

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО–ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно–технологічний факультет**

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломної роботи  
освітнього ступеня "Магістр"  
на тему:

**«Обґрунтування технології зберігання зерна з  
використанням холоду та суміші газів в  
зерносховищах»**

**Виконав:** студентка групи МгХТз–1–19  
за спеціальністю 181 "Харчові технології"

\_\_\_\_\_Кордюкова В.С.

**Керівник:** \_\_\_\_\_проф. Чурсінов Ю.О.

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2021

# ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: «Технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції»

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 181 "Харчові технології"

З А Т В Е Р Д Ж У Ю

Зав. кафедри Чурсінов Ю.О.

« 25 » 11 2020 р.

## З А В Д А Н Н Я

на дипломну роботу магістра студенту

Кордюкової Валерії Сергіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** «Обґрунтування технології зберігання зерна з використанням холоду та суміші газів в зерносховищах»

**керівник роботи:** проф. Чурсінов Ю.О., д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «25» 11 2020 року №2956

**2. Строк подання студентом роботи:** 12.02.2021р.

**3. Вихідні дані до роботи:**

Технологічні вихідні дані до розробки сховищ. Особливості впливу суміші газів на процес зберігання зерна. Особливості впливу холоду на процес зберігання зерна. Методики досліджень.

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

Огляд процесів та засобів зберігання зерна. Програма експериментальних досліджень та методики. Результати експериментальних досліджень. Організаційно- економічна частина. Охорона праці. Висновки. Додатки.

**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)**

Графічні матеріали використані для демонстраційного представлення

**6. Консультанти розділів роботи**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-3	Технологічна частина проф. Чурсінов Ю.О.		
4	Організаційно-економічна частина к.е.н., доц. Павленко О.С.		
5	Охорона праці к.т.н., доц. Кравець В.В.		

7. Дата видачі завдання 25.11.2020 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд засобів для зберіг.зерна	25.11.-30.11.20	
2	Визначення мети та завдань	30.11-05.12.20	
3	Розробка програми досліджень	05.12-12.12.20	
4	Опис методик досліджень	12.12-20.12.20	
5	Обробка результатів досліджень	20.12-25.12.20	
6	Розробка загальних висновків	25.12-08.01.21	
7	Підготовка економічної частини	08.01-14.01.21	
8	Підготовка охорони праці	14.01-27.01.21	
9	Підготовка презентації	27.01-08.02.21	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Кордюкова В.С.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Чурсінов Ю.О.  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему «Обґрунтування технології зберігання зерна в середовищі інертного газу та в охолодженому стані». Пояснювальна записка складається з 5 розділів, містить 38 рисунків, 25 таблиць та 60 літературного джерела.

Мета роботи – встановлення раціональних режимів зберігання зерна в середовищі інертного газу і в охолодженому стані.

Об'єктами дослідження є зміни показників якості продовольчого зерна пшениці озимої м'якої 3-го класу та ячменю ярого під час зберігання його в різних газових та охолоджувальних технологічних умовах.

Предметом дослідження є режими зміни температурних умов у зерносховищах та їх вплив на процеси, що відбуваються із зерном при тривалому зберіганні.

Розроблені умови для зберігання зерна в газовому середовищі та охолодженому стані з використанням існуючих систем активного вентилявання та з використанням спеціальних мобільних установок, які виробляють холодоагент.

Ключові слова: ОХОЛОДЖЕННЯ ЗЕРНА, СУШІННЯ, АКТИВНЕ ВЕНТИЛЮВАННЯ, ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕ. СУМІШИ ГАЗІВ. ГАЗОВЕ СЕРЕДОВИЩЕ, РЕЖИМИ ЗБЕРІГАННЯ.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	10
1.1 Технічні засоби для зберігання зернових матеріалів.....	10
1.2 Об'єкти та предмет досліджень.....	21
1.1.1 Загальна технологічна характеристика зерна пшениці та ячменю.....	21
1.1.2 Фактори, які впливають на якість зерна при зберіганні.....	25
1.1.3 Сучасні напрямки у зберіганні зерна.....	32
Висновки до розділу.....	34
2 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	35
2.1 Програма експериментальних досліджень.....	35
2.2 Методи дослідження якості зерна пшениці та ячменю.....	36
2.2.1 Методи відбору проб зерна.....	36
2.2.2 Методика визначення засміченості та крупності зерна.....	38
2.2.3 Методика визначення вологості зерна методом висушування в електричній сушильній шафі СЕШ-3М.....	39
2.2.4 Методика визначення натурної маси зерна в літровій пурці ПХ-1.....	41
2.2.5 Методика визначення скловидності зерна пшениці на діафаноскопі ДСЗ-2.....	41
2.2.6 Методика визначення зараженості та пошкодженості зерна шкідниками хлібних запасів.....	41
2.2.6.1 Визначення зараженості зерна шкідниками і кліщами в явній формі.....	43
2.2.6.2 Визначення зараженості зерна шкідниками у прихованій формі.....	44
2.2.6.3 Визначення пошкодження зерна пшениці клопом- черепашкою.....	47
2.2.6.4 Методика визначення кількості і якості клейковини в зерні пшениці.....	52

	5
2.3 Проведення визначення температури зерна при зберіганні .....	53
Висновки до розділу.....	56
3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	57
3.1 Характер змін температури та вологості зерна при різних режимах зберігання .....	57
3.2 Дослідження якості зерна, яке зберігається в різних умовах.....	62
3.3 Обґрунтування режимів та параметрів систем для зберігання зернових продуктів в охолодженому стані.....	69
Висновки до розділу.....	72
4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	74
4.1 Організація проведення дослідження.....	74
4.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження.....	79
4.3 Розрахунок вартості дослідження .....	82
Висновки до розділу.....	82
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	85
5.1 Організація охорони праці на елеваторі зі зберіганням зерна в охолодженому стані.....	85
5.2 Заходи безпеки праці при зберіганні зерна в охолодженому стані .....	86
5.2.1 Загальні положення.....	86
5.2.2 Вимоги безпеки перед початком роботи.....	87
5.2.3 Вимоги безпеки під час виконання робіт.....	88
5.2.4 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.....	89
5.2.5 Вимоги безпеки після завершення роботи.....	89
5.3 Аналіз виробничого травматизму на елеваторі.....	90
5.4 Розрахунок захисного заземлення машин і обладнання виробничої лінії цеху.....	92
5.5 Заходи з поліпшення умов праці.....	95
5.6 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	96
Висновки до розділу.....	99
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	99

	6
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	100
ДОДАТКИ.....	106

## ВСТУП

Згідно даних в останні роки проглядається тенденція зростання валового збору урожаю щорічно, протягом останніх років. Для досягнення високого рівня виробництва зерна необхідно не лише збільшувати урожайність зернових, але і зберегти вирощений урожай без втрат та підвищивши його якість. Після цього направити зернову сировину у подальшу переробку на підприємства харчової галузі промисловості.

Основним призначенням харчової промисловості є забезпечення населення України високоякісними продуктами харчування, за допомогою сучасних методів технологічної переробки рослинної сировини.

Виробництво продуктів харчування залежить від якості вихідної зернової сировини, що направляється у виробництво. В свою чергу, якість даного виду сировини є результатом ступеню досконалості технологічних процесів, обладнання та і рівня кваліфікації обслуговуючого персоналу підприємств [20].

Найважливішим є зберігання як заключний етап виробництва зерна і являє собою науку, яка вивчає особливості зерна як об'єкту зберігання, а також вплив фізичних, хімічних і біологічних факторів на стан зернових мас в цілому [11].

Удосконалення роботи хлібоприймальних підприємств та комплексів по зберіганню і переробці зерна та насіння пов'язано з новими технологіями зберігання в газовому середовищі та в охолодженому стані. Приватні підприємці протягом останніх років звертають увагу на ці невеликі підприємства, беруть їх в оренду і виводять у конкурентоспроможний рівень з отриманням стабільного прибутку.

На сьогоднішній день однією з найважливіших ланок у зерновому бізнесі є саме зберігання зерна, яке дозволяє виробникам отримати найбільший прибуток від вирощеної продукції.



Падіння ціни, зазвичай можна пояснити різким збільшенням пропозиції з боку виробників, які не мають змоги зберегти зерно впродовж тривалого часу, адже ця операція потребує спеціально обладнаних сховищ та значних фінансових ресурсів.

Велика кількість фермерів, в тому числі і в умовах даної сільської місцевості, почали зберігати зерно у відремонтованих або побудованих тимчасових сховищах. Але, зберігання зерна потребує не лише приміщень, але й досить складних технологічних операцій.

Різного роду підприємства по зберіганню зерна набувають попиту не тільки як зерносховища, але і як підприємства, що покращують якість зернових культур.

Технології зберігання зерна постійно вивчаються та вдосконалюються завдяки новим підходам до даного процесу, а також впровадженням новітнього обладнання, за допомогою якого терміни його зберігання та якість збільшується декілька разів.

Дана робота присвячена оцінці доцільності впровадження удосконалених прийомів по зберіганню зерна у сховищах підлогового типу та в охолодженому стані і герметичних ємностях з газовим середовищем.

Мета роботи – встановлення доцільності застосування газового середовища та охолоджуючих режимів зберігання зерна, а також їх вплив на зміну якості зерна та тривалість його безпечного зберігання.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані у пункті 2.1. «Програма експериментальних досліджень».

Об'єктами дослідження є зміни показників якості продовольчого зерна пшениці озимої м'якої 3-го класу та ячменю ярого 2-го класу під час зберігання його в різних технологічних умовах.

Предметом дослідження є режими зміни температурних умов у зерносховищах та їх вплив на процеси, режимів газового середовища, та їх вплив на процеси, які відбуваються із зерном при тривалому зберіганні.

Практичну цінність роботи складають:

- порівняльна характеристика зміни показників якості зерна основних продовольчих культур під час тривалого зберігання в газовому середовищі та в охолодженому стані;

- рекомендації щодо вибору режимів обробки інертними газами, режимів охолодження та визначення обладнання для створення штучного холоду.

Реалізація результатів дослідження.

Результати досліджень запропоновано до впровадження у приватному акціонерному товаристві Юр'ївський елеватор Дніпропетровської області. Згідно запропонованих режимів зберігання на даному підприємстві було здійснено тимчасове зберігання зерна врожаю 2020 року.

## 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

### 1.1 Технічні засоби для зберігання зернових матеріалів

Виробництво продовольчого зерна складає основну частину світового сільського господарства. Використання зернових культур для харчових і кормових цілей зумовлює необхідність їх зберігання впродовж різних термінів зберігання в залежності від вимог ринку. Впровадження сучасних технологій в широке розповсюдження джерел енергії забезпечили можливість підтримки якості цих продуктів, виключивши основні втрати в період тривалого зберігання.

Проектування і конструкція будівель зерносховищ важливі фактори підтримки і покращення стійкості зерна при зберіганні. Для безпечного зберігання зерно має бути сухим, охолодженим та захищеним від погодних умов та зовнішніх біотичних факторів. Вибір місця для сховища, його конструкції та матеріалів, які використовуватимуться при будівництві, в значній мірі визначає чи будуть певні організми, враховуючи птахів та гризунів, завдавати значної шкоди [5, 26, 48].

Зазвичай вимоги до будівель для зберігання зерна варіюють в залежності від кліматичних умов, виду культури і переважаючих видів шкідників у даній географічній зоні чи місцевості. Більшість будівельних конструкцій зменшу зараженість шкідниками, якщо зведено до мінімуму поглинання тепла з навколишнього середовища і максимально збільшені втрати тепла і вологи із сховища в навколишнє середовище [12, 20].

Зерносховища класифікують за ознаками (рис. 1.1):

- за способом зберігання зерна (складські приміщення і силосні);
- за тривалістю зберігання (для тимчасового зберігання або тривалого);
- за конструктивними особливостями (навіси, склади, елеватори та ін.);
- за технологічним призначенням (тільки зберігання або зберігання та

обробка);

- за ступенем механізації (немеханізовані, напівмеханізовані і механізовані);
- за наявністю і типом вентиляційних установок (напільна, переносна тощо).

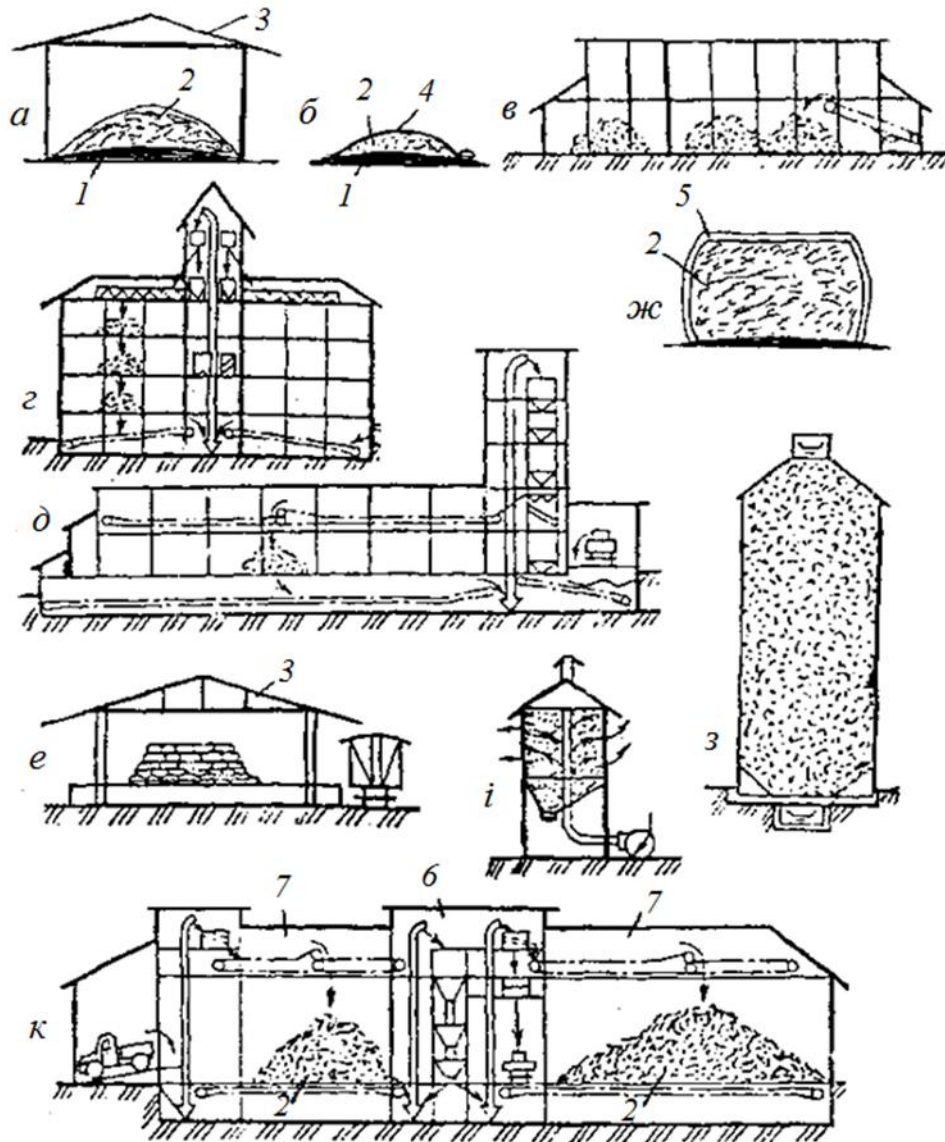


Рисунок 1.1 – Типи зерносховищ

а – навис; б – зерновий майданчик; в – склад-навис; г – механічний тік;  
 д – механізований склад; е – пакгауз; ж – надувний склад; з – силос невентильований; і – силос вентильований; к – елеватор; 1 – зерновий майданчик; 2 – борт; 3 – навис; 4 – брезент; 5 – пластиковий каркас;  
 б – робоча вежа; 7 – силос

Найбільш розповсюдженими є два основних способи розміщення зерна

в сховищах: підлогове і силосне. При підлоговому розміщенні, зерно зберігають насипом в засіках (висота шару 5,0...5,5 м) або в тарі на підлозі. При силосному розміщенні висота зернового насипу може досягати 30...40 м. У підлогового і силосного способів зберігання є свої переваги і недоліки.

При підлоговому зберіганні можна зберігати зерно підвищеної вологості, а також зернопродуктів в тарі, однак такі сховища важко цілком механізувати, зробити їх герметичними.

При силосному зберіганні краще використовується об'єм сховища, тут можна механізувати приймання, обробку і вивантаження зерна, однак вартість силосних сховищ вища, ніж підлогових і їхнє будівництво триваліше.

Найпоширенішим типом зерносховищ як і раніше залишаються зерносклади (рис. 1.2). В загальній кількості зерносховищ країни їх частка складає близько 60%. Це пояснюється тим, що будівництву зерноскладів віддавали перевагу у ті періоди, коли економічні можливості країни були обмежені для створення в стислі терміни умов для надійного і тривалого зберігання вирощеного врожаю.



Рисунок 1.2 – Загальний вигляд складу для зберігання зерна

Зернові склади бувають з горизонтальною або схиленою підлогою.

Склади з горизонтальними підлогами (рис. 1.3). На сьогоднішній день в експлуатації в основному зерносклади, збудовані в повоєнні роки за типовими проектами ГИ ПЗП.

Переваги складів з горизонтальними підлогами:

- можливість зберігати невеликі партії зерна;
- можливість зберігання в одному складі декількох різних партій зерна за рахунок розділу складу хлібними збірно-розбірними щитами на окремі відсіки;
- достатній природний обмін повітря, що створює сприятливі умови зберігання зерна;
- можливість обладнання складів пристроями для активного вентилявання зерна (рис. 3.8) та аерожолобами;
- менший опір для повітря при активному вентиляванні.
- Недоліки:
- більша площа під складами;
- високі експлуатаційні витрати;
- збільшена трудомісткість контролю за станом зерна.

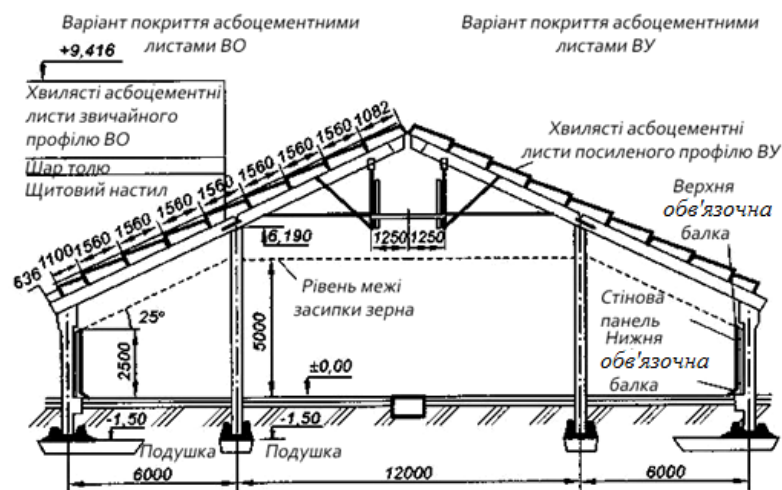


Рисунок 1.3 – Поперечний переріз зерноскладу з горизонтальною підлогою

Склад зі схиленою підлогою (рис.1.4). Будівництво їх можливе при глибокому рівні залягання ґрунтових вод та достатній щільності ґрунтів.

Типові проекти таких складів, розроблених ГИ ПЗП, у всіх варіантах передбачають використання конструкцій стін і покрівлі з горизонтальною підлогою. Підлогу в складах заглиблюють на 6 -7 м. Вони можуть бути зі схилом на всій площі складу, або мати горизонтальні ділянки різної ширини вздовж стін. Це забезпечує повний або частковий самоплив зерна на нижній конвеєр. Кут нахилу підлоги не менше 36-40°. Збільшена висота стійок. Нижня галерея розташовується на глибині 8 м.

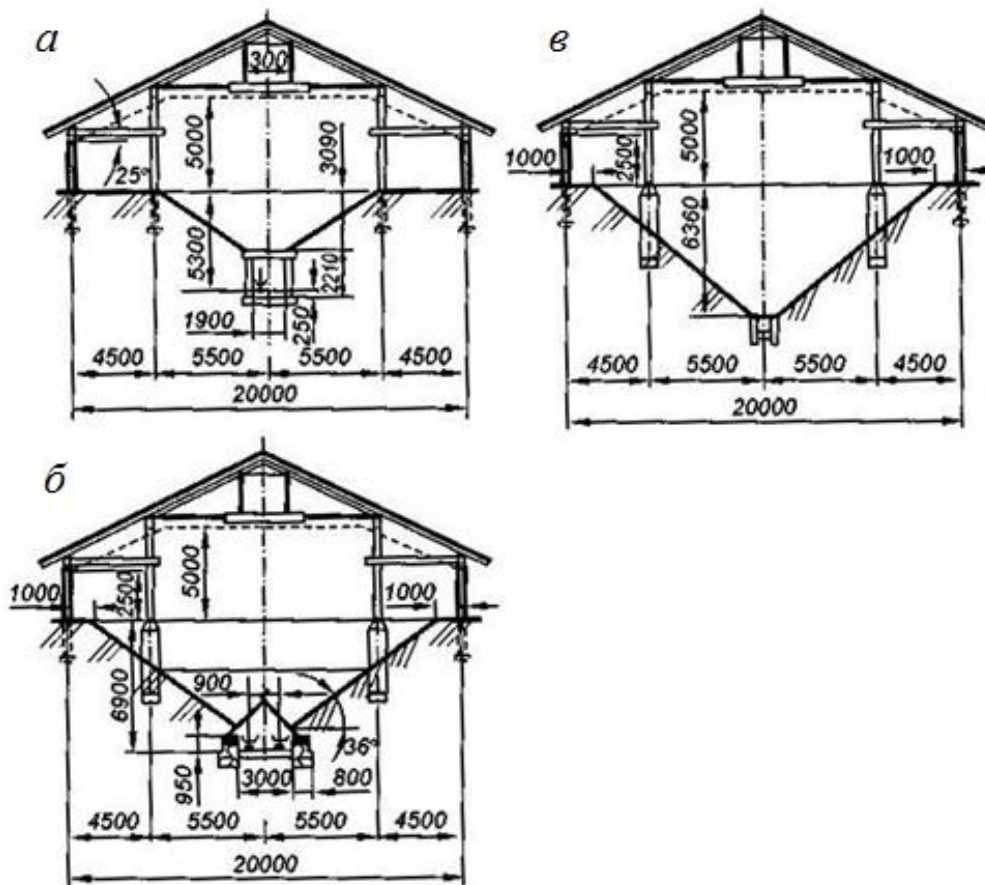


Рисунок 1.4 – Зернові склади зі схиленою підлогою:

*а* – НП-4; *б* – НП-8; *в* – НП-9

Звід встановлюють на залізобетонні фундаментні подушки, котрі шарнірно зв'язані з анкерними плитами, які сприймають навантаження аналогічно плитам збірного зерноскладу каркасної конструкції. Торцеві стіни складу з цегли на бутових фундаментах. Проектом передбачено виконання

горизонтальної рис. 1.5) чи похилої підлоги (рис. 1.6). Розміри складу у плані 90×20 м.

Переваги звідного складу в порівнянні зі складами каркасної конструкції:

- значне зниження витрати металу (понад 50% місткості);
- однотипність і транспортабельність елементів;
- відсутність стійок в середині складу, які заважають роботі пересувних механізмів.

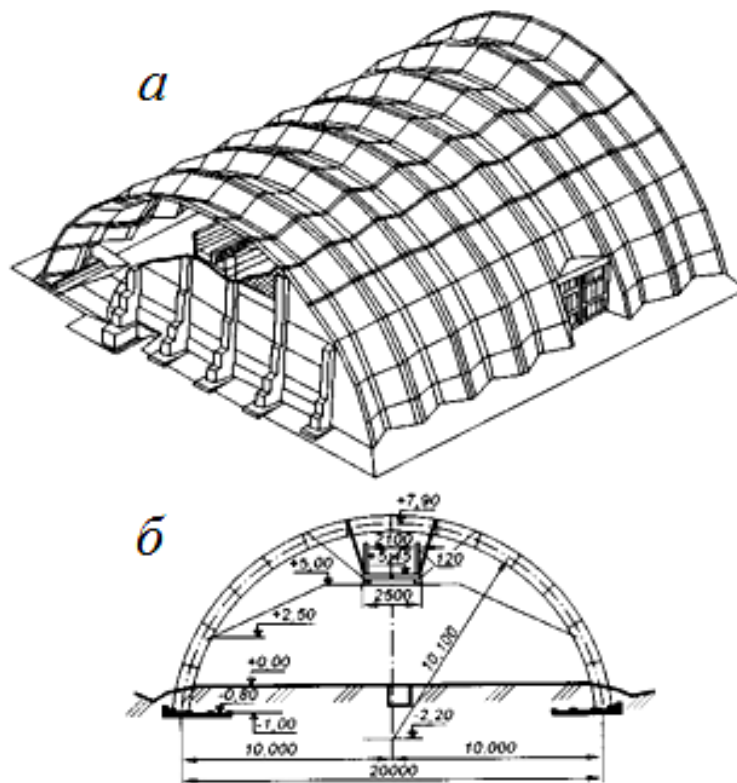


Рисунок 1.5 – Звідний зерносклад з горизонтальною підлогою:

а – перспектива складу; б – поперечний розріз



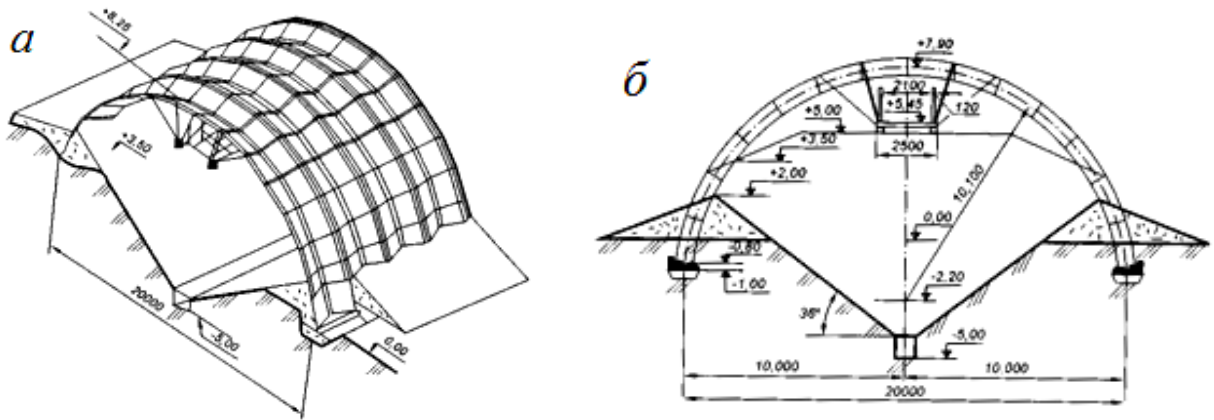


Рисунок 1.6 – Звідний зерносклад з нахиленою підлогою:

а – перспектива складу; б – поперечний переріз

На початку 70-х років минулого століття будівництво зерноскладів стало значно скорочуватись. З покращенням економіки країни перевагу було надано будівництву елеваторів, доля місткості введених в стрій зерносховищ стала істотно переважати. В зв'язку з цим зерноскладів із збірного залізобетону та складів, побудованих за проектами цих і наступних років, було порівняно мало [20].

Останнім часом розвинулися фермерські господарства, які почали зводити для зберігання зерна зерносховища силосного типу (в основному металеві і невеликої місткості) або використовувати для цього металеві ангари (рис. 1.7). Виготовленням таких сховищ займаються вітчизняні і закордонні фірми.



Рисунок 1.7 – Безкаркасний металевий ангар для зберігання зерна

### Залізобетонні елеватори.

Елеваторні мережі в Україні здебільшого представлені залізобетонними елеваторами (рис. 1.8). Розроблені десятки проектів різних типів елеваторів. Різноманітність конструктивних рішень елеваторів продуктивно багатьма факторами: функціональним призначенням елеваторів (хлібоприймальні, виробничі та ін.), місткістю, економічними можливостями, способом спорудження, культурою зерна, районом будови і ін .

Так, наприклад, варіант компоновки основних споруд елеватора і конструктивне виконання здебільшого залежить від функціонального призначення елеватора. Хлібоприймальні елеватори як правило двокрилі, виробничі – однокрилі. На комбінатах хлібопродуктів застосовують в основному двокрилі елеватори. Робочі споруди таких елеваторів поєднують властивості, які відповідають робочим будівлям хлібоприймальних і виробничих елеваторів. Однак, це ускладнює їх об'ємно-планувальні рішення.

В робочих спорудах хлібоприймальних елеваторів великого об'єму займають оперативні силоси і бункери. На розміри елеваторів впливає їх місткість, яка в свою чергу залежить від багатьох обставин. На спосіб спорудження – в зсувній опалубці (монолітній конструкції) або із збірних елементів – впливає район побудови та інші фактори.

Монолітні елеватори доцільно будувати в сейсмічних районах і при великій віддаленості від заводів збірних залізобетонних конструкцій. Поштовхом до побудови зі збірних елементів послужило освоєння цілинних і перелогових земель, коли необхідно в короткі строки створити умови для надійного збереження стрімко збільшеного об'єму заготівельного зерна. Спочатку із збірного залізобетону будували тільки силосні корпуси. Потім із збірного залізобетону почали будувати і робочі вежі. Будівництво збірних корпусів трохи дорожче монолітного, що викликано високою вартістю збірного залізобетону для будівництва елеваторів.



Рисунок 1.8 – Залізобетонний елеватор з прив'язкою до робочої башти

Силосні корпуси із збірних залізобетонних елементів у порівнянні із монолітними мають меншу масу, їх можна споруджувати в будь-яку пору року і в більш короткі терміни. Витрати на тимчасові споруди скорочуються на 30%; відпадає необхідність у бетонному заводі з дробильно-сортувальних господарством, арматурних майстерень і тощо. Фактично, витрати на будівництво збірного корпусу з об'ємних елементів не перевищують витрат на монолітний корпус [1, 20].

Порівнюючи розглянуті вище проектні рішення збірних силосних корпусів з точки зору виготовлення залізобетонних елементів та їх монтажу, можна встановити, що кожне з них має переваги і недоліки.

Незважаючи на прогресивність, будівництво збірних елеваторів також має певні недоліки, наприклад, проникнення атмосферної вологи через горизонтальні і вертикальні стики, а також в місцях скріплення болтами зовнішніх елементів силосів. На сьогоднішній день розроблено декілька варіантів захисту від проникнення вологи і підвищення експлуатаційної надійності елеваторів.

Металеві зерносховища.

Важливим напрямком технічної політики в елеваторній промисловості є будівництво металевих силосів (рис. 1.9). Спорудження їх на рівні з розширенням будівництва залізобетонних елеваторів повинно дозволити швидше ліквідувати дефіцит місткості.

Застосування металевих силосів дає багато суттєвих переваг в порівнянні з монолітними залізобетонними: можливість заводського виготовлення конструкцій, меншу масу, простоту транспортування, в тому числі на великі відстані, простоту і невелику трудомісткість монтажу, можливість створення герметичних ємностей, що дуже важливо для боротьби з шкідниками зерна шляхом газациї, а також для зберігання зерна в середовищі інертного газу, яке дозволяє тривалий час підтримувати добрий стан зерна. Для металевих силосів застосовують сталь (оцинковану, іноді нержавіючу), алюмінієві сплави (для невеликих силосів) [1, 2].



Рисунок 1.9 – Сучасний металевий елеватор

Проте, металеві силоси мають певні недоліки:

- висока теплопровідність стін і крівлі;
- конденсація вологи на внутрішніх стінах, що викликає потребу в улаштуванні теплоізоляції стін і крівлі або організацію аерації силосу;

- корозія металу під дією дихання зернової маси, а також хімічних речовин, які застосовуються для консервування та фумігації зерна всередині силосу;
- необхідність в періодичному фарбуванні, збільшенні горизонтального тиску на стіни при випуску зерна із силосу в результаті мінімального тертя об стіну;
- при випуску зерна необхідне надходження достатньої кількості повітря в силос, адже виникає імовірність стискання стін силосу за рахунок утворення вакууму.

Дослідами, які були проведені у ВНДИЗ в 1974-1980 рр. в різних зонах країни показали, що металеві силоси задовольняють вимоги технології зберігання зерна, які ставляться до зерносховищ. В них надійно зберігається сухе охолоджене зерно (з вологістю не більше 12-13 %). Для забезпечення кращого збереження зерна призначено необхідною кумовою є проведення вентиляювання силосів.

При проведенні активного вентиляювання зерна в металевих силосах на внутрішній їх поверхні спостерігається інтенсивна конденсація вологи, яка потрапляє на зерно і зволожує верхній шар. Для послаблення цього процесу необхідно видаляти вологе повітря із вільного простору силосу (вентилятором) через спеціальні вихідні решітки. Для попереджування конденсації вологи на металевих стінках і самозігрівання зерна, яке прилягає до них, зовнішні стінки силосів покривають алюмінієвим складом, який відображає сонячні промені, завдяки чому їх нагрів мінімальний. З цією ж метою стінки силосів виготовляють в окремих випадках подвійними, простір між ними заповнюють теплоізоляційними матеріалами [2, 11, 20].

## 1.2 Об'єкти та предмет досліджень

### 1.2.1 Загальна технологічна характеристика зерна пшениці та ячменю

Об'єктами дослідження є зміни показників якості продовольчого зерна пшениці озимої м'якої 3-го класу та ячменю ярого 2-го класу під час зберігання його в різних технологічних умовах.

Пшениця є основною і надзвичайно цінною продовольчою культурою не лише в нашій країні, а і в усьому світі. Культура пшениці відома близько 10 тис. років, а в країнах Європи її вирощують на протязі 4 – 5 тис. років.

Зерно м'якої пшениці (рис. 1. 10) за своїм хімічним складом, а також і за енергетичною цінністю є гарною сировиною для виробництва борошна та різноманітних хлібобулочних і кондитерських виробів. В ендоспермі містяться білки, які утворюють хорошу клейковину, яка зумовлює отримання легкозасвоюваного пористого хліба. Зерно пшениці широко використовується для виробництва круп та пластівців, а також крохмалю та клеючих засобів. Висівки пшеничні є лікарським засобом та концентрованими кормами [15, 43]



Рисунок 1.10 – Зерно м'якої пшениці

Підвищення урожайності пшениці та невисока її собівартість дозволили використовувати зерно пшениці також і на кормові цілі.

Зерно пшениці в своєму складі містить білки з унікальними колоїдними властивостями. Ці білки при замішуванні тіста утворюють білковий студень, який може бути утворений в результаті обережного промивання тіста водою.

Клейковина – це білковий студень, який залишається після видалення промиванням із тіста крохмалю, клітковини та водорозчинних речовин. Під клейковиною також розуміють комплекс білкових речовин зерна, здатних при набуханні у воді утворювати зв'язану еластичну масу.

Сира клейковина містить до 70 % води. Сухі речовини клейковин на 82 – 85 % складаються з білків – гліадину та глютеніну. Співвідношення цих білків приблизно однакове. Інші складові частини клейковини (крохмаль, жир тощо) утримуються силами сорбції [3].

Для підтримання високої якості клейковини в зерні необхідно запобігати наступним негативним факторам, які впливають на зернову масу при проведенні технологічних операцій та закладанні її на зберігання. Такими факторами є проростання зерна, пошкодження його клопом-черепашкою, неправильне сушіння або самозігрівання [38].

Колір зерна пшениці закладений в основу товарної класифікації зерна та борошна. Зміна нормального кольору зерна може бути викликана несприятливими умовами дозрівання, збирання та зберігання, що значно впливає на технологічні переваги зерна і тому враховується при нормуванні його якості [15].

Відтінок кольору зерна пшениці значною мірою визначає консистенція ендосперму. Консистенція ендосперму зумовлюється формою зв'язку білкових речовин зерна з крохмальними зернами. У скловидному ендоспермі значна частина білку тісно зв'язана з крохмальними зернами і утворює широкі шари так званого прикріпленого білку, який не відділяється при інтенсивній механічній обробці. Друга частина білку при розмелюванні звільняється, він отримав назву проміжного білку.

У зерні з борошністим пухким ендоспермом шар прикріпленого білку досить тонкий. Однак проміжного білку в ньому більше, ніж в зерні зі скловидним ендоспермом.

Кількість білкових речовин у зерні скловидної пшениці вище, ніж в зерні борошністої.

Консистенція ендосперму зерна пшениці значною мірою характеризує його поведінку при переробці. Так, при подрібненні скловидного ендосперму виробляється більше крупок, що забезпечує найкращу ефективність сортового помелу, тобто отримання більшого виходу кращих сортів борошна (крупчатки, вищого та I сорту).

Білки м'якої скловидної пшениці зазвичай утворюють клейковину гарної якості. З низько скловидної пшениці досить складно отримати борошно з хорошими хлібопекарськими властивостями.

Ячмінь є однією з древніх культур, які вирощуються людиною. На території нашої країни його вирощували ще чотири – п'ять тисяч років до нашої ери [43].

Зерно ячменю (рис. 1.11) широко використовується людиною для кормових, продовольчих та технічних цілей. Його поживна цінність полягає у тому, що воно багате на крохмаль, повноцінний білок, що містить відносно багато лізину та триптофану. В нашій країні із зерна ячменю виробляють борошно, пластівці, крупу (ячну та перлову). Також, воно є основною сировиною при виробництві пивоваренного солоду та ячмінних кавових напоїв [13].

Досить важливим показником якості ячменю є плівчастість та крупність. Оскільки плівки ячменю зростаються з поверхнею зерна, для їх відокремлення потрібно докласти значних зусиль з технічної точки зору. Крім того, дослідження показують, що крупне і виповнене зерно має нижчу плівчастість, ніж дрібне та щупле. Плодові та насінні оболонки у плівчастого ячменю відносно тонкі і складають близько 6 % маси зерен. Вони мають світло-жовтий або зеленуватий колір. Як сировина для



виробництва борошна і крупи кращим вважається зерно зі світлими оболонками [5, 13].



Рисунок 1.11 – Зерно ячменю

На технологічні якості та ефективність переробки ячменю також впливає і скловидність. Цей показник не завжди пов'язаний з великим вмістом білку. Для кожного сорту ячменю скловидність залежить від умов вирощування і тому коливається в значних межах. Найбільш багатий крохмалем борошністий ячмінь, який має найбільшу цінність для пивоваріння та виробництва перлової крупи. Найбільший вихід ячної крупи отримують зі скловидного ячменю.

За хімічним складом зерно півчастого ячменю відрізняється від пшениці більш високим вмістом клітковини і мінеральних речовин та меншим вмістом крохмалю і білків, оскільки плівки містять велику кількість клітковини та зольних речовин. Зерно, яке звільнене від квіткових речовин, близьке за хімічним складом до зерна пшениці [15, 43].

Білкові речовини ячменю складаються переважно з альбумінів, глобулінів, гордеїну, глютеніну та невеликої кількості складних білків.

Гордеїн та глютенін здатні утворювати клейковину, але для її формування необхідна досить велика витримка тіста при підвищеній

температурі. Вихід клейковини коливається в межах 2 – 26%. З вмістом клейковини зв'язані хлібопекарські якості борошна з ячменю. Клейковина короткорвуча та крихка.

Що стосується вуглеводів, в зерні ячменю переважає крохмаль (58 – 68%). В значній кількості містяться пентозами (9 – 12%), особливо багато їх у квіткових плівках [43].

Хімічний склад зерна пшениці та ячменю наведено в таблиці 1.1 [4].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад зерна пшениці та ячменю, % с.м.

Культура	Білки	Жири	Крохмаль	Клітковина	Пентозани	Зольність
Пшениця	10 – 20	2 – 2,5	60 – 75	2 – 3	8 – 9	1,5 – 2,2
Ячмінь	10,5 – 14,5	1,9 – 2,6	58 – 68	4,5 – 7,2	9 – 12	2,7 – 3,1

### 1.2.2 Фактори, які впливають на якість зерна при зберіганні

#### Дихання зерна.

Інтенсивність процесу дихання зумовлюється багатьма факторами. Передусім дихання зерна значною мірою визначається його вологістю. З її підвищенням процес дихання збільшується (рис. 1). Причому зерно вологістю 14...15,5% дихає в 2...4 рази інтенсивніше, ніж сухе, а інтенсивність дихання вологістю вище 17% і вище зростає в 20...30 разів.

При підвищенні вологості зерна інтенсивність дихання зростає нерівномірно – спочатку незначно, а потім відбувається різкий стрибок. Такий різкий стрибок в посиленні дихання зумовлений появою в зерновій масі вільної вологи або вологи з малою енергією зв'язку. Вологість зерна, при якій з'являється вільна волога, називається критичною. При критичній вологості зерно починає досить інтенсивно дихати [11].

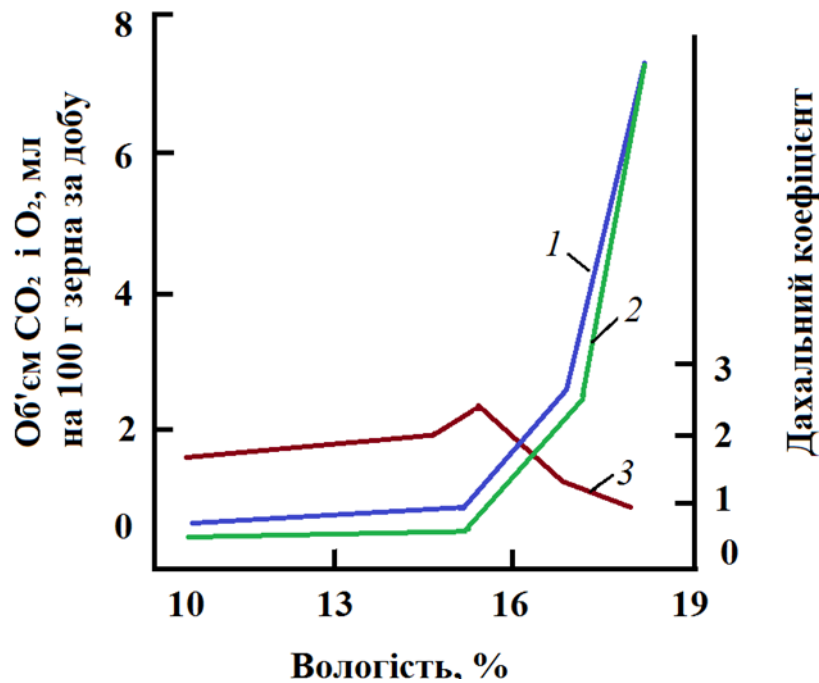


Рисунок 1.12 – Залежність інтенсивності дихання і дахального коефіцієнту зерна пшениці від її вологості:

1 – CO<sub>2</sub>; 2 – O<sub>2</sub>; 3 – CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>

Вільна волога є середовищем, розчиняючись в якій дихальні ферменти стають активними і стимулюють інтенсивність біохімічних перетворень, в тому числі і дихання. Крім того, поява вільної вологи в зерні є невід'ємною умовою для розвитку мікрофлори зерна, яка в свою чергу негативно впливає на його збереженість.

Отже, величина критичної вологості зерна є свого роду границею її безпечного зберігання. Величина критичної вологості залежить переважно від хімічного складу зерна. Чим більше в зерні білкових речовин та вуглеводів, які переводять воду у зв'язаний стан, тим більше її потрібно, щоб вона з'явилась у вільному стані. Критична вологість різних культур представлена в табл. 1.2.

Температура являється важливим фактором, який впливає на інтенсивність дихання зерна. При постійній вологості інтенсивність дихання зерна буде тим вищою, чим більша температура. Проте, каталізуюча дія

температури проявляється лише до певної межі (близько 45...55 °С), а при подальшому її рості дихання знижується. Це відбувається тому, що високі температури призводять до денатурації білка і в результаті до загибелі організму [7, 11].

Таблиця 1.2 – Критична вологість зерна та насіння різних культур

Культура	Критична вологість, %
Пшениця, ячмінь, жито, овес	14,5...15,5
Кукурудза, сорго, просо	12,5...13,5
Соняшник низькоолійний	10,5...11,0
Соняшник високоолійний, рицина	7,0
Горох, квасоля, віка, чечевиця	15,0...16,0

Під час закладення зерна на зберігання на інтенсивність дихання суттєво впливає стан самого зерна. Якщо на ранніх стадіях розвитку зерно було захоплене морозом, тоді в ньому протікають процеси синтезу високомолекулярних сполук – білків, вуглеводів, жирів, які завершаються здебільшого під час стадії технічної зрілості зерна. Зупинити активний розвиток зерна в даному випадку допоможуть низькі температури при зберіганні зерна [10].

#### Проростання зерна.

Зерно може прорости як у полі, так і під час зберігання, якщо порушуються правила зберігання та ведення технологічного процесу на хлібоприймальних підприємствах. У пророслому зерні видно паросток і корінець, які вийшли з оболонки (рис. 1.13, рис. 1.14).

Пророслому зерну властива підвищена енергія дихання. Це явище що викликає втрату сухої речовини.

Оболонки пророслого зерна зазвичай більш темні, а саме зерно набуває специфічного солодового запаху. За хімічним складом проросле зерно суттєво відрізняється від нормального. Проросле зерно також має підвищену

активність ферментативного комплексу, зокрема і каталази – ферменту, який здатен до каталізу процесу дихання.



Рисунок 1.13 – Проросле зерно пшениці



Рисунок 1.14 – Проросле зерно ячменю

Біохімічні перетворення, які відбуваються в зерні при проростанні, впливають на його хлібопекарські властивості, адже кількість та якість пророслого зерна знижується. Ступінь такого впливу залежить від кількості пророслих зерен і від тривалості їх проростання.

Проростання зерна при зберіганні можливе за умови певної вологості. Зволоження зерна до вологості проростання може відбутися лише при змочуванні його крапельно-рідинною вологою, так як максимально можлива рівноважна вологість складає 30...36%, а такої вологості недостатньо для початку процесу проростання [16, 19].

Крапельно-рідинне зволоження зерна може відбуватися при порушеннях режимів вентилявання. При недостатній або повільній подачі повітря відбувається його насичення вологою в середині зернового насипу. Коли така волога буде випаровуватися із зернової маси тепле вологе повітря охолоджуватиметься, віддаючи надлишок вологи зовнішньому шару зерна. Причиною появи крапельно-рідинної вологи може бути підмочування зерна при затіканні, а також конденсація парів у між зерновому просторі.

Температура є другим найважливішим фактором, який може сприяти переходу зерна від стану спокою до процесу інтенсивної життєдіяльності. Для основних зернових культур достатньо лише 1...2 °С тепла для розвитку зародку при наявності першого обов'язкового фактора – вологості [2].

Окремі компоненти зернової маси також впливають на інтенсивність дихання. Насіння смітних рослин дозріває пізніше основної культури, тому його вологість вище середньої вологості зерна. Внаслідок цього відбувається підвищення інтенсивності дихання насіння смітних рослин в порівнянні з диханням основного зерна. Оскільки смітне насіння дихає в 40 разів інтенсивніше ніж зерно, то ще є вагомою причиною своєчасного очищення його безпосередньо перед зберіганням.

Мікроорганізми, які знаходяться на поверхні зерна збільшують інтенсивність дихання зернової маси.

У складі зернової маси можуть знаходитися шкідники хлібних запасів (довгоносики, хрущаки, борошноїди, міль, вогнівки, зернівки, клопи-черепашки та ін.). Обмін речовин різноманітних шкідників відносно дихання зерна більш інтенсивний. Вони суттєво впливають на інтенсивність дихання, хоча їх кількість може бути незначною [36].

Отже, визначаючими факторами інтенсивності процесу дихання є вологість і температура, від яких залежить активність всіх живих компонентів зернової маси.

Післязбиральне дозрівання зерна.

Свіжозібране зерно має низькі борошномельні властивості, воно важко вимелюється, борошно має високу зольність і темнуватий колір, а тісто з нього під час замішування пливе і дає хліб низького об'єму та якості. По мірі дозрівання хлібопекарські та борошномельні властивості зерна значно покращуються, переважно за рахунок зміни кількості та якості білку та крохмалю. Білок стає менш розчинним і більш стійким до впливу деяких ферментів, у даному випадку до тих, під дією яких відбувається його розпад. Крохмаль при дозріванні зерна підвищує свою здатність до набухання у воді.

Важливим способом прискорення післязбирального дозрівання є активне вентилявання зернової маси та як альтернатива йому – охолодження штучним холодом. Також, у процесі зберігання можна пришвидшити завершення процесу післязбирального дозрівання прогрівом зерна [7, 49].

Мікроорганізми зерна.

З точки зору зберігання, найбільше значення серед усіх мікроорганізмів (які знаходяться на поверхні зерна), мають бактерії та плісняві гриби.

Бактерії. Цим мікроскопічним істотам, які складаються всього лише з однієї клітини, властиві всі функції живого організму: харчування, дихання, виділення, розмноження. Розмножуються бактерії простим діленням. Визначальне значення має швидкість ділення, оскільки при сприятливих умовах клітини діляться кожні 20...30 хв [39].

Аеробні та анаеробні бактерії харчуються і виділяють продукти життєдіяльності через оболонку. Активність їх життєдіяльності тісно пов'язана з навколишнім середовищем і насамперед з його вологістю і температурою. При недостатній кількості тепла чи вологи бактерії можуть покриватися щільною оболонкою і переходити в стан спори. Спори в основному утворюються в паличкоподібних бактерій. В такому стані бактерія може проіснувати десятками років, практично не харчуючись і не дихаючи.

Плісняві гриби – це мікроскопічні гриби, які представляють собою тонкі розгалужені нитки (гіфи), які утворюють міцелій. Їх вміст виражається в межах від декількох десятків сотень, а інколи і тисяч на 1 г зерна.

Для розвитку пліснявих грибів необхідна певна вологість та температура середовища. При досягненні зерном критичної вологості починається їх активний розвиток.

Температурний фактор також відіграє важливу роль в активізації життєвих сил пліснявих грибів. Температурні межі їх розвитку досить великі. Самі холодостійкі можуть розвиватися при від'ємній, близькій до нуля температурі. З її підвищенням розвиток мікроорганізмів прискорюється, досягаючи 20...25 °С, а подальше підвищення температури пригнічує їх розвиток. За таких умов починають активізуватися термофільні гриби, які мають високу стійкість до високих температур. Завдяки їх життєдіяльності температура зерна при самозігріванні піднімається до 70...80 °С.

Наявність у зерновій масі заражених зерен або особливих утворень пліснявих грибів впливає на продовольчі та фуражні властивості зерна, що враховується при його розміщенні, зберіганні та реалізації. Продукти переробки зерна, зараженого або ушкодженого пліснявими грабами та продуктами їх життєдіяльності втрачають харчову і технологічну цінність, а також можуть містити токсичні речовини [3, 5].

Плісені зберігання, розвиваючись на зерні, завдають йому шкоди. Самими небезпечними серед них є різні представники родів аспергілус і пеніциліум. В процесі життєдіяльності яких за певних умов утворюються мікотоксини – отруйні речовини, які викликають хвороби людини і тварин.

Особливу небезпеку представляє гриб аспергілус фавус, що здатен синтезувати афлатоксини. Основними факторами, що сприяють їх накопиченню є вологість і температура, сприятливі для процесу самозігрівання [39].

Самозігріванням зерна називають підвищення температури зернової маси. Причиною цього є тепло, яке виділяють живі компоненти зернової



маси. Низька теплопровідність зерна сприяє затриманню тепла і розвитку процесу.

### 1.2.3 Сучасні напрямки у зберіганні зерна

Під час збирання урожаю в короткі строки і зерно на хлібоприймальні підприємства часто поступає з підвищеною вологістю. Загальновідомим і досить розповсюдженим способом створення стійких при зберіганні партій зерна є сушіння. Однак, останнім часом широко розповсюджуються нові способи підвищення стійкості свіжозібраного зерна.

Застосування штучного холоду. Біологічну основу зберігання зерна в охолоджену стані складає ефективне зниження життєдіяльності всіх живих складових зернової маси – зерна, мікроорганізмів, насіння смітних рослин, шкідників хлібних запасів. Залежно від кліматичних умов методи охолодження можуть бути різними. Досить розповсюдженим методом є активне вентиляювання зернової маси. Але, цей метод можна застосовувати тільки після визначення можливості його проведення. Для цього необхідно зіставити температуру і вологість зерна і повітря. Останнє пов'язане з капілярно-пористою структурою зерна, внаслідок чого воно може або поглинати вологу з повітря і тим самим зволожуватися або віддавати її і підсушуватися.

Вентилювання можливе та ефективне тільки тоді, коли температура навколишнього середовища нижче температури зерна, а рівноважна вологість зерна нижче фактичної.

Холодильні установки можна застосовувати при будь-яких перепадах температур навколишнього середовища, завдяки створенню в них штучного холоду. Для охолодження зерна застосовують стаціонарні та пересувні холодильні машини з різною продуктивністю [11, 49].

У даній роботі було розглянуто сучасний охолоджувач TORNUM Grain Cooler. Представлена установка забезпечує безпечне зберігання незалежно від умов навколишнього середовища [61].

Охолоджувач представляє собою систему непрямого охолодження, яка потребує на 80% менше холодоагенту в порівнянні з аналогічними установками. Це досягається завдяки охолодженню етиленгліколю, який подається в охолоджуючий змієвик, через який приходить і охолоджується

Важливою властивістю зерна є його гігроскопічність, зважаючи на це, необхідно контролювати відносну вологість охолодженого повітря, яке подається в зернову масу. Після охолоджувального змієвика повітря проходить через змієвик повторного нагрівання. Цей процес забезпечує баланс відносної вологості охолодженого повітря та зерна. Виробнича потужність та інші технічні характеристики установок TORNUM Grain Cooler представлені в експериментальній частині дипломної роботи.

#### Хімічне консервування зерна.

Для хімічного консервування зерна широко застосовують препарати на основі пропіонової кислоти, яка пригнічує мікробіологічні і фізіологічні процеси, які відбуваються в зерновій масі. Пропіонова кислота знижує рН середовища і частково денатурацію протоплазми клітин мікроорганізмів. Наприклад, при обробці зерна рису вологістю від 15,5 до 25% пропіоновою кислотою в дозі 0,25...0,3% до маси консервованого зерна дозволяє зберегти зерно без погіршення якості впродовж 60 діб. Застосування пропіонової кислоти для консервування зерна пояснюється її безпекою для тварин і людини.

#### Зберігання зерна в регульованому газовому середовищі (РГС).

При спалюванні природного або скрапленого газу отримують нейтральні газові середовища, які містять кисень від 0,5 до 1%, діоксину вуглецю від 5 до 12...14% та азоту 83...88%. Зберігання в РГС знижує інтенсивність мікробіологічних та фізіолого-біохімічних процесів, чим забезпечує збереженість зерна впродовж тривалого часу [11].

Найбільш ефективно газове середовище, яке складається з 1% кисню, 13% діоксиду вуглецю і 86% азоту. Застосування РГС дозволяє зберегти технологічні властивості зерна пшениці та ячменю з вологістю 17% до 60 діб.

Доцільним є застосування РГС для боротьби з найбільш розповсюдженими шкідниками хлібних запасів, а саме: амбарний або рисовий довгоносик, малий борошняний хрущак, зерновий точильник.

Недоліком зберігання зерна в регульованому газовому середовищі є ріст вартості газу, який спостерігається на сьогоднішній день.

#### Висновки до розділу

На основі проведеного аналізу, літературних джерел, науково-практичних результатів, кліматичних умов, розташування обраного для аналізу підприємства, а також його виробничі потужності та фінансові можливості можна зробити наступний висновок.

Найбільш оптимальним вирішенням питання тривалого зберігання зерна в умовах досліджуваного підприємства є зберігання зернових мас за допомогою пересувної охолоджувальної установки та використання герметичних металевих силосів для зберігання зерна в регульованому газовому середовищі.

## 2 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Програма експериментальних досліджень

Аналіз літературного огляду науково-технічної інформації та попередніх досліджень дозволив сформулювати етапи роботи, які витікають з визначеної мети досліджень:

1. Визначити показники якості зерна пшениці озимої 3-го класу та зерна ячменю 2-го класу при зберіганні його у звичайних виробничих умовах хлібоприймального підприємства;

2. Визначити показники якості даного виду зерна в лабораторних умовах при певній температурі та вологості;

3. Встановити вплив температурних умов на збереженість зернової маси та зміну показників якості зерна при тривалому зберіганні;

4. Дослідити технологію охолодження зерна у сховищах підлогового типу зберігання;

5. Визначити оптимальні режими та параметри процесу зберігання зерна пшениці та ячменю в газовому середовищі в умовах штучного охолодження;

6. Встановити доцільність використання охолоджувальної виробничої установки під час зберігання зерна.

Актуальність роботи. Пріоритетним напрямком розвитку підприємств зернопереробної галузі є освоєння інноваційних систем і технологій з метою подовження терміну зберігання зернових продуктів в умовах, несприятливих для розвитку шкідників зернової маси та негативних фізичних явищ, які впливають на її якість.

Метою дипломної роботи є встановлення доцільності застосування газового середовища та охолоджуючих режимів зберігання зерна, а також їх вплив на зміну якості зерна та тривалість його безпечного зберігання.

Об'єкт дослідження – зміна показників якості продовольчого зерна пшениці озимої м'якої 3-го класу та ячменю ярого 2-го класу під час зберігання його в різних технологічних умовах.

Предмет дослідження – режими зміни температурних умов і газового середовища у зерносховищах та їх вплив на процеси, що відбуваються із зерном під час зберігання.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі теоретичних та експериментальних досліджень доведено ефективність застосування охолоджувача для охолодження зерна за будь-яких погодних умов, також знайдені практичні режими зберігання зерна в середовищі інертного газу.

## 2.2 Методи дослідження якості зерна пшениці та ячменю

Зернова маса пшениці та ячменю, які зберігаються на підприємстві, характеризується наступними основними показниками якості: вологість; засміченість; натурна маса; органолептичні показники; зараженість шкідниками хлібних запасів; кількість і якість клейковини (для зерна пшениці); скловидність.

Визначення показників якості спланували проводити в умовах навчальної лабораторії з визначення якості зерна та зернової продукції.

Якість досліджуваних зразків зерна за вищевказаними показниками було визначено згідно вимог державних стандартів і методик.

### 2.2.1 Методи відбору проб зерна

Приймання зерна та відбір проб для аналізів здійснюється згідно ГОСТ 13586.3-83[53]. Для відбору використовують ручні або автоматичні пробовідбірники рис. 2.1. і рис.2.2.

1 2

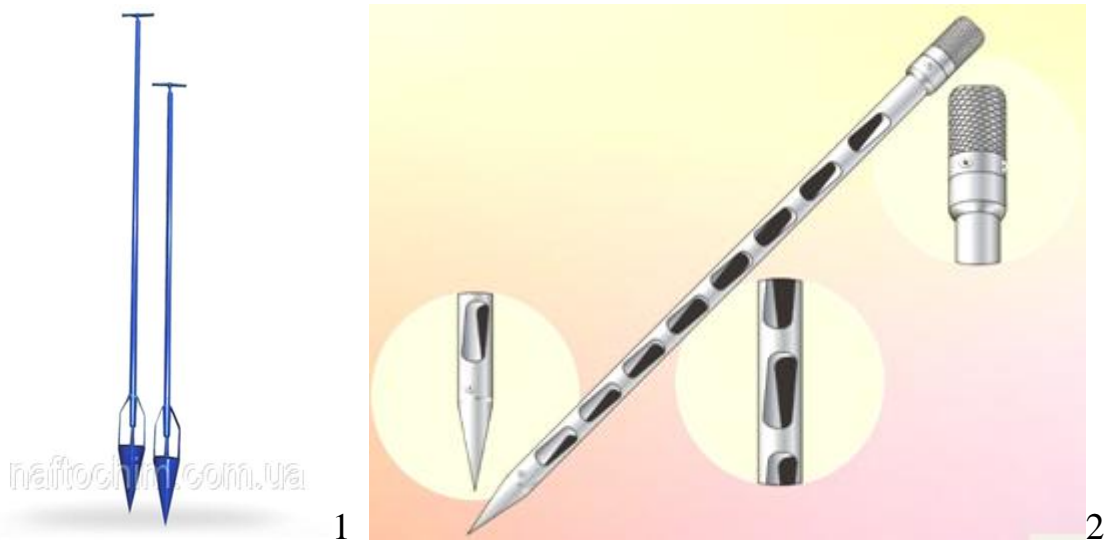


Рисунок 2.1 – Щупи для ручного відбору проб:

1 – щуп автомобільний (вагонний); 2 – щуп багаторівневий амбарний



Рисунок 2.2 – Відбір проб автоматичним пробовідбірником Heron-3000



Рисунок 2.3 – Схема відбору наважок зерна для аналізів

### 2.2.2 Методика визначення засміченості та крупності зерна

Засміченість зерна визначають за ГОСТ 30483-97 [54].

Послідовність проведення аналізу:

1. Відібрати зразки і виділити наважки по ГОСТ 10839-64;
2. Із середньої проби зерна сходом із сита Ø 6 мм виділити крупну домішку (солому, колоски, грудочки землі, гальку);
3. Зважити сміттєву домішку і виразити її у відсотках, та додати до фракції сміттєвих домішок;
4. Виділити наважки: для пшениці та ячменю – 50г;
5. Просіювати наважки на протязі 3 хв. на комплексі сит, які підбираються для кожної культури по ГОСТ 10939-64. Сита встановлюються:
  - 1 – піддон;
  - 2 – сито, для виділення сміттєвої і зернової домішки;
  - 3 – сито, для виділення дрібного зерна.
6. Зважувати і виразити у відсотках отримані продукти:

- дрібне зерно (прохід сита 3);
- смітну домішку (схід із сита 2);
- основне зерно (прохід сита 2, схід із сита 3).



Рисунок 2.4 – Сходи і проходи сит при визначенні фракцій домішок у зерні пшениці, розташовані на аналізній дошці

### 2.2.3 Методика визначення вологості зерна методом висушування в електричній сушильній шафі СЕШ-3М

Вологість визначають згідно ГОСТ 13586.5-93 [55].

Послідовність проведення аналізу:

1. Подрібнити 20 г підготовленого зерна;
2. Зважити до другого десяткового знаку двох чистих попередньо просушених металічних бюкс;
3. Засипати здрібнене зерно масою  $(5,0 \pm 0,05)$  г в дві металічні бюкси;
4. Бюкси з наважками помістити в сушильній шафі (рис.2.5) при температурі  $130^{\circ}\text{C}$  (спочатку в гніздо поставити кришку, а потім на кришку розмістити бюкс);
5. Висушування проводити протягом 40 хвилин;
6. Вийняти бюкси із шафи, закрити кришками і перенести в ексікатор до повного охолодження на 20 хв., але не більше 2 годин;
7. Зважити до другого десяткового знаку охолоджені бюкси з подрібненим зерном;





Рисунок 2.5 – Сушильна шафа СЕШ-3М

8. Вологість визначається за формулою:

$$X = 100 \cdot \frac{q_1 - q_2}{q_1} + K,$$

де  $q_1$  – маса наважки розмеленого зерна до висушування, г;

$q_2$  – маса наважки розмеленого зерна після висушування, г;

$K$  – поправочний коефіцієнт (для пшениці та ячменю – 0,20).

Таблиця 2.1 – Стани зерна за вологістю

Стан зерна	Вологість (%) для зерна		
	Пшениці, жита, ячменю, гречки	Вівса, гороху	Проса
Сухе	до 14	до 14	до 13,5
Середньої сухості	14,1...15,5	14,1...16,0	13,6...15,0
Вологе	15,6...17	16,1...18,0	15,1...17,0
Сире	понад 17,0	понад 18,0	понад 17,0

#### 2.2.4 Методика визначення натурної маси зерна в літрової пурці ПХ-1

Визначення натурности зерна проводять згідно ГОСТ 13586.2-81[56].

Послідовність проведення аналізу:

1. Із середнього зразка зерна очищеного і доведеного до базисних кондицій, виділити дві проби не менше 1 кг.
2. Визначити натурность за допомогою літрової пурки хлібної ПХ-1(рис.2.6).
3. Зважування провести з точністю до 0,5 г. Розбіжність між двома паралельними визначеннями натурности на літрової пурці для всіх культур, крім вівса, не більше 5 г (для вівса – не більше 10 г).
4. За показник натурности зерна беруть середнє арифметичне результатів аналізу двох проб, округлюючи одержані величини до 1 г/л.

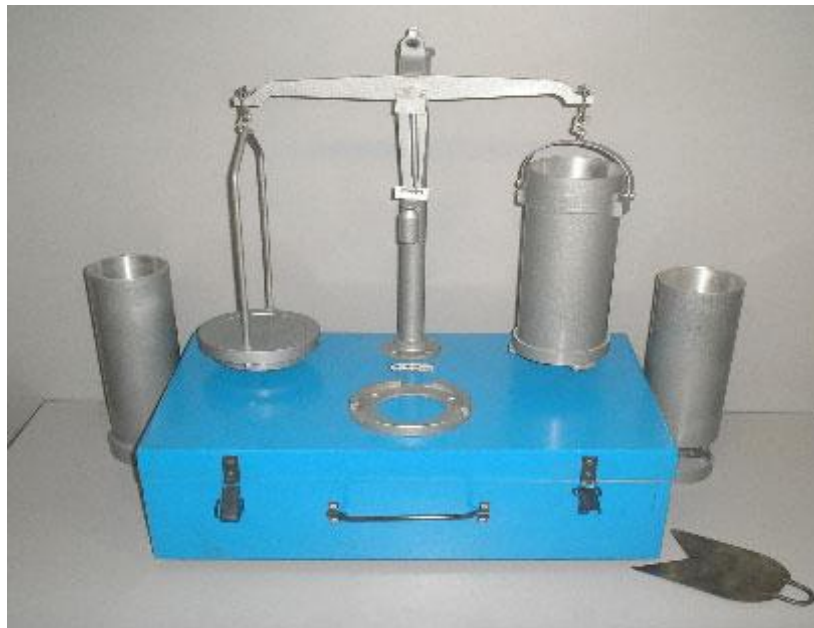


Рисунок 2.6 – Пурка хлібна ПХ-1

#### 2.2.5 Методика визначення скловидності зерна пшениці на діафаноскопі ДСЗ-2

Скловидність зерна проводиться після аналізу на засміченість у відповідності з ГОСТ 10987-76 [57].

Послідовність проведення аналізу:

1. Наважку зерна 50 г помістити на касету діафаноскопа (рис. 2.7), здійснюючи кругові рухи заповнити всі 100 чарунок решітки цілими зернами, по одному в кожній чарунці;
2. Касету вставити в прорізь корпуса приладу і включити джерело світла;
3. Через окуляр діафаноскопа розглянути і порахувати в кожному із десяти рядів кількість зерен повністю скловидних і борошнистих. До повністю скловидного зерна відносять повністю прозоре зерно, до повністю борошнистого – повністю непрозоре зерно. Зерно частково прозоре – є частково скловидним.



Рисунок 2.7 – Діафаноскоп ДСЗ-2

4. Загальна скловидність зерна ( $O_c$ ) розраховується за формулою:

$$O_c = P_c + \frac{Ч_c}{2}, \%$$

де  $P_c$  – кількість повністю скловидних зерен, шт.;

$Ч_c$  – кількість частковоскловидних зерен, шт.

5. Розрахунки загальної скловидності зерна проводяться до десяткової частини відсотків із наступним округленням до цілого числа. Розбіжність між двома паралельними визначеннями не повинні перевищувати 5%.

## 2.2.6 Методика визначення зараженості та пошкоженості зерна шкідниками хлібних запасів

Визначення зараженості та пошкоженості зерна виконують згідно ГОСТ 13586.4 – 83 [58].

Послідовність проведення аналізу:

Відбір проб і виділення наважок для визначення зараження зерна шкідниками проводять за загальними правилами, а також користуються деякими доповненнями.

У складах (за винятком складів з похилою підлогою) і з майданчиків точкові проби відбирають і формують з них середню пробу окремо з кожного шару насипу зерна. Якщо висота насипу 1,5 м, точкові проби відбирають з трьох шарів: верхнього, середнього і нижнього, а якщо висота менше 1,5 м – з двох: верхнього і нижнього.

### 2.2.6.1 Визначення зараженості зерна шкідниками і кліщами в явній формі

Середню пробу зерна зважують, а потім просіюють крізь набір сит з отворами 1,5 і 2,5 мм вручну протягом 2 хв. приблизно з 120 коловими рухами за хвилину. Якщо температура зерна нижча 5 °С, одержані сходи і проходи крізь сита відігрівають при 25...30 °С протягом 10...20 хв., щоб викликати активність шкідників, які залякли.

Схід із сита діаметром 2,5 мм висипають на розбірну дошку, розрівнюють тонким шаром і розбирають вручну за допомогою шпателя, відшуковуючи крупних шкідників: кузьку мавританську, хрущаків великого борошняного і смоляно-бурого, удавальника-лиходія та ін.. Прохід крізь сито з отворами 2,5 мм висипають на біле скло розбірної дошки, а прохід крізь сито з отворами діаметром 1,5 мм – на чорне скло, розсипаючи їх розрідженим шаром, розглядають за допомогою лупи. При цьому виділяють дрібних шкідників: довгоносиків комірного і рисового (рис. 2.8), шашеля зернового, хрущаків булавовусого і малого борошняного (2.10), борошноїдів

суринамського і коротковусого (2.11), кліща борошняного(2.9) і видовженого та ін.

Мертвих шкідників, а також живих польових шкідників, які не пошкоджують зерна в процесі зберігання, зараховують до смітних домішок і під час визначення зараженості не враховують.

Обробка результатів. Одержану кількість живих шкідників перераховують на 1 кг зерна. Якщо в зерні були довгоносики і кліщі, встановлюють ступінь зараженості залежно від кількості їх в 1 кг зерна представлено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Ступінь зараженості зерна шкідниками

Ступінь зараженості	Кількість екземплярів в 1 кг зерна	
	довгоносиків	кліщів
I	від 1 до 5 включно	від 1 до 20 включно
II	від 6 до 10 екземплярів включно	понад 20 екземплярів, які вільно рухаються і не утворюють скупчень
III	понад 10	кліщі утворюють суцільне повстяне скупчення

2.2.6.2 Визначення зараженості зерна шкідниками у прихованій формі

Зараженість зерна шкідниками у прихованій формі визначають методом розколювання зерна або забарвлення «пробочок» (закриті отвори після закладання яєць). Зараженість зерен методом розколювання визначають у наважці масою 50 г, виділеної з середньої проби. З наважки відбирають довільно 50 зерен і розколюють їх кінчиком скальпеля вздовж борозенки. Розколоті зерна розглядають за допомогою лупи і підраховують живих шкідників усіх стадій розвитку.

Зараженість методом забарвлення «пробочок» визначають у наважці масою 50 г, яка виділяється з середньої проби. З наважки відбирають довільно 250 цілих зерен і в сітці занурюють їх на 1 хв. у склянку з водою,

температура якої близько 30 °С. зерно починає бубнявіти і одночасно збільшується розріз «пробочок». Потім сітку із зерном переносять на 20...30с в 1%-вий розчин марганцевокислого калію. Внаслідок цього «пробочки» і поверхня в місці пошкодження фарбуються в темний колір. Після занурювання в холодну воду протягом 20...30 с зерна швидко оглядають на фільтрувальному папері.

Заражені зерна мають круглі випуклі плями розміром близько 0,5 мм, які рівномірно забарвлені в темний колір. Не відносять до заражених зерна з круглими плямами, у яких інтенсивно забарвлені краї і світла середина (місця живлення довгоносика) та з плямами неправильної форми в місцях механічно пошкодженого зерна.

Заражені зерна розрізають і підраховують кількість живих личинок, лялечок і жуків довгоносика. Вміст зерен, заражених у прихованій формі, обчислюють за формулою:

$$X_3 = \frac{П_3}{П} \cdot 100$$

де  $X_3$  – зараженість, %;

$П_3$  – кількість заражених зерен, шт.;

$П$  – кількість зерен, відібраних для аналізу, шт.

Цей метод використовують лише для визначення прихованої форми зараженості зерна довгоносиками.



Рисунок 2.8 – Комірний (1) та рисовий (2) довгоносик. Зерно, пошкоджене довгоносиком(3)

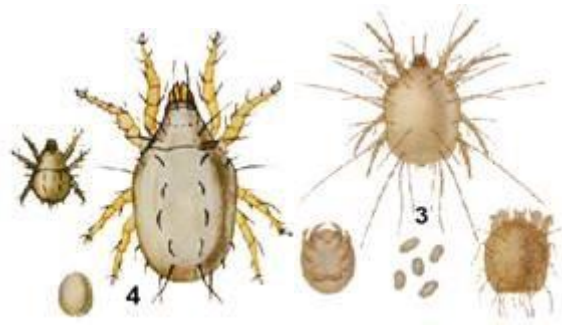


Рисунок 2.9 – Борошняний (4) та волосяний звичайний (3) кліщі



Рисунок 2.10 – Малий борошняний хрущак

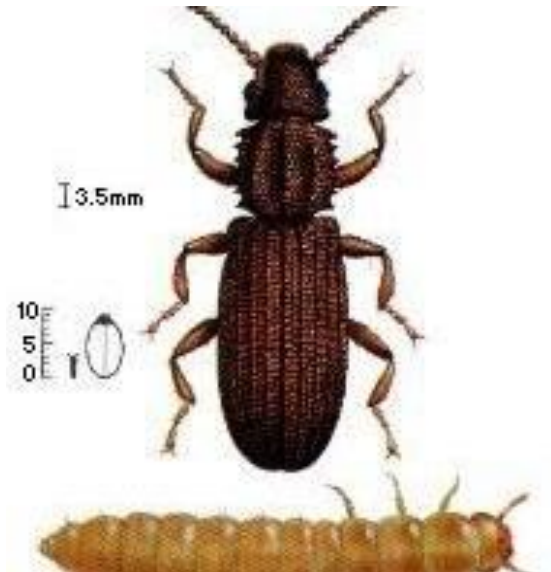
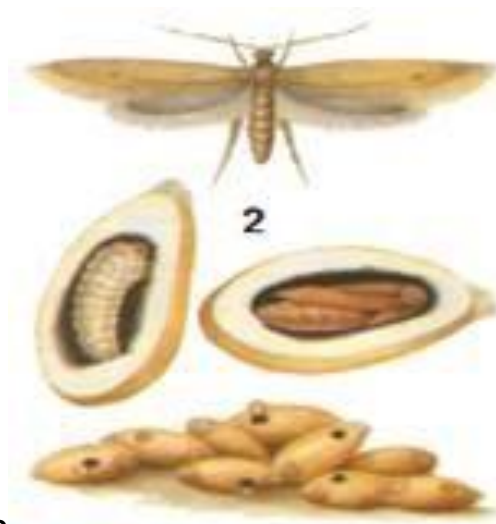


Рисунок 2.11 – Малий борошняний хрущак





2

Рисунок 2.12 – Комірна (1) та зернова (2) міль



Рисунок 2.13 – Мавританська кузька

### 2.2.6.3 Визначення пошкодження зерна пшениці клопом-черепашкою

Великі втрати зерна пов'язані з пошкодженням шкідниками в полі. Внаслідок пошкодження погіршується й якість зерна. Найнебезпечнішим є клоп-черепашка, який пошкоджує всі зернові культури, особливо пшеницю. Зерно, пошкоджене клопом-черепашкою під час наливу, зсихається і набуває блідо-жовтого кольору. Воно стає щуплим, зморшкуватим, з жовтими плямами і часто помітними на них чорними крапками – сліди уколу клопа-черепашки.



Пошкодження у фазі молочного стану менше змінює форму зерна, ніж в період наливу. Внаслідок пошкодження в цій фазі на поверхні зерна утворюються вм'ятини з жовто-кремовими або блідо-рожевими плямами, які знаходяться з обох боків його по всій поверхні. Інколи бувають зморшки, але не такі чіткі, як від пошкодження в процесі наливу зерна. Якщо клоп-черепашка пошкоджує зерно на початку воскової стиглості, воно здебільшого зберігає свою форму, інколи в окремих місцях, частіше біля борозенки, спостерігається зморшкуватість.

Проколюючи зерна, клоп-черепашка виділяє слину, яка не поширюється по ендосперму, як у попередні строки пошкодження, а локалізується в зоні уколу. На поверхні зерна утворюється жовто-кремова пляма, часто з чорною крапкою. Від пошкодження зерна у фазі повної стиглості зберігається його форма і розмір, але утворюється жовто-кремова пляма з різко вираженим контуром із однією або декількома крапками. Часто клоп-черепашка пошкоджує зародок, особливо у фазі повної стиглості зерна. Навколо зародка формується біла пляма без зморшок і слідів уколу.

Згідно зі стандартом, за зовнішнім виглядом розрізняють такі ознаки пошкодження (рис. 2.16) зерна клопом-черепашкою на поверхні зерна:

1. є слід уколу у вигляді темної цятки, навколо якої утворюється світло-жовта пляма округлої або неправильної форми;
2. утворюється така ж пляма, але в її межах є здавленість або зморшкуватість без слідів уколу;
3. біля зародка утворюється світло-жовта пляма без здавленості або зморшкуватості і без слідів уколу.



Рисунок 2.14 – Дорослі особини клопа-черепашки



Рисунок 2.15 – Відкладені клопом-черепашкою яйця та молоді особини, які щойно народилися

Зерно пшениці з жовтими плямами, розміщеними не біля зародка, без слідів уколу, вдавненості, а також без зморшок у межах цих плям, не відносять до пошкоджених клопом-черепашкою.

В усіх випадках консистенція ендосперму в місцях пошкодження борошниста. ендосперм стає крихким, деякі клітини втрачають білковий вміст, крохмальні зерна деформуються [46].



Рисунок 2.16 – Зерно пшениці пошкоджене клопом-черепашкою

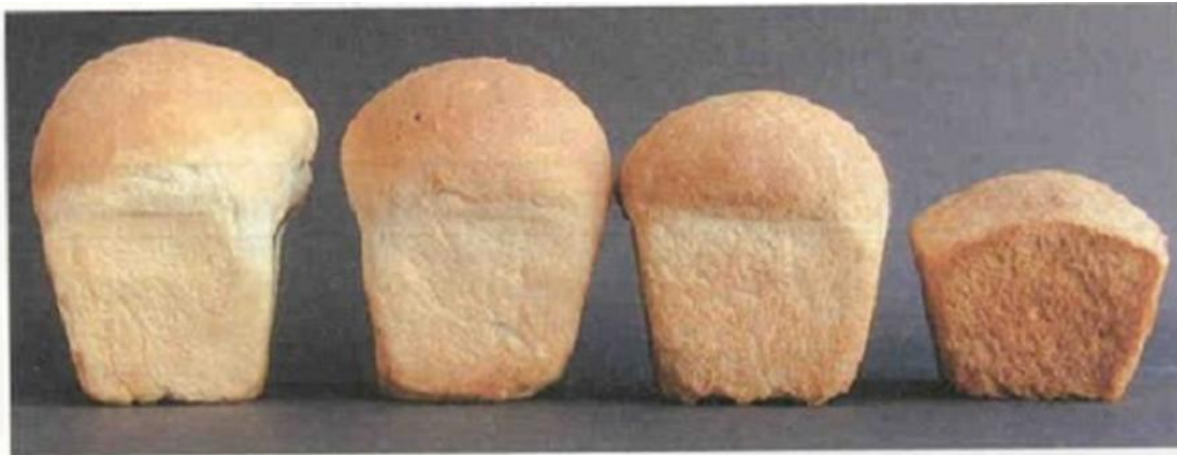


Рисунок 2.17 – Вплив пошкоджень зерна клопом-черепашкою на якість хліба: без пошкоджень, 2 %, 5 %, 10 %

У результаті пошкодження зерна клопом-черепашкою змінюється його хімічний склад, властивості білків і вуглеводів. Білкові речовини розщеплюються протеолітичними ферментами, що знаходяться в слині шкідника, на поліпептиди, а амілаза гідролізує крохмаль. У наслідок цього різко погіршуються хлібопекарні якості всієї партії зерна, навіть якщо кількість вражених зерен не перевищує 2...3 %.

Зерно, пошкоджене клопами, має погану якість клейковини. Хліб, випечений з такого борошна, має низький об'ємний вихід і малу шпаристість; череневий хліб дуже розпливається. Тому, в зерні пшениці, призначеної для переробки на борошно, виявлення пошкоджень клопом-черепашкою є обов'язковим.

Для встановлення кількості пошкоджених зерен із 50 г зерна пшениці, виділених зі середнього зразка за допомогою дільника або вручну, після видалення домішок беруть дві наважки по 10 г цілих зерен. Ці наважки переносять на розбірні дошки, зерна переглядають як зі спинки, боків так і з борозенки. Пошкоджене зерно відбирають, зважують з точністю до 0,01 г. визначення проводять у двох паралельних наважках.

Обробка результатів. Кількість зерен, пошкоджених клопом-черепашкою ( $X_k$ , %), у кожній наважці обчислюють за формулою:

$$X_k = m_n \cdot 10$$

де  $m_n$  – маса пошкоджених зерен, г.

За кінцевий результат беруть середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень за формулою:

$$X_{kk} = \frac{X_{k1} + X_{k2}}{2}$$

де  $X_{kk}$  – пошкодження зерна клопом-черепашкою середнє, %;

$X_{k1}$  – вміст зерен, пошкоджених клопом-черепашкою у першій наважці, %;

$X_{k2}$  – вміст зерен, пошкоджених клопом-черепашкою у другій наважці, %.

Допускаються розбіжності між паралельними і контрольними визначеннями: 0,5 % - за вмісту пошкоджених зерен клопом-черепашкою до 5%; 1 % - за вмісту пошкоджених зерен понад 5 %.

Зменшення пошкоженості зерна шкідниками, або їх повне знищення, можливо зробити зберіганням в регульованому газовому середовищі.

#### 2.2.6.4      Методика визначення кількості і якості клейковини в зерні пшениці

Послідовність проведення аналізу:

1. Відібрати зразки і виділити наважку за ГОСТ 10839-64 [59].
2. Виділити із середньої проби наважку зерна 30-50 г, очистити її від сміттевої домішки.
3. Розмолоти наважку на лабораторному млинку.
4. Розмелене зерно перемішати і виділити наважку 25 г.
5. Про помістити у фарфорову ступку або чашку і залити 14 мл води.
6. Замішати тісто вручну, або з допомогою тістомішалки.
7. Скатати тісто в шар і покласти в чашку, закрити кришкою на 20 хв.
8. Відмивати клейковину під струменем води температурою  $18 \pm 2^\circ\text{C}$  над густим шовковим, або капроновим ситом.
9. Відмивання проводити поки оболонки не будуть повністю відмиті, при віджиманні клейковини вода буде майже прозора.
10. Відмиту клейковину віджати між руками, витираючи їх періодично рушником, до тих пір поки вона не розпочне злегка прилипати до рук.
11. Зважити відмиту клейковину.
12. Якість сирі клейковини характеризується пружними властивостями, які визначаються на приладі ВДК-1.
13. Із відмитої клейковини виділити наважку 4г.
14. Зробити кульку і помістити його на 15 хв. в чашку з водою.
15. Наважку клейковини покласти на столик приладу. Через 30 сек. по шкалі приладу записати величину характеристики зразка.
16. Результати вимірювань пружних властивостей клейковини виражають в умовних одиницях шкали приладу і в залежності від цього клейковину відносимо до відповідної групи якості за даними табл.2.1.
17. Кількість сирі клейковини (x) у відсотках вираховують з точністю до другого десяткового знаку за формулою:

$$X = \frac{m_k \cdot 100}{m_n} \quad X = \frac{m_k \cdot 100}{m}$$

де  $m_k$  – маса сирої клейковини, г;

$m_n$  – маса наважки, г.



1



2

Рисунок 2.18 – Тістомішалка У1-ЕТК-1М (1) та вимірювач деформації клейковини ВДК-3м (2)

Таблиця 2.3 – Характеристика якості сирої клейковини пшениці

Покази приладу ВДК-1 в одиницях шкали приладу	Група якості	Характеристика клейковини
Від 0 до 15	III	Незадовільна міцна
Від 20 до 40	II	Задовільна міцна
Від 45 до 75	I	Добра
Від 80 до 100	II	Задовільна слабка
Від 105 до 120	III	Незадовільна слабка

### 2.3 Проведення визначення температури зерна при зберіганні

Під час написання дипломної роботи дослідження зміни температур та вологості зерна проводилися на підприємстві та у спеціальних умовах зберігання у навчальній лабораторії ДДАЕУ.

Перевіряти температуру зернової маси доцільно в наступні терміни, прийняті на основі результатів спеціальних досліджень і багаторічної практики :

- зерно нового урожаю - впродовж 3 місяців з моменту заготівель: сухе і середньої сухості - 1 раз в 2 дні, а вологе і сире зерно – щодня;
- зерно, що зберігається більше 3 місяців після заготівель – згідно до табл. 2.4 в залежності від його температури та стану за вологістю.

Таблиця 2.4 – Частота проведення вимірювань температури зерна

Стан зерна	Вище 10 °С	Вище 0 до 10 °С	0 °С и нижче
Сухе та середньої сухості	2 рази на декаду	1 раз на декаду	1 раз на декаду
Вологе	1 раз на 2 дні	2 рази на декаду	1 раз на декаду
Сире	Щодня	1 раз на 2 дні	2 рази на декаду

При зберіганні сортового насіння перевірка температури проходить частіше. Термопровідність свіжозібраного насіння, незалежно від їх вологості, роблять щодня.

При подальшому зберіганні контроль здійснюють, залежно від вологості і температури насіння через кожні 3-15 днів взимку і 1-7 днів – навесні [7, 10, 11, 16].

На підприємстві проводилися стандартні заходи по зниженню вологості та температури зернових мас продовольчого призначення, а саме сушіння у шахтних прямоточних зерносушарках та проводилося активне вентилявання.

Одним з найважливіших показників стану зернової маси є це температура, яку визначають, користуючись:

- звичайними термометрами (ртутними або спиртовими), поміщеними в металеві футляри, що нагвинчуються на металеві або дерев'яні штанги потрібної довжини;

- електротермометрами опору, що дозволяють здійснювати дистанційний контроль температури як в елеваторах, так і в складах.

В умовах даного підприємства користуються звичайними термометрами. За допомогою штанги їх занурюють в зерновий насип на різну глибину. Зазвичай прийнято вимірювати температуру зернової маси на глибині 0,5-1,5-2,5м при висоті насипу до 3 м і далі через кожен метр – при висоті насипу, що перевищує 3 м.

Для зручності спостережень і контролю результатів визначень усю поверхню зернового насипу умовно ділять на секції (квадрати або прямокутники) площею по 100 м<sup>2</sup> кожна.

В межах кожної секції вводять термоштанги в насип в п'яти точках, причому точки 1, 2, 4 і 5 повинні відстояти від країв майданчики на 2 – 3 м. У кожній точці температуру перевіряють на трьох рівнях глибини.

Після перевірки температури (якщо не виявлено ненормального її підвищення) термоштанги переставляють в межах секції в інші ділянки, зберігаючи однакове розташування їх по відношенню одна до іншої. Занурення вручну термоштанги в зерновий насип представляє значні труднощі, особливо при підвищеній вологості зерна [44, 46].



### Висновки до розділу

1. У розглянутому розділі розроблено програму проведення експериментальних досліджень та підібрано основні методики, за допомогою яких відбувається визначення якості зерна пшениці і ячменю при зберіганні.
2. Для знищення шкідників зернових запасів рекомендується використовувати зберігання у регульованому газовому середовищі.

### 3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1 Характер змін температури та вологості зерна при різних режимах зберігання

Температуру та вологість зернових мас на протязі зберігання визначають постійно. Частота вимірювань залежить від стану зерна (табл. 2.4). Вологість визначають стандартним методом у лабораторії, попередньо відібравши проби зерна у складі паралельно із вимірюванням температури зернової маси.

Середні значення визначень температури та вологості зерна пшениці та ячменю з моменту закладання його на зберігання представлені у табл. 3.1 і табл. 3.2 відповідно.

Таблиця 3.1 – Середні значення температури та вологості зерна пшениці при зберіганні на хлібоприймальному підприємстві

№ з/п	Дата проведення вимірювань	Вологість зерна (факт.), %	Вологість повітря, %	Температура зерна, °С	Температура повітря, °С	Примітки
1	2	3	4	5	6	7
1.	05.07.19р.	16,0	65	+22	+27	Сушіння
2.	09.07.19р.	13,8	60	+16	+27	АВ-8 год.
3.	24.07.19р.	14,2	70	+20	+31	Дощ вночі
4.	01.08.19р.	13,8	65	+20	+30	АВ-8 год.
5.	18.08.19р.	13,8	60	+23	+30	АВ-8 год.
6.	03.09.19р.	13,2	64	+16	+25	
7.	12.09.19р.	15,0	77	+25	+18	Сушіння
8.	21.09.19р.	14,2	75	+20	+17	АВ-8 год.
9.	30.09.19р.	13,2	70	+17	+12	
10.	26.10.19р.	14,2	75	+23	+7	АВ-10 год.
11.	26.12.19р.	13,2	79	+10	-5	
12.	19.02.19р.	13,8	80	+18	+1	

Таблиця 3.2 – Середні значення температури та вологості зерна ячменю при зберіганні на хлібоприймальному підприємстві

№ з/п	Дата проведення вимірювань	Вологість зерна (факт.), %	Вологість повітря, %	Температура зерна, °С	Температура повітря, °С	Примітки
1	2	3	4	5	6	7
1.	26.07.19р.	15,3	70	+26	+31	Сушіння
2.	04.08.19р.	13,5	65	+20	+32	
3.	13.08.19р.	14,3	65	+23	+30	АВ-10 год.
4.	09.09.19р.	13,5	70	+20	+19	Дощ
5.	26.09.19р.	14,3	72	+20	+17	АВ-10 год.
6.	15.10.19р.	13,2	74	+15	+14	
7.	31.10.19р.	13,5	75	+18	+5	АВ-8 год.
8.	30.11.19р.	13,0	80	+10	-5	

Паралельно до звичайних умов зберігання на підприємстві, паралельно зразки зерна зберігалися в приміщенні навчальної лабораторії, де підтримувалася низькі температури (від +4 до +8 °С) впродовж проведення досліджень. Для зберігання зерна використовувалася герметична тара, а для страхування охолодження – охолоджуючий вентилятор (побутовий).

Дані вимірювання температури та вологості зразків зерна представлено в табл. 3.3 і табл. 3.4.

Таблиця 3.3 – Дані вимірювання температури та вологості зразків зерна пшениці у спеціальних умовах

№ з/п	Дата проведення вимірювань	Вологість зерна (факт.), %	Вологість повітря, %	Температура зерна, °С	Температура повітря, °С	Примітки
1	2	3	4	5	6	7
1.	07.07.19р.	16,0	55	+20	+27	Охол.-8год
2.	11.07.19р.	14,0	55	+15	+26	Охол.-4год
3.	12.07.19р.	12,9	55	+10	+28	
4.	15.07.19р.	12,9	55	+10	+22	
5.	18.07.19р.	12,9	55	+10	+23	

Продовження табл. 3.3

6.	21.07.19р.	12,7	55	+10	+33	
7.	24.07.19р.	12,7	55	+10	+30	
8.	27.07.19р.	12,7	50	+10	+34	
9.	31.07.19р.	12,7	50	+10	+31	
10.	03.08.19р.	12,7	50	+10	+29	
11.	07.08.19р.	12,8	55	+10	+32	
12.	10.08.19р.	12,8	50	+10	+33	Охол.-8год.
13.	14.08.19р.	12,6	50	+8	+28	
14.	17.08.19р.	12,6	50	+8	+30	
15.	21.08.19р.	12,6	50	+8	+27	
16.	24.08.19р.	12,6	48	+8	+24	
17.	28.08.19р.	12,6	48	+8	+20	
18.	31.08.19р.	12,6	50	+8	+20	
19.	04.09.19р.	12,6	51	+8	+23	

Таблиця 3.4 – Дані вимірювання температури та вологості зразків зерна ячменю у спеціальних умовах

№ з/п	Дата проведення вимірювань	Вологість зерна (факт.), %	Вологість повітря, %	Температура зерна, °С	Температура повітря, °С	Примітки
1.	14.07.19р.	14,0	55	+17	+22	Охол.-8год
2.	18.07.19р.	13,2	55	+11	+23	
3.	21.07.19р.	13,2	55	+11	+33	
4.	14.08.19р.	13,4	50	+11	+28	Охол.-8год
5.	14.09.19р.	13,4	55	+9	+18	Охол.-8год.
6.	28.09.19р.	13,0	55	+7	+11	
7.	05.10.19р.	13,0	55	+7	+14	
8.	12.10.19р.	13,0	55	+7	+10	Охол.-8год.
9.	27.10.19р.	12,5	55	+5	+8	

Періодичність вимірів встановлюють по найбільш високій температурі, виявленій хоча б в одному із шарів насипу. Перевіряючи температуру зернового насипу, звертають особливу увагу на ту частину, яка знаходиться

ближче до стін складу, обернених на південь. Саме ці сторони зерноскопища нагріваються особливо інтенсивно, що створює сприятливі умови для життєдіяльності самого зерна, мікроорганізмів і шкідників. У тих випадках, коли перевірка виявить ненормальне підвищення температури в якій-небудь ділянці зернового насипу, найретельніше вимірюють температуру в усіх сусідніх ділянках, щоб визначити, яка кількість зерна; захоплено самозігріванням, що починається, посилити спостереження за ним і своєчасно вжити необхідні заходи.

Для правильної оцінки змін температури зернової маси необхідно мати в розпорядженні систематичні дані про температуру повітря в складі. Вживані для цього ртутні або спиртові термометри рекомендується вшати на стіни складу, найменш схильні до нагрівання сонячними променями.

Графіки зміни температури та вологості при зберіганні у звичайних умовах підприємства (рис. 3.1 і рис. 3.2) та в спеціальних умовах при постійних низьких температурах (рис. 3.3 і рис. 3.4) дають змогу спостерігати найбільш ефективні режими зберігання зерна.

На даному підприємстві досить часто застосовують активне вентилявання як альтернативу сушінню зерна. Це доцільно з точки зору травмування і втрат зерна при переміщенні його до сушарки і назад у склад.

Активне вентилявання зерна проводять в залежності від вологості повітря і температури насипу зерна (за найменшим її показником) знаходячи рівноважну вологість зерна відповідної культури. Останню порівнюють з найменшим значенням показника вологості зернової маси. Якщо рівноважна вологість нижче фактичної, вентилявання можливе і ефективне.

Вентилювання атмосферним повітрям застосовується лише при певних кліматичних умовах, в той час як охолодження кондиціонованим повітрям можливо застосовувати за будь якої вологості повітря навколишнього середовища. Холодильна установка забезпечує охолоджувальний процес зернової маси навіть у випадку дощу чи туману без загрози зволоження зерна.

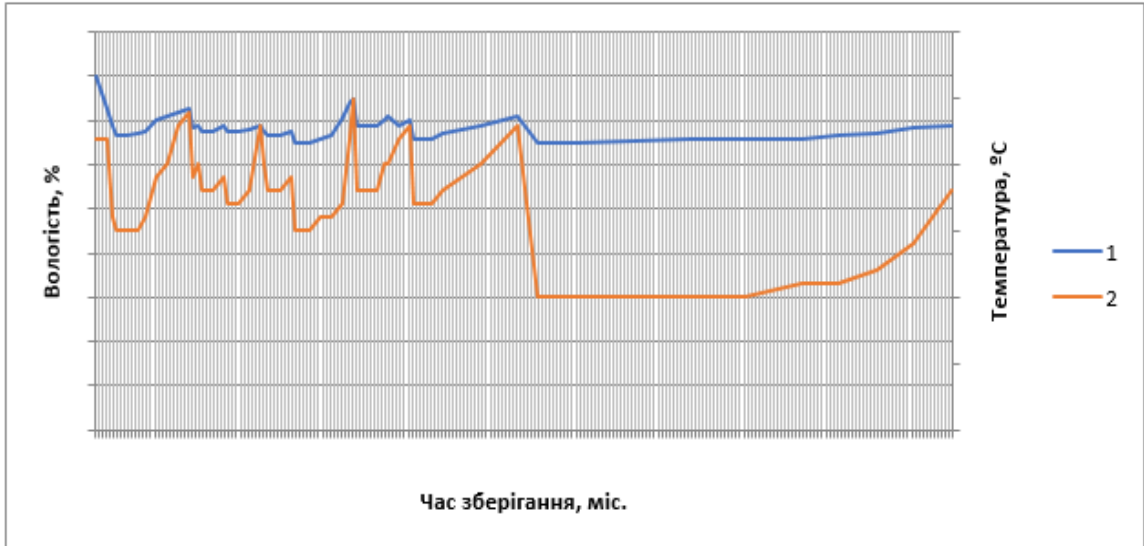


Рисунок 3.1 – Графік залежності вологості зерна пшениці від температури (в умовах підприємства): 1 – вологість, %; 2 – температура, °C

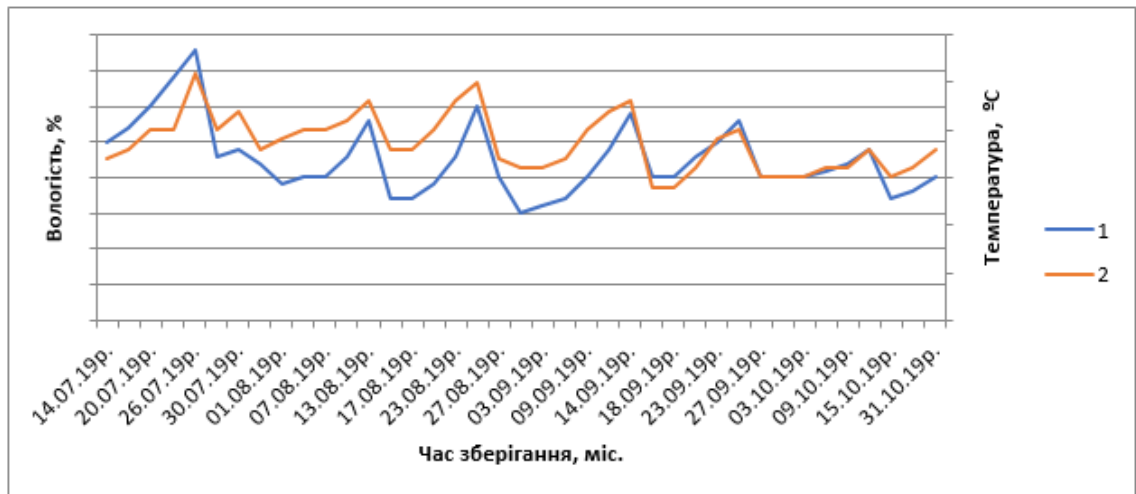


Рисунок 3.2 – Графік залежності вологості зерна ячменю від температури (в умовах підприємства): 1 – вологість, %; 2 – температура, °C

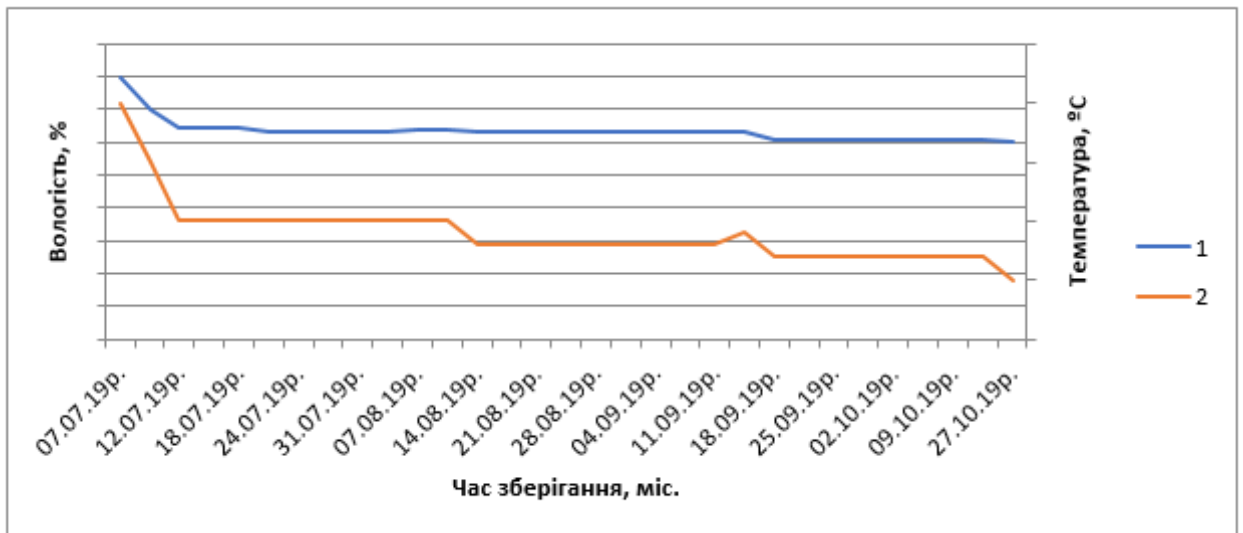


Рисунок 3.3 – Графік залежності вологості зерна пшениці від температури (в охолодженому стані): 1 – вологість, %; 2 – температура, °C

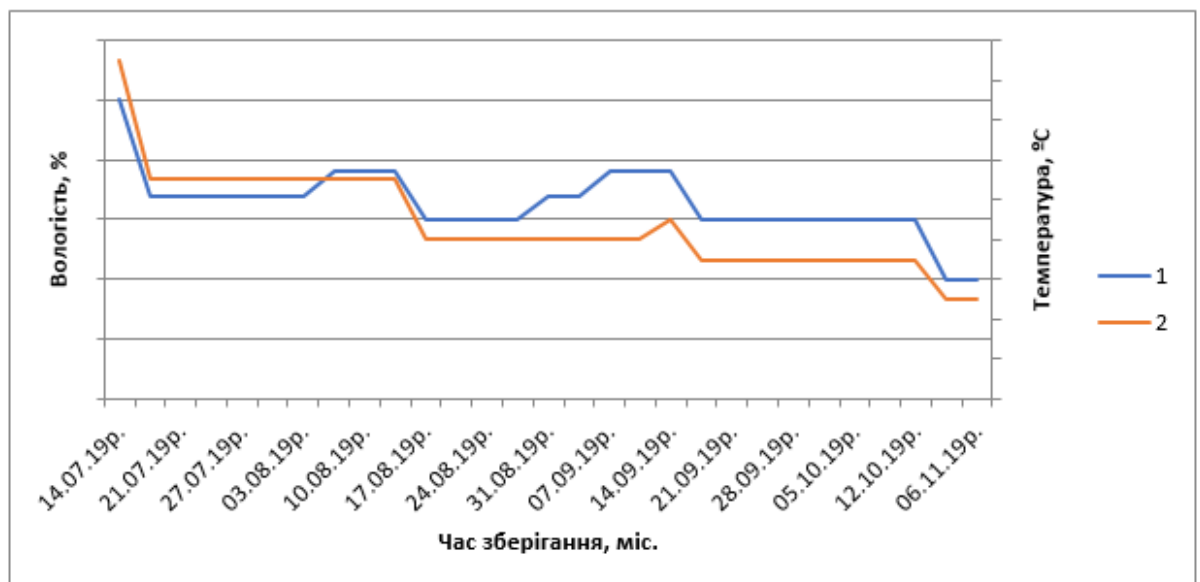


Рисунок 3.4 – Графік залежності вологості зерна ячменю від температури (в охолодженому стані): 1 – вологість, %; 2 – температура, °C

### 3.2 Дослідження якості зерна, яке зберігається в різних умовах

Проведення лабораторних аналізів з визначення якості зразків зерна відбувалося згідно підрозділу 2.2 даної роботи.

Вимоги стандартів до якості досліджуваного зерна наведено в таблицях 3.5 і 3.6.

Таблиця 3.5 – Показники якості м'якої пшениці згідно ДСТУ 3768:2010

Показники	Характеристика та норма					
	А			Б		6
	1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7
Натура, г/л, не менше ніж	760	740	730	710	690	Не об.
Скловидність, %, не менше ніж	50	40	Не обмежено			
Вологість, %, не більше ніж	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Зернова домішка, %, не більше ніж	5,0	8,0	8,0	10,0	12,0	15,0
Смітна домішка, %, не більше ніж	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	5,0
Зіпсовані зерна	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5	1,0
зокрема :						
фузаріозні зерна	У межах зіпсованих зерен					
шкідлива домішка	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5
зокрема:						
сажки, ріжки	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1
Сажкове зерно, %, не більше	5,0	5,0	8,0	5,0	8,0	10,0
Масова частка білка у перерахунку на суху речовину, %, не менше ніж	14,0	12,5	11,0	12,5	10,5	Не об.
Масова частка сирової клейковини, %, не менше ніж	28,0	23,0	18,0	Не обмежено		
Якість клейковини: група одиниць приладу ВДК	I – II 45 – 100	I – II 45 – 100	I – II 20 – 100	Не обмежено		
Число падіння, с, не менше ніж	220	180	150	150	130	Не об.



Таблиця 3.6 – Вимоги до якості зерна ячменю згідно ДСТУ-3769-98

Показник	Вимоги до зерна ячменю, яке використовують				
	для продовольчих цілей	для вироблення солоду в спиртовому виробництві	для кормових цілей	для пивоваріння	
	1 класу	2 класу	3 класу	1 класу	2 класу
1	2	3		4	5
Колір	Жовтий з різними відтінками	Властивий здоровому зерну. Допускається потемнілий		Світло-жовтий або жовтий	Світло-жовтий, жовтий або сірувато-жовтий
Вологість, %, не більше	14,5	15,5	15,5	14,5	15,0
Натура, г/л, не менше	600	570	Не обмежується	Не регламентується	
Маса 1000 зерен, г. не менше	Не регламентується			40,0	38,0
Масова частка білка, у перерахунку на абсолютно суху речовину %, не більше	Не регламентується			11,0	11,5
Смітна домішка, %, не більше	2,0	3,0	5,0	1,0	2,0
в тому числі:					
мінеральна домішка	0,3	1,0	0,5	0,5	0,5
в тому числі:					
галька	0,1	0,1	0,5	0,1	0,1
шлак і руда	0,05	0,05	0,1	0,05	0,05
зіпсовані зерна	0,2	У границях норми загального вмісту смітної домішки			
вівсюг	1,0	У границях норми загального вмісту смітної домішки			
кукіль	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3
фузаріозні зерна	1,0	1,0	1,0	Не допускається	
шкідлива домішка	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
в тому числі:					

Продовження табл. 3.6

1	2	3	4	5	6
ріжки і сажка	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
гірчак повзучий, в'язіль різнокольоровий, термопсис ланцетний. пажитниця п'янка, софора лисохвоста (разом)	0,05	У границях норми загального вмісту зернової домішки			
пророслі	2,0	У границях норми загального вмісту зернової домішки			
зерна і насіння інших культурних рослин, віднесені до зернової домішки	3,0	У границях норми загального вмісту зернової домішки			
в тому числі:					
зерна жита і вівса	0,5	У границях норми загального вмісту зернової домішки			
Дрібні зерна, %, не більше	5,0	5,0	Не обмежується	5,0	7,0
Крупність, %, не менше	Не регламентується			85,0	70,0
Здатність до проростання, %, не менше (для зерна, поставленого не раніше як за 45 днів після його збирання)	Не регламентується	92,0	Не регламентується	95,0	92,0
Життєздатність, %, не менше (для зерна, поставленого раніше як за 45 днів після його збирання)	Не регламентується	92,0	Не регламентується	95,0	95,0
Зараженість шкідниками	Не допускається, крім зараженості кліщем не вище 1 ступеня				
Примітка 1. Крупність — відношення маси зерен ячменю — залишку на ситі з довгастими отворами розміром 2,5 мм x 20 мм (полотно № 2а — 25 x 20 згідно з ТУ 5.897—111722 (і) до маси основного зерна наважки, виражене у відсотках.					
Примітка 2. Рекомендовані вимоги до якості пивоварного ячменю за показником: екстрактивність, %, не менше: для 1 класу — 79,0, 2 класу — 77,0, установлюють у договорі (контракті) між постачальником і покупцем.					

Таблиця 3.6 – Вимоги до якості зерна ячменю згідно ДСТУ-3769-98

Показник	Вимоги до зерна ячменю, яке використовують				
	для продовольчих цілей	для вироблення солоду в спиртовому виробництві	для кормових цілей	для пивоваріння	
	1 класу	2 класу	3 класу	1 класу	2 класу
1	2	3		4	5
Колір	Жовтий з різними відтінками	Властивий здоровому зерну. Допускається потемнілий		Світло-жовтий або жовтий	Світло-жовтий, жовтий або сірувато-жовтий
Вологість, %, не більше	14,5	15,5	15,5	14,5	15,0
Натура, г/л, не менше	600	570	Не обмежується	Не регламентується	
Маса 1000 зерен, г. не менше	Не регламентується			40,0	38,0
Масова частка білка, у перерахунку на абсолютно суху речовину %, не більше	Не регламентується			11,0	11,5
Смітна домішка, %, не більше	2,0	3,0	5,0	1,0	2,0
в тому числі:					
мінеральна домішка	0,3	1,0	0,5	0,5	0,5
в тому числі:					
галька	0,1	0,1	0,5	0,1	0,1
шлак і руда	0,05	0,05	0,1	0,05	0,05
зіпсовані зерна	0,2	У границях норми загального вмісту смітної домішки			
вівсюг	1,0	У границях норми загального вмісту смітної домішки			
кукіль	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3
фузаріозні зерна	1,0	1,0	1,0	Не допускається	
шкідлива домішка	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
в тому числі:					

## Продовження табл. 3.6

1	2	3	4	5	6
ріжки і сажка	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
гірчак повзучий, в'язіль різнокольоровий, термопсис ланцетний. пажитниця п'янка, софора лисохвоста (разом)	0,05	У границях норми загального вмісту зернової домішки			
пророслі	2,0	У границях норми загального вмісту зернової домішки			
зерна і насіння інших культурних рослин, віднесені до зернової домішки	3,0	У границях норми загального вмісту зернової домішки			
в тому числі:					
зерна жита і вівса	0,5	У границях норми загального вмісту зернової домішки			
Дрібні зерна, %, не більше	5,0	5,0	Не обмежується	5,0	7,0
Крупність, %, не менше	Не регламентується			85,0	70,0
Здатність до проростання, %, не менше (для зерна, поставленого не раніше як за 45 днів після його збирання)	Не регламентується	92,0	Не регламентується	95,0	92,0
Життєздатність, %, не менше (для зерна, поставленого раніше як за 45 днів після його збирання)	Не регламентується	92,0	Не регламентується	95,0	95,0
Зараженість шкідниками	Не допускається, крім зараженості кліщем не вище 1 ступеня				
Примітка 1. Крупність — відношення маси зерен ячменю — залишку на ситі з довгастими отворами розміром 2,5 мм x 20 мм (полотно № 2а — 25 x 20 згідно з ТУ 5.897—111722 (і) до маси основного зерна наважки, виражене у відсотках. Примітка 2. Рекомендовані вимоги до якості пивоварного ячменю за показником: екстрактивність, %, не менше: для 1 класу — 79,0, 2 класу — 77,0, установлюють у договорі (контракті) між постачальником і покупцем.					

Проби для аналізу зерна було взято на початку зберігання та перед підведенням підсумків роботи. Показники якості зерна представлені в табл. 3.7 та табл. 3.8.

Таблиця 3.7 – Показники якості зерна пшениці при зберіганні

Показник	За звичайних умов зберігання			В охолодженому стані		
	1 проба	2 проба	3 проба	1 проба	2 проба	3 проба
Натура, г/л,	778	780	780	778	782	783
Скловидність, %	37	36,5	37	37	37	37
Вологість, %	14,0	13,5	13,9	14,0	12,4	11,5
Зернова домішка, %	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
Смітна домішка, %,	1,8	1,9	2,0	1,8	1,8	1,8
Зіпсовані зерна, %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Сажкове зерно, %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Масова частка сирії клейковини, %	20	18	17,8	20	21	22
Якість клейковини: група	II	II	II	II	II	II
одиниць приладуВДК	86	84	80	86	86	90

Таблиця 3.8 – Показники якості зерна ячменю при зберіганні

Показник	За звичайних умов зберігання			В охолодженому стані		
	1 проба	2 проба	3 проба	1 проба	2 проба	3 проба
Колір	властивий	властивий	властивий	властивий	властивий	властивий
Натура, г/л	584	586	586	584	586	588
Вологість, %	14,0	13,5	13,8	14,0	13,0	11,8
Зернова домішка, %	2,8	3,0	3,0	2,8	3,0	3,0
Смітна домішка, %	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Зіпсовані зерна	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Сажкове зерно, %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Дрібні зерна, %	4,0	4,2	4,0	4,0	4,1	4,0

### 3.3 Обґрунтування режимів та параметрів систем для зберігання зернових продуктів в охолодженому стані

В Україні, крім традиційних, існують і більш нові технології зберігання зернових мас. В основних зерновиробничих районах країни під час збирання урожаю в короткі строки на елеватори та хлібоприймальні підприємства поступає велика кількість зерна з підвищеною вологістю, яке не є стійким при зберіганні.

Тривалий час основним способом створення стійких при зберіганні партій зерна було сушіння. Однак, не завжди доцільно сушити зерно в потоці, особливо коли одночасно приймаються партії від різних постачальників з різними показниками якості. Тому, для ефективної роботи

зернопереробних підприємств останнім часом застосовують удосконалення вже існуючих технологій зберігання зерна шляхом впровадження нових технологій зберігання з використанням активного вентилявання або хімічного консервування зернових мас, зберігання у регульованому газовому середовищі або застосуванням штучного холоду.

Для попередження псування зерна його можна консервувати за рахунок зниження температури. З цією метою зерно вентилюють охолодженим до  $+6...+8^{\circ}$  повітрям. Після чого воно, через його погану теплопровідність, нагріватиметься дуже повільно, і оброблений матеріал зможе успішно зберігатися впродовж декількох тижнів. При цьому тривалість зберігання зерна після охолодження буде тим більше, чим менше була його вологість.

Консервація зерна з використанням охолодження успішно застосовується для проміжного зберігання партій зерна перед сушкою, для довгострокового зберігання зерна вологість якого вже понижена до 14% і менш, а також у великих зерносховищах для попередження розмноження шкідників і боротьби з ними. Саме охолодження для створення сприятливих температурних режимів зберігання досягається шляхом вентилявання матеріалу. При цьому якщо для підсушування зерна зазвичай використовують підігріте повітря, то для охолодження – часто просто атмосферне.

У обох випадках досягається активний обмін теплом і вологою між повітрям і зерном. На початок вентиляції необхідно переконатися, що цей захід є доцільним в наявних погодних умовах, виходячи із стану зернової маси. Для цього, перш ніж почати, слід порівняти температуру і вологість повітря і зерна і прорахувати, яким чином проходитиме взаємодію. До вентиляції слід прибігати тільки при підтвердженні отримання позитивного ефекту, а саме зниження температури і вологості зернової маси. Також, ще до початку вентиляції необхідно точно прорахувати об'єм повітря для вентиляції і експозицію обробки. Це дозволяє попередити розшарування зерна в насипі за змістом вологи, з характерним пересушуванням нижніх

шарів і зволоженням верхніх, що відбувається при недостатньому вентиляванні малим об'ємом повітря. Але навіть успішна вентиляція ще не гарантує успіху збереження партії зерна впродовж усього часу знаходження в сховищі [11, 27, 29, 34].

Залежно від температури навколишнього середовища між вологістю зерна і відносною вологістю атмосферного повітря встановлюється рівноважний стан. Така залежність отримала назву «ізотерма сорбції». Оскільки зернівки злаків досить гігроскопічні, якщо до сухого зерна буде подаватися вологе повітря, то воно буде зволожуватися. У зв'язку з цим, провітрювання зерна некондиціонованим атмосферним повітрям можливе тільки при відповідних погодних умовах.

Для того, щоб обійти кліматичні обмеження, було розглянуто охолоджувач, який представляє собою систему непрямого охолодження. Така система потребує на 80% менше охолоджуючого агенту в порівнянні з аналогічними установками. Це досягається завдяки охолодженню етиленгліколю, який подається в охолоджуючий змієвик, через який приходять і охолоджується повітря.

Після того, як повітря пройде через охолоджуючий змієвик, воно повторно проходить через змієвик повторного нагріву. Цей процес забезпечує баланс відносної вологості охолодженого повітря і зерна [60].

Серед багатьох переваг (рис. 3.5):

- ефект сушіння при охолодженні зерна із вмістом вологи 15 % і більше; на кожні 10 °C зниження температури ефект сушіння складає 0,5 – 1,0 %;
- зменшення втрат при диханні зерна;
- усунення необхідності в хімічних речовинах для боротьби із шкідниками та проведення фумігації;
- тривале зберігання зерна з підвищеною вологістю без ризику зниження якості;
- низькі експлуатаційні витрати.



Охолодження в зерноскладі здійснюється наступним чином. Охолоджене повітря розподіляється всередині складу через систему повітропроводів у нижній частині сховища. Під час проходження охолодженого повітря вгору через зернову масу, температура зерна знижується до заданого значення. Оскільки зерно є гарним ізолятором, то після охолодження до низьких температур воно залишається охолодженим тривалий час.

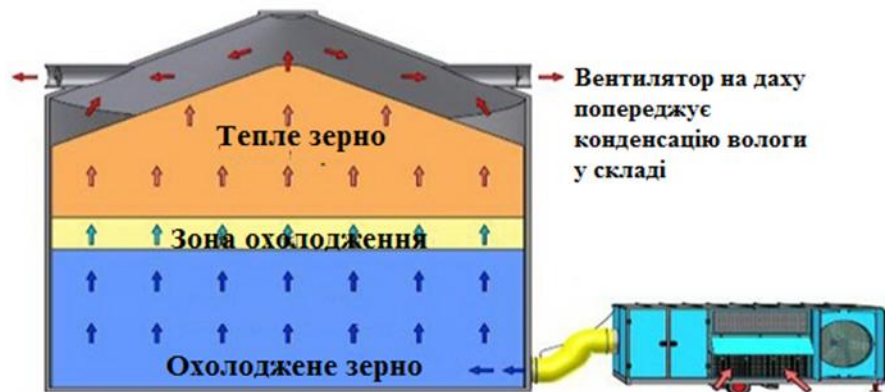


Рисунок 3.5 – Схема охолодження зернової маси у складі охолоджувачем

Охолоджувач повністю комп'ютеризований і готовий до експлуатації відразу після підключення до електромережі. Мобільні охолоджувачі мають 5-метровий гнучкий шланг для з'єднання охолоджувача, складу та зовнішнього датчика температури.

Для забезпечення проведення обробки зерна в стані газового середовища необхідно обладнання: герметичні силоси; система завантаження та вивантаження зерна; газостворююча станція з системами змішування газових компонентів; насосно-транспортна система введення газів для зберігання зерна безпосередньо в герметичні силоси. Рациональними режимами газового середовища слід рекомендувати суміш з 86% азоту, 1% кисню та 13% діоксиду вуглецю.

#### Висновки до розділу

1. На основі проведених досліджень встановлена ефективність застосування охолодження зернових мас штучним холодом. Для порівняння традиційної

технології зберігання зерна пшениці та ячменю, які використовуються на продовольчі цілі із запропонованою, проведені дослідження зміни вологості і температури, а також аналіз якості зерна.

2. Встановлено, що показники якості не погіршились при зберіганні. Слід відмітити, що маса сирої клейковини пшениці, яка знаходилася в охолодженому стані збільшилася в середньому на 2,5 %, а кількість одиниць вимірювача деформації клітковини – на 4 од. Також, на декілька одиниць збільшилася натурна маса зерна обох культур. Ці підвищення якості можна пояснити тим, що при швидкому охолодженні та стабільному стані вологості швидше відбулося післязбиральне дозрівання зерна.
3. Пророслого зерна та зараженості шкідниками хлібних запасів не було виявлено на протязі проведення досліджень. Згідно визначених показників якості, зерно пшениці озимої м'якої відповідає 3 класу і зерно ячменю продовольчого відповідає 2 класу.
4. Встановлені раціональності режими зберігання зерна в регульованому газовому середовищі, основні з них такі: 1% кисню, 13% діоксиду вуглецю, 86% азоту, що забезпечує властивості зерна з вологістю 17% протягом 60 діб.
5. Аналізуючи графіки залежності зміни вологості зерна від його температури можна зробити висновок, що зерно яке постійно перебуває в охолодженому стані є більш стабільним при зберіганні. Це дозволяє знизити затрати на зниження вологості, оскільки можна проводити охолодження один раз на місяць. За звичайних умов зберігання застосовують сушіння та активне вентилявання, але ці операції доводилося проводити відносно часто.

## 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Організація проведення досліджень

Розрахунки, пов'язані з економічними показниками ефективності зберігання зерна в охолодженому стані та регульованому середовищі повинні відобразити реальні витрати на зернопереробному виробництві.

Для сітьового графіка виконані наступний перелік робіт, на основі якого побудований сітьовий графік. Визначений критичний шлях та виконані розрахунки кошторису витрат на проведення експерименту.

Перелік передбачених робіт дослідження наведений у табл. 4.1.

Таблиця 4.1. – План проведення досліджень по очищенню і сушінню зерна

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт $t_{ij}$ , днів
1	2	3
1–2	Вибір направленості теми роботи	2
2–3	Обробка літературних джерел за визначеною темою по зберігання зерна в регульованому газовому середовищі та охолодженому стані	14
3–4	Планування досліджень та вибір методик для проведення аналізів по зберігання зерна в охолодженому стані	9
4–5	Проведення аналізу фізико – хімічних показників якості зерна перед зберіганням	7
4–6	Проведення аналізу на показники вологості і температури зерна	8
4–7	Проведення аналізу засміченості зерна до і після очищення сепаруванням	18

## Продовження табл. 4.1

1	2	3
4–8	Визначення впливу охолодження зерна на тривалість його зберігання	13
5–9	Обробка результатів лабораторних досліджень по всім факторам	10
5–10		
5–11		
6–12	Визначення порівняльних даних	8
7–13	Оформлення дипломної роботи та виконання презентаційних матеріалів та додатків	12

Відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітьовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 4.1).

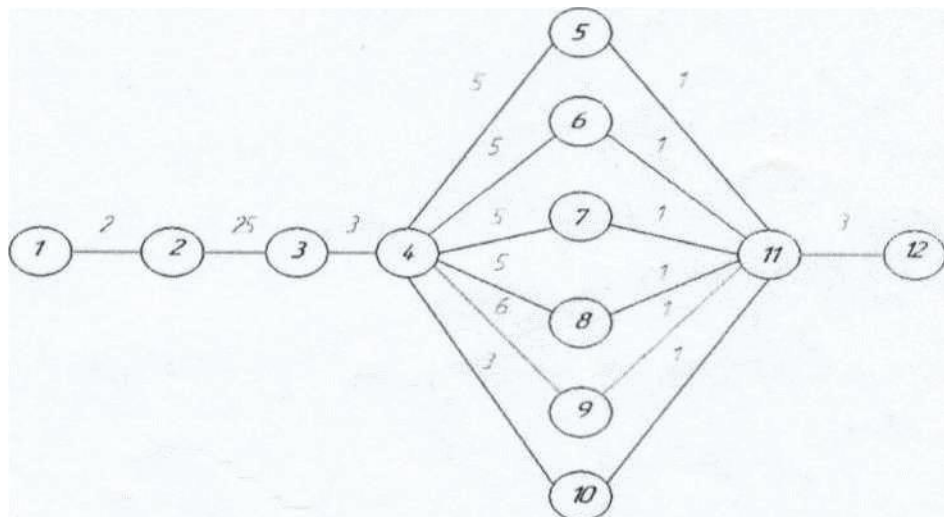


Рисунок 4.1 – Сітьовий графік проведення науково–дослідної роботи

З урахуванням схеми сітьового графіка знаходимо повний шлях –

тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої.

$$L^1_{1-2-4-5-11-12-8}=2+14+9+8+18 = 51;$$

$$L^2_{2-3-4-6-11-12}=2+14+9+8+18+10=61;$$

$$L^3_{1-2-3-12-13} = 2+18+17+9+6+10=62;$$

$$L^4_{1-2-3-11-12-13}=2+14+9+8+18+8=59;$$

$$L^5_{1-2-3-4-9-11-12}=2+14+8+18+10=52;$$

$$L^6_{1-2-3-4-10-12-13} = 2+18+8+18+10=56.$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. В даному випадку критичним є п'ятий шлях з тривалістю в 62 дні.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

- пізній термін здійснення події ( $T^n_1$ ) – різниця між критичним шляхом та максимальним шляхом від даної події до кінцевої;

- ранній термін здійснення події ( $T^p_1$ ) – найбільший шлях від початкової до і-тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху  $L_{кр} = 62$  дні.

Визначаємо резерв за формулою:

$$R_1 = T^n_1 - T^p_1, \quad (4.1)$$

де  $R_1$  – резерв шляху, днів;

$T^n_1$  – пізній термін здійснення події, днів;

$T^p_1$  – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку представлені у табл. 4.2.

Повний резерв часу роботи – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховують за формулою:

$$R^n_{ij} = T^n_j - T^n_i - t_{ij}, \quad (4.2)$$

де  $R_{ij}^n$  – повний резерв часу роботи, днів;

$t_{ij}$  – загальна тривалість роботи, днів.

Таблиця 4.2. – Терміни здійснення подій (ранній та пізній) і резерв шлях

Номер події	Ранній термін здійснення події $T_1^p$ дні	Пізній термін здійснення події $T_1^n$ . Дні	Резерв шляху $R_1$ , дні
1	1	0	1
2	2	2	2
3	18	16	2
4	21	24	0
5	33	31	2
6	27	30	1
7	30	31	1
8	25	30	3
9	24	26	0
10	24	26	4
11	32	30	0
12	62	62	0

Резерв часу вільний – це максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Його визначають по формулі:

$$R_y^b = T_j^p - T_i^n - t_{ij}, \quad (4.3)$$

де  $R_y^b$  – вільний резерв часу роботи, днів;

$T_i^n$  – пізній термін здійснення події, днів;

$T_j^p$  – ранній термін здійснення події, днів.

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє судити про те, наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви.

Коефіцієнт напруженості робіт розраховують за формулою:

$$K_{ij}^H = L_{\max ij} - t_{ij} / L_{kp} - t_{ij}, \quad (4.4)$$

де  $K_{ij}^H$  – довжина максимального шляху, що проходить через роботу;

$L_{кр}$  – довжина критичного шляху ( $L_{кр} = 62$  дні)

Результати розрахунків наведені у табл. 4.3.

Отже, використання мережевого планування допомагає правильно організувати дослідження, змоделювати, проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів. При складанні сіткового графіка потрібно прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення експерименту.

Таблиця 4.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

Шифр робіт i–j	Вільний резерв часу R <sub>бу</sub> дні	Повний резерв часу R <sub>пу</sub> ; ДНІ	Коефіцієнт Напруженості
1–2	2	3	0.00
2–3	14	17	0.10
3–4	32	3	0.70
4–5	32	2	0.63
4–6	29	4	0.84
4–7	29	4	0,70
4–8	33	4	0.69
4–9	33	3	0.78
4–10	30	2	0.64
5–11	30	1	0.73
6–11	30	4	0.73
7–11	29	1	0.71
8–11	29	2	0.71
9–11	29	1	0.71
10–11	30	1	0.68
11–12	62	2	1.00

Якщо проаналізувати отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що для виконання досліджень, передбачених планом, потрібно витратити 65 днів. Роботи критичного шляху слід виконувати своєчасно в

чітко встановлені строки остільки вони не мають резерву часу і їх коефіцієнт напруженості, при цьому, відповідає найбільшому значенню.

#### 4.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Проведення досліджень потребує витрат, які визначаються за допомогою кошторису витрат. До них входять: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_i \cdot C_i \quad . \quad (4.5)$$

де  $m_i$  – кількість витраченого  $i$ -го матеріалу;

$C_i$  – ціна одиниці  $i$ -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

№ з/П	Найменування, одиниці	Ціна за одиницю, грн.	Кількість	Сума, грн.
1	Кормова суміш, кг	50,0	20,0	1000,00
2	Електроенергія для теплоносія, кВт	3,72	120,0	464,4
Всього				1464.4

Допоміжний матеріал, який приймає участь у дослідженнях, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Результати розрахунку наведені в табл. 4.5.

Визначено загальну тривалість усієї роботи 62 доби, однак згідно методики, нами прийнято основна дослідницька робота по визначенню умов збереження зерна під дією холоду і під дією суміші газів, прийнято 25



людино-годин.

Таблиця 4.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Виконавець	Середньомісячний заробіток, грн.	Середньочасовий заробіток, грн.	Кількість людино-годин	Сума, грн.
дослідник	5200	26.1	25	652.5
Всього				652.5

Кошторис нарахувань на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % від єдиного податку. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = 625,5 \cdot 22 / 100 = 143,55 \text{ грн.}$$

Визначення затрат на електроенергію, яка витратилась визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (4.6)$$

де  $M$  – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

$K$  – коефіцієнт використання потужності ( $K = 0,9$ );

$T$  – час роботи на установці, год;

$a$  – тариф за електроенергію, грн./кВт/год.).

При проведенні дослідів застосовувались такі споживачі енергії:

- установка охолодження зерна
- сушильна шафа
- ваги аналітичні

Витрати енергії на термообробку сої дорівнюють:

$$E_1 = 5,2 \cdot 0,9 \cdot 29,5 \cdot 1,68 = 235,87 \text{ грн.}$$

Таким чином загальні затрати електроенергії  $E = 235,87$  грн.

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, розраховуємо за формулою:

$$A = \Phi \cdot H \cdot t / 100 \cdot 12 \quad (4.7)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн.;

$\Phi$  – вартість устаткування, грн.;

$H$  – річна норма амортизації, %;

$t$  – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

12 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Установка охолодження зерна	2800,00	20	30	46,6
Сушильна шафа	1400,00	20	30	23,3
Всього				69,9

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням та управлінням виробництвом. До них відносять: витрати на оплату праці обслуговуючого та адміністративно-управлінського персоналу. Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{417,6}{80} = 522 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	1464,4
Заробітна плата	652,5
Нарахування на заробітну плату	143,55
Електроенергія	235,87
Амортизація	69,9
Накладні витрати	522
<b>Всього</b>	<b>3088,22</b>

При аналізі отриманих даних видно, що найбільшими є витрати на основні матеріали та заробітну плату.

#### 4.3 Розрахунок вартості дослідження

Проведена науково–дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження і рентабельності:

$$Ц = C + (P \cdot C) / 100 \quad (4.8)$$

де  $C$  – вартість дослідження, грн.

$C$  – витрати на дослідження, грн.;

$P$  – нормативна рентабельність ( $P = 30$ ), %.

$$Ц = 3088,22 + (30 \cdot 3088,22 / 100) = 4014,6 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 4014,6 грн.

#### Висновки до розділу

1. Проведені дослідження, пов'язані з охолодженням зерна в процесі зберігання, показали, що був зроблений план проведення

досліджень створено сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 62 дні. Тривалість критичного шляху не перевищує попередньо визначений термін виконання досліджень, а отже, складений сітьовий графік можна вважати реальним.

2. Витрати по кошторису свідчать, що найбільшу долю загальних витрат займають витрати на основні матеріали, що використовувалися під час проведення дослідження – 1464,4 грн., що становить 47,4 % витрат на дослідження. З урахування 20% нормативної рентабельності вартість проведення досліджень становить 4016,6 грн.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Організація охорони праці на елеваторі зі зберіганням зерна в охолодженому стані та регульованому газовому середовищі.

Особливості протікання технологічних процесів зберігання зерна в охолодженому стані на спеціалізованих елеваторах дуже складні. Тому виробничі підрозділи мають як загальні так і індивідуальні небезпечні фактори, що впливають на якість збереження зерна. Але всі вони відносяться до категорії особливо небезпечних виробництв. Охороні праці на підприємстві приділяється досить багато уваги, тому що управління і контроль заходів з охорони праці на підприємстві досить складна і розгалужена, як і загальна структура функціональних взаємозв'язків. Працюючих всього 25 осіб. Особою, що відповідає за стан охорони праці по всьому підприємству є керівник підприємства, а організаційно-методичне керівництво охороною праці покладено на інженера з охорони праці, який підпорядковується тільки правлінню підприємства. На інженера з охорони праці покладені обов'язки по організації, виконанню та контролю заходів з охорони праці по всіх виробничих підрозділах.

Інженер з охорони праці контролює: дотримання чинного законодавства, міжгалузевих, галузевих та інших нормативних актів, виконання працівниками посадових інструкцій з питань охорони праці; виконання приписів органів державного нагляду, пропозицій та подань уповноважених трудових колективів і профспілок з питань охорони праці, використання за призначенням коштів фонду охорони праці; відповідність нормативним актам про охорону праці машин, механізмів, устаткування, транспортних засобів, технологічних процесів, засобів проти аварійного, колективного та індивідуального захисту працюючих; наявність технологічної документації на робочих місцях; своєчасне проведення навчання та інструктажів працюючих, атестації та переатестації з питань

безпеки праці посадових осіб та осіб, які виконують роботи підвищеної небезпеки, а також дотримання вимог безпеки при виконанні цих робіт; забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту, лікувально-профілактичним харчуванням, миючими засобами, санітарно-побутовими приміщеннями; організацію питного режиму, надання працівникам передбачених законодавством пільг і компенсацій, пов'язаних з важкими та шкідливими умовами праці / 2 /.

Керівники та спеціалісти основних структурних підрозділів, стосовно питань охорони праці мають своїми обов'язками:

- проведення первинного інструктажу працівникам всіх виробничих відділень;
- щоденний огляд стану технологічного обладнання всіх відділень та санітарного стану виробничих приміщень;
- забезпечення працівників відповідним спецодягом;
- контроль за наявністю та своєчасною зміною інструкцій з охорони праці на робочих місцях;
- контроль за зберіганням і приготуванням миючих засобів для обладнання;
- контроль стану засобів поліпшення умов праці (освітлення виробничих цехах, їх вентилявання та кондиціювання);
- контроль за станом системи аварійної сигналізації в цехах;
- контроль за станом та своєчасною перевіркою обладнання, що працює під високим тиском чи підвищених температурах (компресорні станції, парогенератори, і т.д.);
- організація доцільного графіку роботи операторів фасувальних автоматів, які мають монотонну роботу на конвеєрі;
- контроль за наявністю та належним станом електро - захисної апаратури та засобів;
- контроль за станом продуктових та енергетичних магістралей у виробничих відділеннях;
- організація найбільш ефективних маршрутів пересування в цехах

транспортних засобів і механізмів з метою забезпечення безпеки для працівників.

Працівники Юр'ївського елеватору повністю забезпечені засобами індивідуального захисту (спецодягом, взуттям, респіраторами, рукавицями, то що). У виробничих приміщеннях підприємства витримані всі необхідні санітарно-гігієнічні умови. В приміщенні де працюють люди параметри повітря відповідають ГОСТ 12.1.005-88. Концентрації шкідливих речовин в повітрі приміщень крупного цеху не перевищує гранично-допустимих норм. Освітленість виробничих і побутових приміщень відповідає вимогам СНиП II-4-79. Рівень шуму не перевищує норм, встановлених ГОСТ 12.1.003-83, СН 3223-85.

Фінансування охорони праці здійснюється за рахунок підприємства в обсяг 0,5 відсотка від фонду оплати праці.

## 5.2 Заходи безпеки праці при зберіганні зерна в охолодженому стані

### 5.2.1 Загальні положення

Робітники повинні знати і виконувати всі вимоги, що стосуються безпечних методів праці. Для цього на підприємствах з кожним прийнятим на роботу проводиться вступний інструктаж. Здійснює це головний інженер, його заступник або інженер з техніки безпеки. Вступний інструктаж висвітлює такі питання, як правила внутрішнього трудового розпорядку, небезпеки, пов'язані з знаходженням працівника на території, рухом транспорту, знаходженням в складських приміщеннях, прийомних пристроях, загальні правила електробезпеки, заходи пожежної безпеки, порядок використання санітарно-побутових приміщень, спецодягу, надання першої допомоги при нещасних випадках і т.д. Проведення ввідного інструктажу по техніці безпеки обов'язково відображається в особистих контрольних картках.

Крім ввідного, ще проводиться інструктаж на робочому місці. Роблять

це начальник цеху, майстер або керівник ділянки робіт. Під час інструктажу робочий повинен бути ознайомлений з технологічним процесом, правилами техніки безпеки та вибухової безпеки на даній ділянці роботи, з пристроєм машин і заходами безпеки щодо їх обслуговування, з призначенням і практичним застосуванням запобіжних пристроїв, з безпечним поводженням з електроустаткуванням. Робочого ознайомлюють з правилами поведінки у виробничих приміщеннях, з внутрішнім цеховим зв'язком і сигналами, з аспіраційними установками і необхідністю утримання їх в справному стані, правилами транспортування та перенесення вантажів, укладення штабелів і послідовністю їх розбору, неприпустимості загородження проходів та проїздів, з заходами безпеки при газації і дегазації виробничих і складських приміщень, з необхідністю підтримання санітарного стану на робочому місці.

#### 5.2.2 Вимоги безпеки перед початком роботи

Перевірити справність та одягти засоби індивідуального захисту (спецодяг, спецвзуття і ін.). У випадку змінної роботи з'явитися на робоче місце завчасно для прийняття зміни.

Оглянути (разом з робітником, якого він змінює, у випадку змінної роботи) робоче місце, переконатися: у справній роботі систем вентиляції, технологічного устаткування, комунікацій; справності контрольно-вимірювальних приладів, засобів блокування і сигналізації; наявності та справності засобів пожежогасіння, колективного захисту; в належному рівні освітлення і ін. При безперервній роботі - перевірити режим роботи устаткування (хід технологічного процесу) / 1 /.

Перевірити наявність необхідної кількості сировини, напівфабрикатів, матеріалів, тари, транспортних засобів і ін. На робочому місці апаратника повинні знаходитися тільки необхідні для ведення технологічного процесу сировина, матеріали, тара і ін. Заслухати інформацію працівника, якого він змінює, про недоліки і зауваження стосовно роботи устаткування, приладів і ін. При йнятті зміну за встановленим на підприємстві порядком.



При виявленні в процесі огляду не справності і порушень сповістити безпосереднього керівника і не приступати до роботи (не приймати зміну) до усунення виявлених порушень, якщо ці порушення унеможливають безпечне і безаварійне ведення технологічного процесу.

### 5.2.3 Вимоги безпеки під час виконання робіт

При зберіганні зерна використовують обладнання яке має обертові або рухомі частини. Швидкість обертання роторів та частота коливань сепараторів велика. Така швидкість обертання викликає необхідність ретельно їх балансувати. Якщо ротор дробарки не збалансований, то дробарка працює з вібрацією і характерним шумом. Вібрація машини шкідливо відображається на перекриттях, але, найголовніше, це може привести до аварії і нещасного випадку.

Для виключення можливості розриву при обрушенні продукту конуси над дозаторних бункерів і патрубки над дозаторами повинні мати підвищену міцність. Необхідно, щоб клапани для відбору проб були добре відрегульовані і перемикалися без особливих зусиль обслуговуючого персоналу. Необхідно передбачити надійну огорожу всіх з'єднань важелів дозаторів, храпових механізмів, приводів, ремінних і ланцюгових передач, кінців і вільних ділянок валів, що обертаються. Дозатори повинні бути герметичні, не допускати запилення. На ділянках приготування сумішей мікродобавок для кукурудзяних паличок необхідно роботу з солями мікроелементів і вітамінами проводити в ізольованих приміщеннях, у витяжній шафі із застосуванням індивідуальних засобів захисту. У цих приміщеннях забороняється їсти, пити, оскільки деякі мікродобавки, потрапивши в організм людини, можуть викликати на нього шкідливу дію / 1 /.

Устаткування для зважування, очищення і змішування повинні бути загерметизовані, мати аспірацію, що виключає пиловиділення з мікродробарок, просіювачів, змішувачів і механізмів, що транспортують зернові матеріали. Не можна допускати попадання частин тари в продукцію.

#### 5.2.4 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Характерні для переробних виробництв ознаки аварійних ситуацій наступні:

- тимчасова зупинка технологічного процесу внаслідок спрацювання автоматичних захисних блокування;
- небезпечний режим роботи устаткування - вихід за межі допустимих значень параметрів (тиску, температури, швидкості руху, рівня і т.п.) технологічного процесу, що може призвести до аварійного стану;
- утворення вибухонебезпечного середовища в приміщенні;
- розгерметизація технологічного устаткування, трубопроводів, тари і ін. з проникненням продуктів, їх пари, пилу у виробниче та зовнішнє середовище;
- наявність джерел запалювання в апаратурі та поза устаткуванням;
- загоряння технологічного устаткування, трубопроводів, продуктів, та ін.;

У випадку виникнення аварійної ситуації робітник повинен негайно повідомити про те, що сталося, безпосереднього керівника та діяти у відповідності з вказаними у розділі "Безпечна експлуатація виробництва" (технологічного регламенту для даного виробництва) діями щодо їх усунення, а також у відповідності з Планом локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій / 3 /.

У випадку виникнення пожежі робітник повинен припинити роботу, знеструмити електрообладнання, негайно розпочати гасіння пожежі наявними засобами пожежогасіння, діючи у відповідності з вимогами інструкції з пожежної безпеки підприємства. У випадку травмування потерпілому необхідно надати першу долікарську допомогу (до прибуття швидкої медичної допомоги).

#### 5.2.5 Вимоги безпеки після завершення роботи

Прибрати робоче місце. У випадку змінної роботи не залишати працююче устаткування до прибуття змінника і прийняття ним зміни. Здати зміну установленому порядку, повідомивши змінника про всі недоліки і

зауваження, стосовно роботи устаткування, приладів і ін. та надавши іншу, необхідну для забезпечення подальшої безпечної роботи, інформацію.

Прибрати спецодяг і інші засоби індивідуального захисту, які використовувалися в процесі роботи, у відведене для цього місце.

Повідомити безпосереднього керівника про всі недоліки, які мали місце під час роботи.

### 5.3 Аналіз виробничого травматизму на елеваторі

Загалом по підприємству найбільша доля нещасних випадків припадає на приймальні та зерноочисні відділення всіх виробничих підрозділів (65 %), далі йдуть ремонтно-механічний цех та транспортна дільниця. Оскільки в даному проекті розглядається тільки цех з виробництва кукурудзяних пластівців, то здійснимо аналіз виробничого травматизму тільки для нього.

В зерноочисному відділенні за останні п'ять років виникла невелика кількість нещасних випадків з тимчасовою втратою працездатності та без неї (табл. 5.1). Це пов'язане з високим ступенем механізації робіт в цеху та дотримання працівниками заходів з охорони праці. Основними чинниками, які призводили до виникнення нещасного випадку є обертові робочі органи машин, підвищена запиленість деяких ділянок цеху, надмірний шум та вібрація, підвищена температура, недостатня освітленість робочих місць.

Таблиця 5.1 – Статистичні показники виробничого травматизму

Показники	2018	2019	2020
Кількість робітників цеху	23	24	25
Кількість нещасних випадків	1	1	0
Кількість днів втрати працездатності	9	12	0

Проведемо розрахунок основних показників виробничого травматизму по підприємству, згідно статистичних даних за останні п'ять років (табл. 5.1).

Коефіцієнти частоти, тяжкості та втрати робочого часу визначимо за статистичними методами аналізу виробничого травматизму.

Коефіцієнт частоти нещасних випадків визначаємо за формулою:

$$K_{\text{ч}} = (n / P) \cdot 1000, \quad (5.1)$$

де  $n$  – кількість нещасних випадків;

$P$  – кількість робітників в цеху.

Тоді по роках коефіцієнт частоти буде становити:

$$K_{\text{ч.2010}} = (1/25) \cdot 1000 = 40$$

$$K_{\text{ч.2011}} = (1/24) \cdot 1000 = 41,6$$

Коефіцієнт тяжкості визначаємо за формулою:

$$K_{\text{т}} = D/n, \quad (5.2)$$

де  $D$  – кількість днів втрати працездатності.

По роках цей коефіцієнт становитиме:

$$K_{\text{т.2017}} = 9/1 = 9$$

$$K_{\text{т.2018}} = 12/1 = 12$$

Коефіцієнт втрати робочого часу визначаємо за формулою:

$$K_{\text{п}} = (D/P) \cdot 1000 \quad (5.3)$$

а по роках:

$$K_{П.2017} = (9 \setminus 23) \cdot 1000 = 391,3$$

$$K_{П.2018} = (12 \setminus 24) \cdot 1000 = 500,0$$

Результати розрахунку показників виробничого травматизму по підприємству за останні п'ять років наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Показники виробничого травматизму

Показники	2018	2019	2020
Коефіцієнт частоти	40,0	41,6	0
Коефіцієнт тяжкості	9,0	12,0	0
Коефіцієнт втрати робочого часу	391,3	500,0	0

Як видно з аналізу, найбільші коефіцієнти частоти та втрати робочого часу спостерігались у 2019 році, коли зменшилась кількість робітників в цеху, а загалом ситуація з виробничим травматизмом досить стабільна, і на рік трапляються лише кілька нещасних випадків не пов'язаних з сильними ушкодженнями та втратою працездатності лише на кілька днів або взагалі без втрати працездатності.

#### 5.4 Розрахунок захисного заземлення машин і обладнання виробничої лінії цеху

Для забезпечення належного заземлення машин і обладнання виробничої лінії цеху зі збереженням зерна в охолодженому стані проведемо його розрахункову перевірку.

Відомо, що обладнання цеху заземлене. Заземлювач виконаний рядно з чотирьох розташованих на відстані 2 м одна від одної та заглиблених на 0,5 м нижче рівня землі сталевих труб діаметром 25,4 мм і довжиною по 2 м кожна. Заземлюючі труби з'єднані між собою сталевією половою шириною 0,04 м, яка також заведена до виробничого приміщення та закріплена уздовж обладнання лінії на стіні. Неструмоведачі частини машин і обладнання, що можуть опинитись під дією електричного струму з'єднані зі сталевією половою магістралі заземлення заізолюваним мідним дротом з перерізом 3 мм<sup>2</sup>. З'єднання дроту з половою виконане через болтове з'єднання.

Визначаємо розрахунковий опір землі за формулою [11]:

$$R_{pz} = \phi \cdot \rho_{\text{сер}}, \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad (5.4)$$

де  $\phi$  – коефіцієнт сезонності, який враховує можливі коливання питомого опору землі при зміні вологості ґрунту протягом року (згідно [11]  $\phi = 1,3$ );

$\rho_{\text{сер}}$  – середній ПИТОМИЙ опір ґрунту (ЗГІДНО [11] для глинистої землі  $\rho_{\text{сер}} = 60 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ ), Ом·м.

$$R_{pz} = 1,3 \cdot 60 = 78 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Визначаємо опір розтіканню струму в землі одного вертикального заземлювача за формулою [11]:

$$R_{\text{в}} = \frac{R_{pz}}{1 + (2L \sqrt{1 + (4t+L)^{-1}})}, \text{ Ом} \quad (5.5)$$

де  $L$  – довжина заземлювача ( $L = 2 \text{ м}$ ), м;

$d$  – діаметр заземлювача ( $d = 0,0254 \text{ м}$ ), м;

$t$  – відстань від поверхні землі до середини заземлювача ( $t = L/2 + h = 2/2 + 0,5 = 1,5 \text{ м}$ ), м.

$$R_R = \frac{\rho \cdot L}{S} \text{ Ом}$$

Визначаємо загальну довжину горизонтального заземлювача, що з'єднає вертикальні заземлювачі по формулі [11]:

$$L_{\Gamma} = a \cdot (n - 1), \text{ м} \quad (5.6)$$

де  $a$  – відстань між вертикальними заземлювачами ( $a = 2$  м), м;

$n$  – кількість вертикальних заземлювачів ( $n = 5$  шт.), шт.

$$L_{\Gamma} = 2 \cdot (5 - 1) = 8 \text{ м}$$

Визначаємо опір горизонтального заземлювача за формулою [11]:

$$R_{\Gamma} = \left( \frac{\rho}{b} \right) \cdot \ln \left| \frac{L_{\Gamma}}{4h} \right|, \text{ Ом} \quad (5.7)$$

де  $b$  – ширина стрічкової сталі, з якої виконано горизонтальний заземлювач ( $b = 0,04$  м), м;

$h$  – глибина розташування горизонтального заземлювача ( $h = 0,5$  м), м.

$$R_{\Gamma} = \left( \frac{0,0175}{0,04} \right) \cdot \ln \left| \frac{8}{4 \cdot 0,5} \right| = 17,15 \text{ Ом}$$

Обчислюємо загальний опір заземлюючого пристрою за формулою [11]:

$$R_{\Sigma} = \frac{R_{\Gamma}}{\eta_{\Gamma}}, \text{ Ом} \quad (5.8)$$

де  $\eta_R$ ,  $\eta_{\Gamma}$  – відповідно коефіцієнти використання вертикального та горизонтального заземлювача (згідно [11]  $\eta_R = 0,74$  та  $\eta_{\Gamma} = 0,77$ ).

$$R_3 = \frac{1}{\frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15} + \frac{1}{15}} = 3,6 \text{ Ом}$$

Для винесення висновку про відповідність виконаного заземлення у виробничому цеху порівнюємо одержане розрахункове значення опору штучного заземлення з нормативним:

$$R_3 \leq R_0;$$

$$R_0 \leq 4 \text{ Ом};$$

$$R_3 < 4 \text{ Ом}.$$

Виконання штучного заземлення у виробничому цеху відповідає нормам.

### 5.5 Заходи з поліпшення умов праці

Так як в проектованому цеху встановлена велика кількість обладнання, що аспірується і на якому встановлено вентилятори, які охолоджують зерно, що створюють досить значний шум та вібрації, то боротьба з цими чинниками є досить актуальною для цього підприємства. Зменшення шуму та вібрацій на підприємстві дозволить покращити умови праці, підвищити її продуктивність та зменшити ризик виробничого травматизму.

Для захисту робітників від впливу шуму встановлені допустимі норми звукового тиску в октавних полосах (тобто ділянках діапазону частот, для яких відношення верхніх частот до нижніх дорівнює 2) ГОСТ 12.1.003 – 83 «Шум. Общие технические требования».

На основі проведеного аналізу та виявлених недоліків охорони праці на Юр'ївського елеватору рекомендуємо наступні заходи поліпшення умов праці:

- здійснення конструктивних рішень та заходів, що забезпечують на діючому устаткуванні виключення або зниження до регламентованих рівнів шуму, вібрації, випромінювань та інших факторів.



- упровадження устаткування та пристроїв, які забезпечують застосування безпечної напруги до 12 В — у приміщеннях особливо небезпечних та до 42 В — у приміщеннях із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом;
- заходи щодо розширення, реконструкції санітарно-побутових приміщень, їх додаткове обладнання;
- улаштування кабінетів і куточків з охорони праці.

### 5.6 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Як свідчить аналіз надзвичайних ситуацій за останні 5-8 років, значна кількість різноманітних надзвичайних ситуацій виникає на об'єктовому рівні.

Від ефективності розроблення та впровадження в життя заходів із запобігання та ліквідації надзвичайної ситуації в разі її виникнення залежатиме життя та здоров'я персоналу та відвідувачів цих підприємств і розміри заподіяної шкоди / 3 /.

Відповідно до Кодексу цивільного захисту України, підготовка персоналу на підприємствах незалежно від форм власності до дій у надзвичайних ситуаціях здійснюється за спеціально розробленою схемою заходів захисту населення та територій.

Для великих і малих підприємств система заходів захисту від надзвичайних ситуацій включає:

- планування та здійснення необхідних заходів для захисту своїх працівників, об'єктів господарювання;
- розроблення планів локалізації та ліквідації аварій з подальшим погодженням з Державною службою України з надзвичайних ситуацій;
- підтримання у готовності до застосування сил і засобів із запобігання виникненню та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- створення та підтримання матеріальних резервів для попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій;

- забезпечення своєчасного оповіщення своїх працівників про загрозу виникнення або при виникненні надзвичайної ситуації.

Основною особливістю дій харчових підприємств при загрозі або виникненні надзвичайних ситуацій є в першу чергу захист персоналу та відвідувачів, Розроблена інструкція що до дій працівників в надзвичайних ситуаціях не повинна суперечити положенням та вимогам Кодексу цивільного захисту України. Крім Інструкції, на підприємстві розробляється План евакуації при пожежі або загрозі вибуху. Крім того, на підприємстві необхідно розробляти й доводити до всіх працівників Порядок цілодобового оповіщення керівництва та працівників у випадку загрози або виникнення надзвичайної ситуації.

Всі працівники підприємства повинні бути навчені діям, чітко знати свої обов'язки та неухильно їх виконувати. Це також стосується адміністрації підприємства, яка в екстремальній обстановці не може приймати помилкові рішення або віддавати необґрунтовані розпорядження.

#### Висновки до розділу

У цьому розділі дипломної роботи виконано:

1. Аналіз стану охорони праці на Юр'ївському елеваторі Дніпропетровської області дозволив визначити реальні недоліки та порушення стану охорони праці.
2. Проведено аналіз виробничого травматизму за останні три роки роботи елеватора і на цій основі розроблено заходи з поліпшення охорони праці на підприємстві.
3. Проведено розрахунок необхідної механічної витяжної вентиляції з проектуванням розміщення повітропроводів для видалення надмірної кількості пилу, тепла та вологи у повітрі, яка виникає при транспортуванні і пересипанні зерна.
4. Проведено перевірочний розрахунок існуючих засобів заземлення виробничого цеху.

Ці заходи спрямовані на поліпшення умов праці та стану охорони праці.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даній роботі проводилися дослідження ефективності застосування охолодження зернових мас штучним холодом. Для порівняння традиційної технології зберігання зерна пшениці та ячменю, які використовуються на продовольчі цілі із запропонованою, було проведено дослідження зміни вологості і температури, а також аналіз якості зерна.

1. Показники якості суттєво не змінилися при зберіганні. Можна відмітити, що маса сирієї клейковини пшениці, яка знаходилася в охолодженому стані збільшилася в середньому збільшилася на 2,5 %, а кількість одиниць приладу ВДК – на 4 од. Також, на декілька одиниць збільшилася натурна маса зерна обох культур.

2. Підвищення якості зберігання можна пояснити тим, що при швидкому охолодженні та стабільному стані вологості швидше відбулося післязбиральне дозрівання зерна. Пророслого зерна та зараженості шкідниками хлібних запасів не було виявлено на протязі проведення досліджень. Згідно визначених показників якості, зерно пшениці озимої м'якої відповідає 3 класу і зерно ячменю продовольчого відповідає 2 класу.

3. Аналізуючи графіки залежності зміни вологості зерна від його температури можна зробити висновок, що зерно яке постійно перебуває в охолодженому стані є більш стабільним при зберіганні. Це дозволяє знизити затрати на зниження вологості, оскільки можна проводити охолодження один раз на місяць. За звичайних умов зберігання застосовують сушіння та активне вентилявання, але ці операції доводилося проводити відносно часто.

4. Найбільш оптимальним вирішенням питання тривалого зберігання зерна в умовах досліджуваного підприємства є зберігання зернових мас за допомогою пересувної охолоджувальної установки.

5. Результати зберігання зерна в регульованому газовому середовищі показали, що раціональними режимами газової суміші слід рекомендувати для підприємств: 86% азоту, 1% кисню, 13% діоксиду вуглецю.

6. Обладнання, необхідне для зберігання зерна в регульованому середовищі складається з основних одиниць герметичних силосів, станції підготовки газового середовища та системи транспортування газової суміші безпосередньо в силоси.

7. В результаті впровадження охолоджувача виробничим пристроєм до технологічної лінії зберігання зерна прибуток підприємства складатиме до 300 тис. грн. при капітальних вкладеннях близько 170 тис. грн. При цьому термін окупності капітальних вкладень складе 0,6 року.

8. Приведені вимоги охорони праці щодо проведення взяття проб та вимірювання температури у механізованих складах підприємства, а також проведення досліджень з визначення якості зерна в умовах лабораторії.

9. Результати досліджень по зберіганню зерна в охолодженому стані дозволяють рекомендувати елеваторам та хлібо-приймальним пунктам використовувати таку технологію для підвищення якості зберігання і зменшення витрат на одиницю продукції.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анисимова Л. В. Проектирование элеваторов: учеб. пособ./ Л. В. Анисимова. – Барнаул: Алт ГТУ, 2004.–167 с.
2. Арынгазин К.Ш. Технология элеваторной промышленности / К.Ш. Арынгазин, Л.М. Сарлыбаева, А.Т. Глеубай – Павлодар, 2006. – 60 с.
3. Беликов А. С. Основы охраны труда: учебник для студентов высших учебных заведений Украины III–IV уровней аккредитации / А. С. Беликов, Н. Ю. Шлыков, Е. В. Рабич. – Днепропетровск. «Журфонд», 2007 – 494 с.
4. Богомолов В. О. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних і харчових підприємств: Навчальний посібник / О. В. Богомолов, П. В. Гурський, В. П. Богомоллова. – Х.: Еспада, 2005. – 432 с.
5. Бутковский В. А. Технология зерноперерабатывающих производств / В. А. Бутковский, А. И. Мерко, Е. М. Мельников. - М.: Интеграф сервис, 1999. - 472 с.
6. Вобликов Е. М. Технология элеваторной промышленности / Е. М. Вобликов. – М.: Лань, 2010.
7. Вобликов Е.М., Буханцов В.А. и др. послеуборочная обработка и хранение зерна / Е.М. Вобликов, В.А. Буханцов, Б.К. Маратов, А.С. Прокопец. – Ростов-на-Дону: МарТ, 2001. – 229 с.
8. Галицкий Р. Р. Оборудование зерноперерабатывающих предприятий. 3-е изд., перераб. и доп. / Р. Р. Галицкий – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.
9. Ганиев М.М. Вредители и болезни зерна и зернопродуктов при хранении / М.М. Ганиев. – М.: Колос, 2009. – 208 с.
10. Гинзбург А. В. Технология подготовки зерна к хранению. Изд. 2-е, перераб. и доп / А. В. Гинзбург. – М.: Колос, 1969. – 265с.
11. Горелова Е.И. Основы хранения зерна / Е.И. Горелова – М.: Агропромиздат, 1986. – 136 с., ил. – ( Учебники и учеб. пособия для подготовки кадров массовых профессий).

12. Дашевский В.И., Зкладный Г.А., Шатилова Т.И. Хранение зерна / Под ред. Н.П. Козьминой – М.: Колос, 1975. – 424 с.
13. Демский А. Б. – Оборудование для производства муки и крупы. / А. Б. Демский, М. А. Борискин – СПб, Изд-во «Профессия», 2000. – 624 с.
14. Донской С.В. Экономика хранения и переработки зерна – М.: Колос, 1981. – 355 с.
15. Егоров Г.А. Технология муки . технология крупы. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: КолосС, 2005. – 296 с.: ил. – (Учебники и учеб. Пособия для студентов высш. учеб. заведений).
16. Жемела Г.П. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва / Г.П. Жемела, В.І. Шемавнъов, М.М. Марени, О.М. Олексюк – Д.: ДДАУ, 2005. – 248 с.
17. Жидецкий В.Ц. Основы охорони праці. Підручник./ В.Ц.Жидецкий – Львів: Афіша, 2004 – 248 с.
18. Иванова В. В. Економіка підприємства: навч. посіб. / В. В. Иванова. – Львів: Новий світ-2000, 2012. – 439 с.
19. Карасюк И. М. Справочник по зерновым культурам: науч. пособ. / И. М. Карасюк. – Киев: Урожай, 1991. – 310 с.
20. Кобець А.С., Чурсінов Ю.О. та ін. Машини і обладнання для зберігання та переробки зерна / А.С.Кобець, Ю.О.Чурсінов, С.А.Черних, М.П. Сабадаш, Н.В.Грекова, В.П. Канунніков – Дніпропетровськ: ДДАУ, 2014. – 614 с.
21. Кравчук А. М. Методичні рекомендації до написання розділу “Охорона праці” в дипломних проектах студентів інженерно-технологічного факультету, за напрямком підготовки: 0517 «Харчова промисловість та переробка сільськогосподарської», (ОКР Бакалавр). / А. М. Кравчук - Дніпропетр. держ. агр. ун-т. Дніпро, 2017 – 12 с.
22. Красников В. В. – Подъемно-транспортные машины. 3-е изд., перераб. и доп. / В. В. Красников – М.: Колос, 1981. – 263 с.

23. Краснощекова Г.А., Редькина Т.В. Экономика, организация и планирование на предприятиях хранения и переработки зерна. М.: ВО «Агропромиздат», 1991. – 412 с.
24. Кузнецова Л.М., Черкасова Г.П. Количественно-качественный учет зерна и зернопродуктов / Л.М. Кузнецова, Г.П. Черкасова. – М.: ДеЛи принт, 2011 – 260 с.
25. Куликов В. Н. Оборудование предприятий элеваторной и зерноперерабатывающей промышленности / В. Н. Куликов, М. Е. Миловидов. / - М.: Агропромиздат, 1991. – 383 с.
26. Лебедев В.Б. Промышленная обработка и хранение семян / В.Б. Лебедев – М.: Агропромиздат, 1991. – 255 с.
27. Луковкин А. В. Охрана труда / А. В. Луковкин, П. И. Милько. - М.: Агропромиздат, 1990. – 290с.
28. Мальківський А.Я. Технологія зберігання і переробки сільськогосподарської продукції / А.Я. Мальківський, Л.Ф. Скалецька, Г.І. Подпряттов. – Ніжин, 1998. – 384 с.
29. Мачихина Л.И. Научные основы продовольственной безопасности зерна (хранение и переработка). М.: ДеЛи принт, 2007. – 382 с.
30. Мельник Б. Е. Производство зернового сырья на элеваторах / Б. Е. Мельник, В. Б. Лебедев, Н. И. Малин – М.: Колос, 1996. 496с.
31. Мерко И. Т. Проектирование зерноперерабатывающих предприятий с основами САПР / И. Т. Мерко, Н. Е. Погирной и др. – М.: Агропромиздат, 1989. – 367с.
32. Нелеп В.М. Планування на аграрному підприємстві. К. – КНЕУ, 2000. – 372 с.
33. Осокіна Н.М. Технологія зберігання та переробки зерна./ Н.М. Осокіна, О.П. Герасимчук, Н.П. Матвієнко – Умань: 2012. – 317 с.
34. Павлюченков А.К. Экономика промышленности по хранению и переработке зерна. – М.: Колос, 1983.



35. Подпратов Г.І. Зберігання і переробка продукції рослинництва / Г.І. Подпратов, Л.Ф. Скалецька, А.М. Сеньков. – К.: Мета, 2002. – 495 с.
36. Покропивний С.Ф. Економіка підприємства. Том 1.2. К.: Хвиля – прес, 1995. – 480 с.
37. Салуй И. П. Зерно и его хранение / И. П. Салуй и др. – М.: Экономика, 1967. – 380с.
38. Смирнова Т.А., Кострова Е.И. Микробиология зерна и продуктов его переработки: Учеб. пособие для вузов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 159 с., ил. – (Учебники и учеб. Пособия для студентов высш. учеб. заведений).
39. Соколов А. Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна / А. Я. Соколов. – М.: Колос, 1984. – 436 с.
40. Тарасов В. П. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна / В. П. Тарасов, В. Л. Злочевський. – Барнаул: АлтГТУ, 2005. – 29 с.
41. Ткаченко В. П. – Методичні вказівки з дисципліни «Менеджмент підприємств галузі з основами підприємництва» для студентів денної форми навчання факультету механізації сільського господарства / В. П. Ткаченко – Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, 2015-48 с.
42. Трисвятский Л.А., Шатилов И.С. Товароведение зерна и продуктов его переработки / Л.А. Трисвятский, И.С. Шатилов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1992. – 430 с.
43. Трисвятский Л.А. Хранение зерна / Л.А. Трисвятский. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
44. Трисвятский Л.А., Лесик Б.В., Курдина В.Н. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов / Л.А. Трисвятский, Б.В. Лесик, В.Н. Курдина – М.: Агропромиздат, 1991. – 415 с.
45. Фейденгольд В.Б. Меры борьбы с потерями зерна при заготовках, послеуборочной обработке и хранении на элеваторах и хлебоприемных предприятиях / В.Б. Фейденгольд – М.: ДеЛи принт, 2007. – 320 с.

46. Филин В.М. Оценка качества зерна крупяных культур на малых предприятиях / В.М. Филин. – М.: ДеЛи принт, 2003. – 168 с.
47. Цециновский В.Н., Птушкин Г.Е. Технологическое оборудование зерноперерабатывающих предприятий. / В.Н. Цециновский, Г.Е. Птушкин – М.: Колос, 1976 – 368 с.
48. Чурсінов Ю.О. Системи та засоби захисту зернових запасів: Навч. Посібник / Ю.О. Чурсінов, С.А. Черних, В.С. Кошулько – Дніпропетровськ: ДДАУ, 2009. – 304 с.
49. Юдаев Н. В. Элеваторы, склады, зерносушилки / Н. В. Юдаев – ГИОРД, 2008. – 128 с.
50. ДСТУ 3768: 2010. Пшениця. Технічні умови
51. ДСТУ-3769-98. Ячмінь. Технічні умови.
52. ГОСТ 13586.3 – 83. Зерно. Правила приемки и методы отбора проб.
53. *ГОСТ 30483-97 Зерно*. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности; содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-черепашкой; содержание металломагнитной примеси.
54. ГОСТ 13586.5 – 93. Метод определения влажности.
55. ГОСТ 10840 – 64. Зерно. Метод определения натурной массы.
56. ГОСТ 10987 – 76. Методы определения стекловидности
57. *ГОСТ 13586.4-83. Зерно*. Методы определения зараженности и поврежденности вредителями.
58. ГОСТ 13586.1 – 68. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице.
59. <http://www2.tornum.com/ru/>.
60. <http://www.zerno-ua.com/journals/2011/fevral-2011-god>.

# ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного  
Український проект бізнес-розвитку плодоовочівництва  
Громадська організація "Інтеркультурне гастрономічне коло"



## НОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННІ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ, ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

Матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції

24 листопада 2020 року

UHBDR  
agro MEDIA  
Міжнародна Українська Організація  
Canada

Мелітополь

## МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного



Український проєкт бізнес-розвитку плодоовочівництва



Громадська організація «Інтеркультурне гастрономічне коло»



Кафедра обладнання  
переробних і харчових  
виробництв імені  
професора  
Ф.Ю. Ялпачика



Кафедра харчових  
технологій та готельно-  
ресторанної справи

## НОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННІ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ, ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

### *Матеріали*

*міжнародної науково-практичної інтернет-конференції*

*24 листопада 2020 року*

Мелітополь  
2020

УДК [640.4+664].001.76

T 13

**Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв:** міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. – Мелітополь : ТДАТУ, 2020. – 286 с.

У матеріалах міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Новація в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв», організованої Таврійським державним агротехнологічним університетом імені Дмитра Моторного, розглянуто проблеми та перспективи розвитку обладнання харчових виробництв, інноваційні підходи та креативні рішення у формуванні технічного оснащення підприємств готельно-ресторанної індустрії, питання вдосконалення процесів і технологій переробки сільськогосподарської сировини.

Збірник розрахований на наукових та практичних працівників, викладачів вищої школи, аспірантів, магістрантів та студентів закладів вищої освіти, що здійснюють підготовку фахівців для харчової та переробної промисловості, торгівлі, ресторанного, готельного та туристичного господарств.

Відповідальність за зміст наданих матеріалів, точність наведених даних та відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

**Редакційна колегія:** *Кюрчев В.М.*, д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, ректор Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного; *Надикто В.Т.*, д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності ТДАТУ; *Самойчук К.О.*, д.т.н., доц., завідувач кафедри обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф.Ю. Ялпачика ТДАТУ; *Прісс О.П.*, д.т.н., проф., завідувач кафедри харчових технологій та готельно-ресторанної справи ТДАТУ; *Кюрчев С.В.*, д.т.н., проф. кафедри технології конструкційних матеріалів, декан механіко-технологічного факультету ТДАТУ; *Іванова І.Є.*, к.т.н., доцент кафедри плодоовочівництва, виноградарства і біохімії, декан факультету агротехнологій та екології ТДАТУ; *Ялпачик В.Ф.*, д.т.н., проф. кафедри обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф.Ю. Ялпачика ТДАТУ

*Адреси для листування:*

*72310, Україна, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18*

*E-mail: [ophv@tsatu.edu.ua](mailto:ophv@tsatu.edu.ua)*

*Сайт конференції: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/mizhnarodna-naukovo-praktychna-internet-konferencija/>*

© Автори тез, включені до збірника, 2020

© Таврійський державний агротехнологічний університету імені Дмитра Моторного, 2020

## ЗМІСТ

стор.

**СЕКЦІЯ 1. ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ  
ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ**

<i>1. Науменко О.П., Зубенко А.В., Науменко О.О., Прокопенко Ю.Є.</i> Доцільність створення мобільного модулю переробки фруктово-овочевої сировини у сухий напівфабрикат	9
<i>2. Самойчук К.О., Паляничка Н.О.</i> Комп'ютерне моделювання при дослідженні процесу гомогенізації молока	12
<i>3. Лубешко А.О., Литвиненко О.А.</i> Перспективне обладнання для деалкоголізації пива	15
<i>4. Стадник І.Я., Пилипець О.М., Коломісць О.М.</i> Вплив невідомих значень дії сил тертя на розрахунок потужності змішування	17
<i>5. Доценко Н.А., Горбенко О.А., Бацуровська І.В.</i> Аналіз тенденцій розвитку процесу віджимання рослинної олії	21
<i>6. Чурсінов Ю.О., Донець Д.П., Шапошиников М.Л., Ткаченко Т.В., Кордюкова В.С.</i> Дослідження процесів пресування та екструдуювання рослинних матеріалів та зернових сумішей	25
<i>7. Дударев І.М., Ольховський В.О.</i> Обґрунтування конструкції зернового сепаратора ножичного типу	27
<i>8. Червоний В.М., Горбенко В.І., Постнов Г.М.</i> Шляхи підвищення ресурсо- і енергоефективності роботи закладів ресторанного господарства	30
<i>9. Бойко В.С., Тарасенко В.Г.</i> Обробка харчових продуктів методом надвисокого тиску	32
<i>10. Олексієнко В.О., Петриченко С.В.</i> Вплив зношування молотків зернової дробарки на ефективність процесу подрібнення	35
<i>11. Самойчук К.О., Ковальов О.О.</i> Визначення координат зони подачі вершків у струминному гомогенізаторі молока з роздільною подачею жирової фази	37
<i>12. Ткаченко Г.В., Улянич І.Ф.</i> Результати випробувань зерносушарки <i>trice-backer</i> з рекуперацією на комбінованих видах палива	40
<i>13. Тарасенко В.Г., Бойко В.С.</i> Машинно-апаратне оснащення процесів обробки продуктів надвисоким тиском	43
<i>14. Самойчук К.О., Ковальов О.О.</i> Підвищення енергоефективності гомогенізації при використанні струминно-щілинного диспергатора молока	46
<i>15. Дмитревський Д.В., Дое Д.Б., Собокар П.О.</i> Використання мембранної технології під час обробки харчових напоїв	49
<i>16. Самойчук К.О., Лебідь М.Р.</i> Аналіз конструкції клапанного гомогенізатора	51
<i>17. Ковальов О.О., Колодій О.С.</i> Експериментальне визначення коефіцієнту витрат струминних диспергаторів жирової фази молока	53



**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПРЕСУВАННЯ ТА ЕКСТРУДУВАННЯ  
РОСЛИННИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ**

**Чурсінов Ю.О.**, доктор техн. наук, проф.,  
**Донець Д.П.**, магістрант,  
**Шапошников М.Л.**, магістрант,  
**Ткаченко Т.В.**, магістрант,  
**Кордюкова В.С.**, магістрант

*Дніпровський державний аграрно – економічний університет*

В технологіях переробки зелених рослин для виробництва біологічно – активних добавок, та в процесах екструдювання зернових сумішей, загальними з'являються процеси подрібнення та пресування матеріалів.

У першому випадку при переробці зелених рослин в соки і біологічно – активні добавки, необхідні процеси подрібнення сировини та її відпресовування з метою отримання рідкої фракції – соку та твердої – віджимок.

Такі два процеси одночасно може зробити такий пристрій як екструдер, за рахунок особливості шнекового робочого органна, спеціального нерухомого корпусу та проти дії тиску філь'єри.

У другому випадку, при переробці зернових сумішей такий пристрій в змозі трансформувати зернову сировину в тістоподібну масу і потім під тиском видавлювати її через філь'єру з метою отримання в зіваного екструдюваного продукту.

В дослідженнях нами як для переробки зелених рослин, та і для зернової сировини, проходили випробування різні пресувальні пристрої, з різними робочими органами та з різною схемою впливу на перероблений матеріал. Досліджувались різні умови контактування робочих поверхонь пристроїв безпосередньо з переробленим матеріалом, з метою знаходження найбільш ефективної дії, як з показником якості обробки, так і з позиції енергонасиченості процесу.

Встановлено, що валкові робочі пари при обробці рослин, за рахунок контактного короткочасного тиску не в змозі провести ефективно відділення соку, а при переробці зернової сировини спостерігається велика крихкість зернових частинок.

Найбільш раціональним між валковим процесом обробки і екструдюванням, нами визначена можливість переробки вказаних різнопланових видів сировини крім одношнекових в двошнекових робочих органах, які в змозі забезпечувати поступове заповнення робочого простору між шнеками, плавне збільшення тиску, одночасно з пресуванням сировини по ходу технологічного процесу і досягнення максимального тиску на виході з пресу.

Тому оцінювання описаних способів обробки різної сировини з можливістю знайдення універсального методу обробки двошнековими

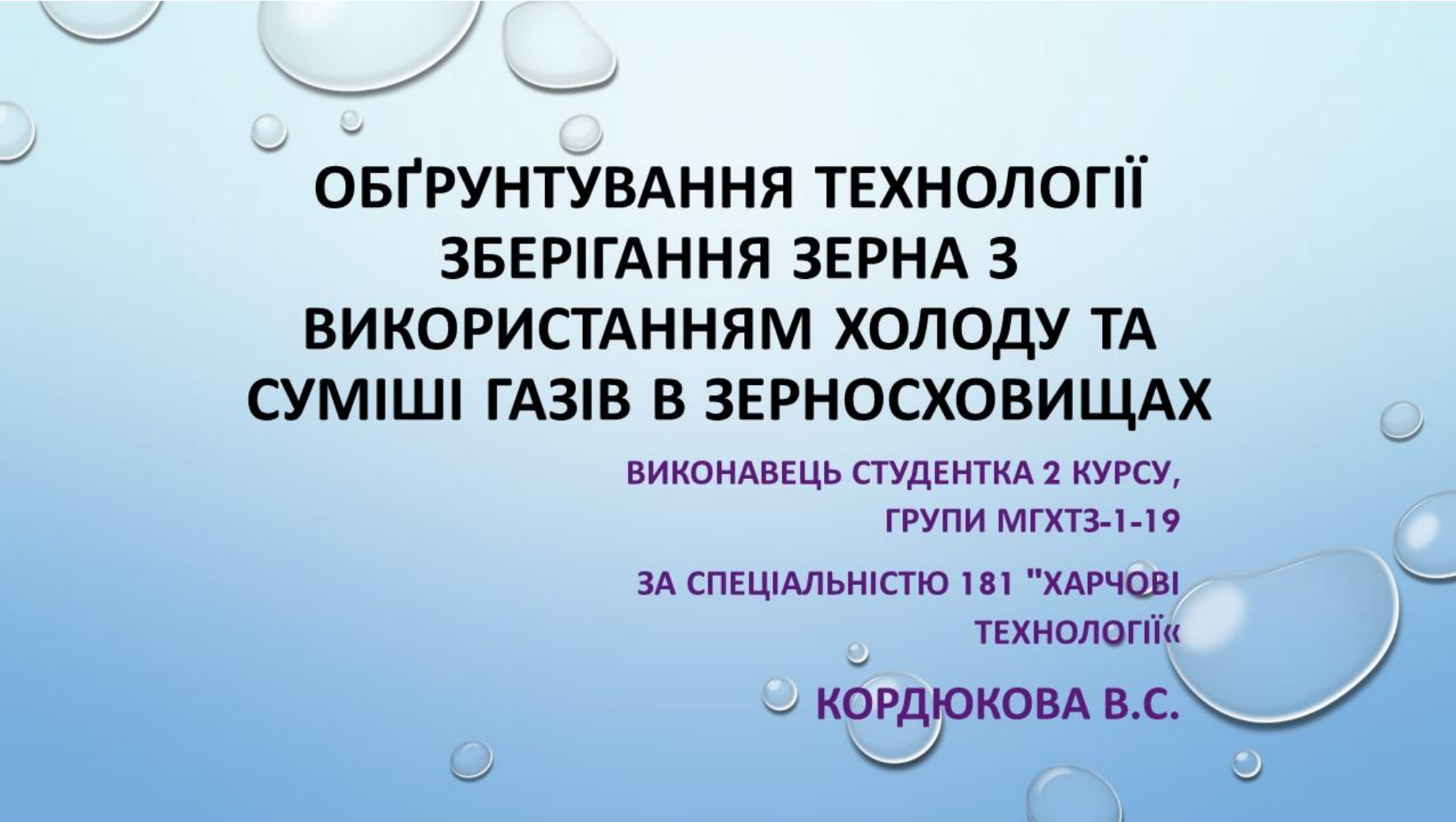
---

пристроями, на наш погляд може виявити значний інтерес і допоможе знайти раціональні конструктивні і режимні параметри.

Література:

1. Identification of patterns in the production of a biologically-active component for food products / O. Kovaliova, Yu. Tchursinov, V. Kalyna, V. Koshulko, E. Kunitsia, A. Chernukha, O. Bezuglov, O. Bogatov, D. Polkovnychenko, N. Grigorenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2/11 ( 104 ) 2020. P.61-68. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200026>.

2. Машини та обладнання переробних виробництв. / За редакцією проф. О.В. Дацишина. – К. Вища освіта, 2005. – 159с.

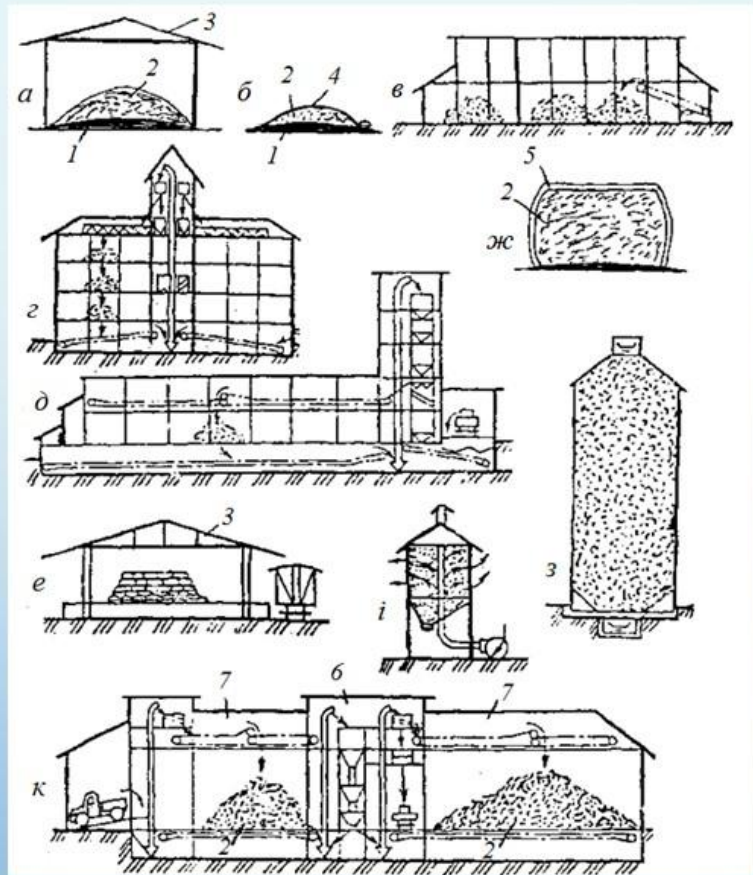


# **ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА З ВИКОРИСТАННЯМ ХОЛОДУ ТА СУМІШІ ГАЗІВ В ЗЕРНОСХОВИЩАХ**

**ВИКОНАВЕЦЬ СТУДЕНТКА 2 КУРСУ,  
ГРУПИ МГХТЗ-1-19**

**ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 181 "ХАРЧОВІ  
ТЕХНОЛОГІЇ"**

**КОРДЮКОВА В.С.**



ТИПИ ЗЕРНОСХОВИЩ



**ЗАЛІЗОБЕТОННИЙ ЕЛЕВАТОР З ПРИВ'ЯЗКОЮ ДО  
РОБОЧОЇ БАШТИ**



**СУЧАСНИЙ МЕТАЛЕВИЙ ЕЛЕВАТОР**

## ФАКТОРИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПРИ ЗБЕРІГАННІ

- ДИХАННЯ ЗЕРНА.
- ІНТЕНСИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ ДИХАННЯ ЗУМОВЛЮЄТЬСЯ БАГАТЬМА ФАКТОРАМИ. ПЕРЕДУСІМ ДИХАННЯ ЗЕРНА ЗНАЧНОЮ МІРОЮ ВИЗНАЧАЄТЬСЯ ЙОГО ВОЛОГІСТЮ. З ЇЇ ПІДВИЩЕННЯМ ПРОЦЕС ДИХАННЯ ЗБІЛЬШУЄТЬСЯ (РИС. 1). ПРИЧОМУ ЗЕРНО ВОЛОГІСТЮ 14...15,5% ДИХАЄ В 2...4 РАЗИ ІНТЕНСИВНІШЕ, НІЖ СУХЕ, А ІНТЕНСИВНІСТЬ ДИХАННЯ ВОЛОГІСТЮ ВИЩЕ 17% І ВИЩЕ ЗРОСТАЄ В 20...30 РАЗІВ.

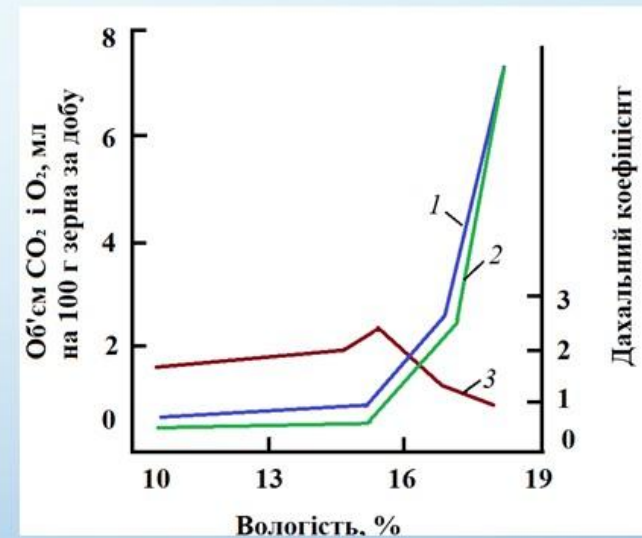


рис. 1 Залежність інтенсивності дихання і дихального коефіцієнту зерна пшениці від її вологості:  
1 – CO<sub>2</sub>; 2 – O<sub>2</sub>; 3 – CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>

## КРИТИЧНА ВОЛОГІСТЬ ЗЕРНА ТА НАСІННЯ РІЗНИХ КУЛЬТУР

Культура	Критична вологість, %
Пшениця, ячмінь, жито, овес	14,5...15,5
Кукурудза, сорго, просо	12,5...13,5
Соняшник низькоолійний	10,5...11,0
Соняшник високоолійний, рицина	7,0
Горох, квасоля, віка, чечевиця	15,0...16,0



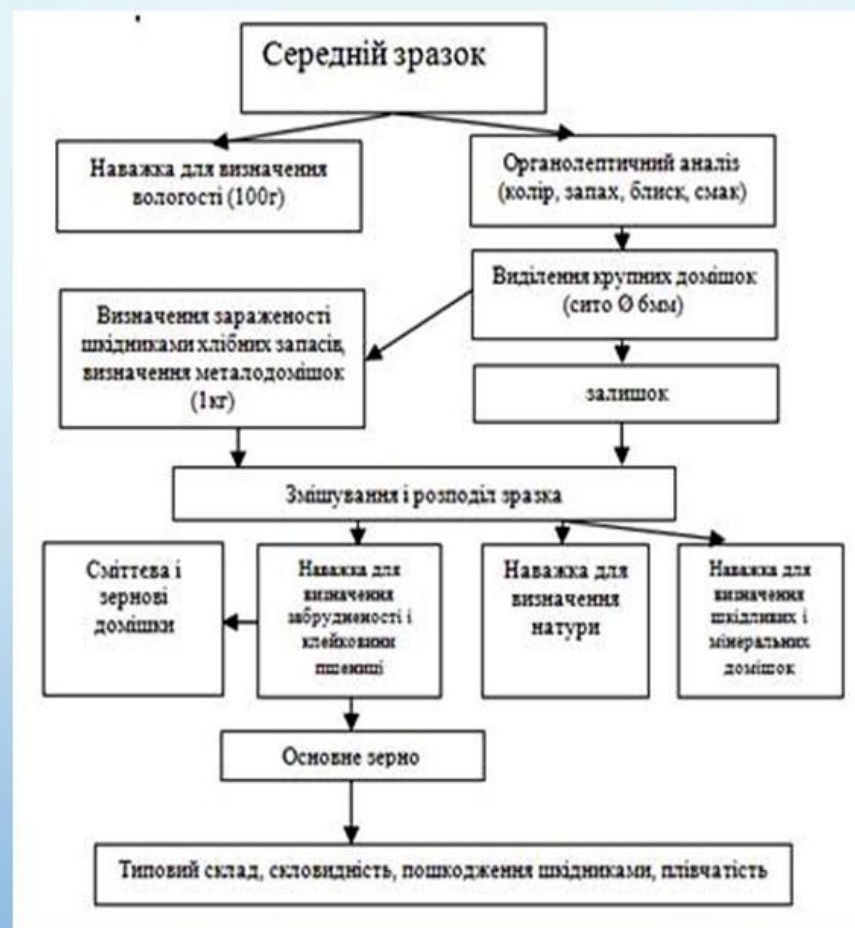
Проросле зерно пшениці



Проросле зерно ячменю



- **МЕТА РОБОТИ** – ВСТАНОВЛЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОХОЛОДЖУЮЧИХ РЕЖИМІВ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА, А ТАКОЖ ЇХ ВПЛИВ НА ЗМІНУ ЯКОСТІ ЗЕРНА ТА ТРИВАЛІСТЬ ЙОГО БЕЗПЕЧНОГО ЗБЕРІГАННЯ.
- 1. ВИЗНАЧИТИ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ 3-ГО КЛАСУ ТА ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ 2-ГО КЛАСУ ПРИ ЗБЕРІГАННЯ ЙОГО У ЗВИЧАЙНИХ ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ ХЛІБОПРИЙМАЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА;
- 2. ВИЗНАЧИТИ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ДАНОГО ВИДУ ЗЕРНА В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ ПРИ ПЕВНІЙ ТЕМПЕРАТУРІ ТА ВОЛОГОСТІ;
- 3. ВСТАНОВИТИ ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВ НА ЗБЕРЕЖЕНІСТЬ ЗЕРНОВОЇ МАСИ ТА ЗМІНУ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНА ПРИ ТРИВАЛОМУ ЗБЕРІГАННІ;
- 4. ДОСЛІДИТИ ТЕХНОЛОГІЮ ОХОЛОДЖЕННЯ ЗЕРНА У СХОВИЩАХ ПІДЛОГОВОГО ТИПУ ЗБЕРІГАННЯ;
- 5. ВИЗНАЧИТИ ОПТИМАЛЬНІ РЕЖИМИ ТА ПАРАМЕТРИ ПРОЦЕСУ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТА ЯЧМЕНЮ В ГАЗОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ В УМОВАХ ШТУЧНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ;
- 6. ВСТАНОВИТИ ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ ВИРОБНИЧОЇ УСТАНОВКИ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА.



**СХЕМА ВІДБОРУ НАВАЖОК ЗЕРНА ДЛЯ АНАЛІЗІВ**

Методика визначення засміченості та  
крупності зерна

Засміченість зерна визначають за ГОСТ 30483-97 [54].

Послідовність проведення аналізу:

- Відібрати зразки і виділити наважки по ГОСТ 10839-64;
- Із середньої проби зерна сходом із сита  $\varnothing$  6 мм виділити крупну домішку (солому, колоски, грудочки землі, гальку);
- Зважити сміттеву домішку і виразити її у відсотках, та додати до фракції сміттєвих домішок;
- Виділити наважки: для пшениці та ячменю – 50г;
- Просіювати наважки на протязі 3 хв. на комплексі сит, які підбираються для кожної культури по ГОСТ 10939-64. Сита встановлюються:  
1 – піддон;  
2 – сито, для виділення сміттевої і зернової домішки;  
3 – сито, для виділення дрібного зерна.

Методика визначення вологості зерна  
методом висушування в електричній  
сушильній шафі СЕШ-3М

Вологість визначають згідно ГОСТ 13586.5-93.

Послідовність проведення аналізу:

- Подрібнити 20 г підготовленого зерна;
- Зважити до другого десяткового знаку двох чистих попередньо просушених металічних бюкс;
- Засипати здрібнене зерно масою  $(5,0 \pm 0,05)$  г в дві металічні бюкси;
- Бюкси з наважками помістити в сушильній шафі (рис.2.5) при температурі  $130^{\circ}\text{C}$  (спочатку в гніздо поставити кришку, а потім на кришку розмістити бюкс);
- Висушування проводити протягом 40 хвилин;
- Вийняти бюкси із шафи, закрити кришками і перенести в ексікатор до повного охолодження на 20 хв., але не більше 2 годин;
- Зважити до другого десяткового знаку охолоджені бюкси з подрібненим зерном;

Стан зерна	Вологість (%) для зерна		
	Пшениці, жита, ячменю, гречки	Вівса, гороху	Проса
Сухе	до 14	до 14	до 13,5
Середньої сухості	14,1...15,5	14,1...16,0	13,6...15,0
Вологе	15,6...17	16,1...18,0	15,1...17,0
Сире	понад 17,0	понад 18,0	понад 17,0

Стани зерна за вологістю



Сушильна шафа СЕШ-3М

Ступінь зараженості	Кількість екземплярів в 1 кг зерна	
	довгоносиків	кліщів
I	від 1 до 5 включно	від 1 до 20 включно
II	від 6 до 10 екземплярів включно	понад 20 екземплярів, які вільно рухаються і не утворюють скупчень
III	понад 10	кліщі утворюють суцільне повстяне скупчення

**Ступінь зараженості зерна шкідниками**

Визначення зараженості зерна шкідниками у прихованій формі

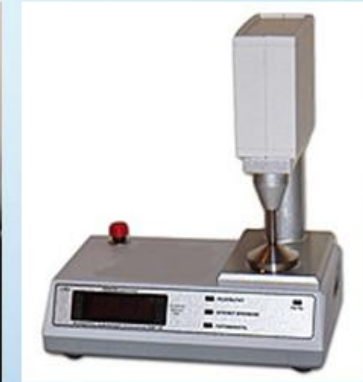
Зараженість зерна шкідниками у прихованій формі визначають методом розколювання зерна або забарвлення «пробочок» (закриті отвори після закладання яєць). Зараженість зерен методом розколювання визначають у наважці масою 50 г, виділеної з середньої проби. З наважки відбирають довільно 50 зерен і розколюють їх кінчиком скальпеля вздовж борозенки. Розколоті зерна розглядають за допомогою лупи і підраховують живих шкідників усіх стадій розвитку.

# МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ І ЯКОСТІ КЛЕЙКОВИНИ В ЗЕРНІ ПШЕНИЦІ

Послідовність проведення аналізу:

- 1.Відібрати зразки і виділити наважку за ГОСТ 10839-64 [59].
- 2.Виділити із середньої проби наважку зерна 30-50 г, очистити її від смітцевої домішки.
- 3.Розмолоти наважку на лабораторному млинку.
- 4.Розмелене зерно перемішати і виділити наважку 25 г.
- 5.Про помістити у фарфорову ступку або чашку і залити 14 мл води.
- 6.Замішати тісто вручну, або з допомогою тістомішалки.
- 7.Скатати тісто в шар і покласти в чашку, закрити кришкою на 20 хв.
- 8.Відмивати клейковину під струменем води температурою 182<sup>o</sup>C над густим шовковим, або капроновим ситом.
- 9.Відмивання проводити поки оболонки не будуть повністю відмиті, при віджиманні клейковини вода буде майже прозора.
- 10.Відмиту клейковину віджати між руками, витираючи їх періодично рушником, до тих пір поки вона не розпочне злегка прилипати до рук.
- 11.Зважити відмиту клейковину.

- ЯКІСТЬ СИРОЇ КЛЕЙКОВИНИ ХАРАКТЕРИЗУЄТЬСЯ ПРУЖНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ, ЯКІ ВИЗНАЧАЮТЬСЯ НА ПРИЛАДІ ВДК-1.
- ІЗ ВІДМИТОЇ КЛЕЙКОВИНИ ВИДІЛИТИ НАВАЖКУ 4Г.
- ЗРОБИТИ КУЛЬКУ І ПОМІСТИТИ ЙОГО НА 15 ХВ. В ЧАШКУ З ВОДОЮ.
- НАВАЖКУ КЛЕЙКОВИНИ ПОКЛАСТИ НА СТОЛИК ПРИЛАДУ. ЧЕРЕЗ 30 СЕК. ПО ШКАЛІ ПРИЛАДУ ЗАПИСАТИ ВЕЛИЧИНУ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗРАЗКА.
- РЕЗУЛЬТАТИ ВИМІРЮВАНЬ ПРУЖНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КЛЕЙКОВИНИ ВИРАЖАЮТЬ В УМОВНИХ ОДИНИЦЯХ ШКАЛИ ПРИЛАДУ І В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ЦЬОГО КЛЕЙКОВИНУ ВІДНОСИМО ДО ВІДПОВІДНОЇ ГРУПИ ЯКОСТІ ЗА ДАНИМИ

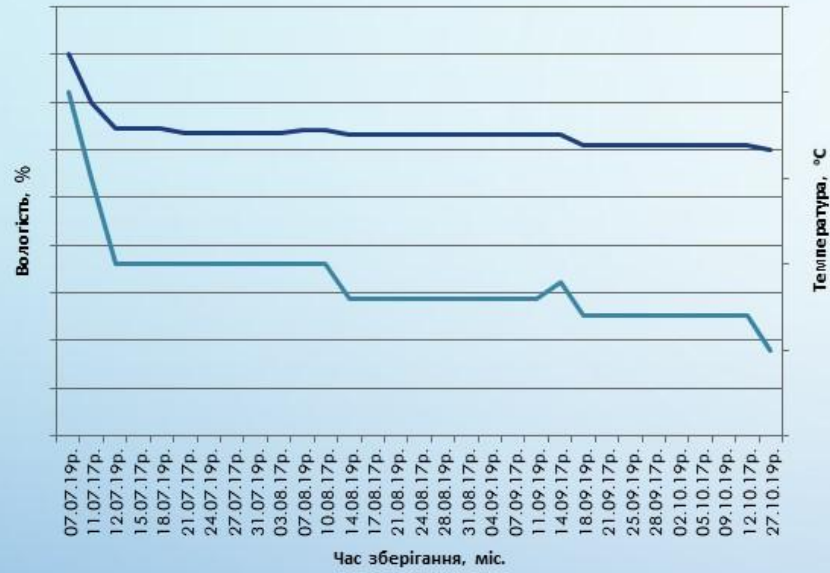


Тістомішалка У1-ЕТК-1М (1) та вимірювач деформації клейковини ВДК-3м (2)

Середні значення температури та вологості зерна пшениці при зберіганні на хлібоприймальному підприємстві

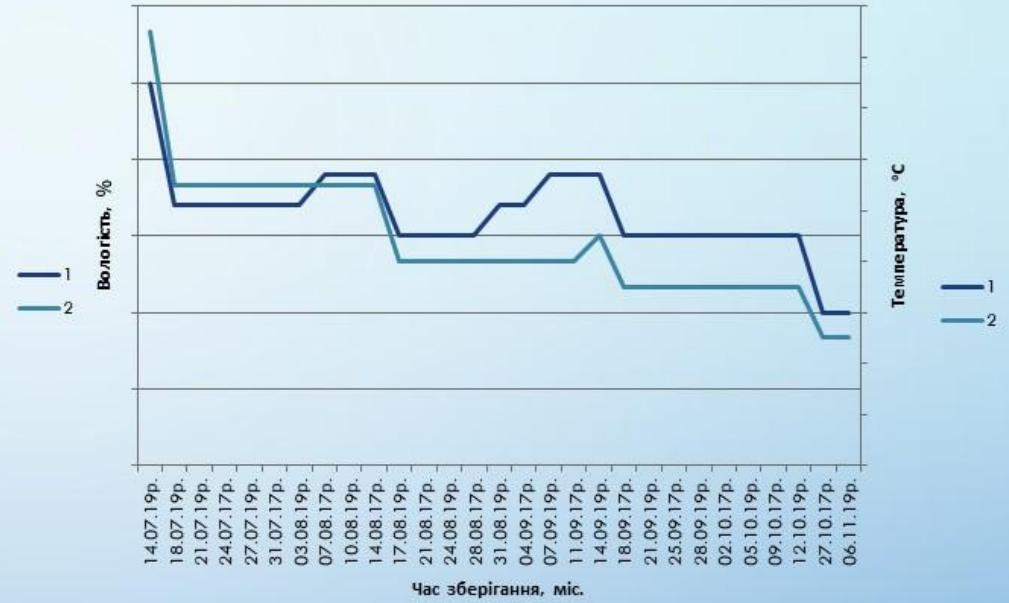
№ з/п	Дата проведення вимірювань	Вологість зерна (факт.), %	Вологість повітря, %	Температура зерна, °С	Температура повітря, °С	Примітки
1	2	3	4	5	6	7
1.	05.07.19р.	16,0	65	+22	+27	Сушіння
1.	09.07.19р.	13,8	60	+16	+27	АВ-8 год.
1.	24.07.19р.	14,2	70	+20	+31	Дощ вночі
1.	01.08.19р.	13,8	65	+20	+30	АВ-8 год.
1.	18.08.19р.	13,8	60	+23	+30	АВ-8 год.
1.	03.09.19р.	13,2	64	+16	+25	
1.	12.09.19р.	15,0	77	+25	+18	Сушіння
1.	21.09.19р.	14,2	75	+20	+17	АВ-8 год.
1.	30.09.19р.	13,2	70	+17	+12	
1.	26.10.19р.	14,2	75	+23	+7	АВ-10 год.
1.	26.12.19р.	13,2	79	+10	-5	
1.	19.02.19р.	13,8	80	+18	+1	





ГРАФІК ЗАЛЕЖНОСТІ ВОЛОГІСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ВІД ТЕМПЕРАТУРИ (В ОХОЛОДЖЕНОМУ СТАНІ):

1 – ВОЛОГІСТЬ, %; 2 – ТЕМПЕРАТУРА, °C



Графік залежності вологості зерна ячменю від температури (в охолоджену стані):

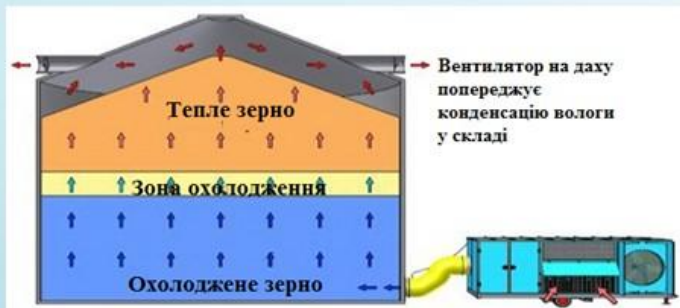
1 – вологість, %; 2 – температура, °C

Показники якості м'якої пшениці згідно ДСТУ 3768:2010

Показники	Характеристика та норма					
	А			Б		6
	1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7
Натура, г/л, не менше ніж	760	740	730	710	690	Не об.
Скловидність, %, не менше ніж	50	40	Не обмежено			
Вологість, %, не більше ніж	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Зернова домішка, %, не більше ніж	5,0	8,0	8,0	10,0	12,0	15,0
Смітна домішка, %, не більше ніж	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	5,0
Зіпсовані зерна	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5	1,0
зокрема :						
фузаріозні зерна	У межах зіпсованих зерен					
шкідлива домішка	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5
зокрема:						
сажки, ріжки	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,1
Сажкове зерно, %, не більше	5,0	5,0	8,0	5,0	8,0	10,0
Масова частка білка у перерахунку на суху речовину, %, не менше ніж	14,0	12,5	11,0	12,5	10,5	Не об.
Масова частка сирої клейковини, %, не менше ніж	28,0	23,0	18,0	Не обмежено		
Якість клейковини:						
група	I – II	I – II	I – II	Не обмежено		
одиниць приладу ВДК	45 – 100	45 – 100	20 – 100			
Число падіння, с, не менше ніж	220	180	150	150	130	Не об.

## ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ПРИ ЗБЕРІГАННІ

Показник	За звичайних умов зберігання			В охолодженому стані		
	1 проба	2 проба	3 проба	1 проба	2 проба	3 проба
Колір	властивий	властивий	властивий	властивий	властивий	властивий
Натура, г/л	584	586	586	584	586	588
Вологість, %	14,0	13,5	13,8	14,0	13,0	11,8
Зернова домішка, %	2,8	3,0	3,0	2,8	3,0	3,0
Смітна домішка, %	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Зіпсовані зерна	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Сажкове зерно, %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Дрібні зерна, %	4,0	4,2	4,0	4,0	4,1	4,0



- СХЕМА ОХОЛОДЖЕННЯ ЗЕРНОВОЇ МАСИ У СКЛАДІ ОХОЛОДЖУВАЧЕМ

### Висновки до розділу

На основі проведених досліджень встановлена ефективність застосування охолодження зернових мас штучним холодом. Для порівняння традиційної технології зберігання зерна пшениці та ячменю, які використовуються на продовольчі цілі із запропонованою, проведені дослідження зміни вологості і температури, а також аналіз якості зерна.

Встановлено, що показники якості не погіршилися при зберіганні. Слід відмітити, що маса сирої клейковини пшениці, яка знаходилася в охолодженому стані збільшилася в середньому на 2,5 %, а кількість одиниць вимірювача деформації клітковини – на 4 од. Також, на декілька одиниць збільшилася натурна маса зерна обох культур. Ці підвищення якості можна пояснити тим, що при швидкому охолодженні та стабільному стані вологості швидше відбулося післязбиральне дозрівання зерна.

Пророслого зерна та зараженості шкідниками хлібних запасів не було виявлено на протязі проведення досліджень. Згідно визначених показників якості, зерно пшениці озимої м'якої відповідає 3 класу і зерно ячменю продовольчого відповідає 2 класу.

Встановлені раціональні режими зберігання зерна в регульованому газовому середовищі, основні з них такі: 1% кисню, 13% діоксиду вуглецю, 86% азоту, що забезпечує властивості зерна з вологістю 17% протягом 60 діб.

Аналізуючи графіки залежності зміни вологості зерна від його температури можна зробити висновок, що зерно яке постійно перебуває в охолодженому стані є більш стабільним при зберіганні. Це дозволяє знизити затрати на зниження вологості, оскільки можна проводити охолодження один раз на місяць. За звичайних умов зберігання застосовують сушіння та активне вентилявання, але ці операції доводилося проводити відносно часто.

- ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ
- У ДАНІЙ РОБОТІ ПРОВІДИЛИСЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ЗЕРНОВИХ МАС ШТУЧНИМ ХОЛОДОМ. ДЛЯ ПОРІВНЯННЯ ТРАДИЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТА ЯЧМЕНЮ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ НА ПРОДОВОЛЬЧІ ЦІЛІ ІЗ ЗАПРОПОНОВАНОЮ, БУЛО ПРОВЕДЕНО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ ВОЛОГОСТІ І ТЕМПЕРАТУРИ, А ТАКОЖ АНАЛІЗ ЯКОСТІ ЗЕРНА.
- 1. ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ СУТТЄВО НЕ ЗМІНИЛИСЯ ПРИ ЗБЕРІГАННІ. МОЖНА ВІДМІТИТИ, ЩО МАСА СИРОЇ КЛЕЙКОВИНИ ПШЕНИЦІ, ЯКА ЗНАХОДИЛАСЯ В ОХОЛОДЖЕНОМУ СТАНІ ЗБІЛЬШИЛАСЯ В СЕРЕДНЬОМУ ЗБІЛЬШИЛАСЯ НА 2,5 %, А КІЛЬКІСТЬ ОДИНИЦЬ ПРИЛАДУ ВДК – НА 4 ОД. ТАКОЖ, НА ДЕКІЛЬКА ОДИНИЦЬ ЗБІЛЬШИЛАСЯ НАТУРНА МАСА ЗЕРНА ОБОХ КУЛЬТУР.
- 2. ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗБЕРІГАННЯ МОЖНА ПОЯСНИТИ ТИМ, ЩО ПРИ ШВИДКОМУ ОХОЛОДЖЕННІ ТА СТАБІЛЬНОМУ СТАНІ ВОЛОГОСТІ ШВИДШЕ ВІДБУЛОСЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНЕ ДОЗРІВАННЯ ЗЕРНА. ПРОРОСЛОГО ЗЕРНА ТА ЗАРАЖЕНОСТІ ШКІДНИКАМИ ХЛІБНИХ ЗАПАСІВ НЕ БУЛО ВИЯВЛЕНО НА ПРОТЯЗІ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ. ЗГІДНО ВИЗНАЧЕНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ, ЗЕРНО ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ М'ЯКОЇ ВІДПОВІДАЄ 3 КЛАСУ І ЗЕРНО ЯЧМЕНЮ ПРОДОВОЛЬЧОГО ВІДПОВІДАЄ 2 КЛАСУ.
- 3. АНАЛІЗУЮЧИ ГРАФІКИ ЗАЛЕЖНОСТІ ЗМІНИ ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА ВІД ЙОГО ТЕМПЕРАТУРИ МОЖНА ЗРОБИТИ ВИСНОВОК, ЩО ЗЕРНО ЯКЕ ПОСТІЙНО ПЕРЕБУВАЄ В ОХОЛОДЖЕНОМУ СТАНІ Є БІЛЬШ СТАБІЛЬНИМ ПРИ ЗБЕРІГАННІ. ЦЕ ДОЗВОЛЯЄ ЗНИЗИТИ ЗАТРАТИ НА ЗНИЖЕННЯ ВОЛОГОСТІ, ОСКІЛКИ МОЖНА ПРОВІДИТИ ОХОЛОДЖЕННЯ ОДИН РАЗ НА МІСЯЦЬ. ЗА ЗВИЧАЙНИХ УМОВ ЗБЕРІГАННЯ ЗАСТОСОВУЮТЬ СУШІННЯ ТА АКТИВНЕ ВЕНТИЛЮВАННЯ, АЛЕ ЦІ ОПЕРАЦІЇ ДОВОДИЛОСЯ ПРОВІДИТИ ВІДНОСНО ЧАСТО.
- 4. НАЙБІЛЬШ ОПТИМАЛЬНИМ ВИРІШЕННЯМ ПИТАННЯ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА В УМОВАХ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ПІДПРИЄМСТВА Є ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНОВИХ МАС ЗА ДОПОМОГОЮ ПЕРЕСУВНОЇ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ.
- 5. РЕЗУЛЬТАТИ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА В РЕГУЛЬОВАНОМУ ГАЗОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ ПОКАЗАЛИ, ЩО РАЦІОНАЛЬНИМИ РЕЖИМАМИ ГАЗОВОЇ СУМІШІ СЛІД РЕКОМЕНДУВАТИ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ: 86% АЗОТУ, 1% КИСНЮ, 13% ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ.
- 6. ОБЛАДНАННЯ, НЕОБХІДНЕ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА В РЕГУЛЬОВАНОМУ СЕРЕДОВИЩІ СКЛАДАЄТЬСЯ З ОСНОВНИХ ОДИНИЦЬ ГЕРМЕТИЧНИХ СИЛОСІВ, СТАНЦІЇ ПІДГОТОВКИ ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА ТА СИСТЕМИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ГАЗОВОЇ СУМІШІ БЕЗПОСЕРЕДНЬО В СИЛОСИ.
- 7. В РЕЗУЛЬТАТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ОХОЛОДЖУВАЧА ВИРОБНИЧИМ ПРИСТРОЕМ ДО ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА ПРИБУТОК ПІДПРИЄМСТВА СКЛАДАТИМЕ ДО 300 ТИС. ГРН. ПРИ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕННЯХ БЛИЗЬКО 170 ТИС. ГРН. ПРИ ЦЬОМУ ТЕРМІН ОКУПНОСТІ КАПІТАЛЬНИХ ВКЛАДЕНЬ СКЛАДЕ 0,6 РОКУ.
- 8. ПРИВЕДЕНІ ВИМОГИ ОХОРОНИ ПРАЦІ ЩОДО ПРОВЕДЕННЯ ВЗЯТТЯ ПРОБ ТА ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ У МЕХАНІЗОВАНИХ СКЛАДАХ ПІДПРИЄМСТВА, А ТАКОЖ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ З ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА В УМОВАХ ЛАБОРАТОРІЇ.
- 9. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ЗБЕРІГАННЮ ЗЕРНА В ОХОЛОДЖЕНОМУ СТАНІ ДОЗВОЛЯЮТЬ РЕКОМЕНДУВАТИ ЕЛЕВАТОРАМ ТА ХЛІБО-ПРИЙМАЛЬНИМ ПУНКТАМ ВИКОРИСТОВУВАТИ ТАКУ ТЕХНОЛОГІЮ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ЗБЕРІГАННЯ І ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ НА ОДИНИЦЮ ПРОДУКЦІЇ.