

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології зберігання насіння
соняшнику в озоновому середовищі**

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МГХТ-1-23
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ **Вадим ЛАЗАРЄВ**

Керівник: _____ **Наталія СОБА**

Рецензент: _____

Дніпро 2024

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Магістр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____ Віталій КОШУЛЬКО

«___» _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Лазареву Вадиму Вадимовичу

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології зберігання насіння соняшнику в озоновому середовищі».
Керівник роботи: Сова Наталія Анатоліївна, кандидатка технічних наук, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «12» листопада 2024 року №3785.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 13 грудня 2024 року.
3. Вихідні дані до роботи: 1. Літературні джерела та періодичні видання.
2. Технологія зберігання насіння соняшнику.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1. Огляд літературних джерел. 2. Методологія експериментальних досліджень. 3. Експериментальна частина. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 5. Організаційно-економічна частина. Загальні висновки та пропозиції. Бібліографія. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Огляд літературних джерел. 2. Мета та задачі досліджень. 3. Методологія експериментальних досліджень. 4. Результати досліджень. 5. Охорона праці та захист навколишнього середовища. 6. Організаційно-економічна частина. 7. Загальні висновки та пропозиції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 6	доцентка СОВА Наталія	12.11.2024	13.12.2024

7. Дата видачі завдання 12 листопада 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	12.11-13.11.2024	виконано
2	Огляд літературних джерел	14.11-21.11.2024	виконано
3	Методологія експериментальних досліджень	22.11-26.11.2024	виконано
4	Експериментальна частина	27.11-05.12.2024	виконано
5	Охорона праці та захист навколишнього середовища	06.12-07.12.2024	виконано
6	Організаційно-економічна частина	08.12-09.12.2024	виконано
7	Загальні висновки та пропозиції, бібліографія	10.12-11.12.2024	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	12.12-13.12.2024	виконано

Здобувач вищої освіти _____ **Вадим ЛАЗАРСВ**
(підпис)

Керівник роботи _____ **Наталія СОВА**

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи містить: 66 сторінок друкованого тексту, 23 рисунка, 10 таблиць та використано 47 літературних джерела.

Метою кваліфікаційної роботи є вивчення впливу обробки озоном при зберіганні насіння соняшнику і підвищення його ефективності.

Об'єкт дослідження – процес зберігання насінневої суміші соняшнику.

Предмет дослідження – встановлення закономірностей впливу застосування озono-повітряної суміші на показники насінневої суміші соняшнику під час його зберігання.

Традиційна система зберігання насіння соняшнику насипом у високих буртах в закритих приміщеннях характеризується невеликими витратами. Однак без систематичного контролю якості насіння, стану приміщення і урахування втрат маси насінневої суміші, ця система може призвести до значних невідновлювальних втрат.

Результати проведених досліджень свідчать про позитивний вплив озонування насінневої суміші кондитерського соняшника, про що свідчить зменшення ураження фітопатогенами, включаючи грибкову інфекцію і альтернаріоз. Цей факт підтверджує можливість подовження терміну зберігання насіння кондитерського соняшника.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СОНЯШНИК, ЗБЕРІГАННЯ, НАСІННЯ, БУРТИ, ОЗОН, ВЕНТИЛЮВАННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ЕКСПЕРИМЕНТ, ТЕХНОЛОГІЯ, ЯКІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	8
1.1 Насіння соняшнику як об'єкт зберігання.....	8
1.2 Фактори, що впливають на збереження насіння соняшнику	10
1.3 Вплив способів зберігання на збереження насіння соняшнику.....	13
1.4 Озонування при зберіганні зерна і насіння.....	17
Висновки за розділом	21
2 МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	22
2.1 Програма досліджень	22
2.2 Методика експериментальних досліджень процесу традиційного зберігання насіння соняшнику у буртах в закритих приміщеннях.....	22
2.3 Методика експериментальних досліджень процесу зберігання насіння соняшнику в озоновому середовищі у буртах в закритих приміщеннях.....	24
2.4 Методика експериментальних досліджень можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при її озонуванні	27
Висновки за розділом	29
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	31
3.1 Результати експериментальних досліджень процесу традиційного зберігання насіння соняшнику у буртах в закритих приміщеннях.....	31
3.2 Результати експериментальних досліджень процесу зберігання насіння соняшнику в озоновому середовищі у буртах в закритих приміщеннях	35
3.3 Результати експериментальних досліджень можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при її озонуванні	45
Висновки за розділом	47
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	49
4.1 Охорона праці в приміщеннях для зберігання насіння соняшнику	49
4.2 Техніка безпека при роботі з промисловими озонаторами у виробничих приміщеннях.....	51

4.3 Захист навколишнього середовища при використанні промислових озонаторів у виробничих приміщеннях	53
Висновки за розділом	55
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	56
5.1 Організація проведення дослідження	56
5.2 Економічний розрахунок витрат на виконання науково-дослідних робіт	57
5.3 Розрахунок вартості науково-дослідних робіт	60
Висновки за розділом	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	61
БІБЛІОГРАФІЯ.....	63

ВСТУП

Соняшник є основною культурою для виробництва олії в Україні, з посівною площею приблизно 3,4 млн га і потребою у посівному матеріалі на рівні 17 тис. т. Однак навіть при такому обсязі в Україні вирощують й імпортують значно більше насіння соняшнику, що породжує потребу в його тривалому зберіганні, з урахуванням збереження посівних і технологічних якостей.

Оскільки насіння соняшнику може зберігатися більше року, необхідно встановити ефективну систему захисту ліпідного комплексу від негативного впливу різних чинників, які можуть виникнути під час формування сім'янки, зберігання та подальшого вирощування.

Насіння соняшнику має високий вміст гліцеридів високоненасичених жирних кислот, таких як лінолева і ліноленова, які можуть накопичувати токсичні продукти через процес пероксидації. У насінні соняшнику, яке вирощується в сприятливих умовах, також містяться біологічно активні речовини, такі як фосфоліпіди, вітамін Е та каротиноїди, які допомагають захищати жири від окиснення.

За умов глобального потепління і аридизації клімату в Україні стає складніше забезпечити ефективний захист жирів від пероксидації. Під час зберігання насіння соняшнику, вирощеного в таких умовах, процеси гідролітичного і оксидативного розпаду ліпідів вимагають додаткової стабілізації за допомогою зовнішніх антиоксидантних препаратів. Крім того, під час зберігання часто можуть виникати проблеми з грибковими інфекціями, які потребують припинення або повного усунення. Для цього можна використовувати обробку насіння озоном, іонізуючим випромінюванням та інфрачервоним випромінюванням.

Важливо зауважити, що дослідження, що стосуються впливу обробки, тривалості і методів зберігання на якість насіння різних сортів і гібридів соняшнику, а також відповідного вирощування, є недостатніми.

Мета досліджень полягає у вивченні впливу обробки озоном при зберіганні

насіння соняшнику і підвищення його ефективності.

Для досягнення поставленої мети програмою досліджень передбачалось виконання наступних завдань:

– провести аналітичний огляд впливу способів зберігання на збереження насіння соняшнику та провести аналіз технологічного процесу озонування при зберіганні зерна і насіння;

– провести експериментальні дослідження процесу традиційного зберігання насіння соняшнику у буртах в закритих приміщеннях;

– провести експериментальні дослідження процесу зберігання насіння соняшнику в озоновому середовищі у буртах в закритих приміщеннях;

– провести експериментальні дослідження можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при її озонуванні;

– провести практичне впровадження отриманих результатів;

– надати інформацію щодо охорони праці та захисту навколишнього середовища при зберіганні насіння соняшнику;

– провести організаційно-економічну оцінку результатів досліджень.

Об'єкт дослідження – процес зберігання насінневої суміші соняшнику.

Предмет дослідження – встановлення закономірностей впливу застосування озоно-повітряної суміші на показники насінневої суміші соняшнику під час його зберігання.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Насіння соняшнику як об'єкт зберігання

Для ефективного зберігання великих обсягів насіння з найменшими витратами та з покращенням їх якості, необхідно мати розуміння про властивості насіння як об'єкту для зберігання, а також про впливові фактори на якість насіння. Це дозволяє забезпечити стабільний стан для зберігання різних партій насіння, застосовуючи відповідні принципи організації роботи та технологічні методи.

До насінневої маси входять наступні компоненти: насіння основної культури різної величини, якості і стану, а також насіння інших олійних культур, що схожі за характером використання та цінністю насіння основної культури; різні фракції домішок, включаючи мінеральні і органічні (з урахуванням насіння диких і культурних рослин, що не належать до основних насінин); мікроорганізми і шкідники; повітря міжнасінневого простору [1-3].

Наявність різних компонентів в насінній масі призводить до виникнення у ній специфічних властивостей, які потрібно враховувати при підготовці до зберігання.

Насіння високоолійних сортів соняшнику мають конкретні фізіолого-біохімічні характеристики та технологічні особливості. Основними особливостями є зростання вмісту ядра в насінні, значне зменшення вмісту покривної тканини сім'янки соняшника (плодової оболонки, лузги) [4-6].

Збільшення вмісту олії в насінні високоолійних сортів соняшнику стало можливим завдяки збільшенню вмісту олії в самому ядрі і зменшенню лузги насіння.

Біохімічні властивості високоолійного насіння соняшнику відрізняються від низькоолійних сортів, зокрема, більшою активністю ферментної системи, зокрема, ліпази. Ядро насіння має більшу гідрофільність і гігроскопічність, містить значно більше розчинних у воді речовин, які можуть легко мобілізуватися для підтримки життєздатності (дихання). Гідрофільність лузги у високоолійних сортів соняшнику

значно вища, ніж в низькоолійних (майже вдвічі) [7-8].

Насіння соняшнику, що тільки що зібрано, може мати вологість до 20 % або більше, і, внаслідок цього, виявляється дуже нестійким при зберіганні (рис. 1.1). Воно стає схильним до таких негативних явищ, як самозигрівання, розвиток мікрофлори і інших небажаних процесів, таких як гідроліз олії і фосфатидів, реакції окиснення цукрів та інші. Після збирання вологого насіння соняшнику, протягом декількох годин розпочинається підвищення температури, росту плісняви, збільшується кількість дефектних насінин і зростають показники кислотності і пероксидного числа олії [9-12].



Рисунок 1.1 – Збирання насіння соняшнику

Для запобігання цим небажаним процесам в щойно зібраному насінні соняшнику слід намагатися якнайшвидше проводити такі профілактичні операції на заготівельних пунктах та заводах, як очищення, сушіння, активне вентилявання та післязбиральне дозрівання. Післязбиральне дозрівання, як процес стабілізації біохімічних властивостей і якості насіння, повинно бути виділено в окрему, самостійну операцію перед тривалим зберіганням насіння. Прискорення післязбирального дозрівання насіння високоолійного соняшнику (шляхом зниження вологості насіння тощо) дозволяє покращити його посівні та технологічні характеристики [9-12].

У зв'язку зі зниженою механічною міцністю лузги соняшникового насіння, необхідно зменшити можливість його травматизації під час транспортування,

завантаження та вивантаження (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Ликвідне (а) і пошкоджене (б) насіння соняшнику

Під час висушування насіння до оптимальної вологості слід враховувати фізіолого-біохімічні та хімічні особливості насіння високоолійного соняшнику. Оптимальна температура нагріву насіння має перебувати в межах 45–55 °С; використання температур вищих або нижчих за оптимальні може погіршити збереження насіння [13-15].

Для найбільш ефективного зберігання насіння високоолійного соняшнику, необхідно поєднати такі фактори: вологість насіння не повинна перевищувати критичний рівень (не більше 7 %); насіння повинно бути однорідним за хімічним складом і вологістю; різниця між температурою насіння та оточуючим середовищем не повинна перевищувати 10 °С [15-17].

1.2 Фактори, що впливають на збереження насіння соняшнику

Основними факторами, що впливають на якість насіння, є: вологість насінневої маси або її окремих частин; температура насіння і довкілля; зрілість насінневої маси або її окремих частин; рівномірність та однорідність розподілу води в насінній масі; наявність бур'янів та олійних домішок; зараженість мікрофлори та її життєдіяльність; наявність комах і шкідників у насінній масі;

умови збирання і післязбиральної обробки та транспортування.

Висока вологість насінневої маси або окремих її частин є найбільш серйозним фактором, який ускладнює збереження насіння. Життєдіяльність та інтенсивність дихання сухого насіння надзвичайно низька. При вологості вище критичного рівня інтенсивність дихання різко зростає, оскільки в насінні присутня вільна волога, яка створює умови для біохімічних реакцій. При цьому вологість в насінні сприяє нагріванню та збільшенню інтенсивності життєдіяльності насіння та мікрофлори [18-21].

Висока вологість в насінневій масі або окремих її ділянках може викликати плісняву, самозігрівання і руйнування насіння, а також погіршення його посівних якостей.

Температура насінневої маси має значний вплив на інтенсивність життєдіяльності насіння, мікрофлори та шкідників. Підвищення температури призводить до збільшення інтенсивності дихання всіх компонентів насінневої маси. При підвищенні температури до певної межі інтенсивність дихання зростає. Однак при підвищенні температури до приблизно 50–55 °С, білкові компоненти денатуруються, ферментні системи втрачають свою активність, і інтенсивність дихання зменшується та припиняється [21-23].

Варто зауважити, що в умовах знижених температур інтенсивність дихання насінневої маси падає. Навіть в насінні з високою вологістю та засміченістю, при зниженні температури нижче + 5 °С, не спостерігається різкої активізації дихання.

Вплив підвищених температур на інтенсивність дихання насінневої маси і життєві функції всіх її компонентів залежить від тривалості та ступеня підвищення температури. Зі збільшенням тривалості нагріву інтенсивність дихання спадає швидше, особливо при високій вологості насіння [23-25].

Ступінь зрілості насінневої маси визначає інтенсивність фізіологічних процесів в самому насінні та його стійкість під час зберігання. Незрілі насіння мають високу активність дихання, незавершені фізіологічні процеси і високу вологість. Насіннева маса з великою кількістю незрілих насінин є надзвичайно нестійкою та легко псується.

Рівномірний розподіл вологи та однорідність в самій насіннєвій масі дозволяють зберігати насіння протягом тривалого часу без погіршення якості.

Мінеральні домішки, як правило, мають підвищену вологість і можуть бути зараженими шкідниками та мікроорганізмами. Присутність мінеральних домішок ускладнює зберігання насіння та сприяє самозігріванню та його псуванню [26-28].

Сміттєві органічні домішки, такі як обривки стебел, вегетативні органи і інше, є носіями багатой мікрофлори і, зазвичай, мають вологість та інтенсивність дихання більше, ніж саме насіння. Присутність органічних домішок в насінні ускладнює зберігання та сприяє самозігріванню, пліснявінню та псуванню насіння.

Олійна домішка створює сприятливе середовище для шкідників та мікроорганізмів, що може сприяти розвитку небажаних процесів у здоровому насінні [29-32].

Мікрофлору насіння складають різні гриби, бактерії та актиноміцети.

Здорове живе олійне насіння не має тріщин та повністю покрите мертвими клітинами, які складаються з клітковини та воскоподібних речовин. Ці тканини запобігають розвитку організмів, які не можуть руйнувати клітковину. Захисні властивості живого насіння також заважають розвитку мікроорганізмів.

Присутність пошкоджених, роздрібнених, пошкоджених насінин знижує стійкість всієї партії під час зберігання, оскільки таке насіння може бути джерелом активної мікробіологічної активності [32-34].

Залежно від тривалості активного існування паразитуючої мікрофлори, ступінь її впливу на насіння може бути різним і призводити до таких наслідків, як втрата сухої маси насіння, нагрівання насіння, втрата свіжості, погіршення технологічних якостей насіння та набуття ним токсичних властивостей. Висока фізіологічна активність насіння та низька теплопровідність призводять до небезпеки самозігрівання. Найбільш небезпечними для насіння є мікроорганізми, активність яких супроводжується виділенням значної кількості тепла.

1.3 Вплив способів зберігання на збереження насіння соняшнику

На сьогоднішній день існують п'ять методів зберігання насіння [35-40]:

1. Зберігання в сухому стані: цей метод ґрунтується на тому, що в насінні з необхідною вологістю фізіологічні процеси протікають дуже повільно. Тут відсутня вільна волога, яка може брати участь у метаболізмі речовин. Відсутність вільної вологи також унеможливорює розвиток мікроорганізмів, комах та кліщів. З точки зору конструкції сховищ, зберігання насіння в сухому стані є найбільш прийнятним і надійним для тривалого зберігання насіння в амбарах (до 4–5 років).



Рисунок 1.3 – Зберігання соняшнику в закритих приміщеннях

2. Зберігання з підвищеним обміном повітря міжнасінневого простору (різні способи активного вентилявання): цей підхід включає в себе методи активного вентилявання, які забезпечують насінневу масу повітрям.

3. Зберігання в охоложеному стані: в цьому випадку температура насіння та навколишнього середовища знижується до 10 °С.

4. Зберігання без доступу повітря: цей метод передбачає зберігання насіння у герметичних умовах, де воно ізольоване від повітря.

5. Хімічне консервування насіння: цей метод полягає в обробці насіння хімічними речовинами для збереження його якості та стійкості.



Рисунок 1.4 – Зберігання соняшнику в приміщеннях із системою вентиляції



Рисунок 1.5 – Зберігання соняшнику в холодильних камерах

Найкращі результати в зберіганні насінневих мас можна досягти, враховуючи різноманітність умов, які впливають на їх стійкість. Комбінування різних методів зберігання може призвести до найбільшого технологічного успіху та економічних вигід.

Зберігання насіння в сухому стані ґрунтується на тому, що при належній вологості в ньому фізіологічні процеси протікають повільно, відсутня вільна волога, яка може брати участь у метаболізмі речовин. Відсутність вільної вологи також не дозволяє мікроорганізмам, комахам та кліщам розвиватися в насінні. Зараз, при наявності відповідних структур сховищ, зберігання насіння в сухому

стані є найбільш прийнятним і надійним методом для тривалого зберігання якості насіння в складах (до 4–5 років).

Оптимальна вологість насіння для зберігання визначається як критична вологість, вище якої відбувається зростання інтенсивності дихання насіння та активізація фізіологічних процесів [40-42].

Зберігання насіння з використанням тривалого обміну повітря міжнасінневого простору виконується шляхом активного вентилявання. Під активним вентиляванням розуміється обробка насінневої маси потоками повітря. Якщо це робиться належним чином і з урахуванням стану насінневої маси та властивостей нагнітаючого повітря, можна досягти позитивних результатів. Важливо відзначити, що активне вентилявання вважається додатковим методом підготовки насіння для тривалого зберігання, і воно використовується для наступних цілей: зниження температури насіння, використовуючи холодне повітря (охолодження та проморожування насіння); зменшення вологості насіння через аерацію сухим повітрям різної температури; оновлення складу повітря в міжзернових просторах для збереження життєздатності насіння та прискорення їх післязбирального дозрівання.

Активне вентилявання насінневої маси повітрям має кілька переваг. За раціональних режимів вентилявання з використанням висушеного або нагрітого повітря можна досягти рівномірного висихання насінневої маси до безпечної вологості та створення умов для післязбирального дозрівання і провітрювання без переміщення насінневої маси [40-44].

Зберігання насіння в охолодженому стані базується на чутливості всіх живих компонентів насінневої маси до низьких температур. Життєдіяльність насіння, мікроорганізмів, комах та кліщів значно знижується або припиняється при низьких температурах (між +5 та 10 °C і нижче).

Важливо відзначити, що ефективність зберігання насіння олійних культур в охолодженому стані значно нижча, ніж у разі зернових культур. Зберігання насіння олійних культур при низьких температурах, близьких до нуля, не призводить до зупинки зростання кислотного числа в насінні, але може трохи сповільнити цей

процес.

Тому для насіння олійних культур зберігання в охолодженому стані не може бути основним методом зберігання. Найкращі результати можна отримати, поєднуючи зберігання в охолодженому стані з будь-яким іншим режимом зберігання.

Зберігання насіння в охолодженому стані при мінусових температурах, як правило, не впливає на якість насіння. Проте, після розморожування, таке насіння може бути менш стійким до подальшого зберігання і стати схильним до пліснявіння, гниття та самозігрівання через підвищену вологість насіння. Тому після розморожування насінневу масу слід відразу ж піддавати процедурі сушіння.

Зберігання насіння в умовах відсутності доступу повітря ґрунтується на потребі всіх живих компонентів насіння в кисні. Це означає, що насіння можна зберігати в атмосфері, яка не містить кисню або містить його дуже мало. У таких умовах насіння переходять на анаеробний тип дихання, і їх фізіологічна активність, включаючи обмін речовин і дихання, значно знижується [40-43].

Цей режим зберігання має декілька переваг, оскільки майже повністю припиняє діяльність мікрофлори, комах і кліщів, які потребують кисню для життя. Насіння при такому режимі зберігає свої технологічні характеристики, але може втратити частину або всю свою схожість зі звичайним насінням.

Для зберігання насіння в цьому режимі необхідні герметичні сховища, такі як сховища зі сталі, залізобетонні споруди або сховища в землі тощо.

Отримати безкисневе середовище в сховищі насіння можна різними способами: природним накопиченням вуглекислого газу (CO_2) в насінній масі; введенням CO_2 або інших інертних газів в масу насіння; використання хлорпикрину або інших хімічних сполук, які поглинають кисень [44-46].

При хімічному консервуванні міжнасінневий простір заповнюється парою спеціальних речовин, які є антисептиками і мають токсичний вплив на комах та кліщів. Деякі з цих речовин включають хлорпикрин, клейтон, суміш сірчаного і сірчистого ангідриду, дихлоретан та інші. Важливо враховувати, що хімічне консервування не завжди підходить для всіх видів насіння, оскільки може мати

токсичний вплив на якість та безпечність насіння.

Такі методи зберігання, як зберігання в охолодженому стані, без доступу повітря, і хімічне консервування, добре досліджені і застосовуються для зберігання зернових культур. Однак для олійних насінин ці методи все ще потребують подальшого вивчення, і ведуться дослідження щодо вибору оптимальних консервантів та умов зберігання.

1.4 Озонування при зберіганні зерна і насіння

У сучасних умовах в Україні зберігання зерна є відповідальним і складним процесом, оскільки різні шкідники можуть призвести до серйозних втрат. Традиційні методи зберігання не завжди приносять значні конкурентні переваги через свою поширеність. Однак нові технології, зокрема озонування, можуть мати значний потенціал.

Обробка озоном може зменшити втрати при зберіганні зерна на 60 % і позбавити його від шкідників. Рослинна продукція часто заражена різними інфекціями, пліснявою та дрібними комахами, що призводить до значних втрат під час зберігання та переробки, а також може сприяти поширенню інфекційних захворювань [42-45].

Дослідження, проведені спільно з рядом спеціалізованих підприємств та наукових установ, показали, що озонування може ефективно дезінфікувати зерно та комбікорми, знижуючи загальну кількість мікроорганізмів і кількість плісневих грибів на 80–95 %. Обробка озоном не впливає на органолептичні та харчові властивості продукції, але знижує її токсичність.

Втрати рослинної продукції під час зберігання після обробки озоном зменшуються на 40–60 %. Озон сприяє швидкому висиханню зернових завдяки хімічному та біохімічному впливу, поліпшує тепломасообмін та транспортування вологи. Обробка озоном також має додаткові переваги, такі як запобігання самозігріванню, поліпшення якості та збереження продукції, що призводить до збільшення врожаю до 10–15 % та зменшення витрат на процес сушіння.

Наприклад, обробка озоном дозволяє зменшити захворюваність рослинного матеріалу тюльпанів та гладіолусів на 70–80 % при зберіганні за низьких температур.



Рисунок 1.6 – Озонування при зберіганні зерна і насіння

Один з основних способів підвищення врожайності – захист рослин від хвороб, особливо патогенів рослин, спори яких локалізуються на поверхні насіння. Найнебезпечнішими з них є гриби твердої сажки та кореневої гнилі. Втрати врожаю через ці хвороби можуть сягати 20–35 %. Одним із рішень цієї проблеми є використання озону [45-46].

За даними експериментів, концентрація озону близько 2 мг/м³ при обробці протягом 30 хв забезпечує стерилізацію кукурудзи, пшениці, ячменю і вівсу від

всіх видів мікроорганізмів. Під час обробки насіння ячменю озono-повітряною сумішшю з концентрацією озону 6 мг/м³ і 10 мг/м³ врожайність була вищою на 12,0 % і 17,5 %, відповідно, ніж при обробці хімічними засобами. Польові дослідження підтвердили збільшення врожайності для пшениці на 22,0 %, гороху на 11,0 % та гречки на 31 %.

На основі результатів лабораторних експериментів була визначена оптимальна концентрація озону в озono-повітряній суміші. Найбільший позитивний вплив на параметри росту спостерігався при концентрації озону в повітрі на рівні 5 мг/м³ та обробці насіння протягом 40 хв. Озон, як потужний природний окиснювач, стимулює окиснювальні процеси в насінні, які не припиняються протягом 7–10 днів зберігання в звичайних умовах. Тому вчені рекомендують залишити оброблене озono-повітряне насіння протягом 6–8 днів, оптимальний варіант – висівати насіння в 7-й день. У обробленому озonom насінні активний атомарний кисень пригнічує біотоксини та інгібітори проростання, стимулюючи початковий ріст.

Польові дослідження, проведені в 2005 р., повністю підтвердили інноваційність методу обробки насіння озono-повітряною сумішшю у порівнянні з традиційною хімічною обробкою. Важливий фактор – збільшення кількості відкритих коробочок на 5–13 % порівняно з неконтрольованими необробленими хімікатами, здоровими насіннями. Іншими словами, було успішно розроблено новий метод протравлювання насіння з позитивним ефектом від дозованого атомарного кисню на активізацію природних сил зародка.

Якщо всі попередні методи протравлювання насіння пригнічували і стримували розвиток рослин, то новий метод активізує та прискорює його. Загалом, після завершення польового сезону, переваги нового методу протравлювання озono-повітряною сумішшю порівняно з традиційною хімічною обробкою насіння бавовни виглядають вражаюче: скорочення загального вегетаційного періоду на 1–2 тижні, прискорення стиглості. Рослини стають більш стійкими до хвороб. На кущах з'являється на 3–4 коробочки більше, що збільшує врожайність на 10–12 %. Відповідно до цього збільшується вихід сировини. Крім

того, докладний аналіз результатів показав підвищення довжини волокон і їх міцності, а навіть зміни метричного номера волокна.

Цей новий метод обробки насіння має дві революційні переваги. По-перше, він є екологічно безпечним та ефективним. По-друге, він має потенціал для практично миттєвого поширення, оскільки метод витратний та легкий у використанні.

Шкідники, які атакують запаси хліба, завдають значних збитків, знищуючи зерно, забруднюючи його та погіршуючи якість, а також зменшують його схожість. Проведені дослідження показали, що озон впливає на комах та кліщів.

Біологічна активність озону, що виражається у здатності шкідників виживати, паралізуватися, гинути та розмножуватися, залежить від виду, стадії розвитку, концентрації озону, часу впливу, температури та вологості зерна.

За низьких концентрацій озону для знищення шкідників потрібна тривала обробка протягом кількох годин. Потім настає інкубаційний період впливу протягом одного-двох днів, після чого оброблені озоном комахи зовні нічим не відрізняються від контрольних. Потім комахи стають паралізованими і поступово гинуть протягом наступних 3–5 днів.

Рисові довгоносики та суринамські борошноїди повністю гинуть одразу після обробки. Більшість кокових довгоносиків і дрібних борошнідів гинуть одразу, тоді як інші комахи залишаються в стані глибокого паралічу. Смерть настає через п'ять днів після обробки. Зерноїди більш стійкі. Їх паралізує незабаром після обробки. Повне знищення жука настає через 10 днів після обробки [45-47].

Смертельний вплив озона спостерігався на стадіях переддорослої розробки (яйце, личинка, лялечка). Лялечка виявилася найстійкішою до озона. Оскільки яйця, личинки та лялечка зернового точильника розвиваються приховано всередині зерен і доступ до них для озона ускладнений, тому час обробки є великим. Стадії (яйце, личинка, лялечка) малого борошніда пройшли розвиток у просторі між зернами, тому вони більш доступні для впливу озона. Оцінювали розмноження потомства батьків, які пережили обробку озоном у сублетальному діапазоні. Комахи, які перебували в інкубаційному періоді впливу озону, не розмножувалися.

Результати показують, що комахи більш чутливі до летального впливу озону в сухому зерні порівняно з його впливом на зерно з більш високим вмістом вологи. У комах озон діє на клітинну плазму та руйнує її. У результаті після обробки озоном життя комах не відновлюється.

Висновки за розділом

Традиційна система зберігання насіння соняшнику насипом або великих кількостях у закритих приміщеннях широко поширена в сучасній Україні. Однак системи вентиляції в таких приміщеннях встановлюють вкрай рідко. Зазвичай у стінах просвердлюють тільки відповідні отвори, і повноцінний повітрообмін неможливий. Для насіння з вологістю до 9 % і висотою насипу до 5 м потрібен приплив повітря в обсязі 66 м³/год.

Аналіз досліджень показав, що озон може бути ефективним засобом для захисту рослинних культур від шкідників та фітопатогенів, особливо тих, які знаходяться на поверхні насіння. Озон має здатність впливати на комах та кліщів, що може сприяти знищенню шкідників та збільшенню врожаю. Озон може бути потенційно корисним і екологічно чистим методом захисту рослинних культур та зернових запасів від шкідників, проте для його ефективного застосування необхідно враховувати різні фактори, що впливають на його дію, і розробляти оптимальні умови застосування.

2 МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Програма досліджень

Програмою експериментальних досліджень передбачено:

- дослідження процесу традиційного зберігання насіння соняшнику у буртах в закритих приміщеннях;
- дослідження процесу зберігання насіння соняшнику в озоновому середовищі у буртах в закритих приміщеннях;
- дослідження можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при її озонуванні.

2.2 Методика експериментальних досліджень процесу традиційного зберігання насіння соняшнику у буртах в закритих приміщеннях

Протягом півроку, з 13 січня 2024 р. до 2 липня 2024 р., було закладено традиційний бурт насінневої суміші соняшнику сорту «Кулундинець» з висотою рослин $4,4 \pm 0,3$ м, вологістю 8 ± 1 % та засміченістю $0,7 \pm 0,2$ %. Питома вага насіння складала 340 ± 5 г/л. Кількість кислоти на 1 г олії становила $0,39 \pm 0,05$ мг КОН. Показники енергії схожості та схожість складали відповідно $89,2 \pm 0,5$ % і $90,7 \pm 0,5$ %.

Результати бактеріального аналізу свідчили про наявність альтернаріозу (*Alternaria helianthi*) – $26 \pm 0,6$ %, білої гнилі (*Sclerotinia sclerotiorum*) – $4,2 \pm 0,6$ %, сірої гнилі (*Botrytis cinerea*) – $1,6 \pm 0,6$ % та мукових грибів (*Mucor Mich.*) – $1,4 \pm 0,6$ %. Загальний рівень ураження насіння соняшнику грибковими інфекціями становив $33,5 \pm 0,6$ %.

Розміри приміщення становили $30 \times 20 \times 7$ м. Вентиляція в приміщенні була обмежена, з питомими витратами повітря в межах $1-3$ м³/год. Приміщення мало бетонні стіни, бетонну підлогу та дах з металевого профнастилу, який був обшитий деревиною (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд приміщення для традиційного зберігання насіння соняшнику



Рисунок 2.2 – Обладнання для реєстрації температурних показників в бурті

Під час експерименту вивчали динаміку зміни вологості та розподіл температури в різних частинах бурта соняшнику (верхній – 3,7 м, середній – 2,1 м, нижній – 0,1 м), а також температуру і вологість повітря в приміщенні. Для цього використовували датчики вологості НІН-4000-003 і температури DS18B20, які були встановлені в зондах (рис. 2.2). Отримані дані зберігалися на комп'ютері.

Також проводили періодичний бактеріальний аналіз насіння за

загальноприйнятими методиками.

2.3 Методика експериментальних досліджень процесу зберігання насіння соняшнику в озоновому середовищі у буртах в закритих приміщеннях

Дослідження технологічного процесу зберігання насіння соняшнику в озоновому середовищі були проведені в тому ж приміщенні і в той самий період часу, що й попередній дослід. Для реалізації досліду виготовлено короб з OSB розміром 5,0×5,0×1,5 м. У середині коробка встановлено систему труб для подачі озонованого повітря (рис. 2.3). Для реєстрації температури в бурті використовували датчики вологості НН-4000-003 і температури DS18B20, які були встановлені в зондах (рис. 2.4).

Система генерації озону має припливно-витяжну систему вентиляції, яка призначена для вентилявання повітря в контейнері. Система вентиляції складається з вентилятора типу ОВ 2Е 200 максимальною продуктивністю 860 м³/годину. Вентиляційні вікна оснащені фільтруючими елементами для очищення повітря від пилу та ґратами, які є захистом від попадання атмосферних опадів.

Система генерації озону має температурний датчик, який відключає електроживлення озонатора та компресорів при перевищенні температури всередині контейнера вище 45 °С.

Система генерації озону забезпечена внутрішнім освітленням, яке включається вимикачем на правій бічній стіні контейнера та зовнішнім ліхтарем (світлодіодний прожекторний ліхтар білого кольору), який сигналізує про подачу напруги на озонатор.

Система генерації озону має систему газорозподілу, яка складається із трьох елементів:

- 1 Вхідний колектор – 160 мм, призначений для розподілу вхідного повітря між компресорами.

- 2 Вихідний колектор – 160 мм, призначений для підсумовування потоків

озоно-повітряної суміші від 4 компресорів.

3 Система розподілу повітряного потоку через озонатор StreamOzone OzW-50, призначена для рівномірного розподілу вхідного потоку в кожен із 6 незалежних модулів озонування (10–15 м³/год) і має 6 повітряних ротаметрів та 6 регулювальних кранів.



Рисунок 2.3 – Обладнання для подачі озонованого повітря у бурт соняшника

Система введення озону призначена для інжекції озону в бурт насіння.

Характеристики системи:

- оброблювана площа становить 864 м²;
- довжина інжекційних пік становить 3 м;

- кількість інжекційних пік становить 864 прим.;
- кожна секція підключена через повітряний електроклапан з автоматичним керуванням;
- кожна секція має колектор на 12 ліній із 18 інжекційних пік;
- кожен колектор секції має 24 виходи для приєднання 12 ліній із 18 інжекційних пік.



Рисунок 2.4 – Обладнання для реєстрації температурних показників в бурті

Система введення озону в бурт насіння підключається до системи генерації озону через вихідну магістраль 160 мм.

Вхідна магістраль призначена для забору повітря через 4 повітряні фільтри з приміщення зберігання насіння та подачі на вхід озонатора. Така схема мінімізує витік озону із приміщення зберігання насіння та забезпечує оптимальні умови для озонування насіння.

Режим роботи системи озонування. Рекомендується проводити обробку безперервно, 7 днів на тиждень. Режим роботи системи озонування визначається за допомогою чотирьох програмованих таймерів блоку управління.

2.4 Методика експериментальних досліджень можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при її озонуванні

Під час зберігання кондитерського соняшнику у озонованому середовищі можливо виникнення втрат маси насінневої суміші, які пов'язані із біохімічними процесами, що виникають у насінні.

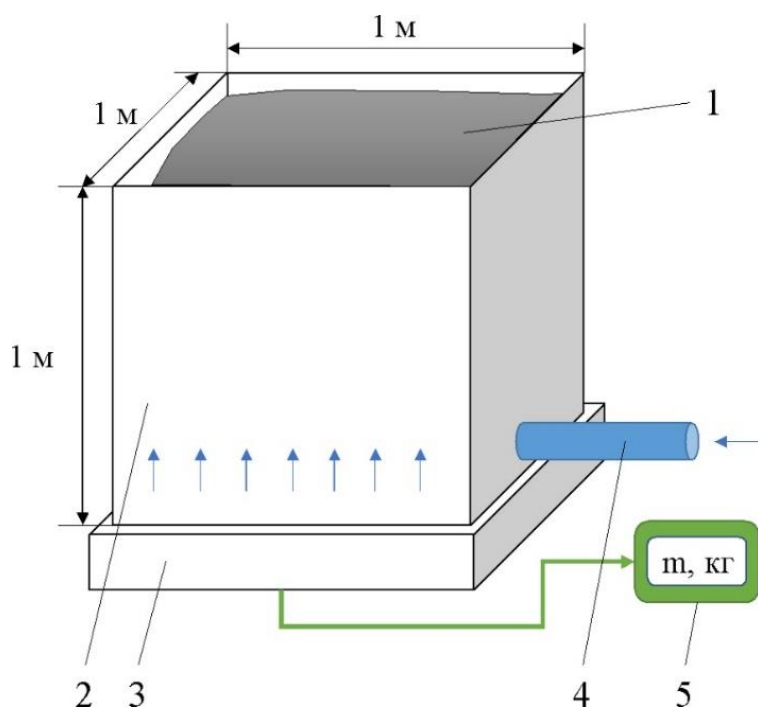
Для визначення зазначених втрат були проведені експериментальні дослідження.

Схема експериментального стенду і його загальний вигляд приведено на рис. 2.5.

Експериментальний стенд складається з платформи ваг 3, на якому розміщуються дерев'яний короб 2. Знизу короба підводиться трубопровід 4 із системою подачі озону. До платформи ваг 3 під'єднано табло 5 для зчитування показників маси.

Система генерації озону має припливно-витяжну систему вентиляції, яка призначена для вентилявання повітря в контейнері. Система вентиляції складається з вентилятора типу ОВ 2Е 200 максимальною продуктивністю 860 м³/год та двох вікон розміром 260×260 мм. Вентиляційні вікна оснащені фільтруючими елементами для очищення повітря від пилу та ґратами, які є захистом від попадання атмосферних опадів. Система генерації озону має температурний датчик, який відключає електроживлення озонатора та компресорів при перевищенні температури усередині контейнера вище 45 °С. Система генерації озону забезпечена внутрішнім освітленням, яке включається вимикачем на правій бічній стіні контейнера та зовнішнім ліхтарем (світлодіодний прожекторний ліхтар білого кольору), що сигналізує про подачу напруги на озонатор.

Система розподілу повітряного потоку через озонатор StreamOzone OzW-50 призначена для рівномірного розподілу вхідного потоку в кожен з 6 незалежних модулів озонування (10–15 м³/год) і має 6 повітряних ротаметрів та 6 регулювальних кранів. Рекомендують проводити обробку безперервно, 7 днів на тиждень, секціями по 200 т соняшнику.



а



б

Рисунок 3.5 – Схема (а) і загальний вигляд (б) експериментального стенда для проведення досліджень
 1 – насіння соняшнику; 2 – короб; 3 – платформа ваг; 4 – трубопровід для подачі озону; 5 – цифрове табло ваг

Перемикання на наступну секцію здійснюється в автоматичному режимі таймера відповідно до табл. 2.1.

Перед початком досліду зчитуються і фіксуються показання маси коробу.

Далі засипається насіння соняшнику в короб і фіксується маса насіння. Дана процедура є початком досліджень. Також визначається вологість насіння, фракційний склад, маса 1000 насінин.

Через трубопровід 4 подається озон до насіння з параметрами і періодичністю, яка рекомендується виробниками обладнання для озонування.

Далі з періодичністю в 3 дні визначали масу насіння в коробі з використанням табло 5, вологість насіння, фракційний склад, масу 1000 насінин. Всі взяті проби поверталися у короб з насінням.

Таблиця 2.1 – Режими роботи таймера

1 секція	2 секція	3 секція	4 секція
38	2	38	2
2	38	2	2
2	2	2	38
42 год. в тиждень	42 год. в тиждень	42 год. в тиждень	42 год. в тиждень
168 год. в тиждень			
Повтор тижневого циклу			

Висновки за розділом

Розроблено методику експериментальних досліджень процесу традиційного зберігання насіння соняшнику у буртах в закритих приміщеннях, що дозволило оцінити динаміку зміни температури та вологості в різних частинах бурта. Використані датчики температури та вологості дозволили систематично реєструвати ці показники та аналізувати їх вплив на якість насіння.

Розроблено методику експериментальних досліджень процесу зберігання насіння соняшнику в озоновому середовищі у буртах в закритих приміщеннях.

Розроблена система подачі озону в борт, що забезпечує рівномірний розподіл озонованого повітря. Застосування цієї технології може покращити умови зберігання та зменшити рівень грибкових інфекцій.

Розроблено методику експериментальних досліджень можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при її озонуванні. Використання спеціального експериментального стенду з платформою ваг і системою подачі озону дозволяє точно вимірювати ці втрати і враховувати їх при зберіганні насіння.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Результати експериментальних досліджень процесу традиційного зберігання насіння соняшнику у буртах в закритих приміщеннях

Під час досліджень було отримано графік, що показує зміни температури в бурті насінневої маси соняшнику та температури повітря в приміщенні (рис. 3.1). З аналізу графіка можна визначити, що в періоди низьких температур в приміщенні, коли температура становила менше 5 °С, температура в середині бурта насінневої маси знаходилася в діапазоні від 4 до 6 °С. Це логічно, оскільки температура на поверхні бетонної підлоги практично не змінювалася. Температура в верхній частині бурта відтворювала зміни температури повітря в приміщенні. У цей період вологість насіння коливалася від 7,9 % до 9,2 %, і загальна кількість грибкових інфекцій у насінні соняшнику збільшилася до $38 \pm 0,3$ % і залишилася стабільною. Отже, на основі отриманих даних можна зробити висновок, що в умовах низьких температур в приміщенні, коли температура не перевищує 5 °С, насіння соняшнику може бути збережено насипом в звичайній системі з мінімальною вентиляцією.

Розглянемо момент зі зміною температури в навколишньому середовищі, коли вона перевищила позначку 5 °С, і настав теплий період року. З рисунку 3.1 видно, що починаючи з 5 квітня 2024 р., температура в усіх точках вимірювань в бурту почала зростати. Бетонна підлога почала нагріватися, і, відповідно, температура нижнього шару насінневої маси досягла $17 \pm 0,5$ °С наприкінці експерименту. Температура верхнього шару насіння в ямі коливалася залежно від температури і наприкінці випробування становила 27 ± 2 °С. Як видно, між різними шарами насіння соняшнику в насипі спостерігалася значна різниця температур у 10–12 °С. Водночас вміст вологи залишався практично стабільним (від 7,4 до 8,9 %). Це пов'язано з тим, що вологість повітря в ході експерименту практично не змінювалася.

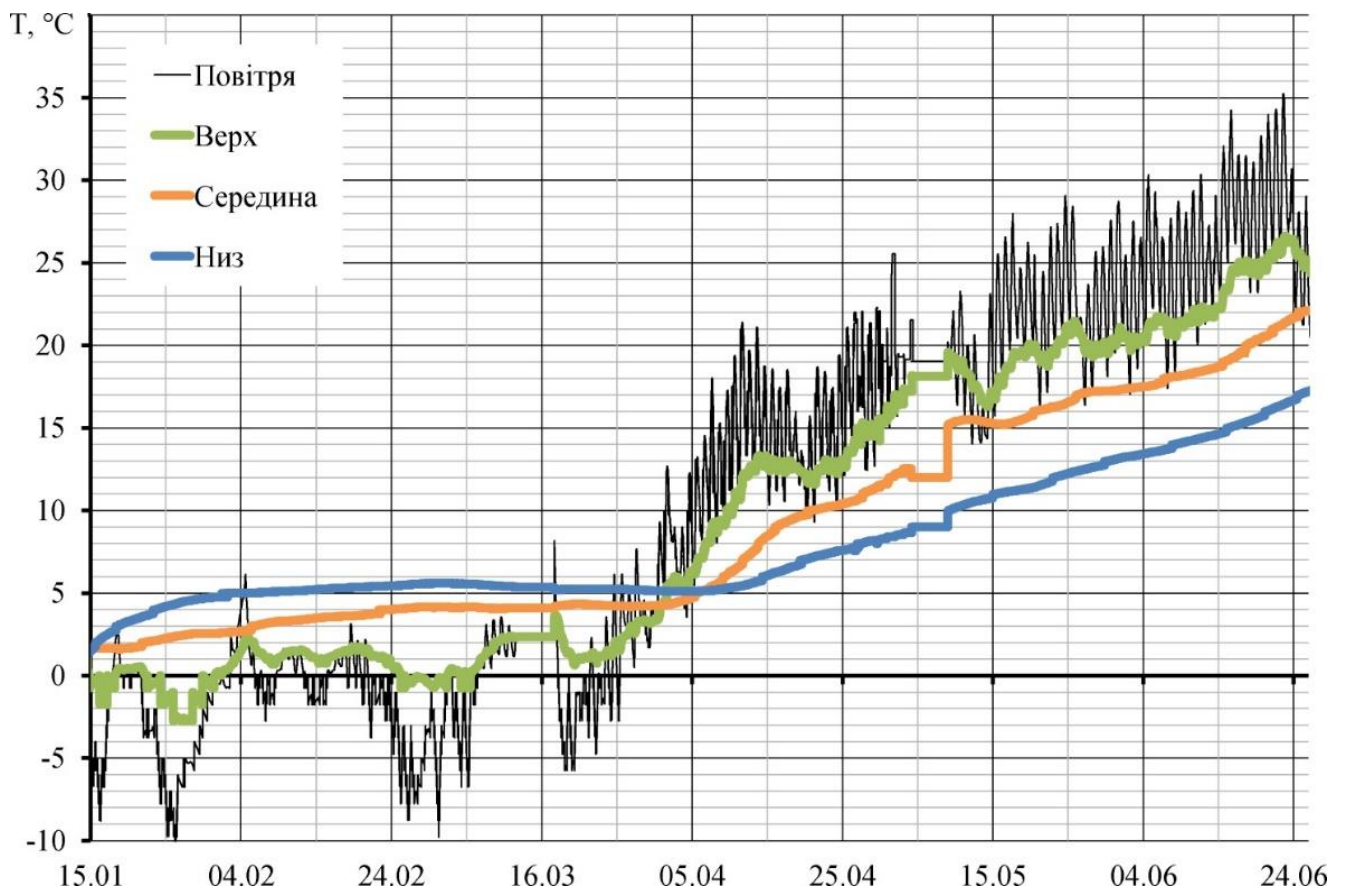


Рисунок 3.1 – Розподіл температури в бурті насіння соняшнику за висотою

Результати бактеріального аналізу показали наявність на поверхні насіння соняшнику різних грибкових інфекцій: альтернаріоз (*Alternaria helianthi*) – $29,7 \pm 0,5$ %, біла гниль (*Sclerotinia sclerotiorum*) – $4,2 \pm 0,5$ %, сіра гниль (*Botrytis cinerea*) – $2,0 \pm 0,5$ %, та мукових грибів (*Mucor Mich.*) – $5,6 \pm 0,5$ %. Важливо зауважити, що загальний рівень ураження насіння соняшнику грибковими інфекціями зросло до $41 \pm 0,3$ % і продовжувало зростати з часом (рис. 3.2–3.3). Це зростання ураження грибковими інфекціями обумовлене збільшенням температури повітря в приміщенні з обмеженою вентиляцією.

За аналізом цих даних можна зробити висновок, що в теплий період року, коли температура перевищує 5 °C, зберігання насіння соняшнику за традиційною системою з мінімальною вентиляцією не рекомендується. Такий метод зберігання може спричинити розвиток шкідливих мікроорганізмів та грибкових захворювань. Для запобігання цьому рекомендується забезпечити додаткову циркуляцію повітря в приміщенні.

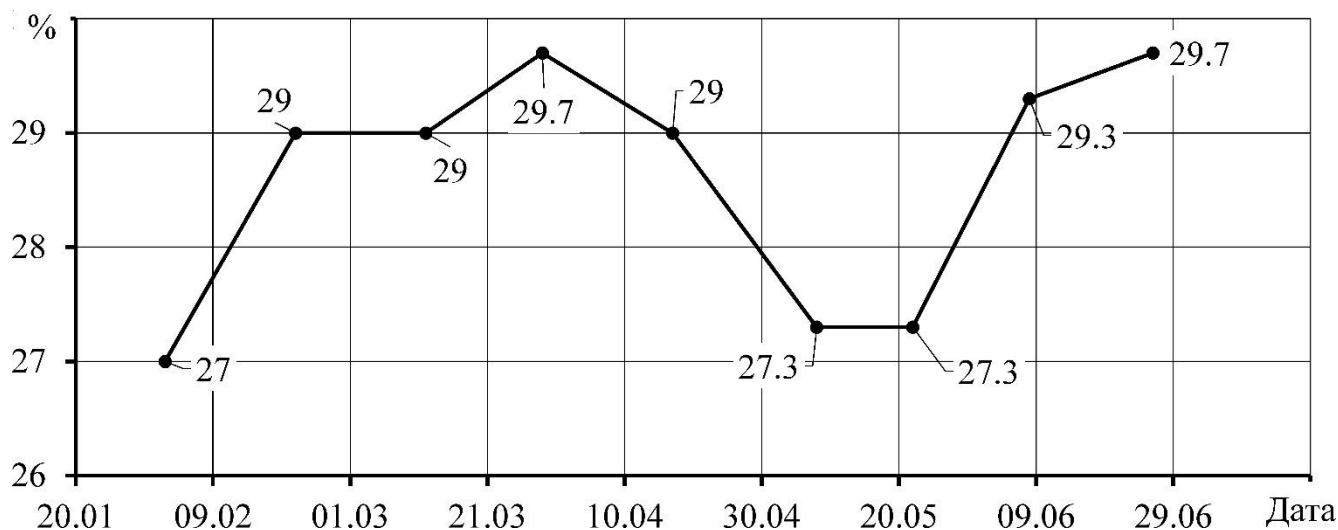


Рисунок 3.2 – Зміна ураження насіння соняшнику альтернаріозом

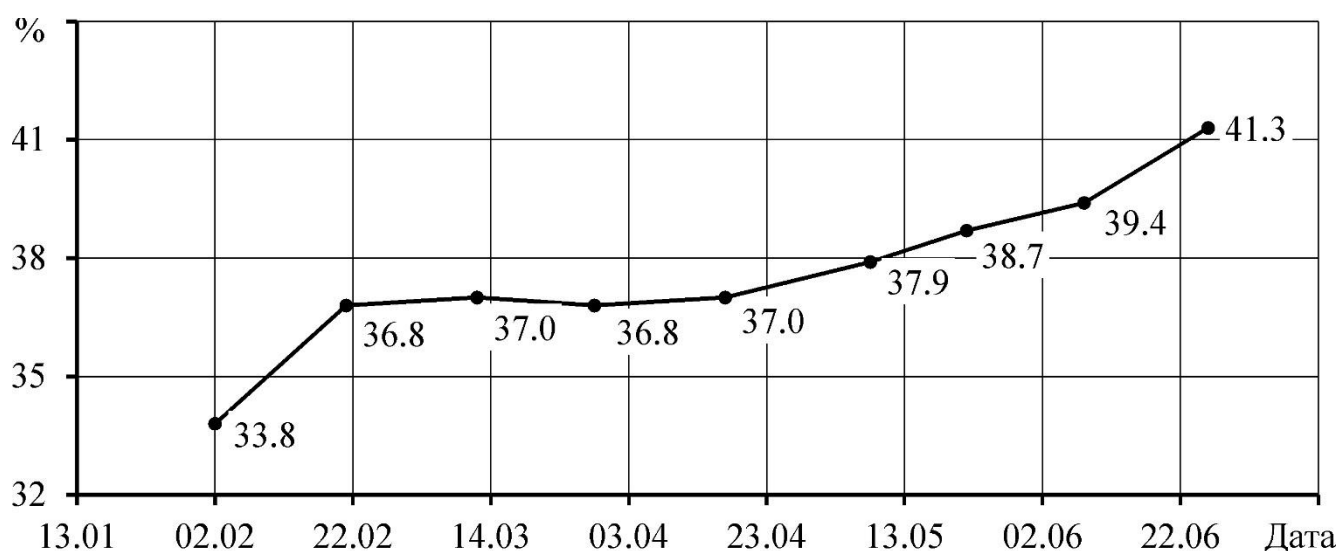


Рисунок 3.3 – Зміна ураження насіння соняшнику грибковими інфекціями

Динаміка зміни вологості насіння представлена на рис. 3.4. З графіку видно, що у лютому-березні спостерігався сплеск збільшення вологості до 10 %. Це пов'язано з низькою температурою, що призводить до утворення конденсату.

Наприкінці експериментального періоду енергія проростання становила $85,9 \pm 0,5$ %. Ці результати відповідають чинному національному стандарту України ДСТУ 2240-93 «Насіння сільськогосподарських культур: Сорти та посівні якості. Технічні умови». Таким чином, можна зробити висновок, що зберігання насіння соняшнику в купах або навалом, навіть протягом короткого періоду часу, не є ефективним варіантом.

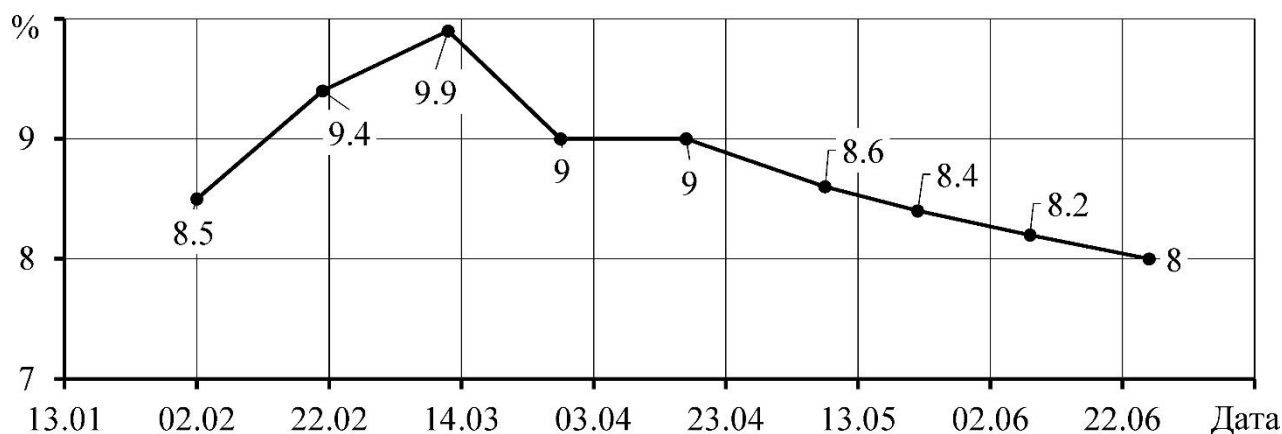


Рисунок 3.4 – Зміна вологості насіння соняшнику

Крім того, окрім створення належної системи зберігання, також необхідно постійно контролювати стан насіння шляхом проведення візування. Візування має бути регулярним – щотижня, а у випадку виявлення відхилень від нормативів, навіть щоденним. Така необхідність виникає у зв'язку з високою поширеністю процесів самозігрівання в насінні соняшнику.

Відбір проб під час проведення інспекцій здійснюється відповідно до ДСТУ 4601:2006 «Олійне насіння: методи відбору проб» та ДСТУ 8841:2019 «Олійне насіння. Правила приймання». Для точкового відбору проб партій насіння, що зберігається на складах або в місцях з висотою насипу до 1,5 м, використовується метод щупа; за більшої висоти насипу – щуп із зубами. Для відбору точкових проб поверхню насипу ділять на ділянки площею приблизно 200 м² або 100 м²: на кожній ділянці площею 200 м² – у шести точках на поверхні насипу; на ділянці площею 100 м² (або менше) – у чотирьох точках на відстані 1 м від стіни складу (краю майданчика) і на рівній відстані одна від одної. Точкові проби відбирають із верхнього шару насипу (на глибину 10–15 см від поверхні насипу), середнього шару і нижнього шару (до підлоги). Загальна вага точкових проб, відібраних з кожної ділянки, має становити не менше 2 кг. Із середньої проби відбирають три робочі зразки достатньої ваги для аналізу.

Під час перевірки для кожної ділянки необхідно виміряти температуру термозондом, вологість – вологоміром, кислотне число – методом за ДСТУ 4350:2004 «Олії. Методи визначення кислотного числа». У разі насінневого матеріалу необхідно також регулярно вимірювати швидкість проростання насіння і проводити

бактеріальний аналіз на наявність і поширеність грибкових інфекцій. Крім того, необхідно визначити фракційний склад і наявність домішок, щоб оцінити втрату ваги насінневої суміші під час зберігання.

У випадку, якщо виявлено невелике розходження вищезазначених показників від нормативних значень, рекомендується спочатку провести спостереження за ними протягом кількох днів. Якщо відхилення продовжує збільшуватися, необхідно вжити відповідних заходів для ліквідації проблеми ураження або пошкодження насіння. Один з найбільш поширених заходів – це механічна перебуртовка насінневої суміші соняшнику. Ця процедура може допомогти вирівняти температуру та вологість насіння. Однак важливо пам'ятати, що цей процес може пошкодити насіння та збільшити вміст домішок. Це треба враховувати при розрахунку втрат насіння під час зберігання.

3.2 Результати експериментальних досліджень процесу зберігання насіння соняшнику в озоновому середовищі у буртах в закритих приміщеннях

У результаті проведення експериментальних досліджень по озонуванню насіння кондитерського соняшнику сорту Кулундинець (фракція 4+ – 70 %) встановлено динаміку зміни температурного поля бурта, вологості, кислотності і ураження фітопатогенами (табл. 3.1).

Згідно довгострокового дослідження (13.01.2024 – 02.07.2024) в результаті озонування насінневої суміші соняшника встановлено зниження грибною інфекції з 34,5 % до 33,5 % (рис. 3.5) і альтернаріоза з 28,0 % до 25,4 % (рис. 3.6).

Невідмінно від контролю, де спостерігалися коливання значень в залежності від температури навколишнього середовища і поступове збільшення грибною інфекції в межах 34,5–39,3 % і альтернаріоза 28,0–29,7 %. Кислотний показник суміші насіння соняшнику залишався практично незмінним як за обробки озоном, так і без неї і становив від 0,5 до 0,6 мгКОН/г.

Таблиця 3.1 – Результати експериментальних досліджень процесу зберігання насіння соняшнику в озоновому середовищі у буртах в закритих приміщеннях

Дата	Дія	Місце, № проби	Вологість	Фракції (проходи)				Смітні домішки	Олійні домішки	Кислотне число, мгКОН/г	Натура, г/л	Бак. аналіз					Енергія проростання, %	Схожість, %
				3,4 x 20	3,6 x 20	3,8 x 20	4,0 x 20					Альтернаріоз	Біла гниль	Сіра гниль	Мукорові	Грибні інфекції		
13.01	Завантаження насіння, відбір проб	7	8.4	0.34	0.47	3.17	30.60	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		8	9.2	0.34	0.59	2.08	32.21	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		контр.	9.1	0.43	0.45	2.87	30.31	0.6	1.3	–	346	–	–	–	–	–	–	–
16.01	Запуск установки	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
26.01	Відбір проб	7	9.0	0.44	0.62	2.90	39.95	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		8	9.1	0.21	0.29	1.93	38.73	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		контр.	9.2	0.40	0.44	2.65	35.29	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
02.02	Запуск установки, відбір проб, зняття даних	7	8.4	–	–	–	–	–	–	0.67	–	28	4	1.5	1	34.5	88.7	90.5
		8	8.5	–	–	–	–	–	–	0.67	–	26	4	1.5	1.3	32.8	89.0	90.8
		контр.	8.5	–	–	–	–	–	–	0.61	–	27	4	1.5	1.3	33.8	89.0	90.5

21.02	Запуск установки, відбір проб, зняття даних	7	8.8	0.13	0.31	2.60	39.45	–	–	0.5	348	29	4.8	1.5	1.9	37.2	89.7	90.8
		8	9.4	0.15	0.38	2.50	36.50	–	–	0.6	345	29	4.3	1.5	1.9	36.7	89.6	90.9
		контр.	9.4	0.08	0.15	1.95	32.16	–	–	0.5	345	29	4	1.5	2.3	36.8	89.5	90.5
12.03	Запуск установки, відбір проб, зняття даних	7	9.6	0.37	0.39	1.60	35.19	–	–	0.5	347	28.6	4.8	1.5	1.9	38	88.9	91.8
		8	9.6	0.26	0.29	1.81	34.85	–	–	0.5	345	28.9	4.3	1.5	1.9	37.7	89.8	90.6
		контр.	9.9	0.29	0.40	1.28	34.29	–	–	0.5	343	29	4	1.5	2.3	37	89.7	90.9
29.03	Запуск установки, відбір проб, зняття даних	7	9.6	0.36	0.48	8.13	34.47	–	–	0.5	340	28.8	4.8	1.5	1.9	38.2	89.9	91.7
		8	9.6	0.32	0.32	2.14	31.4	–	–	0.5	338	29.1	4.9	1.9	1.9	38.2	89.8	90.6
		контр.	9	0.54	0.63	1.94	32.65	–	–	0.5	340	29.7	4	1.5	2.3	36.8	89.9	91.9
17.04	Запуск установки, відбір проб, зняття даних	7	9.4	0.31	0.3	2.8	36.88	–	1.6	0.6	346	26.5	3.9	1.3	1.7	36.4	87.4	90.5
		8	8.5	0.43	0.43	1.74	34.14	–	1.3	0.6	343	29.9	4.4	2.7	4.8	39.2	85.9	87.0
		контр.	9	0.83	0.96	3.82	37.2	–	2.6	0.6	349	29	3.7	1.2	2.7	37	86.1	89.9
27.04	Запуск установки з 27.04.2024 по 05.05.2024 по 2 год на добу	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
07.05	Пере-буртовка	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

08.05	Запуск	7	8	0.47	0.55	3.2	38.68	0.5	2.1	0.5	345	25.3	3.2	1.1	1.4	33.1	88,9	91,5
-------	--------	---	---	------	------	-----	-------	-----	-----	-----	-----	------	-----	-----	-----	------	------	------

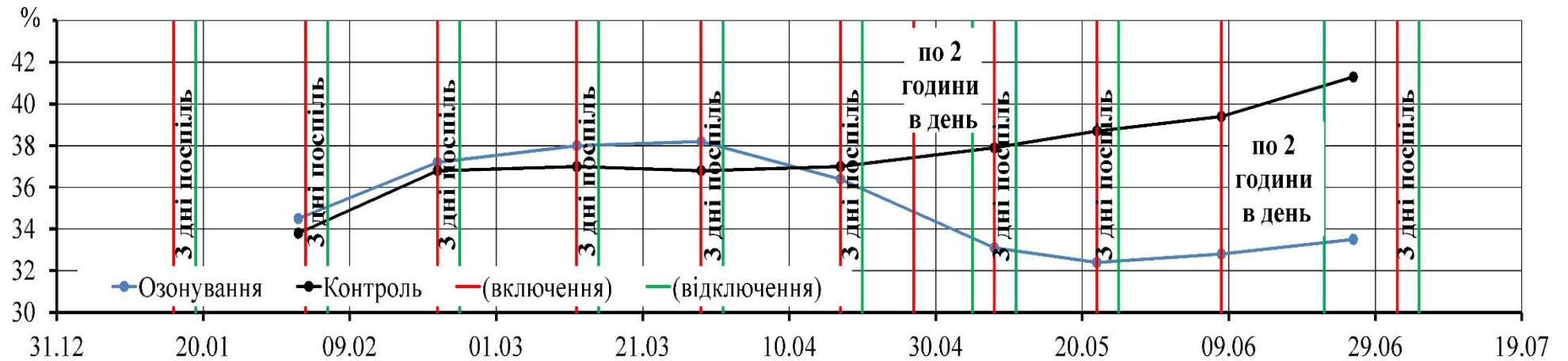


Рисунок 3.5 – Зміна ураження насіння соняшнику грибною інфекцією

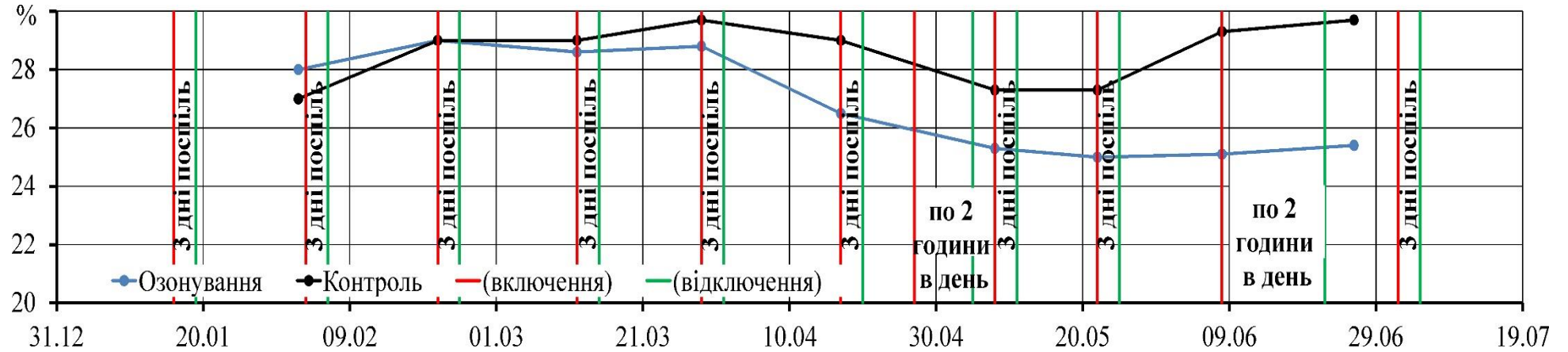


Рисунок 3.6 – Зміна ураження насіння соняшнику альтернаріозом

Вміст вологи в процесі зберігання знизився з 9,1 до 7,4 %, що було пов'язано з підвищенням температури навколишнього середовища і зниженням вологості (рис. 3.7).

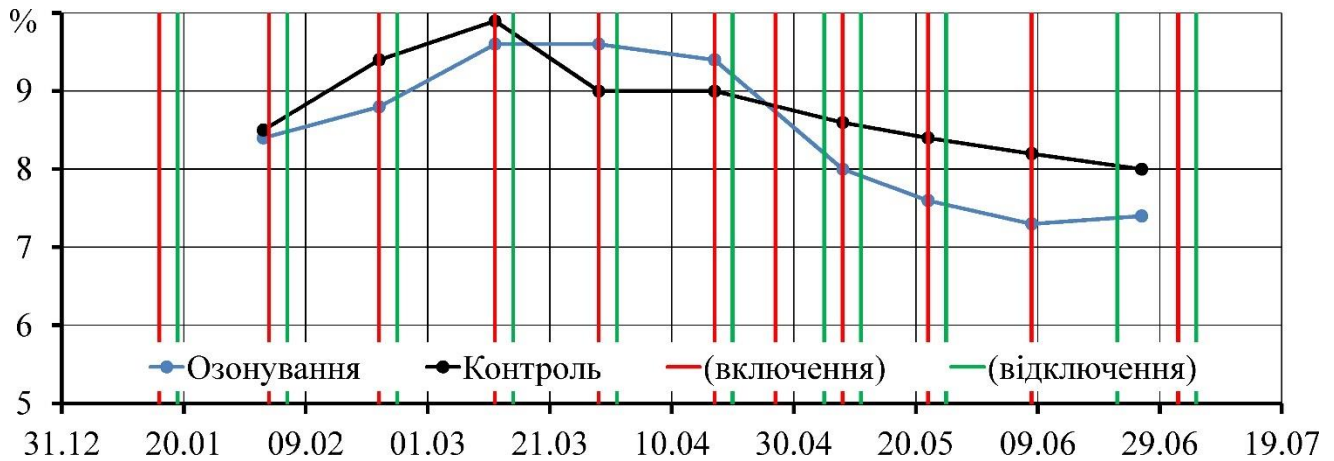


Рисунок 3.7 – Зміна вологості насіння соняшнику

Під час довгострокового дослідження було випробувано два режими роботи озонатора: I режим – 3 доби озонування, 14 діб – без озонування; II режим – 3 доби озонування, 14 діб – озонування по 2 години на добу. Згідно спостережень II режим дав більш кращий результат: грибна інфекція – на 1,8–2,2 % менша ніж при I режимі. Це пов'язано з тим, що при II режимі озон уповільнює процес розмноження грибкових інфекції і тримає їх у первісному стані.

Зміна температури під час озонування приведена на рис. 3.8.

Короткостроковий дослід (14.07.2024 – 22.08.2024) був проведений з метою повторної оцінки якості процесу озонування при II режимі.

У результаті встановлено зниження грибної інфекції з 39,0 % до 37,7 % і альтернаріоза з 31,1 % до 26,2 %. Невідмінно від контролю, де спостерігалось зростання грибної інфекції в межах 39,0–46,0 % і альтернаріоза 31,1–32,5 % (табл. 3.2, рис. 3.9–3.10).

Окрім цього було виявлено, що на насінні, яке пройшло довгострокове озонування продовжує зменшуватися грибна інфекція з 33,5 % до 21,6 % і альтернаріоз з 25,0 % до 17,1 % протягом 39 діб.

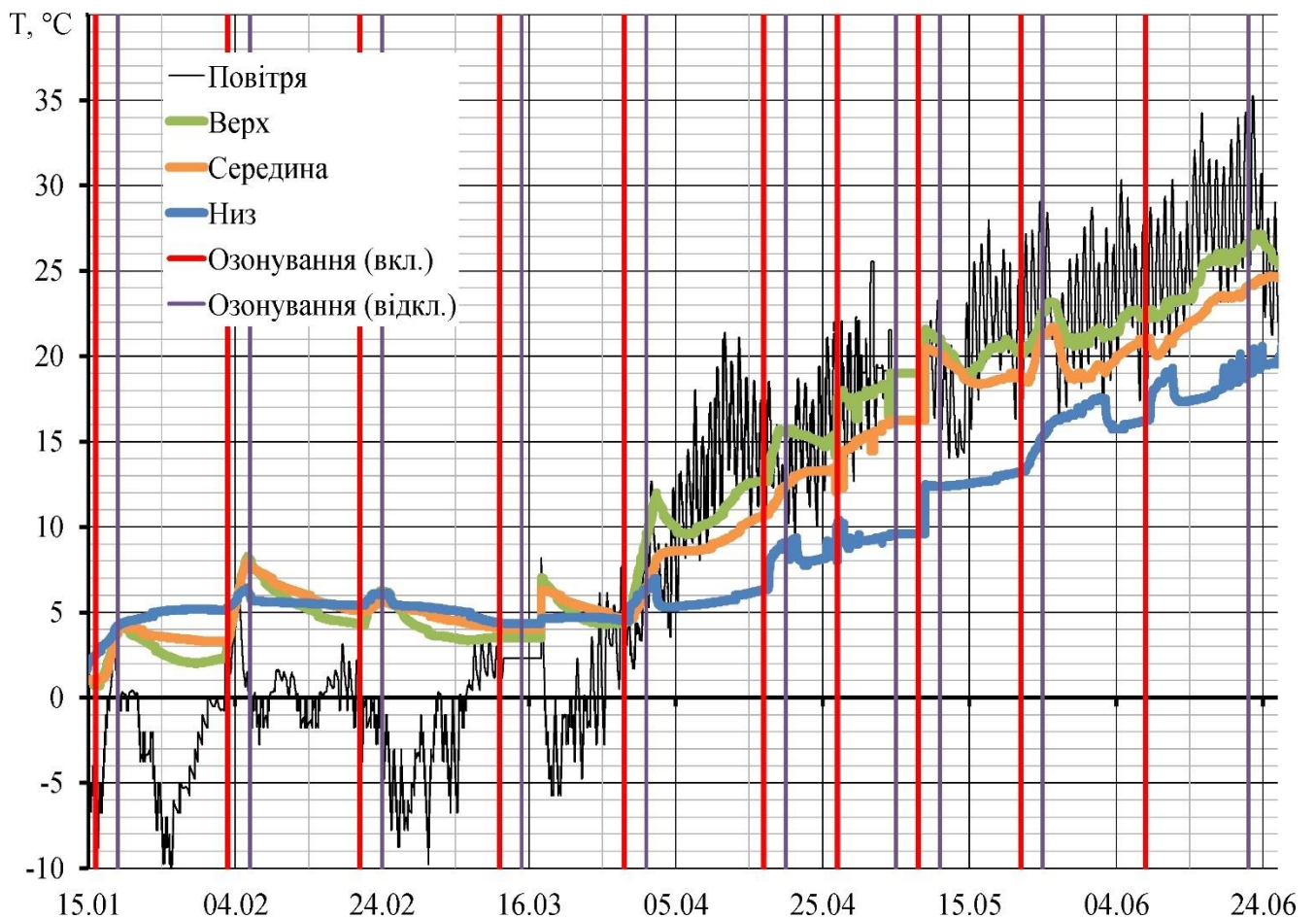


Рисунок 3.8 – Розподіл температури в бурті насіння соняшника за висотою під час зберігання в середовищі озону

У результаті проведених досліджень можна стверджувати, що озонування насінневої суміші кондитерського соняшника дає позитивний ефект, який виявлено у зниженні ураження фітопатогенами (грибною інфекцією і альтернаріозом). Цей факт свідчить про збільшення строків зберігання насіння кондитерського соняшника.

Отже, результати досліджень однозначно підтверджують, що впровадження процесу озонування насінневої суміші кондитерського соняшника має суттєвий позитивний вплив. Цей позитивний вплив виявляється в зменшенні ризику ураження соняшникового насіння фітопатогенами, зокрема грибковою інфекцією та альтернаріозом.

01.08	Завантаження насіння. Робота установки з 1.08.2024 по 4.08.2024 цілодобово	праве	7.6	0.40	0.59	3.15	36.89	0.9	3.2	0.6	345	30.2	2.6	1.0	5.6	37.2	83.0	84.9	
		ліве	7.7	0.31	0.80	2.76	37.19	0.7	3.5	0.6	348	30.1	1.0	1.0	5.9	37.7	85.3	86.0	
		контр.	8.1	0.49	0.90	2.52	35.20	0.4	2.9	0.6	343	31.5	3.6	2.0	6.0	39.4	85.0	85.1	
		мішки після обробки	6.4	0.24	0.54	4.64	38.59	0.5	2.4	0.6	345	18.2	3.0	0.9	3.8	24.6	86.2	87.3	
11.08	Робота установки з 5.08.2024 по 16.08.2024 по 2–3 год на добу	праве	7.4	0.54	0.69	3.11	36.21	0.9	3.1	0.6	348	–	–	–	–	–	–	–	
		ліве	7.6	0.49	0.74	3.61	37.61	0.8	2.7	0.6	346	–	–	–	–	–	–	–	
		контр.	7.6	0.51	0.77	3.37	35.90	0.7	2.9	0.6	347	–	–	–	–	–	–	–	
		мішки після обробки	7.2	0.44	0.68	3.09	35.10	0.8	2.6	0.6	344	–	–	–	–	–	–	–	
16.08	Завантаження насіння. Робота установки з 16.08.2024 по 19.08.2024 цілодобово	праве	7.3	0.52	0.71	4.10	37.81	0.7	3.3	0.6	347	28.0	1.0	0.9	5.1	38.0	84.3	84.3	
		ліве	7.5	0.47	0.65	3.90	36.85	0.8	3.2	0.6	347	29.2	2.7	1.0	5.8	37.7	83.9	83.9	
		контр.	7.5	0.53	0.74	3.48	36.02	0.6	3.0	0.6	342	31.9	3.9	2.5	6.7	40.0	82.0	82.9	
		мішки після обробки	7.1	0.39	0.52	3.58	33.99	0.7	2.7	0.6	340	18.2	3.0	0.9	3.8	24.6	84.2	85.3	
22.08	Робота установки з 20.08.2024 по 22.08.2024 по 2–3 год на добу	праве	–	–	–	–	–	–	–	–	–	26.0	1.1	0.9	5.0	37.1	84.0	85.0	
		ліве	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	26.2	2.3	1.0	5.8	37.7	84.7	85.9
		контр.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	32.5	3.9	2.5	8.4	46.0	82.0	82.9
		мішки після обробки	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	17.1	3.0	0.9	3.0	21.6	84.1	85.5

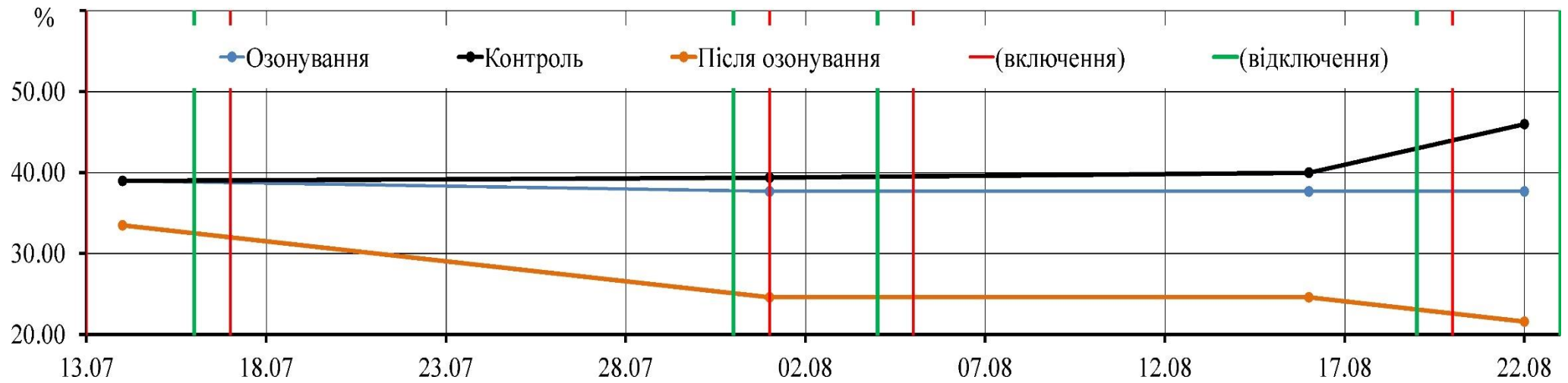


Рисунок 3.9 – Зміна ураження насіння соняшнику грибною інфекцією

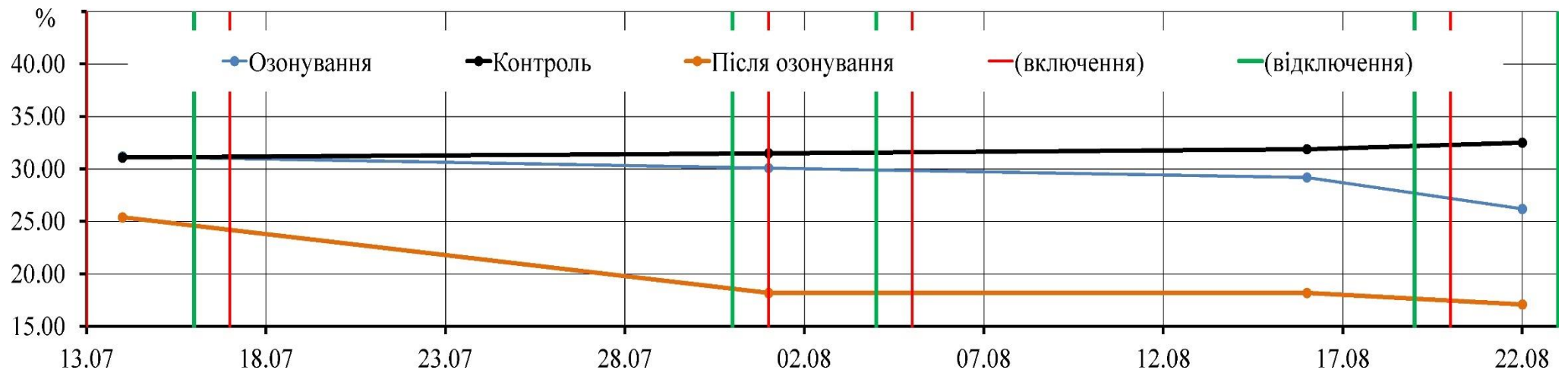


Рисунок 3.10 – Зміна ураження насіння соняшнику альтернаріозом

Зміна температури під час озонування приведена на рис. 3.11.

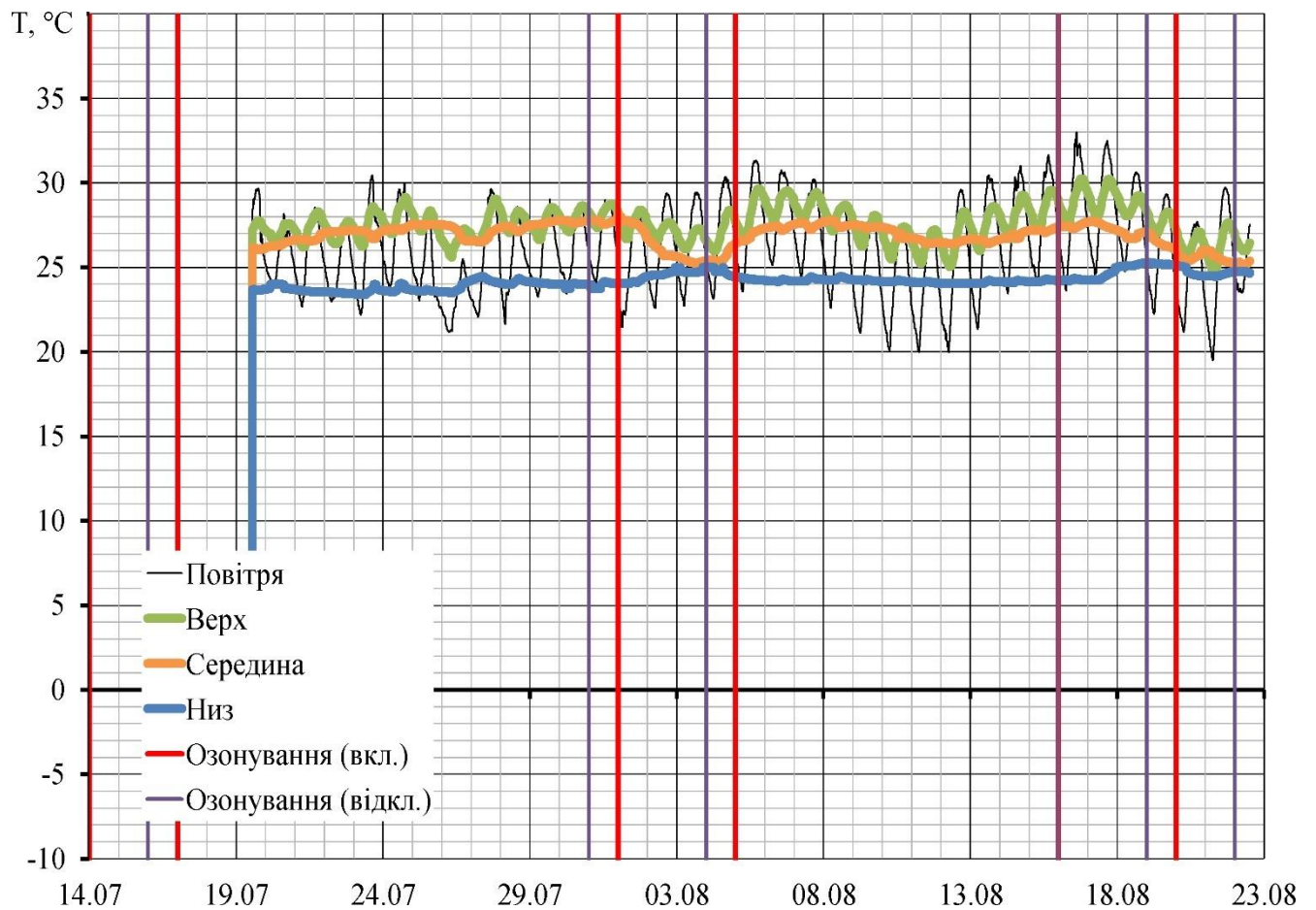


Рисунок 3.11 – Розподіл температури в бурті насіння соняшнику за висотою під час зберігання в середовищі озону

На підставі цих висновків можна визначити, що озонування сприяє значному подовженню терміну зберігання насіння кондитерського соняшника. Ця технологія має важливе значення для забезпечення якості та довготривалості насінневого матеріалу цієї культури.

3.3 Результати експериментальних досліджень можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при її озонуванні

У результаті досліджень отримані дані, які зведені у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати експериментальних досліджень можливих максимальних втрат соняшнику при його озонуванні

Дата вимірювання	Маса порожнього короба, кг	Маса коробка із насінням, кг	Маса проби, г	Контроль динаміки якості насіння у процесі проведення експерименту							Маса 1000 насінин, г	Вологість середовища, %	Температура середовища, °С
				Вологість, %	Фракційний склад (схід), %								
					3,6+	3,8+	4,0+	4,2+	4,5+				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
09.02	63,6	408,4	4	8,5	2,16	5,61	13,6	28,2	49,4	115,4	71,5	3,2	
12.02	63,6	408,4	3,6	8,4	3,55	11,4	15,0	24,4	43,9	115,3	81	3,5	
15.02	63,6	408,4	3,5	8,4	2,89	13,5	16,5	27,5	45,8	114,9	66	5,1	
18.02	63,6	408,4	3,91	8,3	2,6	12,3	15,3	23,8	44,7	113,7	77,5	7	
12.04	63,6	402,2	–	7,2	–	13	11	31	40	125	69	7	
21.04	63,6	403,4	4,2	8	3,91	9,85	14,5	24,4	46,5	117,84	69	10	
11.05	63,6	400,4	3,65	6,3	2,9	8,92	11,9	31,8	47,3	113,8	30	21	
18.05	63,6	398,2	3,79	5,9	2,21	11,0	12,0	30,4	42,7	112,6	31	19,6	
09.06	63,6	398,0	3,67	5,6	3,38	11	20,0	21,5	42,5	112,33	38,9	27	
15.06	63,6	393,0	3,79	5,9	3,51	10,0	19,0	22,1	42,7	112,63	49,9	25,6	
23.06	63,6	394,2	3,93	5,2	5,27	9,77	18,9	25,3	39,2	109,12	49,3	22,6	
30.06	63,6	386,8	3,63	5,4	5,2	10,6	19,3	17,3	42,2	108,06	50,2	21	
16.07	63,6	389,8	–	–	–	–	–	–	–	–	75	22,4	
20.07	63,6	389,6	3,9	4,9	4,1	11,0	16	26,4	36,6	108,1	39,8	30,3	
29.07	63,6	394,6	3,8	4,9	6	10	12	30	39	112	33	28	
04.08	63,6	394,1	4,1	4,8	5	11	13	29	40	110	34	29	
09.08	63,6	394,1	3,6	5,1	5,7	12,7	13	26,9	43,1	108,7	46,8	31,3	
16.08	63,6	393,0	3,8	5,5	5,98	12,6	14	28,0	38,5	109,4	54	26,2	
01.09	63,6	393,0	3,7	5,6	60,3	13,7	13	29,0	37,0	108,9	34,5	29,2	

Проведемо розрахунок питомих втрат маси насінневої суміші відповідно до

наведеної таблиці за формулою

$$\varepsilon_{\text{озон}} = \frac{M_{\text{п}} \frac{(100 - W_{\text{п}})}{100} - M_{\text{к}} \frac{(100 - W_{\text{к}})}{100}}{M_{\text{п}} T}, \quad (3.1)$$

де $M_{\text{п}}$, $M_{\text{к}}$ – початкова і кінцева маси насінневої суміші кондитерського соняшнику, кг;

$W_{\text{п}}$, $W_{\text{к}}$ – середні значення початкової і кінцевої вологості маса насінневої суміші кондитерського соняшнику, %;

T – тривалість зберігання, діб;

У результаті отримуємо питомі втрати маси насінневої суміші за добу зберігання $\varepsilon_{\text{озон}} = 2,36397 \cdot 10^{-5} \text{ кг}^{-1} \cdot \text{діб}^{-1}$.

Для розрахунку можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при її озонуванні скористаємося формулою

$$\Delta M_{\text{озон}} = \sum_{i=1}^{N_i} \varepsilon_{\text{озон}} M_i T_i, \quad (3.2)$$

де M_i – маси насінневої суміші кондитерського соняшнику в i -ій машині за приходом, кг;

T_i – тривалість зберігання насінневої суміші кондитерського соняшнику i -ої машині за приходом, кг;

$$\varepsilon_{\text{озон}} = 2,36397 \cdot 10^{-5} \text{ кг}^{-1} \cdot \text{діб}^{-1}.$$

Висновки за розділом

При зберіганні насіння соняшнику сорту Курундинець у закритому приміщенні в штабелях (висота $4,5 \pm 0,3$ м) рівень початкової грибною інфекції збільшився з $38 \pm 0,3$ % до $41 \pm 0,3$ %. Кислотність суміші насіння соняшнику практично не змінилася і становила від 0,5 до 0,6 мгКОН/г. Водночас вміст вологи в процесі зберігання знизився з 9,1 до 7,4 %. Енергія проростання знизилася з $89,0 \pm 0,5$ % до $85,9 \pm 0,5$ %, а відсоток проростання – з $90,5 \pm 0,5$ % до $85,0 \pm 0,5$ %.

Можна зробити висновок, що традиційна система складування насіння

соняшнику в закритих приміщеннях і зберігання великої кількості насіння характеризується низькими витратами. Однак без систематичного контролю якості насіння та умов у приміщенні, а також з урахуванням втрати маси насінневої суміші, ця система може призвести до значних втрат, які неможливо відшкодувати.

У результаті тривалого дослідження встановлено, що озонування насінневої суміші соняшника призвело до зниження рівня грибкової інфекції з 34,5 до 33,5 %, а також альтернаріозу з 28,0 до 25,4 %. У контрольних зразках, де відсутнє озонування, спостерігалось коливання цих значень в залежності від температури навколишнього середовища, а також поступове збільшення рівня грибкової інфекції в межах 34,5–39,3 % і альтернаріозу в межах 28,0–9,7 %. Кислотне число насінневої суміші соняшника практично залишалось сталим, як під час озонування, так і без нього, і становило 0,5–0,6 мгКОН/г.

Результати проведених досліджень свідчать про позитивний вплив озонування насінневої суміші кондитерського соняшника, про що свідчить зменшення ураження фітопатогенами, включаючи грибкову інфекцію та альтернаріоз. Цей факт підтверджує можливість подовження терміну зберігання насіння кондитерського соняшника. Встановлена залежність для визначення можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при її озонуванні.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Охорона праці в приміщеннях для зберігання насіння соняшнику

Процеси зберігання насіння соняшнику є важливим етапом в аграрній сфері України, яка володіє великим потенціалом у вирощуванні цієї культури. Однак, для забезпечення високоякісного насіння та зниження втрат, пов'язаних з його зберіганням, важливо дотримуватися вимог щодо охорони праці. Розглянемо основні аспекти охорони праці в приміщеннях для зберігання насіння соняшнику та посилення на відповідні нормативні документи України.

Державними стандартами та законами України передбачено наступне.

1. Закон України «Про охорону праці» визначає основні принципи організації охорони праці в Україні та вимоги до роботодавців щодо забезпечення безпечних умов праці для працівників.

2. ДСТУ 3227:2019 «Зернові та продукти їх переробки. Загальні вимоги до зберігання» встановлює вимоги до умов зберігання зернових культур, включаючи соняшник, з метою забезпечення їх якості та безпеки.

Основні аспекти охорони праці можна узагальнити у наступні пункти.

1. Планування безпеки. Роботодавці повинні ретельно планувати зберігання насіння соняшнику, враховуючи вимоги до температури, вологості, вентиляції та інших параметрів, що впливають на безпеку працівників і якість насіння.

2. Особистий захист працівників. Робітники повинні бути забезпечені необхідними засобами індивідуального захисту (респіратори, рукавиці, спецодяг тощо), які допомагають уникнути контакту з шкідливими речовинами і пилом, які можуть виділятися при роботі з насінням соняшнику.

3. Навчання та інструктажі. Працівникам слід надавати навчання та інструкції щодо безпечних методів роботи та користування обладнанням.

4. Медичні огляди. Роботодавці мають право вимагати медичних оглядів для працівників, які працюють з насінням соняшнику, для виявлення можливих

проблем зі здоров'ям, пов'язаними з цією роботою.

Відповідно до Закону України «Про пожежну безпеку» та ДСТУ 12.1.007:2016 «Пожежна безпека об'єктів. Загальні вимоги», приміщення для зберігання насіння соняшнику повинні відповідати стандартам щодо пожежної безпеки.

Приміщення для зберігання насіння соняшнику повинні мати чітко визначені виходи та шляхи евакуації. Роботодавці повинні проводити навчання щодо процедур евакуації та дій в надзвичайних ситуаціях.

За вимогами Закону України «Про цивільний захист» та відповідних нормативних документів, приміщення повинні бути обладнані системами попередження та захисту від надзвичайних ситуацій, таких як пожежі, аварії з хімічними речовинами тощо.

Робітники мають бути ознайомлені з планом дій в надзвичайних ситуаціях, включаючи процедури повідомлення про надзвичайну ситуацію, виклик рятувальних служб, інструкції щодо захисту від небезпечних речовин і інші важливі деталі.

Системи безпеки та інше обладнання для надзвичайних ситуацій повинні періодично перевірятися та обслуговуватися, щоб забезпечити їхню надійну роботу в разі необхідності.

Якщо в приміщенні для зберігання насіння соняшнику використовують хімічні речовини, то необхідно дотримуватися всіх вимог щодо їх зберігання та обробки, як вказано відповідними законами та нормативними документами.

У разі виявлення ознак зараження насіння соняшнику біологічними шкідниками або хворобами, слід вжити необхідні заходи для запобігання їх поширенню та знищення.

Роботодавці мають забезпечити відповідні системи для збору, зберігання і видалення відходів, включаючи токсичні речовини, у відповідності до законодавства про охорону довкілля.

Приміщення повинні бути обладнані системами для виявлення забруднень, що можуть виникнути внаслідок розливу рідин, викидів газів або інших

надзвичайних ситуацій.

Робітники повинні бути навчені діяти в надзвичайних ситуаціях, проведені навчання та тренінги з питань безпеки та вживання заходів для запобігання надзвичайним ситуаціям.

На рис. 4.1 наведено картку безпеки праці при роботах, пов'язаних зі зберіганням зерна.

4.2 Техніка безпека при роботі з промисловими озонаторами у виробничих приміщеннях

У виробничому секторі сучасного світу зростає значення використання новітніх технологій, зокрема промислових озонаторів, для поліпшення якості продукції та збереження здоров'я співробітників. Однак разом із перевагами такого обладнання виникають і загрози, пов'язані з технікою безпеки при їхньому використанні.

Промислові озонатори є ефективними пристроями для очищення повітря у виробничих приміщеннях від шкідливих забруднень, бактерій та запахів. Озон (O_3) генерується з кисню (O_2) під дією електричного розряду і має властивість ефективно руйнувати органічні речовини. Проте важливо розуміти, що озон є сильним окиснювачем і може бути небезпечним для людей та обладнання при неправильному використанні.

Для забезпечення безпеки при роботі з промисловими озонаторами в Україні існують відповідні нормативні документи, які визначають вимоги та правила їхнього використання.

Санітарні норми і правила СНиП 2.2.4-548-96 містять вимоги щодо роботи з апаратами для очищення повітря в приміщеннях та забезпечення безпеки працівників.

Гігієнічні норми ДСН 3.3.6.042-99 регулюють вміст озону в повітрі робочих приміщень і встановлюють допустимі норми для запобігання негативному впливу озону на здоров'я людини.

Закон України «Про охорону праці» встановлює загальні принципи охорони праці та вимоги до забезпечення безпеки на робочому місці, включаючи вимоги до використання обладнання і засобів індивідуального захисту.

<p>1. Загальна інформація</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Місце роботи – склад для зберігання насіння олійних культур. 2. Вид робіт – роботи пов’язані зі зберіганням зерна. 3. Посада – оператор. 4. Тривалість робочого часу – 2 зміни (07:00–18:30; 19:00–06:30). 5. Проходження медогляду – 1 раз на рік. 6. Проходження вторинного інструктажу з охорони праці – 1 раз на 6 місяців. 7. Термін дії картки: до 01.12.2029 р. 	<p>2. Забезпечення одягом та засобами індивідуального захисту</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Санітарний одяг (4 комплекти) – 1 раз на рік. 2. Взуття – 1 раз на 6 місяців. 3. Рукавиці трикотажні, навушники протишумові, окуляри захисні – до зносу.
<p>3. Вимоги перед початком роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. До роботи допускають осіб, які досягли 18-річного віку, пройшли медичне обстеження та не мають медичних протипоказань, вступний інструктаж, спеціальне навчання. 2. Робітник повинен одягнути спецодяг, підготувати робочу зону. 3. Перевірити наявність захисних огорожень приводів робочих органів. 4. Перед запуском обладнання перевірити, що нікому не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів. 5. Перевірити роботу обладнання на холостому ходу. 6. Про виявленні порушення і недоліків доповісти безпосередньому керівнику і до їх усунення до роботи не приступати. 	<p>4. Вимоги під час роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Робітнику дозволяється виконувати тільки ту роботу, за якою пройдено навчання, інструктаж з охорони праці, до якої допущений особою, відповідальною за безпечне проведення осіб 2. Необхідно утримувати своє робоче місце у належній чистоті. 3. Можна використовувати тільки справне устаткування, інструмент, пристосування. 4. Не дозволяється доручати свою роботу іншим особам, які не пройшли відповідне навчання та інструктаж.
<p>5. Вимоги після закінчення роботи</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Привести в порядок робоче місце, інструменти та пристосування прибрати у відведене місце. 2. Зняти і здати на збереження спецодяг і засоби індивідуального захисту. 3. Виконати правила особистої гігієни. 4. Про виявлені порушення і недоліки під час проведення робіт доповісти безпосередньому керівнику і змінному працівнику. 	<p>6. Вимоги в надзвичайних ситуаціях</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. негайно припинити всі роботи. 2. Вимкнути все обладнання; 3. Доповісти керівнику про виникнення надзвичайної ситуації.
Контакти служб екстреної допомоги	
<p>Внутрішні службові номери: Майстер відділення: 000-00-00 Служба охорони праці: 000-00-00 – головний інженер, 000-00-00 – медичний кабінет.</p>	 <p>ТЕЛЕФОНИ СЛУЖБИ БЕЗПЕКИ</p> <ul style="list-style-type: none"> 101 - ПОЖЕЖНА ДОПОМОГА 102 - МІЛІЦІЯ 103 - ШВИДКА ДОПОМОГА 104 - ГАЗОВА СЛУЖБА

Першим кроком до забезпечення безпеки є правильне планування приміщення. Важливо враховувати об'єм приміщення, потужність озонатора і

встановлювати належну вентиляцію для розведення озону.

Згідно зі стандартами безпеки, працівники повинні носити спеціальний захисний одяг і засоби індивідуального захисту, такі як маски, окуляри та рукавички.

Регулярна перевірка рівня озону в приміщенні і встановлення системи аварійного вимкнення озонатора при перевищенні допустимих норм є критичними аспектами техніки безпеки.

Усі працівники, які працюють з промисловими озонаторами, повинні пройти навчання щодо правил безпеки та процедур в разі аварій.

Для забезпечення безпеки необхідно проводити систематичну перевірку та технічне обслуговування промислових озонаторів. Це включає в себе перевірку електричних компонентів, стану герметичності системи, а також обмін фільтрів та освітлювальних елементів.

Важливо вести записи про роботу обладнання та результати вимірювань рівня озону. Це допоможе вчасно виявити будь-які відхилення в роботі озонатора та вжити необхідні заходи.

Регулярні тренінги і навчання для персоналу, які включають в себе практичні навички щодо роботи з промисловими озонаторами, допомагають забезпечити свідомість та підвищити кваліфікацію співробітників.

Всі працівники повинні бути ознайомлені з планом дій у випадку аварійного викиду озону або інших небезпечних ситуацій.

Встановлення систем моніторингу рівня озону і систем автоматичного вимкнення може допомогти уникнути аварій та захистити здоров'я працівників.

4.3 Захист навколишнього середовища при використанні промислових озонаторів у виробничих приміщеннях

Захист навколишнього середовища при використанні промислових озонаторів у виробничих приміщеннях є важливою складовою забезпечення екологічної безпеки, оскільки озон, хоча й має високу ефективність у очищенні

повітря та дезінфекції, може бути небезпечним для людини та навколишнього середовища при неправильному використанні.

Основні аспекти захисту навколишнього середовища при використанні промислових озонаторів:

1. Контроль рівня озону в повітрі: озон є потужним окисником, тому його надмірна концентрація в робочому середовищі може спричинити шкоду для здоров'я працівників, а також для навколишніх екосистем. Важливо встановити системи моніторингу рівня озону та автоматичні системи контролю, які дозволяють підтримувати його концентрацію в межах безпечних норм.

2. Вентиляція та очищення повітря: використання озонаторів повинно супроводжуватися належною вентиляцією в приміщеннях. Після проведення озонування необхідно провести витягування озону за допомогою спеціальних систем, щоб мінімізувати ризик його накопичення в атмосфері.

3. Відповідність екологічним стандартам: використання промислових озонаторів повинно відповідати екологічним стандартам і нормативам щодо рівня викидів озону та інших шкідливих речовин в атмосферу. Для цього важливо провести розрахунки, визначити оптимальні параметри роботи озонаторів та регулярно проводити перевірки їх ефективності.

4. Утилізація озонованого повітря: якщо в процесі використання озонаторів виникають побічні продукти, наприклад, озонована вода або інші речовини, що містять озон, їх потрібно правильно утилізувати, щоб уникнути забруднення води або ґрунту.

5. Захист здоров'я працівників: працівники, які працюють в умовах озонування, повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту та проходити навчання щодо безпечного використання озонаторів. Озон у високих концентраціях може спричиняти проблеми зі здоров'ям, тому необхідно дотримуватися вимог безпеки при роботі з такими пристроями.

6. Регенерація озону: у деяких випадках озон може бути використаний повторно, що знижує вплив на навколишнє середовище. Для цього можуть застосовуватися технології, які дозволяють відновлювати його концентрацію.

Промислові озонатори можуть значно покращити санітарно-екологічні умови в виробничих приміщеннях, якщо їх використання буде відповідати екологічним вимогам і стандартам безпеки.

Висновки за розділом

Забезпечення охорони праці в сховищах насіння соняшнику – важливе завдання для забезпечення безпечних умов праці та високої якості зберігання продукції. Для досягнення цієї мети важливо дотримуватися вимог українського законодавства та аварійних норм охорони праці. Дотримання техніки безпеки під час використання промислових озонаторів на виробництві є найважливішою умовою забезпечення безпечних умов праці та дотримання нормативних вимог України. Наслідуючи відповідні нормативи та впроваджуючи ефективні системи контролю і навчання, підприємства можуть створити безпечне робоче середовище та запобігти аваріям. Забезпечення техніки безпеки при роботі з промисловими озонаторами сприяє не тільки захисту здоров'я працівників, але і покращенню якості виробництва і дотриманню вимог екологічної безпеки.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Організація проведення дослідження

Отримані результати засвідчують, що демонстрація та розробка технології зберігання насіння соняшнику в озоновому середовищі з урахуванням його якісних характеристик має важливий науковий і практичний внесок у технологію виробництва соняшникової сировини для олій та кондитерських виробів.

Мета наших досліджень – удосконалення технології зберігання насіння соняшнику в озоновому середовищі та підвищення його технологічної цінності.

Відповідно до цієї мети нами було розроблено план робіт, представлений у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення науково-дослідних робіт дослідження

Етап роботи	Назва роботи	Експозиція робіт t_{ij} , дн.
1-2	Розробка концепту досліджень	4
2-3	Літературний огляд та аналіз	11
3-4	Обґрунтування схеми виконання науково-дослідних робіт	3
4-5	Параметри об'єкту та методи виконання науково-дослідних робіт	3
5-6	Підготовка зразків насінневої суміші соняшнику	4
6-7	Налаштування дослідного озонатора та обладнання для реєстрації даних	19
7-8	Вплив озону на стан насінневої суміші соняшнику під час обробки	3
7-9	Вплив озону на життєдіяльність насіння	3
7-10	Впливу озону на розвиток грибкових інфекцій	4

Етап роботи	Назва роботи	Експозиція робіт t_{ij} , дн.
7-11	Обґрунтування вибору технологічної схеми обробки насінневої суміші соняшнику озоном	7
8-12	Оброблення та аналіз даних виконання науково-дослідних робіт	2
9-12		2
10-12		2
11-12		3
12-13	Підготовка результатів науково-дослідних робіт до друку	8

Відповідно до графіка робіт було складено мережеву діаграму, як показано на рис. 5.1.

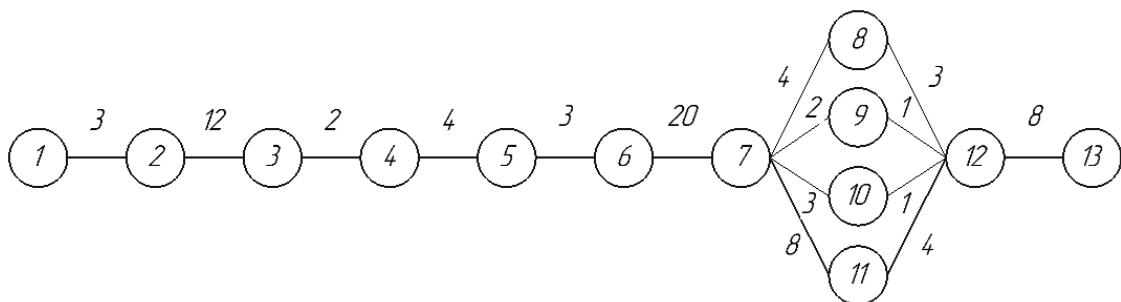


Рисунок 5.1 – Візуалізація графіка виконання робіт

5.2 Економічний розрахунок витрат на виконання науково-дослідних робіт

Матеріальні витрати розраховують за формулою, що включає основні та додаткові матеріальні витрати:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1, \quad (5.1)$$

де m_1 – кількість матеріалів для дослідження;

C_1 – ціна матеріалів для дослідження, грн.

Результати розрахунків подано в табл. 5.2.

Оскільки озонаторна установка знаходиться на території підприємства, витрати на неї не враховувалися.

Таблиця 5.2 – Кількість і вартість витрачених матеріалів

Назва	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Насіння соняшника, т	0,7	9500	6650
Всього			6650

Заробітна плата учасників дослідження наведена в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник кваліфікаційної роботи	9200	54,76	26	1423,76
Всього				1423,76

Розраховані витрати на оплату праці становлять 313,22 грн.

Витрати на електроенергію розраховуються за такою формулою.

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (5.2)$$

де M – потужність (кВт) установленого електрообладнання;

K – коефіцієнт потужності ();

T – час роботи обладнання (години)

a – ціна електроенергії, грн/(кВтг).

Також окремо розраховується витрата електроенергії на обробку даних на ПК:

$$E_2 = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 360 \cdot 1,68 = 707,62 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на електроенергію становлять

$$E_{\text{заг}} = E_1 + E_2 = 3251,11 + 707,62 = 3958,73 \text{ грн.}$$

Вартість амортизації обладнання розраховується за такою формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.3)$$

A – вартість амортизації, грн.

Φ – ціна обладнання, грн.

H – річна норма амортизації, %;

t – термін експлуатації обладнання, днів.

Результати розрахунків наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Обладнання	Ціна, грн	Норма річної амортизації, %	Час роботи, днів	Затрати на амортизацію, грн
Озонатор	150000,00	15	4	246,57
Персональний комп'ютер	11000,00	24	45	325,47
Всього				572,04

Накладні витрати розраховуються за формулою:

$$\frac{(1423,76 \cdot 80)}{100} = 1139,01 \text{ грн.}$$

Розрахункові підсумкові показники за всіма видами витрат наведено в таблиці 5.5.

Згідно з розрахунками, основними факторами витрат під час проведення дослідження є трудовитрати і витрати на придбання основних матеріалів.

Таблиця 5.5 – Загальний кошторис всіх видів

Затрати	Вартість, грн.
Матеріали	6650,00
Оплата праці	1423,76
Нарахування оплати праці	313,22
Електроенергія	3958,73
Амортизація	572,04
Накладні витрати	1711,05
Всього	14628,80

5.3 Розрахунок вартості науково-дослідних робіт

Розраховуємо загальні витрати на дослідження і розробки:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.4)$$

де $Ц$ – де, витрати на дослідження і розробки (грн.)

C – витрати на дослідження і розробки, грн.

P – рентабельність (), %.

$$Ц = 14628,80 + \frac{30 \cdot 14628,80}{100} = 19017,44 \text{ грн.}$$

Витрати на НДДКР становлять 19017,44 грн.

Висновки за розділом

Згідно з результатами розрахунків, найбільші витрати за період дослідження склали 6650,00 грн. на матеріали та 1423,76 грн. на оплату праці.

Загальна вартість дослідження становить 14628,80 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Аналіз досліджень показав, що озон може бути ефективним засобом для захисту рослинних культур від шкідників та фітопатогенів, особливо тих, які знаходяться на поверхні насіння. Озон має здатність впливати на комах та кліщів, що може сприяти знищенню шкідників та збільшенню врожаю. Озон може бути потенційно корисним і екологічно чистим методом захисту рослинних культур та зернових запасів від шкідників, проте для його ефективного застосування необхідно враховувати різні фактори, що впливають на його дію, і розробляти оптимальні умови застосування.

2. На підставі результатів проведених досліджень можна зазначити, що при процесі зберігання насіння соняшнику сорту Кулундинець у високих буртах в закритих приміщеннях (висота $4,5 \pm 0,3$ м), спостерігається збільшення початкового рівня ураження грибковою інфекцією з $38 \pm 0,3$ % до $41 \pm 0,3$ %. Кислотне число олії насінневої суміші соняшника практично не змінювалося і становило 0,5–0,6 мгКОН/г. У той же час, під час зберігання, вологість зменшувалася з рівня 9,1 % до 7,4 %, що обумовлено збільшенням температури навколишнього середовища і зниженням його вологості. Крім того, енергія схожості зменшилася протягом періоду зберігання з $89,0 \pm 0,5$ % до $85,9 \pm 0,5$ %, а схожість – з $90,5 \pm 0,5$ % до $85,0 \pm 0,5$ %.

3. За результатами цих досліджень можна зробити висновок, що традиційна система зберігання насіння соняшнику насипом у високих буртах в закритих приміщеннях характеризується невеликими витратами. Однак без систематичного контролю якості насіння, стану приміщення і урахування втрат маси насінневої суміші, ця система може призвести до значних невідновлювальних втрат.

4. У результаті тривалого дослідження було встановлено, що озонування насінневої суміші соняшника призвело до зниження рівня грибкової інфекції з 34,5 % до 33,5 %, а також альтернаріозу з 28,0 % до 25,4 %. У контрольних зразках, де відсутнє озонування, спостерігалось коливання цих значень в залежності від

температури навколишнього середовища, а також поступове збільшення рівня грибкової інфекції в межах 34,5–39,3 % і альтернаріозу в межах 28,0–29,7 %. Кислотне число олії насінневої суміші соняшника практично залишалось сталим, як під час озонування, так і без нього, і становило 0,5–0,6 мгКОН/г.

5. Отже, результати проведених досліджень свідчать про позитивний вплив озонування насінневої суміші кондитерського соняшника, про що свідчить зменшення ураження фітопатогенами, включаючи грибкову інфекцію і альтернаріоз. Цей факт підтверджує можливість подовження терміну зберігання насіння кондитерського соняшника.

6. У результаті експериментальних досліджень встановлена залежність для визначення можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при її озонуванні.

7. Згідно з результатами розрахунків, найбільшими видатками під час проведення досліджень є витрати на матеріали в сумі 6650,00 грн та витрати на оплату праці складають 1423,76 грн. Загальна вартість досліджень складає 14628,80 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Пузик В. К., Петров В. М., Бабарика Я. В. Стан і перспективи вирощування та формування ринку соняшнику в Україні. Посібник українського хлібороба, 2014, 1-18.
2. Ільків Л. А. Ефективність виробництва високоолеїнового соняшнику в Україні. Молодий вчений, 2017, (11), 1171-1174.
3. Маслак О. Економіка соняшнику в Україні. Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. Retrieved from <https://propozitsiya.com/ua/ekonomika-sonyashniku-v-ukrayini>.
4. Ширяєва Е. Огляд ринку кондитерського соняшника в Україні. АПК-Інформ. 2016. Retrieved from <https://www.apk-inform.com/ru/exclusive/topic/1053346#.W4eZQ6QVTIW>.
5. Ведмедева К. В. Особливий соняшник. Журнал Агроном, 2016, (21), 162-164.
6. Алієв Е. Б. Вимоги до приймання і заготівлі насіння соняшнику. Пропозиція, 2019, (07), 176-179.
7. Алієв Е. Б. Особливості зберігання насіння соняшнику. Пропозиція, 2019, (03), 44-46.
8. Алієв Е. Б. Переробка олійної сировини — сучасні технології та перспективи. Пропозиція, 2019, (03), 204-209.
9. Алієв Е. Б. Установки для очищення насіння олійних культур. Пропозиція, 2019, (06), 188-191.
10. Алієв Е. Б. Технологія і технічні засоби комплексної безвідхідної переробки макухи з насіння олійних культур з одержанням високоякісних повноцінних протеїнових добавок у вигляді пелет та твердого біопалива. Пропозиція, 2019, (05), 187-193.
11. Алієв Е. Б. Способи зберігання посівного матеріалу соняшнику. Пропозиція, 2019, (09), 180-183.
12. Алієв Е. Б., Сова Н. А. Дослідження процесу зберігання насіння соняшнику

у буртах в закритих приміщеннях. Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, 2022, (33), 124-131. <https://doi.org/10.36710/ІОС-2022-33-12>.

13. Кириченко В. В., Макляк К. М., Кривошеєва О. В., Супрун О. Г., Вареник Б. Ф., Крутько В. І., Кутіщева Н. М. Підсумки та перспективи досліджень з селекції соняшнику в Україні. Селекція і насінництво, 2011, (11), 3-10.

14. Кириченко В. В., Коломацька В. П., Макляк К. М., Сивенко В. І. Виробництво соняшнику в Україні: стан і перспективи. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області, 2010, (7), 281-287.

15. Нестерчук В. В. Продуктивність гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин та мікродобрив в умовах Півдня України (Кандидатська дисертація). Херсон. 2017.

16. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ “Українські технології”. 2006.

17. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво: Підручник. К.: Аграрна освіта. 2001.

18. Бублик Л. І., Васечко Г. І., Васильєв В. П. Довідник із захисту рослин. К.: Урожай. 1999.

19. Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Каталог сортів і гібридів польових сільськогосподарських культур селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Харків. 2011.

20. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І., Власенко В. А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин: Підручник. К.: Вища освіта. 2006.

21. Поляков О., Нікітенко О., Рожкован В. Вирощування кондитерського соняшнику. Пропозиція, 2013, (12), 73-74.

22. Поляков О., Рожкован В., Нікітенко О. Агроприйоми вирощування високоолеїнового соняшнику. Пропозиція, 2013, (11), 14-15.

23. ДСТУ EN 45501:2007. Прилади неавтоматичні зважувальні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань. 2007.

24. ДСТУ 3382-96. Метрологія. Державна повірочна схема для засобів вимірювань прискорення сили ваги. К.: Держстандарт України. 1997.
25. Порядок визначення розміру збитків від розкрадання, нестачі, знищення (псування) матеріальних цінностей, затверджених постановою КМУ від 22.01.96р. № 116. Урядовий кур'єр, (20-21). 1996.
26. Постанова 31.01.1985 № 12. Про затвердження норм природного убутку окремих видів сільськогосподарської продукції при зберіганні та транспортуванні. Retrieved from <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/v0012400-85>. 1985.
27. ДСТУ 4811:2007. Насіння олійних культур. Методи визначення вологості. 2007.
28. ДСТУ 4601:2006. Насіння олійних культур. Методи відбирання проб. 2006.
29. ДСТУ 2708:2006. Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення. 2006.
30. Жемела Г. П., Шемавньов В. І., Олексюк О. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Полтава: Terra. 2003.
31. Шемавньов В. І., Грекова Н. В., Олексюк О. М. Практикум з технології зберігання та переробки зерна. Дніпропетровськ: ДДАУ. 2005.
32. Abreu L. A. S., Carvalho M. L. M., Pinto C. A. G. Deterioration of sunflower seeds during storage. *Journal of Seed Science*, 35(2), 240–247. 2013.
33. Bohomolov O. V., Vereshko N. V., Safonova O. M., Cherevko O. I., Shapovalenko O. I. Storage and processing of agricultural products: a textbook. Kharkiv. 2008.
34. Chhabra R., Singh T. Seed aging, storage and deterioration: An irresistible physiological phenomenon. *Research Journal of Seed Science*, 2019, 12(2), 27-35.
35. Brent A. Jiangning W. Huu Doan. Inactivation of fungi Associated with Barley Grain by Gaseous Ozone. *Journal of Environmental Sciences and Health*, 2003, 38, 617-630.
36. Dubois M. Coste, C. Despres A. G. Efstathiou T. Nio, C Dumont, E. Parent-Massin D. Safety of Oxygreen®, an ozone treatment on wheat grains. Part 2. Is there a substantial equivalence between Oxygreentreated wheat grains and untreated wheat grains? *Food Additives and Contaminants*, 2006, 23, 1-15.
37. Dwaraknath C. T., Rayner E. T., Mann G. E., Dollear F. G. Reduction of aflatoxin

levels in cottonseed and peanut meals by ozonation. *Journal of the American oil Chemists' Society* 1968, 45, 93-95.

38. Federal register. Secondary direct food additives permitted in food for human consumption, final rule, *Fed. Regist.*, 2001, 66: 33829-33830.

39. Finch G. R., Fairbairn N. Comparative inactivation of polio virus type 3 and MS2 coliphage in demand-free phosphate buffer by using ozone. *Applied and Environmental Microbiology*, 1991, 57, 3121-3126.

40. Graham D. M. Use of ozone for food processing, *Food Tech.*, 2001, 51: 72-75

41. Pryor and Rice. 1999. Introduction to the use of ozone in food processing applications, In proceedings of the 14th ozone World Congress. Dearborn, MI, USA. 22-26 August. Pan American group, 1997, CT. pp. 28-36.

42. Restaino L., Frampton E. W., Hemphill J. B., Palnikar R. Efficacy of ozonated water against various food related microorganisms. *Applied and Environmental Microbiology*, 1995, 61, 3471-3475.

43. Sarig P. Zahavi Y. Zutkhi S. Yannai S, Lisker N. Ozone for control of postharvest decay of table grapes caused by *Rhizopus stolonifer*, *Physiol. Mol. Plant Pathol.*, 1996, 48, 403-415.

44. Zhao J., Cranston P.M. Microbial decontamination of black pepper by ozone and the effect of the treatment on volatile oil constituents of the spice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 1995, 68, 11-18.

45. Pandiselvam R., Mayookha V.P., Anjineyulu Kothakota, Sharmila L., Ramesh S.V., Bharathi C.P., Gomathy K., Srikanth V. Impact of Ozone Treatment on Seed Germination-A Systematic Review, *Ozone: Science & Engineering*, 2019. DOI: 10.1080/01919512.2019.167369

46. Kince T., Galoburda R., Klava D., Blija A., Kerch G. Effect of processing on microbial safety, total phenolic content and radical scavenging activity of germinated hull-less barley flakes. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 2017.

47. Granella S. J., Christ D., Werncke I., Bechlin T. R., Coelho S. R. M. Effect of drying and ozonation process on naturally contaminated wheat seeds, *Journal of Cereal Science*, 2018, 80: 205-211. DOI: 10.1016/j.jcs.2018.03.003