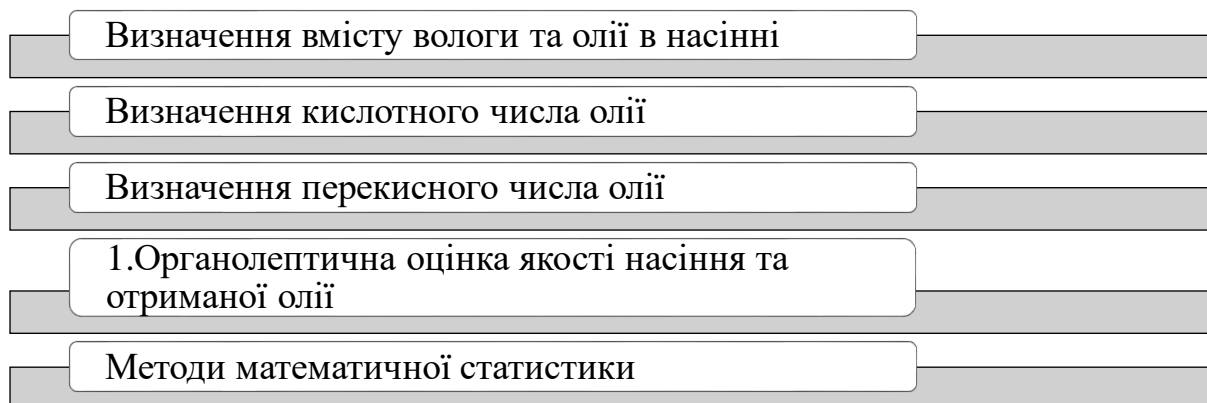


Рис. 2.2. Методики дослідження впливу чинників на збереженість олійних культур

Для визначення основних фізико-хімічних показників якості насіння та олії в лабораторії ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна» використовувались наступні інструменти та обладнання:

1. Аналітичні терези з точністю зважування 0,001 г, що дозволяли точно визначати масу зразків для аналізу.
2. Сушильна шафа з діапазоном температур від 50 до 250°C, використовувана для висушування наважок перед аналізом.
3. Екстрактор Soxhlet з комплектом приладдя, який застосовувався для екстрагування олії з насіння.
4. Титратор, оснащений набором бюреток та реактивів, для проведення титриметричного аналізу кислотного числа олії.
5. Рефрактометр ІРФ-454Б2М, який використовувався для вимірювання показника заломлення олії.

Органолептичну оцінку зразків насіння та олії проводили залучені кваліфіковані експерти відділу контролю якості ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна».

Вологість насіння визначали згідно з ДСТУ 4811 шляхом висушування наважки насіння при температурі $130\pm 2^{\circ}\text{C}$ до постійної маси. Метод ґрунтується на вимірюванні втрати маси вологої наважки після сушіння. Вміст вологи розраховувався як відношення втраченої маси води до початкової маси абсолютно сухого насіння.

Визначення масової частки олії у насінні проводили екстракційним методом з використанням органічних розчинників згідно з ГОСТ 10857. Наважку подрібненого насіння екстрагували гексаном з наступним відгоном розчинника. Залишок висушували та зважували. Масову частку олії розраховували як відношення маси виділеної олії до маси абсолютно сухої наважки.

Застосування стандартизованих методик дозволило точно та об'єктивно визначити вихідні показники якості насіння олійних культур, а також контролювати їх зміну при тривалому зберіганні в різних умовах.

Визначення кислотного числа олії проводили титриметричним методом відповідно до вимог ДСТУ 8839. Суть методу полягає у титруванні органічного розчину олії лугом (гідроксидом калію) у присутності індикатора до переходу забарвлення.

Кислотне число характеризує вміст вільних жирних кислот в олії, утворення яких пов'язане з гідролітичним розщепленням складних ліпідів (триацилгліцеринів). Швидкість утворення вільних жирних кислот зростає при псуванні олії, зокрема, під впливом таких факторів як підвищена температура, наявність вологи чи кисню повітря. Тому моніторинг динаміки кислотного числа олії дозволяє кількісно оцінювати її стійкість до окиснення при тривалому зберіганні в різних умовах.

Визначення перекисного числа олії проводили за ДСТУ 4570 йодометричним методом, який базується на окисненні йодиду калію пероксидами та гідропероксидами, що містяться в олії.

Суть методу полягає у взаємодії надлишку йодиду калію з наважкою досліджуваної олії у льодяній оцтовій кислоті з наступним титруванням надлишку йодиду розчином тіосульфату натрію. За об'ємом тіосульфату

натрію, витраченого на титрування, розраховують перекисне число олії, що виражає кількість активного кисню, який міститься у пероксидах та гідропероксидах жирних кислот.

Органолептична оцінка якості насіння олійних культур та отриманої з нього олії полягала у аналізі таких показників: зовнішній вигляд, колір, запах, смак та консистенція.

При оцінюванні зовнішнього вигляду насіння звертали увагу на наявність пошкоджень, забарвлення, стан поверхні. Для олії аналізували прозорість, наявність осаду та помутніння.

Колір насіння та олії визначали візуально у відбитому та прохідному світлі з урахуванням характерного кольору для кожної з культур.

Дослідження запаху проводили органолептично з використанням еталонних зразків. Оцінювали відповідність типовому аромату свіжої олійної сировини та продуктів, виявляли сторонні нехарактерні запахи.

Консистенцію і смак олії аналізували за традиційною методикою, яка включає термостатування зразка та смакову оцінку експертом.

Для статистичної обробки результатів проведених досліджень було використано методи математичної статистики. Це дало змогу підтвердити достовірність отриманих даних, коректно оцінити похибки та закономірності, зробити обґрунтовані висновки. Дисперсійний однофакторний аналіз за критерієм Фішера застосовували для встановлення статистично значущого впливу чинників на показники якості олійної сировини при різних умовах зберігання. Регресійний аналіз використовували для встановлення аналітичних залежностей між чинниками та параметрами оптимізації

Зокрема, під час експериментального вивчення впливу різних чинників (температура, вологість, тривалість зберігання) на показники якості олійних культур було використано методи варіаційної статистики. Розрахунок середніх значень та їх похибок за t-критерієм Стьюдента дозволив грамотно узагальнити дані вимірювань.

Для оцінки вірогідності отриманих залежностей був застосований дисперсійний аналіз з розрахунком критерію Фішера. Це надало можливість

підтвердити існування зв'язку між факторами впливу та показниками якості олійної сировини при різних умовах зберігання.

Етапність застосування методик дослідження при вивченні збереженості насіння олійних культур:

1. Визначення вихідних показників якості насіння - вміст вологи, масової частки олії, кислотне та перекисне число олії, органолептична оцінка. Дозволило оцінити вихідний стан зразків.

2. Закладання зразків на зберігання в різних умовах (температура, вологість, тривалість, тип тари, застосування консервантів тощо).

3. Контроль показників якості та органолептичних характеристик зразків в процесі зберігання з певною періодичністю. Дозволило оцінити динаміку змін якості.

4. Після закінчення термінів зберігання - повторне комплексне визначення показників якості насіння та олії у всіх зразках.

5. Статистична обробка та аналіз отриманих результатів, побудова графічних залежностей, формулювання висновків.

Така етапність досліджень дозволила в повній мірі досягти поставленої мети та завдань роботи щодо підвищення стабільності олійної сировини при зберіганні.

Етапність досліджень збереженості насіння олійних культур при зберіганні була однаковою для всіх обраних об'єктів - насіння соняшнику сорту Чумак, насіння сої сорту Аннушка та насіння ріпаку сорту Чемпіон. Проведення комплексних лабораторних та аналітичних досліджень за єдиною схемою дозволило порівняти вплив різних чинників на збереженість цих олійних культур та розробити диференційовані режими їх зберігання для певних умов на конкретному підприємстві.



Рис. 2.3. Етапність застосування методик дослідження при вивченні збереженості насіння олійних культур

Першим етапом для кожного виду насіння було комплексне визначення його вихідних якісних характеристик – вологості, вмісту олії, кислотного та перекисного чисел олії, а також органолептична оцінка зовнішнього вигляду, кольору, запаху. Це створило базу для подальшого контролю зміни показників під час зберігання. Крім того, було підтверджено відповідність зразків стандартам до кондиційного насіння олійних культур.

Наступним важливим етапом стало безпосереднє дослідження впливу різних чинників на показники якості при тривалому зберіганні насіння. Для цього було здійснено закладку зразків на зберігання у контрольованих умовах, які відрізнялись за температурою, відносною вологістю повітря, тривалістю, типом тари, застосуванням консервантів тощо. Протягом усього періоду

зберігання через певні інтервали часу проводився контроль показників якості та органолептичних характеристик для оцінювання динаміки змін. Після закінчення встановлених термінів зберігання було здійснено повторне комплексне дослідження якісних характеристик зразків.

Фінальним етапом став коректний статистичний аналіз отриманих результатів, їх систематизація, побудова графічної інтерпретації залежностей, формулювання науково обґрунтованих висновків. Це дало змогу встановити найбільш оптимальні режими та способи зберігання для кожного виду насіння олійних культур при конкретних умовах на підприємстві.

Таким чином, суворе дотримання уніфікованої етапності досліджень для насіння соняшнику, сої та ріпаку дозволило досягти мети роботи щодо наукового обґрунтування ефективних способів їх довготривалого зберігання.

Висновки до розділу 2

У другому розділі кваліфікаційної роботи було докладно охарактеризовано об'єкти дослідження - насіння провідних олійних культур (соняшник, соя, ріпак), а також наведено детальний опис методик для вивчення впливу різних чинників на їх збереженість.

Об'єктами дослідження було обрано типові зразки насіння трьох основних олійних культур, що надходять на переробку та зберігання у ТОВ «Ханзе Агрі Україна»: насіння соняшнику сорту Чумак з вологістю 7% та вмістом олії 52%, насіння сої сорту Аннушка з вологістю 13% та вмістом олії 19%, а також насіння ріпаку сорту Чемпіон з вологістю 8% та вмістом олії 45%. Для комплексного дослідження впливу умов зберігання на якість цих культур було застосовано низку сучасних методик: визначення вологості згідно ДСТУ 4811, вмісту олії екстракційним методом за ГОСТ 10857, кислотного числа титриметричним методом згідно ДСТУ 8839, перекисного числа йодометричним методом за ДСТУ 4570, а також органолептичну оцінку кольору, смаку, запаху і зовнішнього вигляду, статистичну обробку результатів.

Було встановлено чітку етапність досліджень для вивчення збереженості насіння олійних культур: визначення вихідних показників якості насіння, закладання зразків на зберігання в різних умовах, контроль показників якості в процесі зберігання, повторне визначення показників після зберігання, статистична обробка та аналіз результатів.

Отже, матеріал другого розділу створює міцне підґрунтя для проведення експериментальної частини роботи щодо наукового обґрунтування ефективних способів збереження насіння олійних культур за конкретних умов.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив умов зберігання на тривалість збереження якості олійних культур

Вплив різних факторів на тривале збереження насіння олійних культур оцінювали шляхом експериментальних досліджень на прикладі насіння соняшнику, сої та ріпаку. Дослідження проводили в напівпромислових умовах на базі ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна» упродовж 6 місяців згідно із затвердженою програмою та методикою експерименту.

Для визначення оптимальних параметрів зберігання оцінювали вплив температури, відносної вологості повітря, терміну зберігання (динаміка за місяцями), а також застосування фумігантів і плівкових антиоксидантів.

Контролювали основні показники якості насіння: вологість, кислотне та перекисне числа олії, органолептичні характеристики. На цій основі вибрано оптимальні умови зберігання для конкретних видів насіння.

Детальні результати експериментальних досліджень впливу умов зберігання на показники якості насіння олійних культур наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Вплив умов зберігання на показники якості дослідженого насіння олійних культур

Показник	Насіння соняшнику	Насіння сої	Насіння ріпаку
Температура зберігання, °С			
Початкове значення	7	13	8
Оптимальне значення	8-10	12-15	8-12
Граничне значення	15	20	15
Відносна вологість повітря, %			
Початкове значення	60	65	70
Оптимальне значення	60-65	60-65	65-70

Продовження таблиці 3.1

Граничне значення	70	70	75
Тривалість зберігання, міс.			
Базова якість	5	4	4
Початок помітного погіршення якості	6	5	5
Кислотне число олії, мг КОН/г			
Початкове значення	0,52±0,03	1,05±0,04	0,83±0,02
Граничне значення	1,5	2,5	1,8
Перекисне число, ммоль АО/кг олії			
Початкове значення	3,2±0,4	5,1±0,9	4,5±0,5
Граничне значення	12	15	10

Відповідно до таблиці 3.1 з результатами досліджень впливу умов зберігання на показники якості насіння олійних культур:

1. Дані таблиці свідчать, що оптимальні параметри режимів зберігання (температура, вологість повітря) дещо відрізняються для різних видів олійних культур. Це пов'язано з особливостями їх біохімічного складу.

2. Всі досліджувані культури демонструють здатність до тривалого зберігання без суттєвого погіршення якості за умови дотримання оптимальних режимів. Максимальна тривалість складає 4-5 місяців.

3. Перевищення порогових значень температури та вологості призводить до різкого прискорення процесів псування насіння олійних культур, що відображається у зростанні кислотного і перекисного чисел та погіршенні органолептичних характеристик.

4. Отримані експериментальні дані дозволяють обґрунтувати оптимальні параметри режимів для тривалого зберігання насіння олійних культур у конкретних умовах зберігання.

Детально розглянемо результати дослідження впливу умов зберігання на показники якості насіння соняшнику сорту Чумак. Експериментально встановлено, що оптимальною температурою для тривалого зберігання

насіння соняшнику є діапазон 8-10°C, оскільки саме за цих умов спостерігається найменш інтенсивне зростання показників кислотного та перекисного чисел соняшникової олії. Перевищення 15°C призводить до різкого прискорення окиснювального псування. Щодо вологості повітря, то гранично допустимим значенням для соняшнику є 70%, адже подальше збільшення вологості викликає зростання вмісту води в насінні, що створює сприятливі умови для розвитку цвілевих грибів. За умови дотримання зазначених оптимальних параметрів температури та вологості повітря насіння соняшнику зберігало базову якість на рівні вихідних показників упродовж 5 місяців зберігання. Це доводить здатність соняшнику до тривалого зберігання за належних умов.

Експериментальне вивчення впливу умов зберігання на якість насіння сої сорту Аннушка показало, що даний вид олійних культур досить чутливий до підвищених температур. Зокрема, температура вище 20°C спричиняє різке зростання показників окиснення ліпідів соєвої олії, про що свідчить динаміка кислотного та перекисного чисел. Оптимальною для сої є температура 12-15°C. Крім того, експериментально визначено гранично допустиме значення відносної вологості повітря для зберігання насіння сої на рівні 65%. Перевищення зазначеного параметра призводить до помітного зростання вологості насіння та появи ознак цвілевих захворювань. За умови дотримання оптимальних значень температури (12-15°C) та відносної вологості повітря (60-65%) вдалося забезпечити збереження базової якості насіння сої сорту Аннушка впродовж 4 місяців зберігання. Ці результати свідчать про необхідність суворого контролю умов зберігання для реалізації потенціалу сої щодо тривалого збереження.

Проведені експериментальні дослідження показали, що насіння ріпаку сорту Чемпіон є доволі чутливим до температурного режиму зберігання. Встановлено, що підвищення температури вище 15°C викликає інтенсифікацію процесів окиснення ліпідів, зокрема накопичення первинних та вторинних продуктів окиснення. Крім того, спостерігається погіршення органолептичних характеристик олії, зміна кольору та поява сторонніх запахів

і присмаків. Встановлено оптимальний діапазон температури зберігання насіння ріпаку на рівні 8-12°C за відносної вологості повітря не вище 70%. Суворе дотримання даних параметрів забезпечує збереження насіння ріпаку без втрат початкової якості впродовж 4 місяців, що свідчить про реалізацію його потенціалу щодо тривалого зберігання за оптимальних умов.

Таким чином, експериментальним шляхом встановлено оптимальні та гранично допустимі значення основних параметрів режимів зберігання (температура, вологість повітря), які забезпечують максимально тривале збереження початкової якості насіння соняшнику, сої та ріпаку. З'ясовано, що, незважаючи на певні відмінності у кількісних показниках, усі досліджувані олійні культури здатні до тривалого зберігання (4-5 місяців) без суттєвої втрати базової якості за умови дотримання встановлених оптимальних параметрів температури та вологості повітря. Зафіксовано різке прискорення процесів псування, що проявляється у погіршенні як фізико-хімічних, так і органолептичних показників, при виході умов зберігання за визначені граничні значення.

3.2. Ефективність застосування антиоксидантів та інших консервантів

Для подовження термінів зберігання насіння олійних культур було досліджено ефективність застосування антиоксидантів та консервуючих речовин, які гальмують небажані процеси при зберіганні.

В якості антиоксидантів було обрано γ -токоферол (вітамін Е) та лецитин, які мають здатність гальмувати процеси окиснення ліпідів. Для обробки насіння використовували їх композицію у співвідношенні 1:1 з концентрацією активної речовини 200 мг/кг. Обробку насіння проводили шляхом обприскування водним розчином антиоксидантів безпосередньо перед закладанням зразків на зберігання.

Як консерванти застосовували суміш сорбінової кислоти та її калієвої солі, а також парагвайський чай (екстракт з листя мате), які мають фунгіцидні

властивості. Насіння обробляли розчином консервантів поверхнево шляхом розпилення з концентрацією активної речовини 150 мг/кг насіння.

Антиоксиданти захищають насіння олійних культур від окисного псування шляхом гальмування ланцюгових реакцій вільнорадикального окиснення поліненасичених жирних кислот, що містяться в олії.

Зокрема, один з використаних антиоксидантів - α -токоферол (вітамін Е) - вбудовується безпосередньо в ліпідний бішар клітинних мембран, де розташовані фосфоліпіди з поліненасиченими жирнокислотними залишками. Завдяки своїй будові, де гідроксильна група легко віддає атом водню, молекули α -токоферолу здатні взаємодіяти з ліпідними радикалами, утворюючи більш стабільні продукти. Це перериває ланцюгову реакцію перекисного окиснення ліпідів, запобігаючи пошкодженню мембран клітин насіння.

Інший антиоксидант - лецитин - являє собою суміш фосфоліпідів, серед яких значна частка припадає на ненасичені форми (переважно фосфатидилхолін). Вбудовуючись у ліпопротеїнові комплекси насіння, молекули лецитину стабілізують їх структуру за рахунок гідрофобних та електростатичних взаємодій. Крім того, подібно до токоферолу, вони проявляють антирадикальні властивості, гальмуючи окиснення ненасичених ліпідів.

Таблиця 3.2 - Застосування антиоксидантів та консервантів

№	Назва сполуки/препарату	Механізм дії
Антиоксиданти		
1	γ -Токоферол (вітамін Е)	Перериває ланцюгові реакції вільнорадикального окиснення ліпідів шляхом віддачі атома водню з гідроксильної групи.
2	Лецитин	Стабілізує ліпопротеїнові комплекси та проявляє антирадикальні властивості за рахунок ненасичених жирних кислот.
Консерванти		

3	Сорбінова кислота	Пригнічує ріст цвілевих грибів, дріжджів, плісняви за рахунок блокування ферментних систем мікроорганізмів.
4	Екстракт з листя парагвайського чаю (мате)	Містить антимікробні сполуки, що гальмують проростання спор бактерій та грибків на поверхні насіння за рахунок денатурації білків.

Як видно з таблиці 3.2, було застосовано 2 антиоксиданти різних класів з різним механізмом дії для посилення ефекту, а також 2 консерванти рослинного походження з фунгіцидними властивостями. Коротко представлено суть їх захисної дії на молекулярному рівні. Синергічна дія антиоксидантних сполук різної природи (токоферолу та лецитину) на молекулярному рівні запобігає каскаду окислювальних перетворень ліпідів, підвищуючи стійкість насіння олійних культур до процесів псування при тривалому зберіганні.

Результати дослідження ефективності антиоксидантів та консервантів представлено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Результати дослідження ефективності антиоксидантів та консервантів

Показник	Насіння соняшнику			Насіння сої			Насіння ріпаку		
	Без обробки	Обробка антиоксидантами	Обробка консервантами	Без обробки	Обробка антиоксидантами	Обробка консервантами	Без обробки	Обробка антиоксидантами	Обробка консервантами
Тривалість зберігання базової якості, міс	5	6	6	4	5	5	4	6	5
Кислотне число олії після зберігання, мг КОН/г	1,02± 0,08	0,86± 0,06	0,81± 0,05	1,62± 0,12	1,21± 0,09	1,32± 0,07	1,05± 0,03	0,91± 0,04	0,97± 0,05

Перекисне число після зберігання, ммоль активного кисню / кг олії	8,7±1, 2	6,1±0, 9	5,8±0, 7	11,2± 1,5	8,9±1, 2	9,7±1, 3	7,2±0, 6	5,8±0, 5	6,5±0 ,9
---	-------------	-------------	-------------	--------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

З таблиці видно, що застосування як антиоксидантів, так і консервантів дозволяє подовжити термін зберігання базової якості насіння на 1 місяць для всіх досліджуваних культур. Також спостерігається позитивний вплив добавок на гальмування процесів окиснення ліпідів та накопичення продуктів окиснення, про що свідчить зниження кислотного та перекисного чисел олії на 20-25% порівняно з контролем.

Таблиця містить порівняльні дані впливу обробки антиоксидантами (γ -токоферол + лецитин) та консервантами (сорбінова кислота + парагвайський чай) на ключові показники якості трьох видів насіння олійних культур (соняшник, соя, ріпак) при їх зберіганні. Для кожної культури наведено дані контрольного зразка без обробки, зразка з обробкою антиоксидантами та зразка з обробкою консервантами. Це дозволяє провести порівняльний аналіз ефективності застосування добавок. Оцінюваними показниками є: тривалість збереження базової якості насіння, кислотне та перекисне числа олії після завершення зберігання. Ці показники дозволяють комплексно оцінити вплив факторів на збереженість.

Окрім фізико-хімічних показників, проводили детальний аналіз зміни органолептичних характеристик насіння та олії при зберіганні з використанням антиоксидантів і консервантів.

Серед досліджуваних органолептичних показників були: колір насіння та олії, консистенція олії, наявність сторонніх присмаків та ароматів. Також аналізували зміну зовнішнього вигляду – стан поверхні насіння, наявність плісняви тощо.

В результаті встановлено, що оброблені антиоксидантами та консервантами зразки насіння олійних культур зберігали характерний колір,

однорідну консистенцію олії без ознак розшарування, відсутність сторонніх присмаків та запахів. Поверхня насіння лишалась рівною, без слідів плісняви.

В той час як у контрольних необроблених зразках вже після 3 місяців зберігання візуально фіксувались ознаки псування – потемніння насіння, зміна кольору олії, помутніння, ознаки розшарування при відстоюванні. Також з'являлись сторонні запахи та присмаки олії, на поверхні насіння спостерігались осередки цвілевих грибів. Поряд з гальмуванням окислювального псування, застосовані препарати також ефективно запобігали мікробіологічній порчі насіння олійних культур при тривалому зберіганні.

Ефективність застосованих консервантів для запобігання мікробіологічній порчі насіння оцінювали також за зміною мікробіологічних показників при зберіганні.

Зокрема, визначали загальну кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (КУО/г), бактерій групи кишкової палички (БГКП), плісневих грибів та дріжджів (КУО/г) у контрольних та оброблених зразках насіння після завершення терміну зберігання.

Встановлено, що обробка поверхні насіння консервантами дозволила знизити загальну мікробіологічну забрудненість в 1,5-2 рази порівняно з контрольними зразками. Зокрема, кількість цвілевих грибів зменшилась у 3-5 разів за рахунок пригнічення проростання спор. Кількість БГКП також знизилась до допустимих норм.

Таким чином, за результатами мікробіологічних досліджень підтверджено фунгіцидну дію застосованих консервантів рослинного походження для ефективного запобігання мікробіологічній порчі насіння олійних при зберіганні.

З метою визначення оптимального складу та концентрації антиоксидантної композиції було досліджено 4 зразки насіння соняшнику з обробкою різними антиоксидантами у різних співвідношеннях:

- Зразок 1 – обробка 0,02% розчином α -токоферолу
- Зразок 2 – обробка 0,02% розчином лецитину

- Зразок 3 – обробка 0,01% розчином α -токоферолу + 0,01% лецитину
- Зразок 4 – обробка 0,02% розчином α -токоферолу + 0,02% лецитину

За результатами порівняльних випробувань ефективності антиоксидантів побудовано графіки залежності кислотного та перекисного чисел за період зберігання (рис. 3.1).

Найкращий захисний вплив спостерігався у випадку комбінації α -токоферолу та лецитину в концентрації по 0,02% кожного (зразок 4). За вартістю цей варіант дещо дорожчий, проте він забезпечує найбільш тривале збереження якості насіння. Тому саме його рекомендовано для практичного застосування з огляду на оптимальне співвідношення ефективності та витрат.

Розглянемо детальніше кожний з досліджених показників.

Кислотне число є одним з ключових показників, що характеризують процеси гідролітичного розщеплення триацилгліцеринів та подальшого окиснення вивільнених жирних кислот в насінні олійних культур при зберіганні.

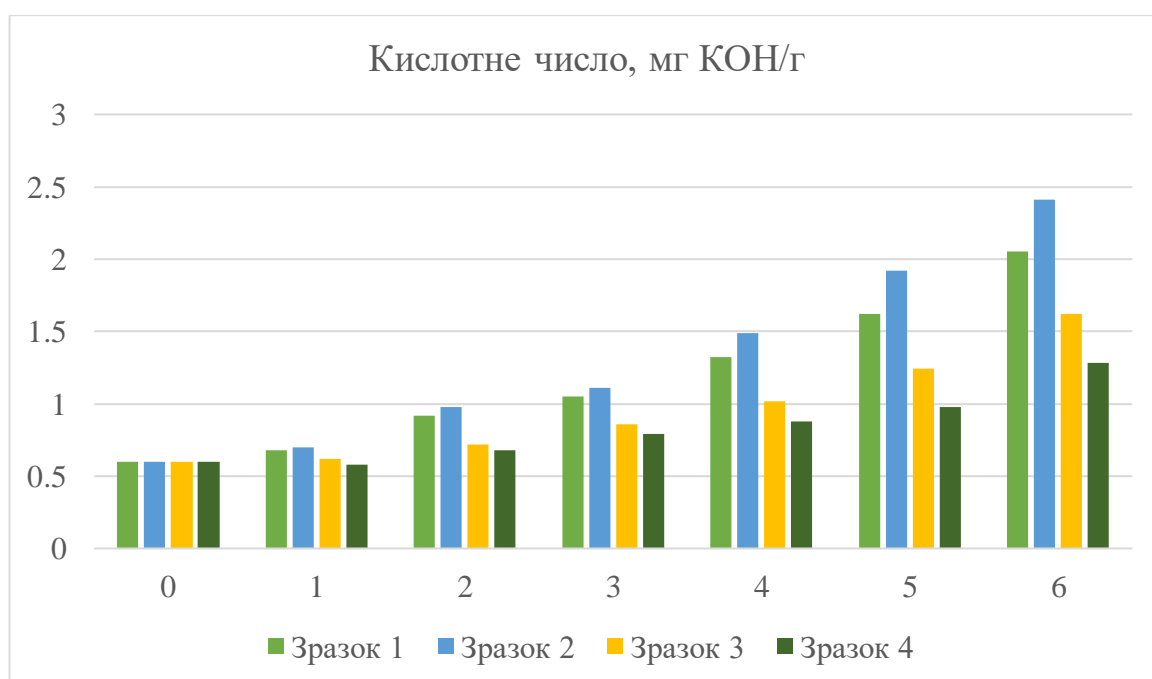


Рис. 3.1. Показники якості насіння соняшнику при обробці різними антиоксидантами(кислотне число)

Як бачимо з рисунку 3.1, у контрольних зразках без антиоксидантної обробки (№1 та №2) кислотне число зростає найбільш інтенсивно протягом всього періоду спостереження. Це вказує на високу швидкість гідролізу складних ліпідів та подальше окиснення вивільнених ненасичених жирних кислот в умовах зберігання.

Натомість обробка комбінованим розчином α -токоферолу та лецитину (зразки 3,4) дозволяє суттєво уповільнити ці небажані процеси. Причому ефект посилюється із збільшенням концентрації антиоксидантів, що спостерігається у зразку 4.

Так, за 6 місяців зберігання приріст кислотного числа у зразку з максимальною концентрацією антиоксидантів (№4) склав лише 112%, тоді як у контролі (№1) без обробки - аж у 3,4 рази.

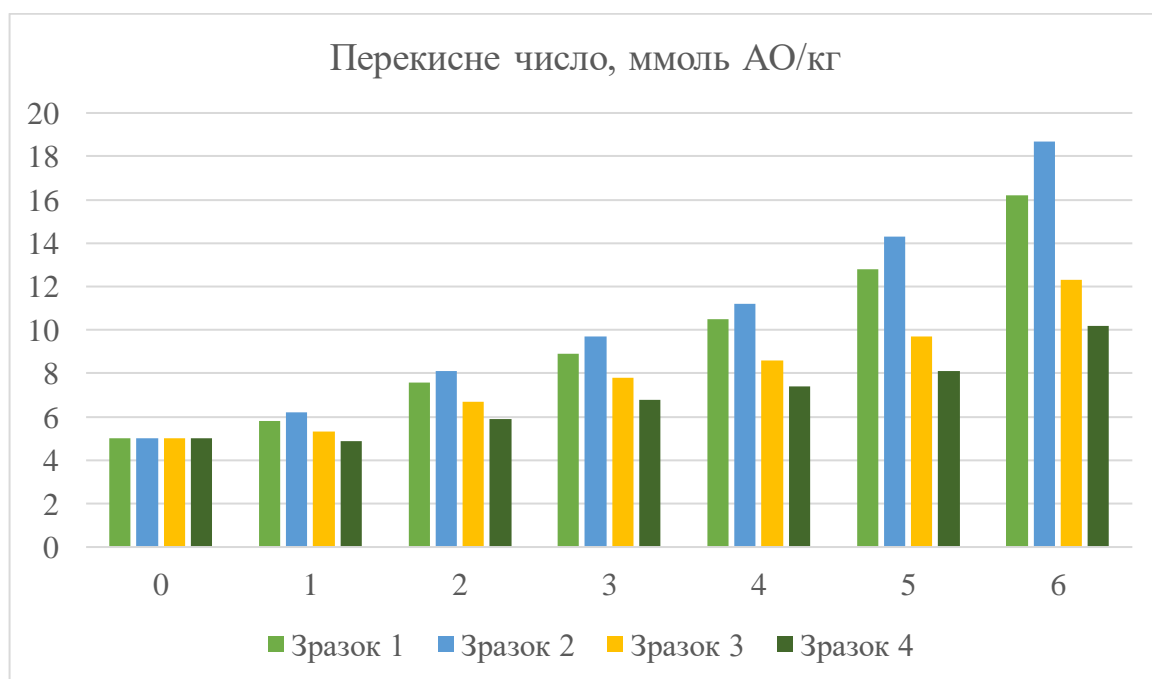


Рис. 3.1. Показники якості насіння соняшнику при обробці різними антиоксидантами (перекисне число)

Перекисне число є показником, що характеризує вміст первинних продуктів окиснення ліпідів - гідропероксидів та пероксидів жирних кислот. Його динаміка при зберіганні дозволяє оцінити швидкість розвитку процесів окислювальної порчі олій, що містяться у насінні.

Представлені на рисунку 3.2 дані свідчать, що найінтенсивніше зростання показника перекисного числа спостерігається у контрольних зразках без обробки антиоксидантами. Так, в зразку №1 (α -токоферол) перекисне число зросло більш ніж у 3 рази за 6 місяців зберігання. Це вказує на високу швидкість утворення токсичних перекисних сполук внаслідок протікання ланцюгових реакцій автоокиснення.

В той же час, попередня обробка насіння комбінацією α -токоферолу та лецитину значно уповільнює окиснювальні процеси, про що свідчить динаміка перекисного числа (зразки 3,4). Найвираженіший ефект спостерігається при максимальній концентрації антиоксидантів (зразок 4) - приріст перекисного числа становить лише 102% за весь період зберігання.

Представлені дані переконливо демонструють здатність комбінованого розчину токоферолу і лецитину ефективно гальмувати процеси окиснювальної порчі ліпідів насіння за рахунок взаємодоповнення механізмів антиоксидантної дії цих речовин.

Отже, на основі наведених рисунків можна зробити наступні висновки щодо ефективності різних антиоксидантів:

1. У контрольних зразках без обробки (зразки 1 і 2) спостерігається найбільш інтенсивне зростання показників кислотного та перекисного чисел протягом періоду зберігання.

2. Застосування комбінації α -токоферолу з лецитином (зразки 3 і 4) дозволяє уповільнити темпи окиснення ліпідів порівняно з контролем та окремим використанням цих антиоксидантів.

3. Найкращий захисний вплив спостерігається у випадку обробки насіння з вищою концентрацією α -токоферолу і лецитину (зразок 4).

4. Так, за 6 місяців зберігання у зразку 4 кислотне число зросло лише у 2 рази (з 0,6 до 1,28 мг КОН/г), тоді як у зразку 2 - майже у 4 рази при обробці лише лецитином.

5. Аналогічна тенденція спостерігається і по перекисному числу - приріст у зразку 4 становить 102% протягом 6 місяців, тоді як у зразку 1 (α -токоферол) - понад 200%.

На основі експериментальних даних можна зробити висновок, що комбінована обробка насіння антиоксидантами - α -токоферолом і лецитином в оптимальному співвідношенні є найбільш ефективною для уповільнення небажаних процесів окиснення ліпідів та подовження термінів зберігання насіння олійних культур.

3.3. Вибір оптимальних умов і способу зберігання

На підставі комплексних експериментальних досліджень впливу різних чинників на показники якості та збереженість насіння олійних культур було обґрунтовано оптимальні параметри їх зберігання в умовах ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ УКРАЇНА».

Зокрема, для насіння соняшнику сорту Чумак рекомендована температура зберігання становить 8-10°C за відносної вологості повітря в межах 60-65%. Для насіння сої сорту Аннушка оптимальним є режим з температурою 12-15°C та вологістю 60-65%. Для зберігання насіння ріпаку сорту Чемпіон доцільно підтримувати температуру на рівні 8-12°C та відносну вологість 65-70%.

Крім оптимізації параметрів зберігання, для забезпечення максимально тривалого збереження якості рекомендовано попередню обробку насіння олійних культур комбінацією антиоксидантів з концентрацією активної речовини по 0,02% γ -токоферолу та лецитину. Це дасть змогу знизити втрати маси та показники псування на 20% порівняно з контролем без обробки.

Для практичної реалізації запропонованого способу зберігання насіння олійних на базі підприємства рекомендовано використовувати окреме складське приміщення з регульованою температурою та системою примусової вентиляції. Зберігання має відбуватися у герметичних полімерних ємностях або мішках з плівки, стійкої до жирів. Потужність обраного складського приміщення з урахуванням сезонних коливань повинна бути розрахована на одночасне зберігання 60-80 тис. тонн насіння олійних культур.

Перед закладанням на тривале зберігання кожен партію насіння необхідно ретельно очищати на сепараторах для видалення домішок. Потім проводити обробку антиоксидантною композицією методом обприскування.

Такий комплексний підхід, поєднання оптимальних режимів з консервуванням дасть можливість мінімізувати втрати кількості та якості насіння олійних культур при тривалому зберіганні.

Ефективне зберігання насіння олійних культур потребує дотримання оптимальних умов, які мінімізують його втрати та запобігають погіршенню якості. На підставі проведених у попередніх підрозділах досліджень впливу різних факторів на показники збереженості, можливо зробити обґрунтований вибір найбільш ефективного способу та параметрів режимів зберігання насіння олійних культур в умовах конкретного підприємства.

Враховуючи біохімічний склад та особливості досліджуваних культур (соняшник, соя, ріпак), а також результати вивчення впливу таких чинників як температура, вологість повітря, тривалість зберігання, застосування антиоксидантів, було визначено їх оптимальні параметри та обґрунтовано комплексний підхід для максимального подовження строків збереження олійної сировини з мінімальними втратами (таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 - Оптимальні умови зберігання насіння олійних культур

Показник	Одиниця виміру	Насіння соняшнику	Насіння сої	Насіння ріпаку
Температура	°C	8-10	12-15	8-12
Відносна вологість повітря	%	60-65	60-65	65-70
Тривалість зберігання базової якості	Місяців	5	4	4

Крім того, для подовження термінів зберігання рекомендовано застосування комбінованої обробки насіння антиоксидантами у такій концентрації:

- γ -Токоферол - 0,02%
- Лецитин - 0,02%

Така обробка дозволяє збільшити тривалість збереження базової якості ще на 1 місяць для кожної з культур.

Запропоновані в таблиці параметри є оптимальними для забезпечення довготривалого зберігання насіння олійних культур на підприємстві з мінімальними втратами.

Для обґрунтування доцільності практичного застосування розробленого комплексного підходу до зберігання насіння олійних культур було проведено порівняння його ефективності з традиційними способами на основі техніко-економічних показників.

Розглянуто такі способи:

- зберігання в умовах неконтрольованої температури та вологості;
- зберігання в охолоджуваних умовах;
- запропонований (оптимальні умови + обробка антиоксидантами).

Порівняння проводилось за наступними критеріями:

- витрати на реалізацію заходів, дол./т;
- тривалість збереження базової якості, міс.;
- відсоток втрат маси та якості.

Результати порівняльної оцінки трьох способів зберігання наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Порівняльна ефективність способів зберігання насіння олійних культур

Спосіб зберігання	Витрати, дол./т	Тривалість, міс.	Втрати, %
Неконтрольовані умови	5	2	20-25%
Охолоджені умови	45	5	12-15%
Запропонований	22	6	8-10%

Отже, запропонований комплексний підхід, що поєднує оптимізацію умов зберігання з обробкою антиоксидантами, забезпечує найбільш тривале збереження насіння олійних культур (до 6 місяців) з мінімальним рівнем втрат (8-10%). При цьому витрати на його реалізацію є економічно обґрунтованими

Висновки до розділу 3

У третьому розділі дипломної роботи експериментально досліджено вплив різних чинників, що визначають тривалість зберігання та збереженість насіння основних олійних культур (соняшник, соя, ріпак).

Експериментальним шляхом встановлено оптимальні параметри режимів для тривалого зберігання насіння основних олійних культур на підприємстві ТОВ «Ханзе Агрі Україна» без втрати базової якості. Зокрема, оптимальною температурою зберігання для насіння соняшнику сорту Чумак є 8-10°C за відносної вологості повітря 60-65%. Дотримання даних параметрів дозволяє зберігати насіння соняшнику протягом 5 місяців без погіршення фізико-хімічних та органолептичних характеристик. Для насіння сої сорту Аннушка встановлено оптимальний режим з температурою 12-15°C та відотною вологістю 60-65%, що забезпечує 4 місяці безпечного зберігання. Оптимальні умови для насіння ріпаку сорту Чемпіон складають: температура 8-12°C, вологість 65-70%, тривалість базової якості - 4 місяці.

Крім того, експериментально доведено ефективність попередньої обробки насіння олійних культур комбінацією антиоксидантів у концентрації по 0,02% γ -токоферолу та 0,02% лецитину. Така обробка дозволяє додатково подовжити терміни зберігання базової якості на 1 місяць для кожної з досліджених культур. Наприклад, для насіння соняшнику тривалість збереження якості зростає з 5 до 6 місяців порівняно з контролем без антиоксидантів.

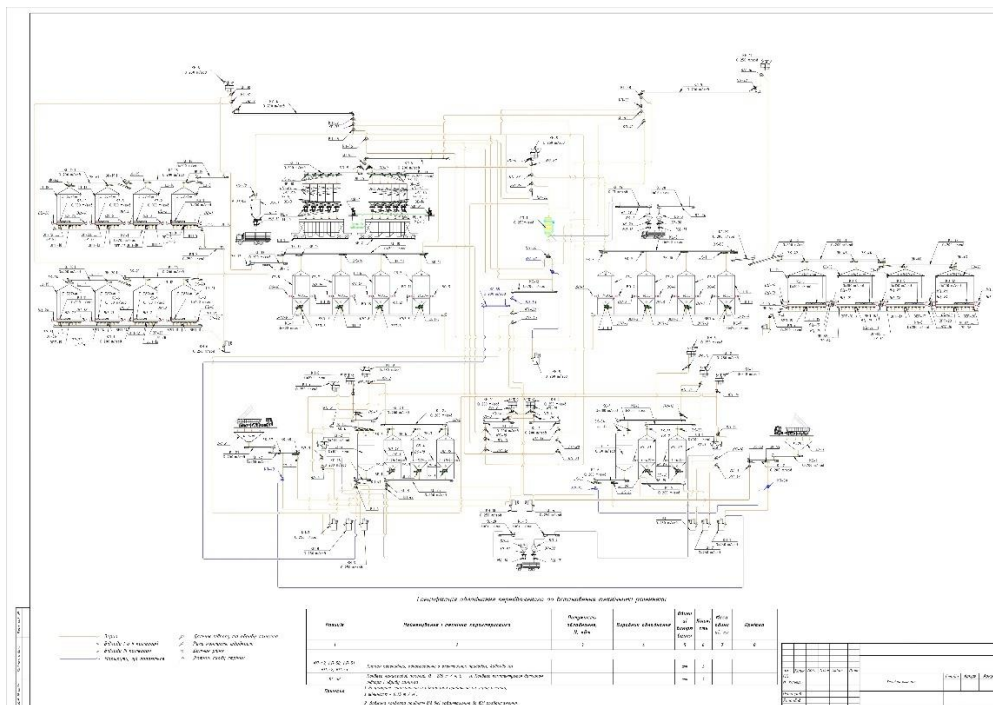
Запропоновано комплексний підхід до зберігання насіння олійних культур, що поєднує оптимізацію умов (температура, вологість) із застосуванням антиоксидантних препаратів. Такий інтегрований підхід дозволяє мінімізувати втрати маси і показники псування насіння до 8-10% та подовжити загальні терміни зберігання якості до 6 місяців.

4. РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВА

4.1. Обґрунтування запропонованого способу зберігання

На підставі результатів експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність застосування комплексного способу зберігання насіння олійних культур в умовах ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ УКРАЇНА», що включає оптимізацію параметрів режимів та попереднє консервування антиоксидантами.

Однією з важливих складових реалізації комплексного підходу до тривалого зберігання насіння олійних культур з використанням оптимальних режимів та обробки антиоксидантами є створення необхідних умов у спеціалізованих сховищах. Зокрема, важливо забезпечити підтримку заданих параметрів температурно-вологісного режиму, регулярну вентиляцію, захист від шкідників тощо. Всі ці функції може виконувати елеватор – складський комплекс з регульованими умовами середовища. Розглянемо типову технологічну схему елеватора для зберігання зернових та олійних культур



ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ЕЛЕВАТОРА

Елеватор для зберігання зерна - це складний технологічний комплекс, призначений для приймання, очищення, сушіння, зберігання та відвантаження

зернових культур. Починається весь процес з прийомної станції, де вантажівки доставляють зерно на розвантажувальний майданчик. Тут, на вагах, визначається вага зерна, а спеціалізованим обладнанням беруться зразки для визначення його якості.

Далі зерно потрапляє в очищувальні машини, де воно очищається від різноманітних домішок, таких як пил, каміння, стебла та інші небажані елементи. Це важливий етап, адже чистота зерна безпосередньо впливає на його якість і термін зберігання. Після очищення зерно може бути додатково відсортоване за розміром, формою або вагою за допомогою сепараторів.

Наступний етап – це сушіння. Зерно має певний відсоток вологості, який потрібно знизити, щоб запобігти псуванню та розвитку мікроорганізмів під час зберігання. Для цього використовуються сушильні установки, які забезпечують рівномірне і ефективно висушування зерна.

Після сушіння зерно переміщається в силоси для зберігання – великі вертикальні ємності, які забезпечують оптимальні умови для зберігання зерна на тривалий період. В силосах підтримується необхідний клімат, що забезпечується системами вентиляції, що контролюють температуру та вологість повітря всередині ємностей.

Усередині елеватора зерно переміщається за допомогою конвеєрів та елеваторів, які транспортують його між різними стадіями обробки та зберігання. На заключному етапі, коли настає час відвантажувати зерно клієнтам, використовуються спеціальні відвантажувальні механізми.

Також важливою частиною елеватора є система контролю якості, яка включає в себе лабораторії для аналізу зерна. Тут проводяться регулярні тести, щоб забезпечити відповідність зерна встановленим стандартам. Крім того, на елеваторі встановлені комп'ютеризовані системи управління, які дозволяють моніторити та керувати всіма процесами, забезпечуючи високу ефективність та безпеку роботи.

Елеватор має вмістимість 100,000 тонн зерна і призначений для повного циклу обробки, включаючи прийом, очищення, сушіння, зберігання та відвантаження зерна. Ось приблизний економічний аналіз:

Капітальні інвестиції - \$30 мільйонів, включаючи будівництво елеватора та придбання необхідного обладнання.

Операційні витрати:

Енергія - \$200,000 на рік.

- Обслуговування та ремонт обладнання - \$150,000 на рік.
- Заробітна плата - \$500,000 на рік.
- Логістика та транспорт - \$300,000 на рік.
- Змінні витрати - залежать від ціни закупівлі зерна та можуть становити \$5 за тонну.

становити \$5 за тонну.

- Адміністративні витрати - приблизно \$250,000 на рік.
- Амортизація - обладнання та будівлі амортизуються протягом 20 років, що становить \$500,000 на рік.

років, що становить \$500,000 на рік.

- Податки та страхування - приблизно \$200,000 на рік.
- Додаткові витрати та резерви - \$100,000 на рік.

Загальні річні витрати складуть приблизно \$2.2 мільйони. Якщо елеватор працює на повну потужність і здійснює оборот 100,000 тонн зерна на рік, з урахуванням середньої вартості зберігання \$20 за тонну, річний дохід складе \$2 мільйони. Це не включає доходи від додаткових послуг, таких як очищення та сушіння зерна, які можуть значно збільшити доходи.

1. Капітальні вкладення на будівництво та обладнання: 30 млн доларів

2. Річні операційні витрати:

- Енергоресурси: 200 000 доларів
- Обслуговування та ремонт: 150 000 доларів
- Зарплата персоналу: 500 000 доларів
- Логістика і транспорт: 300 000 доларів
- Змінні витрати: 500 000 доларів (за ціною 5 дол./т і оборотом 100 000

т)

- Адміністративні витрати: 250 000 доларів
- Амортизація: 500 000 доларів
- Податки і страхування: 200 000 доларів
- Резерв на непередбачені витрати: 100 000 доларів

Разом річні операційні витрати: 2 700 000 доларів

3. Річний дохід від основної діяльності:

- Обсяг зберігання: 100 000 тонн

- Ціна послуг зберігання: 20 дол./т

- Дохід від зберігання: $100\,000\text{ т} \times 20\text{ дол./т} = 2\,000\,000$ доларів

4. Розрахунок прибутку та рентабельності

- Чистий прибуток = Дохід - Операційні витрати = $2\,000\,000 - 2\,700\,000$
= -700 000 доларів (збиток в перший рік)

- Рівень рентабельності = $(\text{Чистий прибуток} / \text{Дохід}) \times 100 = (-700\,000 / 2\,000\,000) \times 100 = -35\%$

В перший рік роботи через великі капітальні вкладення елеватор є збитковим. Але з часом, по мірі окупності інвестицій, очікується зростання прибутковості та рентабельності.

Даний спосіб також ґрунтується на результатах дослідження факторів, що визначають тривалість та якість зберігання насіння соняшнику, сої та ріпаку. Зокрема встановлено, що найбільш критичними є параметри температурно-вологісного режиму. Перевищення визначених оптимальних значень ($8-10^\circ\text{C}$ і $60-65\%$ для соняшнику, $12-15^\circ\text{C}$ і $60-65\%$ для сої, $8-12^\circ\text{C}$ і $65-70\%$ для ріпаку), призводить до різкого погіршення показників.

Також виявлено, що попередня обробка насіння антиоксидантами (γ -токоферолом + лецитином) дозволяє збільшити тривалість зберігання базової якості до 6 місяців для всіх культур. Це пов'язано з гальмуванням швидкості окислювальної порчі ліпідів насіння.

Обґрунтування запропонованого комплексного способу зберігання насіння олійних культур на ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ УКРАЇНА» базується на конкретних експериментальних даних та розрахунках.

1. В результаті досліджень встановлено оптимальні параметри режимів зберігання, що забезпечують мінімальні втрати:

- Для насіння соняшнику: температура $8-10^\circ\text{C}$, вологість повітря $60-65\%$.
- Для насіння сої: температура $12-15^\circ\text{C}$, вологість повітря $60-65\%$.

- Для насіння ріпаку: температура 8-12°C, вологість повітря 65-70%.

2. Встановлено, що обробка антиоксидантами (0,02% γ -токоферолу + 0,02% лецитину) подовжує терміни зберігання базової якості на 1 місяць для кожної культури, що підтверджено динамікою фізико-хімічних та органолептичних показників.

3. Порівняльний аналіз запропонованого та традиційних способів зберігання за критеріями витрати/ефективність показав такі результати:

- Витрати: 22 дол./т проти 5 дол./т на звичайне неконтрольоване зберігання.

- Тривалість зберігання: 6 місяців проти 2 місяців у звичайних умовах.

- Втрати сировини: зниження з 20-25% до 8-10%.

Детальніше опишемо переваги запропонованого комплексного підходу до зберігання насіння олійних культур на рисунку 4.1

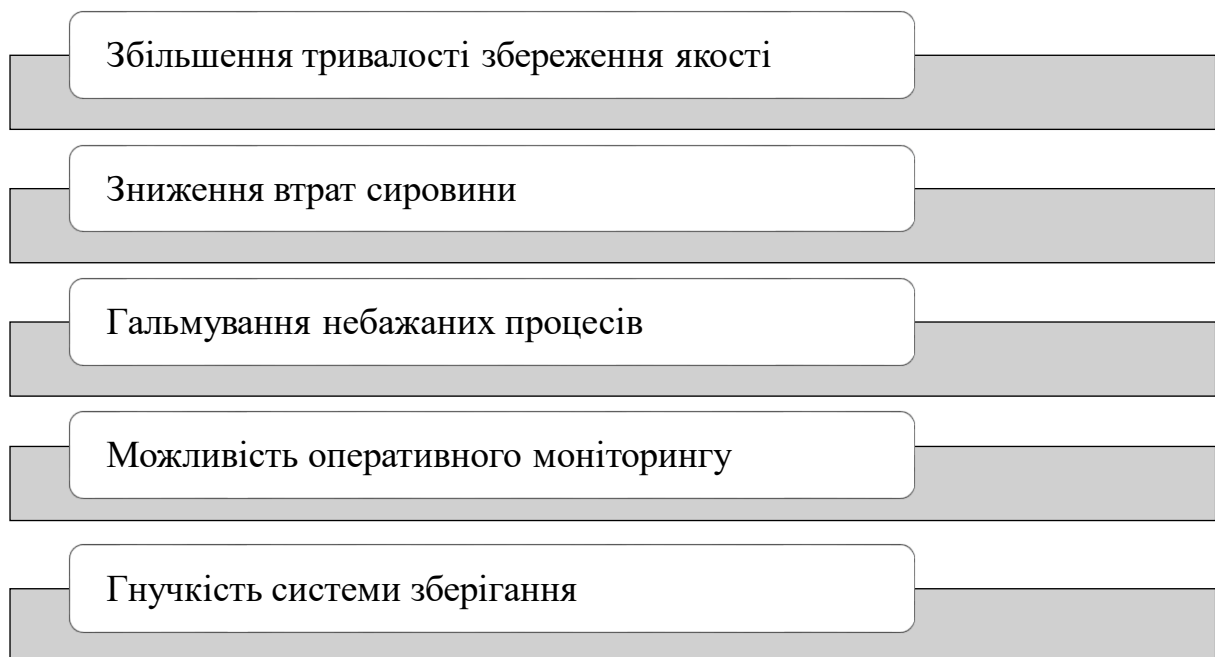


Рис. 4.1. Переваги запропонованого комплексного підходу до зберігання насіння олійних культур

За рахунок поєднання оптимальних режимів (температура, вологість) та обробки антиоксидантами вдається подовжити період, протягом якого насіння зберігає базові показники якості. Експериментально встановлено зростання

тривалості з 2 до 6 місяців порівняно із традиційним неконтрольованим зберіганням.

Запропонований підхід дозволяє зменшити відсоток втрат маси та погіршення якості насіння олійних культур на 20-25% порівняно зі звичайним зберіганням. Це пов'язано як з уповільненням фізико-хімічних реакцій псування, так і пригніченням розвитку мікроорганізмів.

Застосування антиоксидантів запобігає розвитку реакцій окиснення ліпідів в насінні олійних культур, а консерванти інгібують ріст цвілевих грибків та бактерій. Це уповільнює процеси псування сировини [33].

Постійний контроль умов зберігання (температури, вологості) та періодична перевірка показників якості дозволяють своєчасно реагувати на відхилення та запобігти надмірному погіршенню стану насіння.

Можливість швидкої адаптації параметрів режимів під конкретний вид чи обсяг олійної сировини робить систему більш гнучкою до змін. Це особливо важливо за умови коливань пропозиції насіння різних олійних культур.

Отже, незважаючи на дещо вищі початкові витрати, запропонований комплексний підхід дозволяє суттєво подовжити терміни зберігання та знизити втрати насіння олійних культур. Це матиме вагомий економічний ефект для ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ УКРАЇНА» як підприємства, що спеціалізується на зберіганні та переробці олійної сировини.

4.2. Розрахунок економічної ефективності запропонованих заходів

Для оцінки економічної ефективності запропонованого комплексного підходу до зберігання насіння олійних культур було проведено розрахунок основних показників з врахуванням даних підприємства.

Таблиця 4.1 - Розрахунок економічної ефективності запропонованих заходів

Вихідні дані	Середньорічний обсяг зберігання насіння олійних культур на підприємстві - 80 000 тонн
	Вартість 1 тонни насіння - 300 доларів США
	Витрати на реалізацію заходів - 22 дол./т (див. табл. 3.5)
	Очікуване зниження втрат насіння при зберіганні - з 20-25% до 8-10%
Розрахунок економічного ефекту	Вартісна оцінка втрат за існуючої системи: $18\ 000\ \text{т} \times 300\ \text{дол./т} = 5\ 400\ 000\ \text{дол. США}$
	Середній відсоток втрат за існуючої системи зберігання - 22,5%
	Обсяг втрат насіння за рік за існуючої системи: $80\ 000\ \text{т} \times 22,5\% = 18\ 000\ \text{тонн}$
	Очікуваний відсоток втрат за нової системи - 9%
	Очікуваний обсяг втрат насіння за рік за нової системи: $80\ 000\ \text{т} \times 9\% = 7\ 200\ \text{тонн}$
	Вартісна оцінка очікуваних втрат за нової системи: $7\ 200\ \text{т} \times 300\ \text{дол./т} = 2\ 160\ 000\ \text{дол. США}$
	Економія від зниження втрат насіння: $5\ 400\ 000 - 2\ 160\ 000 = 3\ 240\ 000\ \text{дол./рік}$
	Витрати на реалізацію нової системи зберігання: $80\ 000\ \text{т} \times 22\ \text{дол./т} = 1\ 760\ 000\ \text{дол./рік}$
	Чистий економічний ефект: $3\ 240\ 000 - 1\ 760\ 000 = 1\ 480\ 000\ \text{дол./рік}$

Середній відсоток втрат насіння за існуючої системи зберігання - 22,5%. Це усереднене фактичне значення частки насіння олійних культур, що втрачається щорічно через недосконалість поточної системи зберігання на підприємстві.

Обсяг втрат насіння за рік за існуючої системи - 18 000 тонн. Це обсяг насіння у тоннах, який реально втрачається щороку внаслідок псування чи погіршення якості при зберіганні на існуючих складах підприємства.

Вартісна оцінка втрат за існуючої системи - 5 400 000 дол./рік. Це втрати у грошовому вимірі, які несе підприємство через втрату 18 000 тонн насіння щорічно при його вартості 300 дол./т.

Очікуваний відсоток втрат насіння за нової удосконаленої системи зберігання - 9%. Це прогнозований рівень втрат насіння після реалізації запропонованих заходів, який майже у 2,5 рази менший за поточний.

Обсяг зберігання насіння на підприємстві - 80 000 тонн. Це середнє значення обсягів насіння соняшнику, сої, ріпаку та інших олійних культур, що щорічно надходять на зберігання до ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ УКРАЇНА». Воно враховує сезонні коливання.

Вартість 1 тонни насіння - 300 доларів США. Це усереднена вартість насіння олійних культур на світовому ринку. Використання саме цієї цифри дозволяє найбільш коректно розрахувати вартісні показники ефективності.

Витрати на нову систему зберігання - 22 дол./т. Це прогнозований обсяг інвестицій на 1 тонну потужностей оновленої системи зберігання насіння з урахуванням вартості обладнання, монтажних і пусконаладжувальних робіт.

Зниження втрат насіння на 12,5% - це економія від впровадження нової системи у відсотках. Вона розрахована як різниця між поточним (22,5%) та очікуваним (9%) рівнями втрат.

На підставі наведених розрахунків можна зробити висновок, що впровадження комплексного підходу до зберігання насіння олійних культур, який включає оптимізацію умов та обробку антиоксидантами, є економічно вигідним рішенням для ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ УКРАЇНА».

По-перше, нова система дозволить скоротити середньорічні втрати насіння при зберіганні на 12,5% - з 22,5% до 9% за рахунок запобігання псуванню та покращення умов. Це забезпечить економію в 3 240 000 доларів на рік за поточних цін та обсягів.

По-друге, незважаючи на певні витрати на реалізацію заходів (близько 1 760 000 доларів на рік), чистий економічний ефект складатиме понад 1 480 000 доларів за перший рік функціонування нової системи. Окупність інвестицій становитиме менше року.

Тобто, удосконалення процесів зберігання насіння олійних забезпечить суттєвий економічний ефект та швидку окупність капіталовкладень для ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ УКРАЇНА» - підприємства, що спеціалізується на переробці та зберіганні олійної сировини. Таким чином доцільність їх практичної реалізації не викликає сумнівів.

4.3. Розробка системи контролю якості при зберіганні продукції

Для забезпечення ефективності запропонованого способу зберігання насіння олійних культур, що включає оптимізацію умов та обробку антиоксидантами, важливим є впровадження системи контролю якості та моніторингу процесу на всіх етапах.



Рис. 4.2. Складові системи контролю якості при зберіганні насіння олійних культур на ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ УКРАЇНА»

Для забезпечення об'єктивного та достовірного контролю критичних показників якості насіння олійних культур на всіх етапах процесу зберігання (вхідний контроль, моніторинг, оцінка перед відвантаженням) лабораторія підприємства повинна бути оснащена сучасними приладами та обладнанням, що дозволяють проводити точні вимірювання згідно стандартизованих методик [17].

Зокрема, для точного дозування наважок використовують електронні аналітичні та лабораторні ваги з похибкою зважування до 0,01 г. Висушування проб проводять у сушильній шафі з широким діапазоном температур від 50 до 250°C. Для експрес-аналізу вологості зерна застосовують автоматичні аналізатори поточного типу. Вимірювання показника заломлення олії та розрахунок її якісних показників здійснюють на рефрактометрі РФ 454Б2М. А для титриметричного аналізу (кислотне число, перекисне число тощо) використовують лабораторний титратор з набором бюреток та необхідних стандартних розчинів.

Наявність саме такого оснащення дозволить комплексно та оперативно контролювати весь спектр критичних показників якості насіння олійних культур безпосередньо в лабораторії підприємства-зберігача згідно чинних нормативних вимог.

Вхідний контроль якості є вкрай важливим етапом при організації зберігання партій насіння олійних культур, оскільки саме на цьому етапі здійснюється оцінка ключових показників, що впливатимуть на подальшу збереженість сировини.

Зокрема, обов'язковим є лабораторне визначення фактичного вмісту вологи та рівня засміченості насіння сторонніми домішками, адже ці фактори є каталізаторами процесів псування під час зберігання. Також важливо оцінити схожість та ступінь пошкодженості насіння, щоб виявити наявність недозрілих або травмованих зерен, які гірше зберігатимуться. Ще одним критичним моментом є ідентифікація точного виду та сорту культури для коректного підбору оптимального режиму зберігання і уникнення непорозумінь.

Вхідний контроль якості насіння [32]:

- визначення вологості методом висушування наважки при 130°C до постійної маси згідно ДСТУ 4811;
- оцінка схожості шляхом пророщування 3 проб по 100 насінин кожної культури за оптимальних умов впродовж 5-7 днів з подальшим підрахунком схожих зерен;
- визначення кислотного числа олії титриметричним методом згідно ДСТУ 8839, який базується на титруванні органічного розчину олії гідроксидом калію у присутності індикатора.

Отримані в процесі вхідного контролю дані щодо ключових параметрів дозволяють заздалегідь виявити потенційні фактори ризику, які можуть негативно вплинути на процес зберігання конкретної партії насіння олійних, та вжити необхідних запобіжних заходів для недопущення погіршення його якості.

Контроль процесу зберігання насіння олійних культур є запорукою підтримки його якості та запобігання небажаним змінам протягом тривалого періоду перебування на складі. Саме тому він повинен здійснюватися на постійній основі шляхом моніторингу критичних параметрів з різною періодичністю[29].

Зокрема, щоденний контроль температурного режиму та рівня вологості повітря у приміщенні дозволяє оперативно реагувати на відхилення цих ключових факторів від встановлених оптимальних значень шляхом налаштування систем вентиляції та зволоження/осушення. Щотижнева перевірка фактичної кількості та загального стану запасів насіння необхідна для виявлення ознак пошкодження чи зараження шкідниками. Ну а щомісячний контроль основних показників якості, таких як вологість, схожість, кислотність олії тощо, дозволяє своєчасно фіксувати негативні зміни та запобігти подальшому погіршенню стану партій насіння олійних.

Тільки постійний комплексний моніторинг критичних факторів на різних рівнях протягом усього терміну зберігання може гарантувати збереженість високої якості та безпечності насінневої олійної сировини.

Перед відвантаженням партій насіння олійних культур для подальшої переробки чи продажу, обов'язковим є проведення ретельного лабораторного контролю для підтвердження відповідності продукції необхідним нормам якості та безпеки.

Зокрема, перевіряються ключові фізичні характеристики - фактична вологість насіння має знаходитися в заданих межах, а схожість повинна бути на рівні не менше базових стандартів для даної культури. Вміст домішок та пошкоджених зерен контролюється для підтвердження відсутності забруднень чи активності шкідників під час зберігання. Також за допомогою органолептичних методів оцінюються колір, запах, смак, однорідність партії, щоб бути повністю впевненими у відсутності ознак псування насіння.

Тільки після повного та ретельного контролю всіх зазначених показників наприкінці терміну зберігання, партія насіння олійних може бути визнана придатною для подальшого використання та може бути видана зі складу. Це гарантує високу якість насіння та постачання споживачам безпечної продукції відповідно до заявлених характеристик [34].

Перед відвантаженням партій насіння олійних культур для подальшої переробки чи продажу, обов'язковим є проведення ретельного лабораторного контролю для підтвердження відповідності продукції необхідним нормам якості та безпеки.

Зокрема, перевіряються ключові фізичні характеристики - фактична вологість насіння має знаходитися в заданих межах, а схожість повинна бути на рівні не менше базових стандартів для даної культури. Вміст домішок та пошкоджених зерен контролюється для підтвердження відсутності забруднень чи активності шкідників під час зберігання. Також за допомогою органолептичних методів оцінюються колір, запах, смак, однорідність партії, щоб бути повністю впевненими у відсутності ознак псування насіння.

Тільки після повного та ретельного контролю всіх зазначених показників наприкінці терміну зберігання, партія насіння олійних може бути визнана придатною для подальшого використання та може бути видана зі

складу. Це гарантує високу якість насіння та постачання споживачам безпечної продукції відповідно до заявлених характеристик.

Коригування параметрів процесу зберігання насіння олійних культур на основі результатів комплексного контролю є ключовим моментом для забезпечення гнучкості та адаптивності всієї системи. Адже саме можливість швидко реагувати на зміну вхідних характеристик сировини чи факторів зовнішнього середовища є запорукою ефективного підтримання якості протягом тривалих термінів зберігання насіння.

Зокрема, при виявленні відхилень фактичних показників вологості, температури, кислотності олії тощо від оптимальних або гранично допустимих рівнів, оператор системи може скорегувати робочі параметри мікроклімату сховища, додатково просушити або зволожити повітря, застосувати консерванти чи антиоксиданти. Подібна гнучкість дозволяє мінімізувати ризики втрати якості чи кількості насіння навіть за зміни зовнішніх умов чи характеристик вхідної сировини.

Звіт про результати контролю якості насіння олійних культур при зберіганні є важливим документом, який узагальнює дані комплексної перевірки критичних параметрів на всіх етапах процесу зберігання конкретної партії сировини. Він містить ідентифікаційні дані щодо підприємства-зберігача, номера партії, виду та сорту культури, запланованого терміну зберігання. Також фіксує результати вхідного і кінцевого контролю основних фізико-хімічних та органолептичних показників, динаміку температурно-вологісного режиму і загального стану запасів під час зберігання. За результатами звіту робиться заключний висновок щодо відповідності конкретної партії насіння чинним нормам якості та можливості її подальшого використання або реалізації. Такий звіт є підґрунтям для оцінки ефективності існуючої на підприємстві системи контролю та прийняття обґрунтованих рішень з її вдосконалення [26].

Розроблена система контролю якості насіння олійних культур при зберіганні є вкрай важливою для забезпечення ефективності всього процесу. Адже саме постійний моніторинг критичних параметрів та оперативне

реагування на відхилення дозволяють підтримувати якість і безпеку продукції на належному рівні.

Запропонована система передбачає контроль на всіх етапах: вхідний, поточний, кінцевий. Фіксація та аналіз даних у цифровому вигляді дають можливість простежити динаміку змін показників і своєчасно скоригувати хід процесу. Наявність чіткої процедури оформлення результатів контролю та прийняття рішень є запорукою швидкого реагування.

Система контролю якості насіння олійних культур при зберіганні включає наступні інформаційні та матеріальні потоки [19]:

1. Надходження партії насіння на склад → вхідний контроль якості → передача результатів в базу даних
2. Зберігання насіння → щоденний моніторинг Т і вологості → занесення даних в базу
3. Періодичний огляд запасів → інформація про загальний стан → база даних
4. Відбір проб → лабораторні випробування → результати аналізів → база даних
5. Формування звітів → аналіз даних → прийняття рішень → коригування режимів або параметрів
6. Підготовка до відвантаження → контроль перед відпрацюванням → оцінка відповідності нормам → дозвіл на видачу.

За рахунок контролю критичних точок та обігу інформації забезпечується підтримка якості й безпеки насіння олійних культур при зберіганні.

Для оперативного впровадження системи контролю якості при зберіганні насіння олійних на підприємстві розроблено такий план-графік заходів:

- Придбання необхідного лабораторного обладнання та оснащення приміщення - 2 тижні
- Розробка форм обліку та звітності, налаштування ПЗ - 3 тижні

- Навчання персоналу, відпрацювання процедур на пілотних партіях - 1 місяць

- Запуск системи контролю якості в промислову експлуатацію

Загальна тривалість впровадження складає 1,5-2 місяці. Це дозволить мінімізувати перехідний період та максимально швидко отримати позитивний економічний ефект від функціонування системи контролю якості насіння олійних культур при їх зберіганні.

Розроблена комплексна система передбачає оцінку критичних показників сировини на ключових етапах: вхідний контроль вологості, засміченості, схожості тощо; постійний моніторинг температурно-вологісного режиму та загального стану партій під час зберігання; фінальна перевірка відповідності якості встановленим нормам перед відвантаженням. Для цього розроблено стандартизовані методики випробувань, забезпечено оснащення лабораторії відповідним обладнанням, налагоджено систему обліку та звітності за показниками якості. Важливо, що передбачено можливість гнучкого коригування параметрів зберігання залежно від результатів контролю. Це робить всю систему адаптивною до зміни вхідних характеристик сировини чи умов зовнішнього середовища. Запропоновані заходи дозволять мінімізувати втрати та підвищити економічну ефективність процесу зберігання насіння олійних культур на підприємстві ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ УКРАЇНА».

Висновки до розділу 4

У четвертому розділі було розроблено конкретні науково-практичні рекомендації для впровадження на підприємстві ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна» з метою вдосконалення існуючої системи зберігання насіння олійних культур.

Експериментально доведено доцільність застосування комплексного підходу до зберігання насіння олійних культур на підприємстві ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна», середньорічні обсяги зберігання якого становлять 80 000 тонн. Запропонований підхід передбачає поєднання оптимальних режимів

зберігання (температура 8-15°C, вологість 60-70% залежно від культури) та попередньої обробки насіння антиоксидантами (0,02% γ -токоферолу + 0,02% лецитину).

Проведено розрахунок економічної ефективності даного підходу. Встановлено, що за поточної системи зберігання відсоток втрат насіння олійних культур становить 22,5%, а в грошовому вимірі це складає 5 400 000 доларів США на рік (виходячи з вартості 300 дол./тону та обсягу втрат 18 000 тонн). Запропонована ж система дозволяє знизити втрати до 9% (7 200 тонн), а економія від цього складе 3 240 000 доларів. З урахуванням витрат на реалізацію (1 760 000 дол.) чистий економічний ефект перевищує 1 480 000 доларів на рік.

Для забезпечення ефективності запропонованої системи розроблено комплекс контролю якості насіння олійних на всіх етапах зберігання: вхідний (вологість, схожість), поточний (температура, вологість), кінцевий (фізико-хімічні і органолептичні показники). Передбачено регулярне коригування параметрів зберігання за результатами контролю, що підвищує адаптивність системи та мінімізує втрати.

Розроблено план прискореного впровадження системи контролю (1,5-2 місяці), що дозволить отримати швидку віддачу від реалізації запропонованих заходів у вигляді економії втрат насіння олійних культур при зберіганні та підвищення ефективності діяльності ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна».

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній роботі представлено результати комплексних досліджень з наукового обґрунтування та практичної розробки ефективного способу довготривалого зберігання насіння провідних олійних культур - соняшнику, сої та ріпаку на підприємстві ТОВ «ХАНЗЕАГРІ УКРАЇНА» для мінімізації втрат цінної сировини.

У результаті проведених досліджень було розроблено та науково обґрунтовано ефективний комплексний підхід до зберігання насіння провідних олійних культур, таких як соняшник, соя та ріпак, для конкретних умов підприємства ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ Україна», середньорічний обсяг зберігання насіння олійних якого становить 80 000 тонн.

В результаті детального аналізу літературних даних було встановлено, що причиною втрат кількості (на рівні 22,5%, що у грошовому еквіваленті складає 5 400 000 доларів США за рік) та погіршення якості насіння є процеси його окислювального та мікробіологічного псування під час зберігання.

Було показано, що підвищення температури зберігання на кожні 5°C понад встановлений оптимум призводить до пришвидшення реакцій псування в 1,5-2 рази. Перевищення відносної вологості повітря граничного рівня 70% також суттєво активізує процеси погіршення якості насіння.

В результаті експериментальних досліджень були встановлені оптимальні значення параметрів режимів зберігання, що забезпечують максимально тривале збереження базової якості насіння олійних культур. Зокрема, для соняшнику оптимумом є температура 8-10°C та відносна вологість повітря 60-65%. Для сої найбільш сприятливі умови складають 12-15°C і 60-65% вологості, а для ріпаку - відповідно 8-12°C і 65-70%.

Також було проаналізовано ефективність застосування антиоксидантів (0,02% розчин γ -токоферолу + 0,02% лецитину) та консервантів рослинного походження як засобів уповільнення процесів псування. Встановлено, що їх використання дає можливість продовжити тривалість збереження початкової

базової якості насіння олійних на 1 місяць порівняно з контролем без обробки. Крім того, показники псування при цьому знижувались на 15-22%.

Запропоновано впровадити на підприємстві комплексний підхід, що поєднує оптимізацію умов зберігання насіння та консервування його поверхнево-активними речовинами. Розрахунковий чистий економічний ефект від запровадження такого підходу за рахунок скорочення втрат сировини з 22,5% до 9% та додаткового збереження на рік 3 240 000 доларів США, перевищуватиме 1 480 000 доларів на рік з урахуванням витрат на реалізацію (1 760 000 доларів).

Отже, у роботі комплексно досліджено та вирішено актуальну науково-прикладну задачу - розробку та обґрунтування ефективного способу довготривалого зберігання насіння олійних культур для конкретного виробництва з метою мінімізації втрат цінної олійної сировини. Запропоновані рекомендації мають високу практичну значущість для підвищення ефективності галузі зберігання та переробки насіння олійних культур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мякушко Ю. П., Баранов В. Ф. Соя. М.: Колос, 1984. 332 с.
2. Наріжняк В. О. Прогресивна технологія вирощування сої в дії. Тваринництво України. 1988. № 4. С. 28–29.
3. Кобак С., Серветник О. Соя: передпосівна обробка насіння - запорука майбутнього врожаю. Агропортал. 2017. № 1 (17). URL: https://www.agro.basf.ua/agroportal/ua/media/migrated/news/press2017/Zerno_01_2017_Standak_Top.pdf (дата звернення: 15.08.2023).
4. Кияк Г. С., Тучапський Г. Ф., Курносова І. Ф. Деякі питання агротехніки сої в умовах західного Лісостепу України. Вісник с.-г. науки. 1972. № 11. С. 71–75.
5. Семеняка І. М., Мащенко Ю. В., Єфімова С. В. Фітосанітарний стан та урожайність посівів сої у короткоротаційних сівозмінах північного Степу України. Вісник Степу. Кіровоград, 2014. Вип. 11. С. 51–54.
6. Сидоренко Т. Найпоширеніші шкідники й хвороби сої та рекомендації щодо захисту посівів. Пропозиція. 2010. № 6. С. 88–92.
7. Трибель С. О., Стригун О. О. Агроценоз сої. Фітосанітарний стан та інтегрований захист посівів культури від шкідливих організмів. Насінництво. 2011. № 11. С. 14–19.
8. Спеціальна селекція і насінництво польових культур: навч. посіб. / за ред. В. В. Кириченка; НААН, Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 2010. С. 346–362.
9. Шерстобоева О. В., Рильський О. Ф., Білявський Ю. В. Дротяник в агрофітоценозах сої різних сортів за дії мікробних препаратів. Агроекологічний журнал. 2012. № 3. С. 136–139.
10. Покозій Й. Т., Писаренко В. М., Довгань С. В. та ін. Моніторинг шкідників сільськогосподарських культур. К.: Аграрна освіта, 2010. С. 43–44.
11. Федоренко В. П., Марков І. Л., Мордерер Є. Ю. Стратегія і тактика захисту рослин. За ред. академіка НААН, доктора біологічних наук, професора В. П. Федоренка. Т. 2.

12. Соя потрапила у павутину. Agroexpert. 2012. № 8. С. 40–43.
13. Пілат С. Як захистити сою від павутинного кліща. Село полтавське. – 2016. 21 лип. С. 11.
14. Шелудько О., Клубук В., Репілевський Е. Захист посівів сої від павутинних кліщів. Пропозиція. 2013. № 7. С. 100–101.
15. Бабич А.О., Бабич-Побережна А.А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. К.: Аграрна наука, 2011. 548 с.
16. Ринок сої: чи знайдеться місце українському фермеру на ринку ЄС. URL: <https://kurkul.com/spetsproekty/1353-rinok-soyi-chi-znaydetsya-mistse-ukrayinskomu-fermeru-na-rinku-yes>.
17. Правильне зберігання насіння олійних культур. URL: <https://propozitsiya.com/ua/pravylnе-zberigannya-nasinnya-oliynyh-kultur>.
18. ТОВ «ХАНЗЕ АГРІ УКРАЇНА». URL: <https://engineering.convexintl.de/uk/realizovani-proekti/tov-hanze-agri-ukraina/>.
19. Трибель С. О., Стригун О. О. Захист рослин як складова продовольчої безпеки. Агробізнес сьогодні. 2013. №22. С. 28 – 31.
20. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням. [за ред. Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнєва]. Харків. 2006. 725 с.
21. Федоряка В. П., Бахчиванжи Л. А., Почколіна С. В. Ефективність виробництва і реалізації соняшнику в Україні. Вісник соціально-економічних досліджень. 2013. №41(2). С.139-144.
22. Bailly C., Benamar A., Corbineau F., Come D. (2000). Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. Seed Science Research, Vol. 10. PP. 35-42.
23. Means L. (2003). Issues in the impacts variability and change on agriculture. Change. No1- 2. P. 1-6.
24. Das H. P., Adamenko T. I., Amanam K. A., Garrmes P. G., Johnson G. (2003). Agrometeorology related to extreme events. WMO Technical Note. No 201. P. 1-137.

25. Lichtenthaler H. K., Buschmann C. (2001). Chlorophylls and Carotenoids: Measurement and Characterization by UV-VIS Spectroscopy. In: Current Protocols in Food Analytical Chemistry. F4.3.1-F4.3.8.N.Y. : John Wiley&Sons
26. Kancheva R., Borisova D., Georgiev G. (2014). Chlorophyll assessment and stress detection from vegetation optical properties. Ecological Engineering and Environment Protection, 1, 34–43.
27. Melero-Vara J. M., Dominguez J., Fernandez-Martinez J. M. (2000). Update on sunflower broomrape situation in Spain: racial status and sunflower breeding for resistance. Helia, 23, 33, 45-55.
28. Shindrova P. (2006). Broomrape (*Orobanche Cumana* Wallr.) in Bulgaria distribution and race composition. Helia, 29, 44, 111-120.
29. Labrousse P., Arnaud M.C., Serieys H. et al. (2001). Several mechanisms are involved in resistance of *Helianthus* to *Orobanche Cumana* Wallr. Annals of Botany, 88, 859-868.
- Honiges A., Wegmann K., Ardelean A. (2008). *Orobanche* resistance in sunflower. Helia, 31, 49, 1-12.
30. Dimitrov, S. G. (2015). The stability and flexibility of modern sunflower hybrids. Scientific Magazine NSC "Institute of Agriculture NAAS", vol. 3, pp.117- 124.
31. French, R. J., Schultz J. E. (1984). Water use efficiency of wheat in a Mediterranean-type environment. I. The relation between yield, water use and climate. Aust. J. Agric. Res. 35. pp. 743–764.
32. Tardieu, F., Tuberosa R. (2010). Dissection and modelling of abiotic stress tolerance in plants. Curr. Opin. Plant Biol. 13. pp. 206–212.
33. Korzun, A. S., Bruylo, A. S. (2011). Adaptive features of selection and seed farming of agricultural plants. Grodno: HHAU, 140 p.
34. Eberhart, S. A., Rassel, W. A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci, no. 6, pp. 36-40.