

**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
ступеня вищої освіти «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування процесу термобарометричної
обробки зерна вівса при виробництві круп**

Виконав: студент 2 курсу, групи МгХТ-1-20
за спеціальністю 181 «Харчові технології»

_____ Лебедев Євгеній Вячеславович

Керівник: _____ Півоваров Олександр Андрійович

Рецензент: _____ Яремчук Тетяна Іванівна

Дніпро 2021

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

доктор технічних наук, професор

_____ Чурсінов Ю.О.

(підпис)

«_____» _____ 2021 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Лебедєву Євгенію Вячеславовичу

1. Тема роботи «Обґрунтування процесу термобарометричної обробки зерна вівса при виробництві круп».

Керівник роботи Півоваров Олександр Андрійович, доктор технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «13» жовтня 2021 року № 3253.

2. Строк подання студентом роботи 26 листопада 2021 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Літературні джерела та періодичні видання.

2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва круп з використання гідротермічної обробки. 3. Нормативно-технологічна документація. 4. Патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Стан питання. 2 Матеріали та методи дослідження. 3 Дослідна частина. 4 Практичне впровадження отриманих результатів 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список джерел посилання. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Мета та задачі досліджень. 2 Схема проведення досліджень. 3 Дослідна частина. 4. Практичне впровадження отриманих результатів. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	Півоваров О.А., професор	13.10.2021	26.11.2021
5	Кравець В.В., доцент	13.10.2021	26.11.2021
6	Павленко О.С., доцент	13.10.2021	26.11.2021

7. Дата видачі завдання 13 жовтня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	13.10-14.10.21	виконано
2	Стан питання	15.10-11.10.21	виконано
3	Матеріали та методи дослідження	12.10-15.10.21	виконано
4	Дослідна частина	18.10-01.11.21	виконано
5	Практичне впровадження отриманих результатів	02.11-12.11.21	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.11-20.11.21	виконано
7	Організаційно-економічна частина	21.11-24.11.21	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	25.11.21	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	26.11.21	виконано

Студент

_____ (підпис)

Лебедев Є.В.

Керівник роботи

_____ (підпис)

Півоваров О.А.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка випускної роботи містить: 78 сторінки; 15 рисунка; 18 таблиці; 54 посилання.

Метою наукових досліджень є обґрунтування та розробка технології отримання вівсяної крупи термобарометричним способом та визначення її показників якості.

Об'єкт дослідження – процес виробництва вівсяної крупи термобарометричним способом.

Предмет дослідження – зерно вівса з визначеними показниками якості.

Найважливішим із засобів підвищення коефіцієнта використання зерна при одночасному поліпшенні якості готової продукції може бути гідротермічна обробка та застосування нових методів дії на зерно при луценні. На жаль робіт у цьому напрямі проводиться недостатньо, залишаються невивченими товарознавча оцінка круп після нових методів гідротермічної обробки.

Отже, дослідження, створені задля більш глибокого вивчення та інтенсифікації цих процесів з визначенням якісних характеристик продукції, є актуальними та практично значущими.

Ключові слова: ОБРОБКА, ТРИВАЛІСТЬ, ТЕМПЕРАТУРА, ВІДВОЛОЖЕННЯ, ВОЛОГІСТЬ, ЛУЦЕННЯ, ТЕРМОБАРОТЕРМІЧНА, ТЕХНОЛОГІЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 СТАН ПИТАННЯ	9
1.1 Особливості хімічного складу зерна вівса	9
1.2 Щільність зерна вівса	13
1.3 Структурно-механічні властивості зерна вівса	13
1.4 Гідротермічна обробка зерна круп'яних культур	14
1.4.1 Гідротермічна обробка без пропарювання	15
1.4.2 Гідротермічна обробка зерна із пропарюванням	16
1.4.3 Гідротермічна обробка зерна з використанням вакууму	17
1.4.4 Баротермічна обробка зерна	18
1.5 Аналіз способів лущення зерна вівса	19
1.5.1 Способи механічної дії на зерно вівса при лущенні	19
1.5.2 Лущення зерна за допомогою струменя повітряного потоку	22
Висновки до розділу	25
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	26
2.1 Методи визначення якості зерна	27
2.2 Опис експериментальної установки	28
2.3 Метод визначення впливу тиску повітря та вологості на ступінь руйнування ядра та оболонки зерна вівса	31
2.4 Метод визначення вологості та опору зерна вівса удару	32
2.5 Метод визначення ефективності лущення зерна вівса термобарометричним способом	32
Висновки до розділу	33
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	34
3.1 Дослідження термобарометричного способу обробки та лущення зерна	34
3.1.1 Вплив вихідної вологості зерна до обробки, тривалості відволожування та діаметру випускної форсунки установки	

на ефективність лушення	34
3.1.2 Залежність ефективності лушення від довжини випускного каналу форсунки при різному діаметрі	37
3.1.3 Залежність лушення від відстані до відбивної поверхні	39
Висновки до розділу	41
4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	42
4.1 Пропонована технологічна схема отримання вівсяної крупи термобарометричним способом	42
4.2 Дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників вівсяної крупи отриманих за досліджуваною технологією	44
4.3 Харчова цінність крупи	46
Висновки до розділу	50
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	51
5.1 Дослідження та оцінка стану охорони праці на приватному підприємстві «Самріз»	51
5.2 Рекомендації щодо покращення показників охорони праці в ПП «Самріз»	54
5.3 Технічні заходи по захисту працівників цеху з виробництва круп ПП «Самріз»	54
5.4 Правила безпечного виконання робіт оператором пропарювача в цеху з виробництва борошна ПП «Самріз»	57
5.5 Дії працівників цеху з виробництва круп ПП «Самріз» у разі пожежі	60
Висновки до розділу	61
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	62
6.1 Організація проведення дослідження	62
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	67
6.3 Розрахунок вартості дослідження	70
Висновки до розділу	70
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	72

ВСТУП

У відповідності до даних [4] «В даний час велика увага приділяється збільшенню виробництва зерна круп'яних культур та виробленню продуктів харчування на їх основі. У Швеції фірма «Oatli» випускає вівсяне молоко та морозиво, у Фінляндії, окрім численних продуктів харчування, фірма «Sinebruhoff» з вівса виробляє пиво «Kaura», а в Німеччині фірма «Fazer» – цілий асортимент печива та галет.

Використання вівса в харчовій промисловості (вівсяна крупа, пластівці, борошно, толокно та ін.) пов'язане з гарною засвоюваністю поживних речовин та вітамінів, що робить його особливо цінним для дитячого та дієтичного харчування.

Вівсяне борошно, цінне за хімічним складом і не дає клейковину при випіканні хліба, додають до житнього або пшеничного борошна. У суміші з останнім з нього виготовляють вівсяне печиво і галети, що користується великим попитом. У Скандинавських країнах та в Шотландії овес широко застосовують у хлібопеченні. Невелику частину вівса використовують у бродильній промисловості для одержання спирту, головним чином, у суміші з іншими зерновими культурами чи картоплею».

Згідно з [12] «Овес – це добре джерело розчинної клітковини, яка, на відміну нерозчинної клітковини пшениці та інших зернових культур, засвоюється організмом, сприяє кращому обміну речовин. З давніх-давен овес використовують у медицині як лікувальний продукт. У зв'язку з цим збільшення виробництва різних продуктів з вівса та покращення їх якості має важливе значення. Необхідно більшого вдосконалення технології переробки вівса, оскільки на вівсозаводах невисокий коефіцієнт використання зерна, споживчі властивості крупи не відповідають вимогам сучасного ринку.

Найважливішим із засобів підвищення коефіцієнта використання зерна при одночасному поліпшенні якості готової продукції може бути гідротермічна обробка та застосування нових методів дії на зерно при луценні. На жаль робіт у

цьому напрямі проводиться недостатньо, залишаються невивченими товарознавча оцінка круп після нових методів гідротермічної обробки».

Отже, дослідження, створені задля більш глибокого вивчення та інтенсифікації цих процесів з визначенням якісних характеристик продукції, є актуальними та практично значущими.

Метою роботи є обґрунтування та розробка технології отримання вівсяної крупи термобарометричним способом та визначення її показників якості.

У відповідності до поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- дослідити вплив режимів термобарометричної обробки на ефективність процесу лущення;
- визначити оптимальні режими обробки та лущення зерна для досягнення максимальної технологічної ефективності;
- розробити технологічну схему отримання вівсяної крупи термобарометричним способом;
- визначити харчову цінність вівсяної крупи при термобарометричній обробці;
- визначити регламентовані показники якості та терміни зберігання вівсяної крупи, отриманої термобарометричним способом;
- дослідити стан показників ОП в ПП «Самріз»;
- розрахувати показники кошторису витрат на виконання експериментального дослідження.

Об'єкт дослідження – процес виробництва вівсяної крупи термобарометричним способом.

Предмет дослідження – зерно вівса з визначеними показниками якості.

1 СТАН ПИТАННЯ

В даний час велика увага приділяється збільшенню виробництва зерна круп'яних культур та виробленню продуктів харчування з них. Зерно вівса з набором цінних властивостей є гарною сировиною для широкого спектру харчових та косметичних продуктів. Використання вівса у харчовій промисловості (вівсяна крупа, пластівці, борошно, толокно та ін.) пов'язане з гарною засвоюваністю поживних речовин та вітамінів, що робить його особливо цінним для дитячого та дієтичного харчування. Вівсяне борошно, цінне за хімічним складом і не дає клейковину при випіканні хліба, додають до житнього або пшеничного борошна.

При переробці зерна вівса у крупу значну роль відіграють операції гідротермічної (ГТО) обробки та лущення зерна. При веденні технологічного процесу на крупозаводах згідно з «Правилами» на операції ГТО використовується пропарювач з подальшим сушінням зерна, на операції лущення зерна використовується відцентровий лущення. На жаль, при використанні даної технології ефективність технологічного процесу залишається недостатньо високою внаслідок високого відсотка виходу подрібненого ядра, а також дорожчі процесів пропарювання та сушіння.

Тому важливим завданням є впровадження нових ефективних та високопродуктивних комплексних методів гідротермічної обробки з подальшим лущенням зерна вівса, що дозволяють отримати максимальний вихід цілого ядра з покращенням споживчих та харчових показників крупи.

1.1 Особливості хімічного складу зерна вівса

Цінність продуктів харчування насамперед залежить від того, що вівсяні продукти відрізняються високої калорійністю.

За вмістом білка, жиру, фосфору і заліза його крупа значно багатша за манну, пшоняну або гречану. Вівсяне зерно відрізняється від зерен інших культур

підвищеним вмістом та оптимальним співвідношенням у білку таких незамінних амінокислот, як лізин та триптофан. Воно багате на мінеральні речовини і має вищі енергетичні властивості завдяки вмісту жиру від 6 до 9 %. У Фінляндії, де овес є улюбленим споживчим злаком, вчені та технологи невпинно досліджують, відкривають нові його властивості [35].

Згідно з даними, що виклали науковці у [35] «Вміст білка в зерні вівса зазвичай коливається від 9 до 19,5 %. Проте, під час досліджень проведених США було встановлено, що вміст загального білка у зразках зерна вівса з різних районів Близького Сходу коливалося від 14 % до 25 %.

Фракційний склад білків у найпоширеніших сучасних сортах вівса (середній вміст у % сухої речовини) наступний: загальний вміст азоту – 2,08 %, альбуміни – 0,26 %, глобуліни – 0,36 %, проламіни – 0,48 %, глютеліни – 0,61 %, білковий азот – 1,71 %, азот, нерозчинний осад – 0,37 %. Найбільші коливання за сортами спостерігаються у глобулінів та проламінів, що відображає особливу рухливість цих фракцій, пов'язану із загальним біологічним станом тканин зерна вівса.

За фракційним складом білків та за вмістом окремих амінокислот зерно вівса значно відрізняється від білків зерна пшениці, жита та ячменю. Білок зерна вівса, розчинний у спирті, називають авеніном та у сольовому розчині – авеналіном. Загальний вміст білків за сортами коливається незначно, а кількість окремих амінокислот, що входять до їх складу, – у більших межах. Для білків зерна вівса порівняно з білками зерна пшениці та ячменю характерно підвищений вміст аргініну та різко знижений (у 2,0 – 2,5 рази) – глютамінової кислоти. У білках зерна вівса зазначено також високий вміст незамінної амінокислоти лізину – майже вдвічі більше, ніж у білках пшениці».

Середній вміст глютамінової кислоти в 100 г білка становить 22,0 %, аспарагінової кислоти – від 9,1 %, аргініну – 7,7 %, лейцину – 7,7 %, фенілаланіну та валіну – по 5,7 %, аланіну – 5,1 %, гліцину – 4,7 %, лізину – 4,4 %.

Білки зерна вівса характеризуються високою біологічною активністю. Відносна ефективність білка (визначена у досліджах годування щурів) для зерна вівса становить 1,8 – 2,5; жита – 1,3 – 2,2; ячменю – 1,6 – 2,0; кукурудзи – 1,4 –

1,6; пшениці – 0,9 – 1,7. За вмістом незамінних амінокислот білок зерна вівса подібний до високолізинових мутантів зерна кукурудзи та ячменю. Наприклад, у білку зерна звичайної кукурудзи лізину міститься приблизно 2,2 %, високолізинового зерна ячменю – 4,2 %, вівса – 4,4 %.

Амінокислотний склад білка зерна вівса не погіршується із підвищенням вмісту білка у зерні. Вміст білка в зерні вівса можна підвищити до значного рівня. У світовій колекції знайдено зразки зерна вівса із вмістом білка понад 24 % [24].

Білок вівса легко засвоюється організмом людини. За різними даними, кількість засвоєваних білків вівса становить до 96 % від усього білка, що міститься в зерні.

Зернівка вівса відрізняється від інших злаків тим, що в її ендоспермі міститься багато ліпідів. Так, при загальному вмісті ліпідів у зерні після видалення квіткових плівок у кількості 6,0 – 6,5 % у звільненому від плодових та насінневих оболонки ядрі ліпідна фракція становить не менше 5,5 % від його маси. Слід зазначити значні коливання у величині кислотного числа в різних сортів вівса, що, мабуть, пов'язані з різними умовами дозрівання. Як і в інших злаків, ліпіди вівса містять багато ненасичених жирних кислот, сума яких становить близько 80 % при досить високому вмісті олеїнової кислоти. Вміст токоферолів становить від 9,8 до 75 мг%, вони представлені α , γ і δ -ізомерами.

Жир вівса відрізняється високою перетравлюваністю і добре засвоюється організмом людини, а отримані рослинні олії стійкіші до окислення, що пов'язано з низьким вмістом ліноленової кислоти. Олія з вівса за кількісними показниками жирних кислот має високі харчові переваги: у її складі переважає незамінна лінолева кислота, на частку ліноленової кислоти, також незамінної припадає низький відсоток від суми всіх кислот. За вмістом вітаміну Е вівсяна олія наближається до олії з пшеничних зародків, і цілком може бути використана як джерело для промислового отримання вітаміну Е. За своєю дією воно є антиокислювачем, попереджає відкладення холестерину, утворення тромбозів. Вітамін Е надзвичайно важливий для нормальної діяльності органів відтворення, його нестача веде до безпліддя [15].

Основною складовою зерна вівса, як і інших зернових культур, є вуглеводи, які представлені крохмалем, декстриноподібними речовинами, клітковиною та геміцелюлозою. З вуглеводів переважним є крохмаль, він становить від 60 до 75 %.

У зерні вівса крохмаль міститься у вигляді складних крохмальних зерен, що складаються з окремих, як би склеєних між собою дрібних крохмальних зернят. Розміри крохмальних зерен вівса коливаються від 5 мкм до 12 мкм.

Наявність у зерні вівса крохмалю, який докорінно відрізняється від крохмалю інших зернових, є важливою характеристикою перетравлюваності. Вміст його в залежності від сорту та виду вівса коливається від 36 до 59 %. Велике фізіологічне значення має здатність крохмалю вівса легше переходити в мальтозу, ніж здатність крохмалю інших злаків. Існуючі β -глюканати дають з рідиною характерні слизи і надають продукту желеподібність. За своєю структурою крохмаль вівса стоїть ближче до найбільш крохмалистої культури – до рису і відрізняється від крохмалю пшениці. Зміст амілози у крохмалі вівса в 1,5 рази нижче за вміст його в крохмалі пшениці. У крохмалі вівса міститься 25 – 30 % амілози, і за своїми фізичними показниками він вигідно відрізняється від крохмалю інших зернових культур.

Крім того, в зерні цієї культури містяться мінеральні речовини, що мають велике значення у харчуванні людини. Вони діляться на мікроелементи (мідь, цинк, кобальт, марганець, йод, фтор та інше) і макроелементів (фосфор, калій, натрій, магній, хлор та інші). Невелика кількість цих елементів у край необхідна для життєдіяльності людини та тварин. Вміст золи (солі K, P, Mg, Ca, Na) становить 2,1 %. [17].

У вівсяних продуктах міститься велика кількість вітамінів – тіаміну, рибофлавіну, ніацину та ряду мікроелементів. За вмістом вітаміну В вівсяні продукти не поступаються бобовим культурам [40].

У зерні вівса знайдено органічні кислоти та речовини (тиреостатини), що впливають на діяльність щитовидної залози. Багатий овес ферментом, що допомагає засвоєнню жиру в кишечнику, а також поліфенолом, що сприятливо

впливає на печінку та підшлункову залозу. Овес містить також рослинні амілази – ферменти, що допомагають засвоєнню вуглеводів. Овес здавна використовувався і для зміцнення нервів при депресіях, слабкості та нервовому розладі [40].

1.2 Щільність зерна вівса

Щільність можна розглядати як комплексну характеристику, що сумарно відображає такі показники фізико-хімічних властивостей зерна вівса та інших культур, як структура, хімічний склад, маса 1000 зерен, склоподібність тощо. На щільність зерна вівса істотно впливають вологість, температура та інші фактори.

Підвищення вологості зерна вівса знижує щільність зерна. Зниження щільності при вологості 16 – 17 % обумовлено структурним перетворенням ендосперму і меншою мірою – набуханням оболонок та зерна в цілому.

Зміна щільності помітно посилюється при підвищенні температури як внаслідок інтенсифікації змін структури ендосперму, так і завдяки набухання зерно, що розвивається.

Таким чином, щільність зерна є показником, тісно пов'язаним з його структурою та властивостями. Цей показник, ймовірно, дещо пояснює рекомендації авторів [1, 6] щодо лущення зерна при вологості 16 – 17 % і при підвищеній температурі, так як ядро вівса в цих умовах має меншу щільність і більшу пластичність.

1.3 Структурно-механічні властивості зерна вівса

Структурно-механічні характеристики пов'язують структурні особливості зерна з його поведінкою при механічному впливі. Ці властивості значною мірою визначають особливості процесу подрібнення, лущення та шліфування круп'яних культур, вихід та якість продуктів дроблення, витрата енергії на подрібнення тощо. [15].

Міцність анатомічних частин зерна також різко відрізняється – оболонки значно міцніше ендосперму. При підвищенні вологості та температури руйнівне зусилля стиску знижується, причому основний вплив надає вологість. При її впливі зерно до руйнування деформується сильніше, що вказує на поступове збільшення пластичності зерна та зменшення його крихкості. Однак одночасно підвищується абсолютна деформація, яку зерно зазнає до руйнування. В результаті опір зерна подрібненню зростає.

Міцність зерна помітно змінюється при відволоженні. Спочатку вона часто знижується до мінімуму, а потім починає зростати. Це зумовлено особливостями руйнування вихідної щільної структури ендосперму мікротріщин, що утворюються в зерні в процесі внутрішнього перенесення вологи [15].

1.4 Гідротермічна обробка зерна круп'яних культур

Основна мета гідротермічної обробки зерна полягає у спрямованій зміні його вихідних технологічних властивостей. При проведенні ГТО прагнуть, перш за все, посилити різні властивості оболонок та ядра: підвищити міцність ядра та зменшити міцність оболонок, причому зміни технологічних властивостей при ГТО можуть бути діаметрально протилежними – наприклад, ядро зерна може бути зміцнене, а оболонки навпаки, максимально зруйновані.

Однак, незважаючи на наявну різноманітність зерна, у процесі його переробки на крупозаводі необхідно забезпечити максимально можливий вихід та високу якість готової продукції [42].

Проникаючи всередину зерна, волога викликає низку складних процесів. В результаті знижується його щільність і міцність (опірність руйнуванню), отже, зерно необхідно «підсушити», щоб крохмаль клейстеризувався, повернувши ядру еластичність, а оболонки, навпаки, висохнувши, втратили міцність. Ступінь змін залежить від вихідних властивостей зерна і величини впливу, що визначається параметрами режиму ГТО.

Ряд вчених [33] досліджували вплив ступеня зволоження, часу відволоження та температури води на набухання та здатність зв'язувати воду колотого ядра вівса. Вони отримали відомості, що максимальну набухання має продукт, зволожений до 30 % водою температурою 40°C тривалістю відволожування 180 хвилин. Максимальну здатність зв'язувати воду має продукт, зволожений до 28 % при тривалості відволожування 180 хвилин, що становить 3,4 г/г [39].

Внаслідок проведення гідротермічної обробки підвищується ефективність лущення зерна, скорочується вміст нелущених зерен у продуктах лущення. Це дозволяє збільшити продуктивність заводу та вихід готової крупи. Приблизний підрахунок економічної ефективності враховує, що вихід крупи збільшується на 1 %, а поліпшення її якості виявиться підвищення виходу крупи вищого ґатунку з допомогою першого ґатунку у розмірі 5 % [47].

У деяких випадках окремі етапи процесу можуть проводитись при зниженому чи підвищеному тиску. Отже, основними факторами ГТО є вологість, температура, тиск, відволоження та їх тривалість. Їх поєднання у різних варіантах визначає метод ГТО та її режим [8].

Зволожене зерно прогривають або проводять етапи процесу при звичайній температурі. Тому параметрами, що характеризують гідротермічну обробку, є вологість, температура, тиск та тривалість обробки.

Раціональна класифікація застосовуваних у виробничих умовах методів ГТО остаточно не розроблено. Детальну схему класифікації наводить проф. Я.Н. Купріц. Схема охоплює і ГТО круп'яних культур, у зв'язку з чим відрізняється деякою складністю. Умовно методи ГТО можна розділити на великі групи: обробка зерна лише водою і обробка зерна водою і теплом [38].

1.4.1 Гідротермічна обробка без пропарювання

Традиційний спосіб гідротермічної обробки вівса, рекомендований Правилами організації та ведення технологічного процесу на круп'яних підприємствах, включає пропарювання, сушіння та охолодження зерна [2]. Відомі

роботи вчених, які вивчали можливість заміни операції пропарювання на зволоження водою з наступним відволожуванням зерна. Запропоновані способи ГТО вівса, що включають зволоження, відволожування та сушіння зерна, дозволили отримати високу ефективність лушення зерна (особливо на відцентрових луцильниках) і відповідно високий вихід готової продукції. Однак для покращення споживчих властивостей крупи рекомендувалося ввести в технологічний процес операцію пропарювання ядра [3].

Встановлено, що у рівноважному стані волога у зерні розподілена нерівномірно. У зв'язку з цим викликає інтерес вивчення способів ГТО зерна, що дозволяють використовувати природну різницю у вологості його анатомічних елементів поліпшення технологічних властивостей.

Вченими замість звичайної схеми гідротермічної обробки, що включає пропарювання, сушіння і охолодження, була запропонована схема, що представляє собою зволоження до різної вологості, відволожування, сушіння і охолодження зерен. Оптимальним поєднанням факторів є таке: ступінь зволоження – 24,0 %, час відволожування – 24 години, $t_{ac} = 125$ °С, вологість зерна після сушіння – 13,0 % [46].

1.4.2 Гідротермічна обробка зерна із пропарюванням

Найбільш поширений спосіб гідротермічної обробки, що включає пропарювання, сушіння і охолодження зерна. Зерно пропарюють у пропарювачах безперервної чи періодичної дії, зволожуючи на 2 – 6 % залежно від вихідної вологості.

Охолоджують зерно зовнішнім повітрям до температури, що перевищує лише на 5 – 8 °С температуру довкілля. Охолодження зерна переважно підвищує крихкість ядра, ніж плівок. Тому лушення зерна з температурою близько 56 °С ефективніше, ніж охолоджене [1].

За даними досліджень, кращі технологічні результати отримані пропарюванням при тиску пари $1 \cdot 10^5$ Н/м² протягом 3,1 хвилин. Коефіцієнт

лущення досягає 82,5 % (у вихідного зерна – 49,8 %), а кількість подрібненого ядра не перевищує 1 % [48].

1.4.3 Гідротермічна обробка зерна з використанням вакууму

Сутність даного способу полягає в тому, що у відомому способі ГТО зерна вівса, що включає зволоження зерна водою, його відволоження і сушіння, зволоження зерна проводять при наявності вакууму з залишковим тиском 0,03 – 0,05 МПа і подачі води в зерно протягом 10 – 60 секунд з подальшим механічним видаленням надлишків поверхневої вологи, а відволоження зерна здійснюють протягом 2,5 – 4 годин.

Зволоження таким чином сприяє прискоренню проникнення вологи всередину ядра, що веде до інтенсифікації процесу розподілу вологи та зменшення часу відволоження. Прискорення процесу розподілу вологи в зерні вівса пов'язане з тим, що макро-і мікрокапіляри квіткових плівок, а також периферійних частин ядра стають більш доступними для проникнення в них води внаслідок часткового звільнення капілярів за допомогою вакууму від повітря, що їх заповнює.

При залишковому тиску нижче 0,03 МПа процес зволоження зерна інтенсифікується значною мірою, і воно перезволожується; крім того, створення більш глибокого вакууму призводить до додаткових витрат електроенергії. При залишковому тиску вище 0,05 МПа зерно не зволожується до необхідного рівня. Час набору вакууму та подачі води у зерно менше 10 секунд призводить до технічного ускладнення процесу зволоження зерна. При часі набору вакууму та подачі води в зерно понад 60 секунд воно надлишково зволожується.

При відволоженні зерна протягом 2,5 – 4 годин волога проникає вглиб ядра, при цьому воно пластифікується і менше дробиться при луценні зерна, що призводить до збільшення виходу ядра і відповідно готової продукції. Якщо зерно відволожили менше 2,5 годин, волога не встигає розподілитися по ядру: воно залишається крихким і при луценні більше дробиться. При часі відволоження

понад 4 години пластичність ядра не знижується, але потрібно збільшення місткості бункерів для відволоження.

Після відволоження зерно сушать у сушарці при температурі агента сушіння від 130 °С до 160 °С до вологості 12 – 14 %. Після ГТО зерно направляють на лущення в відцентрові лущильники.

1.4.4 Баротермічна обробка зерна

Фізична сутність методу баротермічної обробки полягає у створенні в барокамері, заповненій насінням, зерном або крупою, високого тиску та температури з наступним різким скиданням тиску. В результаті впливу внутрішнього надлишкового тиску в обсязі продукту він спучується. Отриманий зернопродукт має округлу, не завжди правильну форму, суттєво збільшений розмір, структуру пористу з низькою щільністю. За кордоном подібна технологія відома як технологія «Преско» фірми «Meneba Food Ingredients» (Нідерланди).

Основними технологічними параметрами апарату для баротермічної обробки є температура, тиск, вихідна вологість сировини, тривалість обробки (час циклу, експозиція). Орієнтовні значення становлять (250 – 300) °С; (0,8 – 1,0) МПа; (16 – 20) % відповідно. Очевидно, що в загальному випадку вони залежать від виду оброблюваного зерна (насіння) або крупи та бажаного ступеня спучування.

Як правило, зі зростанням зазначених параметрів ступінь спучування також зростає. При цьому зростають лінійні розміри (приблизно вдвічі), обсяг окремих зернівок, вміст декстринів та ступінь денатурації білків. Однак при підвищенні температури виникає ризик підгоряння продукту. Істотно впливає і маса (об'єм) завантаженого продукту, особливо в установках без компресора, де цей параметр у поєднанні з вологістю і температурою жорстко визначає тиск, що створюється в робочій камері. Конкретні значення параметрів є секретом виробника.

Залишається відкритим питання про збереження біологічно активних речовин за таких жорстких параметрів технологічного процесу. Спучене зерно

можна розглядати як зернову основу (з підвищеним вмістом харчових волокон) для функціональних зернопродуктів.

Технологія дозволяє переробляти зерно, зернові суміші та крупи (рис, гречану, перлову тощо) у готовий для вживання продукт за одну технологічну операцію – без помелу зерна, закваски тіста та інших операцій, що використовуються у хлібопекарському виробництві.

1.5 Аналіз способів лушення зерна вівса

1.5.1 Способи механічної дії на зерно вівса при лущенні

Операція лушення зерна – одна з основних операцій, від ефективності якої значною мірою залежить вихід та якість крупи. Сутність процесу полягає у відділенні зовнішніх оболонок від ядра. Для проведення операції лушення зерна вівса не потрібно сильної механічної дії робочих органів машин на зерно, тому що квіткові плівки у вівса не зростаються з ядром. Вивченню операції лушення та розробки способів та пристроїв для лушення зерна присвячено безліч робіт [6, 14, 18].

Спосіб лушення зерна визначається в залежності від будови зерна, міцності зв'язків оболонок з ядром, а також асортименту продукції, що виробляється.

Усі круп'яні культури залежно від технологічних особливостей можна поділити на дві основні групи. Культури першої групи мають плівки, що не зрослися з ядром, основним видом продукції є крупа з неподрібненого ядра (просо, овес, рис). У культур другої групи – плівки, що зрослися з ядром, основним видом продукції є крупа з дробленого ядра (кукурудза, пшениця, ячмінь).

Для лушення вівса можна використовувати машини, в яких зерно піддають лушення силами стиснення і тертя (кочення з ковзанням), такими є луцильні поставки. Обов'язковою умовою цього способу впливу є обробка зерна за допомогою гідротермічної обробки в такий стан, при якому оболонки стають

крихкими і легко руйнуються, а ядро може витримувати деформацію, не руйнуючись.

На лущення таким способом (у лущильному поставі) відповідно до «Правил...» направляється зерно вівса, що пройшло гідротермічну обробку, що закінчується сушінням до вологості 10 % [19]. Однак, лущення зерна з такою вологістю призводить до значного дроблення ядра.

Основні недоліки лущильних поставів наступні: невисока продуктивність; низька технологічна ефективність, оскільки зерно піддається впливу жорстких абразивних поверхонь, а шлях обробки має велику протяжність, внаслідок чого вміст подрібнених зерен (наприклад, рису) після першого пропуску становить 5 – 10 %; висока питома витрата енергії на процес лущення – 3,5 – 4,6 кВтг/т; порівняно більша матеріаломісткість конструкції; обертання вертикального валу передається за допомогою конічного редуктора, що ускладнює ремонт та обслуговування машини. Зазначені недоліки пов'язані з тим, що принцип дії цих машин недосконалий і недостатньо повно враховує фізико-механічні та структурно-біологічні особливості зерна рису та вівса.

Крім поставів, овес лущаться на оббивних машинах, де плівки відокремлюють в результаті багаторазово повторюваних ударів обертовими бичами (лопатями), які відкидають зерно (овес) на тверду (абразивну або металеву) поверхню. Завдяки невеликому нахилу бичів в осьовому напрямку (8°) і під дією вівса, що безперервно надходить в абразивний циліндр, відбувається переміщення його по деякій гвинтовій траєкторії вздовж циліндра. Попередньо перед лущенням овес ділять на дві фракції: велику (сход з сита з отворами розміром $2,2 \times 20$ мм) та дрібну (сход з сита з отворами розміром $1,8 \times 20$ мм). Однак режим роботи оббивальних машин не можуть бути відрегульовані до такого ступеня, щоб забезпечити оптимальні умови впливу робочих органів на всю масу зерен, що відрізняються за розмірами, вологістю, консистенцією ядра, плівчастості та ін. Істотний недолік машин – вихід великої кількості подрібненого зерна [20].

Очевидно, для переробки вівса необхідно використовувати машини з принципом дії, більш повно враховує його структурно-механічні та біологічні особливості. Проведені на вівсозаводі експериментальні дослідження показали, що одним з ефективних є робочий процес, в якому реалізується спільна дія сил інерції (відцентрових, коріолісових) та удару, здійсненого у відцентровому луцильнику. Кругова швидкість робочого органу становить від 40 до 60 м/с. У цьому коефіцієнт луцення становить 95 % [14]. Даним способом піддається луцення зерна, ядро якого досить пластичне і не руйнується при ударі (овес). Зерно з тендітним ядром (у гречки, рису) не може лущитися в такий спосіб, оскільки ядро при ударі дробиться.

При луценні зерна на відцентрових та оббивних луцильниках, відповідно до «Правил...» вологість зерна вівса необхідно підтримувати в межах 14 %. Абрамов С.Ю. зазначає, що сушіння пропареного зерна вівса до вологості 13 – 14 % полегшує його луцення в відцентровому луцильнику. За даними Манаєнкова В.П. [31] з підвищенням вологості зерна перед луценням ефективність обробки помітно зростає, проте величина вологості не перевищує 17 %.

«Труднощі звільнення ядра вівса від квіткових плівок полягає в тому, що внутрішня (нижня) квітова плівка щільно і глибоко охоплює ядро (не зростаючись з ним), заходячи на його бічні сторони, а зовнішня (верхня) плівка охоплює, у свою чергу, внутрішню плівку, утворюючи з'єднання, у вигляді «замку»; ядро вівса в'язкої консистенції та зазор між ним та плівками заповнений ворсинками (волосками). Такі особливості будови зерна вівса викликають необхідність застосовувати для його луцення машини, що враховують цю специфіку» [20].

Аналізуючи існуючі способи луцення зерна вівса, можна відзначити, що овес піддається луценню, пройшовши гідротермічну обробку. Після пропарювання або зволоження зерно набуває сприятливих технологічних властивостей (зернівка набуває округлу форму, знижується тріскуватість, зростають пластичні властивості, знижується опір оболонки розриву і т.д.). Сушіння зерна певною мірою змінює набуті технологічні властивості. Однак

вище зазначені традиційні способи лушення не дозволяють лущити зерно з підвищеною вологістю і дають великий вихід дробленого ядра.

В даний час запропонований спосіб аеролушення – лушення зерна за допомогою струменя стисненого повітря, що рухається з критичною швидкістю по відношенню до руйнування оболонок [9, 36].

Авторами винаходу рекомендується лущити зерно в аеролушцильнику вологістю 14 – 15 %. Проте, мало досліджена проблема гідротермічної обробки цього методу лушення. Враховуючи вищесказане, вважаємо раціональним і необхідним дослідити спосіб ГТО, що дає максимальний вихід цілого ядра при аеролушенні. При цьому у способі ГТО, що досліджується, собівартість повинна бути значно нижчою в порівнянні з пропарюванням.

1.5.2 Лушення зерна за допомогою струменя повітряного потоку

Проведений на підставі літературних джерел порівняльний аналіз технологічних властивостей зерна та ядра вівса [31, 46], безпосередньо після пропарювання та після проведення операції сушіння, показує перевагу першого варіанту.

У зв'язку з цим, рядом авторів [34] запропоновано спосіб лушення зерна, що пройшло пропарювання, з наступним високошвидкісним випорожненням ємності під надмірним тиском. Цей спосіб дозволяє лущити зерно з широким діапазоном вологості; одержати при одноразовому пропуску високий коефіцієнт лушення з мінімальним дробленням ядра; відмовитися від попереднього сортування зерна крупністю перед лушенням; скоротити загалом технологічний цикл.

Зерно лущиться за допомогою струменя повітряного потоку і в результаті дії комплексу різних факторів, що виникають при обтіканні продукту високошвидкісним (звуковим та надзвуковим) повітряним струменем. До цієї групи належать різні типи аеролушцильних установок, які характеризуються відсутністю робочих органів, що рухаються.

Лушпиння зерна таким способом дозволяє отримати при одноразовому пропуску високий коефіцієнт лушення з мінімальним дробленням ядра, відмовитися від попереднього сортування зерна по крупності перед лушенням, лушити зерно в широкому діапазоні вологості, скоротити енерговитрати за рахунок використання енергії відпрацьованої пари і в цілому технологічний цикл.

На процес лушення зерна при високошвидкісному витіканні його з ємності впливає ряд факторів (робоче середовище, вологість зерна, швидкість витікання і т.д.), які визначають ефективність лушення зерна даним способом. Вивчення впливу цих факторів допоможе знайти шляхи підвищення ефективності лушення.

Одним з таких факторів, що впливають на процес лушення, є напрям ударного впливу повітряного потоку на зернівку. Результати досліджень показали, що при пневмоударі по зрошеному кінці зернівки вівса коефіцієнт лушення не перевищує 19,5 %, в той час, як при ударі по незрошеному кінці зернівки і тієї ж вологості коефіцієнт лушення становить 86,2 %. Так, при вологості 10 % він становить 13 %, а зі зростанням вологості до 30 % – 19 %.

Зі збільшенням вологості спостерігається зростання коефіцієнта лушення в обох випадках пневмоудару по зернівці вівса.

В результаті досліджень було встановлено, що зі збільшенням діаметра випускного отвору коефіцієнт лушення зростає та досягає максимального значення 82,5 % при діаметрі випускного отвору 12 мм. Подальше збільшення діаметра веде до зниження коефіцієнта лушення.

Аналізуючи результати досліджень, можна припустити, що використання діаметра випускного отвору 12 мм дозволяє створити явище сводоутворення, і при цьому не виникає значного опору високошвидкісному витіканню зерна з ємності. Збільшення діаметра випускного отвору понад 12 мм усуває явище сводоутворення та знижує взаємодію зернівок між собою, що призводить до зниження коефіцієнта лушення за інших рівних умов.

Діаметр випускного отвору менше 12 мм призводить до збільшення опору руху зерна та знижує швидкість його закінчення з ємності, а відповідно і силу удару зернівки об атмосферне повітря при виході.

Таким чином, явище сводоутворення є позитивним і веде до підвищення ефективності лушення зерна вівса в тому випадку, якщо не виникає значного опору високошвидкісного витікання, тобто немає значного зниження швидкості витікання зерна.

Важливим фактором, що істотно впливає на ефективність лушення зерна вівса, є його вологість. Лушпиння зерна вівса при тиску 0,5 МПа і вологості від 11 % до 35,4 % показало, що найбільшого значення (близько 56 %) коефіцієнт лушення досяг при вологості 27 – 30 %. Однак з підвищенням вологості зростає коефіцієнт внутрішнього тертя і максимальне значення досягається при вологості близько 28 – 30 %, що і пояснює найкращу ефективність лушення вівса при цій вологості. Потім відбувається його зниження.

Ймовірно, подальше зволоження призводить до появи вільної вологи, що знижує ступінь впливу зернівок одна на одну при високошвидкісному закінченні, а це у свою чергу знижує коефіцієнт лушення. Лушпиння зерна при високошвидкісному спорожненні ємності супроводжується миттєвим переходом зерна з області надлишкового тиску в область нормального, що повинно призвести до зміни вологості. При лущенні зерна вівса зі збільшенням тиску робочого середовища зниження вологості збільшується та становить 2,3 % при тиску 0,6 МПа.

Результати досліджень показали, що зниження вологості в процесі лушення зерна при високошвидкісному випорожненні ємності під надлишковим тиском є позитивним ефектом, оскільки знижує енерговитрати на сушку [31].

Оптимальна вологість зерна вівса при лущенні визначена в межах 17 – 20 % [31], при використанні як робоче середовище пари та пароповітряної суміші. Недоцільність подальшого підвищення вологості пояснюється додатковими енерговитратами на операцію пропарювання без істотного зростання ефективності лушення. Результати ефективності лушення зерна з більш високою вологістю при використанні в якості робочого середовища повітря відсутні, у зв'язку з цим ми вважаємо за необхідне досліджувати процес аеролушення без

використання операції пропарювання і дослідити відповідний спосіб ГТО, що дає максимальний технологічний ефект при аеролущенні.

Умови лушення зерна при високошвидкісному витікання з ємності, на наш погляд, залежать від ряду факторів, які повинні визначати ефект лушення зерна і які в ранніх роботах, таких як спеціальна підготовка зерна перед витіканням, спосіб витікання зерна не були досліджені.

Застосування стиснутого повітря для лушення ефективно у тих випадках, коли вартість оброблюваної сировини в кілька разів вища за вартість енергії або коли неможливо досягти необхідної обробки продукту іншими способами [41].

Висновки до розділу

Таким чином, можна підсумувати проведений аналіз літературних джерел такими висновками:

1. Проблему невисокого коефіцієнта використання зерна вівса під час переробки його у крупу необхідно розглядати комплексно як систему взаємозалежних процесів водно-теплової обробки та процесу лушення зерна. З цього випливає, що для кожного способу лушення зерна вівса необхідно зерно, що має строго певні структурно-механічні властивості, найбільш придатні для даного способу лушення.

2. Виходячи з першого висновку, а також з наявних досліджень можна відзначити, що спосіб аеродинамічного лушення зерна вівса може не поступатися технологічною ефективністю традиційним способам лушення, рекомендованим «Правилами...», при доборі до нього оптимального способу водно-теплової обробки.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Експериментальні дослідження проведено на кафедрі технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції та на приватному підприємстві «Самріз» міста Дніпро. В роботі використані загальноприйняті, стандартні і розроблені для наукових досліджень, технологічні, фізико-хімічні, органолептичні, і розрахункові методи.

Загальна структура дослідження представлена на рис. 2.1.



Рисунок 2.1 – Загальна структура схема проведення досліджень

2.1 Методи визначення якості зерна

Як об'єкти на різних етапах дослідження використовувалися: зерно вівса першого типу першого підтипу, першого класу, призначений для переробки у крупу, що відповідає ГОСТ 28673; вівсяна крупа вищого ґатунку згідно з ГОСТ 3034; крупа, що пройшла термобарометричну обробку.

Якість зерна визначали відповідно до чинних державних стандартів та загальноприйнятих методик.

Визначення вологості згідно з ГОСТ 13586.5-93 «Зерно. Метод визначення вологості».

Визначення натури зерна за ГОСТ 10840-64 «Зерно. Методи визначення натури».

Визначення вмісту бур'янів та зернових домішок, дрібних зерен за ГОСТ 30483-97 «Зерно. Методи визначення загального та фракційного вмісту домішок; вміст дрібних зерен та крупності; вміст зерен пшениці, пошкоджених клопом-черепашкою; вміст металоманітної домішки».

Визначення кислотності згідно з ГОСТ 10844-74 «Зерно. Метод визначення кислотності по бовтанці».

Показники якості зерна вівса зведено таблицю 2.1.

Проаналізувавши дані таблиці 2.1 бачимо, що зерно вівса, що досліджується, практично за всіма показниками відповідало нормам для першого класу. Виняток склали натура зерна та вміст ядра. Це пояснюється тим, що у партії був підвищений вміст дрібного зерна.

Таблиця 2.1 – Показники якості зерна вівса

Найменування показника	Нормовані показники	Фактичні показники
Ядро, %, не менше	65	62
Вологість, %, не більше	13,5	11,3
Натура, г/л, не менше	550	535
В тому числі:		
мінеральна домішка	0,2	0,2
серед мінеральної домішки:		
галька	0,1	відсутнє
шкідлива домішка	не допускається	відсутнє
серед шкідливої домішки:		
ріжки і сажка	не допускається	відсутнє
софора лисохвосна та в'язель різнокольоровий	не допускається	відсутнє
геліотроп опушеноплідний та триходосма сива	не допускається	відсутнє
зіпсовані зерна вівса та інших культурних рослин	не допускаються	відсутні
вовсюг	2,0	1,0
кукіль	0,2	відсутнє
Шкідники (жуки), шт. в 1 кг, не більше	не допускаються	відсутні
Зернова домішка, %, не більше	4,0	3,5
серед зернової домішки		
у тому числі зерна ячменю, жита	1,0	1,0
Дрібні зерна, %, не більше	3,0	4,0
Зараженість шкідниками	Не допускається	Відсутнє
Кислотність, град, не більше	6,0	3,3

2.2 Опис експериментальної установки

Усі дослідження проводилися на експериментальній установці, представленій рисунку 2.2. Основне завдання при виконанні даної роботи полягала у визначенні пластичності та кінцевої масової частки вологи (далі за текстом кінцева вологість) у зерні вівса, обробленому за різних режимів на

експериментальній установці. Установка складається з кількох основних вузлів, представлених рисунку 2.2. Визначення пластичності виконувалося на установці «Молот», представлений рисунку 2.3. Принцип дії цієї установки полягав у динамічному ударі вантажу, масою 3 кг по зернівці вівса.

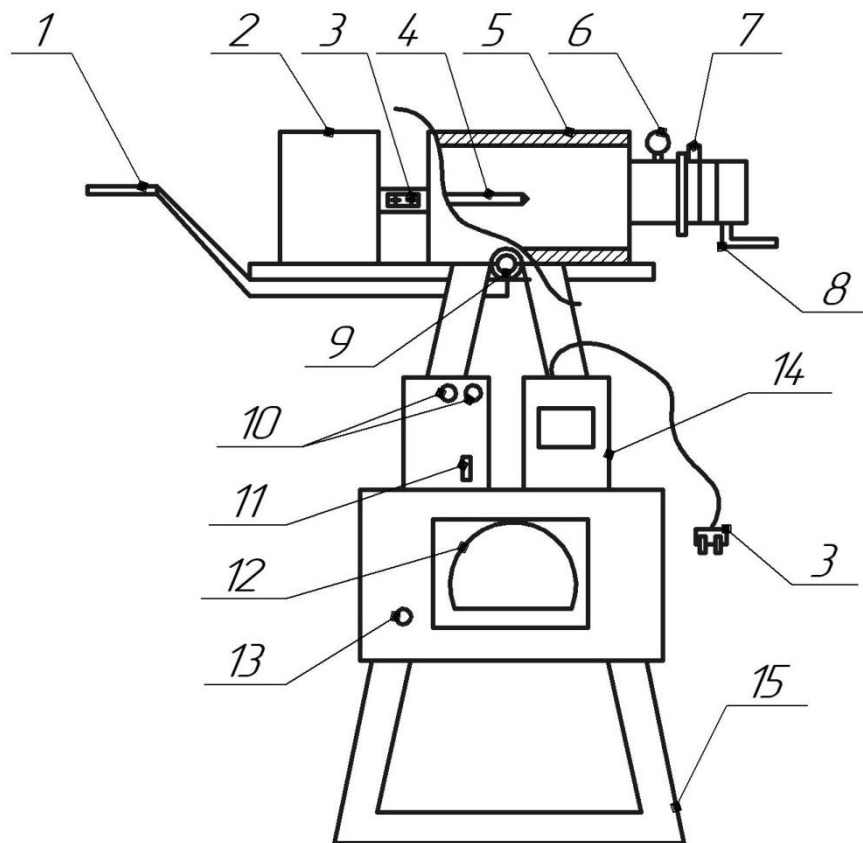


Рисунок 2.2 – Принципова схема експериментальної установки

1 – ручка повороту; 2 – електродвигун з редуктором; 3 – з'єднувальний роз'єм; 4 – термопара; 5 – камера нагріву; 6 – манометр; 7 – клапан подачі стисненого повітря; 8 – шлюзовий кран; 9 – фіксатор положення; 10 – реле електродвигуна; 11 – реле камери нагріву; 12 – амперметр; 13 – регулятор сили току; 14 – терморегулятор ТРМ-1; 15 – станина.

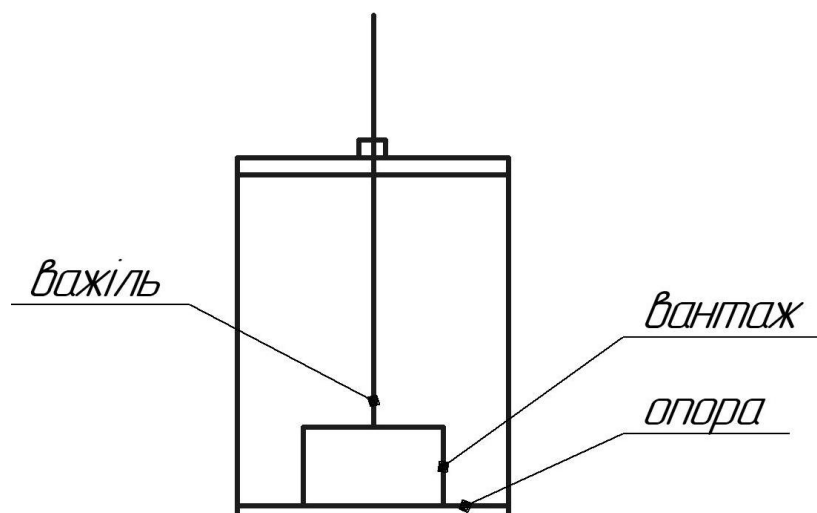


Рисунок 2.3 – Схема установки «Молот»

Визначення кінцевої вологості зерна вівса здійснювали в циліндрі, схема якого приведена на рисунку 2.4.

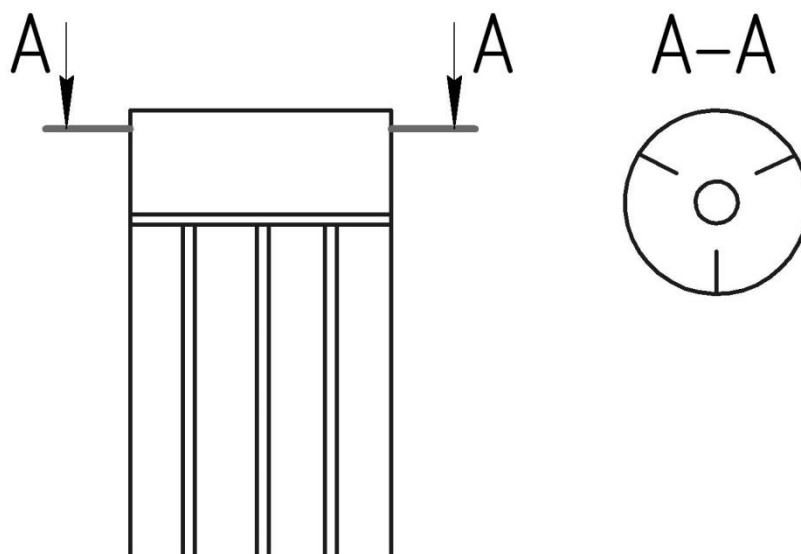


Рисунок 2.4 – Схема циліндра для визначення кінцевої вологості

2.3 Метод визначення впливу тиску повітря та вологості на ступінь руйнування ядра та оболонки зерна вівса

Експериментальні дослідження визначення впливу величини зусилля повітря на ступінь руйнування ядра проводилися на установці, схематично представленій на рисунку 2.5.

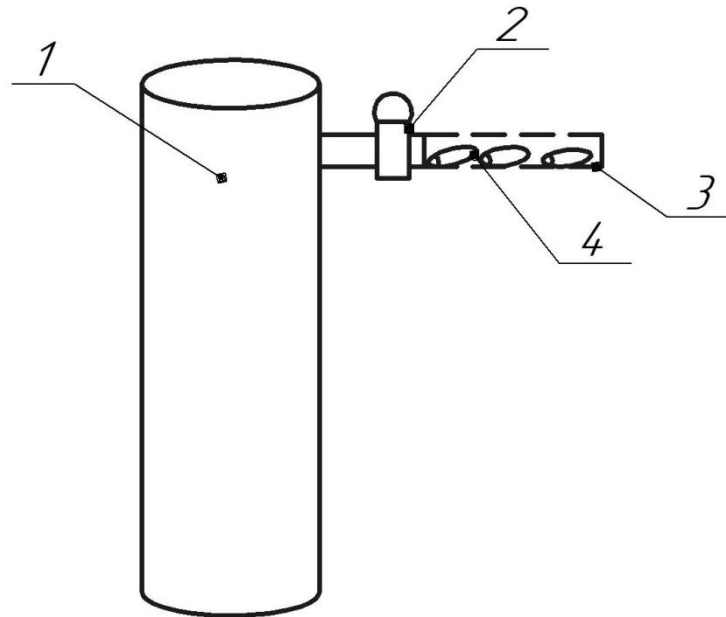


Рисунок 2.5 – Схема установки визначення для визначення впливу величини зусилля повітря на ступінь руйнування ядра

1 – балон зі стисненим повітрям, 2 – редуктор, 3 – сітчастий циліндр, 4 – зернівка.

Основне завдання при виконанні даної роботи полягало у визначенні впливу вологості зерна та зусилля, що надається на зернівку стисненим повітрям при виході його з балона, на ступінь руйнування ядра та оболонки зерна вівса. Принцип дії даної установки полягав у змінному за допомогою редуктора повітряному ударі на зернівку вівса, що знаходиться в сітчастому циліндрі. Ступінь руйнування ядра та оболонки оцінювалася залежно від тиску в посудині як співвідношення числа зернівок з зруйнованими ядрами (оболонками) до загального числа зернівок і виражалося у відсотках.

2.4 Метод визначення вологості та опору зерна вівса удару

Суть виконуваної роботи полягала у короткочасному поверхневому високотемпературному нагріванні зерна при надмірному тиску з подальшим визначенням коефіцієнта руйнування та кінцевої вологості зерна вівса.

При проведенні експериментів бралася наважка зерна масою 10 г, далі додавалася певна кількість води та зволожувалося зерно. Після закінчення часу замочування зерно поміщали в циліндр і зважували.

Після попередньої підготовки наважки роботу проводили на установці. Коефіцієнт руйнування оцінювали відразу після кожного експерименту, висипавши зерно на розбірну дошку. Для визначення коефіцієнта відраховували 50 зерен. Коефіцієнт руйнування розраховували як відношення числа зруйнованих зерен до загального числа зерен.

2.5 Метод визначення ефективності луцення зерна вівса термобарометричним способом

Суть виконуваної роботи полягає в попередньому зволоженні зерна до заданої для термобарометричного способу, короткочасному високотемпературному нагріванні зерна в камері установки при надлишковому тиску з наступним аеродинамічним луценням при випуску продукту.

При проведенні експериментів бралася наважка зерна вівса масою п'ять грамів, далі додавалася певна кількість води і зерно відволожувалося протягом певного часу. Число повторень кожного експерименту залежало від досягнення бажаного результату та становило не менше двох повторювань.

Після попередньої підготовки наважки роботу проводили на установці (рис. 2.2). Були вибрані різні чинники, що впливають ефективність процесу на лабораторній установці.

Відповідно до обраної методики, ми досліджували кожен параметр окремо, за сталих значень інших. Коефіцієнт лушення розраховувався як відношення різниці нелущених зерен до і після лушення до нелущених зерен після лушення.

Кількість подрібненого зерна розраховувалося як відношення подрібненого, зерна до загального числа зерен, що зазнали обробки.

Висновки до розділу

Наведено загальну схему наукових досліджень, щодо дослідження процесу термобарометричної обробки зерна вівса при виробництві круп та охарактеризовано методи проведення досліджень.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження термобарометричного способу обробки та лушення зерна

Суть термобарометричного способу обробки і лушення зерна полягає в короткочасному високотемпературному нагріванні попередньо зволоженого зерна під надлишковим тиском з наступним лушенням аеродинамічним способом.

Було виділено п'ять факторів, що впливають на технологічну ефективність процесу:

- 1) вологість зерна, що зазнало лушення;
- 1) тривалість відволожування зерна;
- 1) діаметр вихідного каналу форсунки;
- 1) довжина вихідного каналу форсунки;
- 1) відстань до відбивної поверхні.

Відповідно до методики, ми досліджували кожен параметр окремо, за сталості інших. Дослідження було розпочато з вивчення параметра «вологість зерна, яке зазнало лушення» при різній тривалості відволожування зерна.

3.1.1 Вплив вихідної вологості зерна до обробки, тривалості відволожування та діаметру випускної форсунки установки на ефективність лушення

Зерно зволожувалося до наступних показників вологості: 14,1 %; 15,9 %; 18,0 %; 20,2 %; 22,0 %. Тривалість відволожування кожного показника за вологості становила: 30; 60; 180; 360 хвилин. Діаметри форсунок на виході становили: 5; 10; 15; 20 мм.

Основні постійні режими обробки були взяті за результатами раніше проведених досліджень на цій установці: тиск у камері (P) – 1,0 МПа; температура нагрівання камери (t) – 220 °С; тривалість обробки ($T_{\text{обр}}$) – 1 хвилина. Результати експерименту представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Значення коефіцієнта луцення, %

Вологість зерна, W, %	Час відволожування, τ, хв	Діаметр вихідного отвору форсунки, мм							
		5		10		15		20	
		К _л , %	К _д , %	К _л , %	К _д , %	К _л , %	К _д , %	К _л , %	К _д , %
14,1	30	45,5	7,1	39,8	6,2	38,8	4,0	37,3	2,2
	60	60,2	6,0	44,1	5,3	44,2	3,3	43,5	1,5
	180	49,3	4,1	39,5	3,1	37,5	2,1	37,2	1,5
	360	49,9	3,2	43,3	2,0	40,0	2,1	35,3	i
15,9	30	66,3	5,2	40,1	2,2	33,3	3,0	27,2	1,8
	60	67,5	5,0	47,3	3,5	37,8	2,2	33,4	2,0
	180	60,1	3,9	37,6	3,1	37,7	1,8	33,3	1,5
	360	63,8	3,1	43,2	2,3	33,2	1,5	30,1	1,3
18,0	30	67,1	3,5	43,6	3,1	40,0	2,2	37,9	2,0
	60	57,3	3,0	37,8	2,8	33,2	1,5	37,8	2,3
	180	57,1	2,5	33,2	2,2	23,5	1,1	23,1	1,1
	360	60,0	2,1	33,0	1,5	27,9	0,8	27,4	0,0
20,2	30	66,5	3,3	37,3	3,0	40,2	2,0	37,8	1,5
	60	53,4	3,0	33,1	2,5	33,5	1,5	30,0	1,2
	180	57,1	2,5	37,5	2,2	30,3	1,5	33,2	0,0
	360	50,2	2,2	40,0	1,5	30,1	1,3	27,1	0,0
20,0	30	57,3	3,5	33,4	2,5	37,7	2,0	27,6	1,2
	60	60,1	2,2	37,1	2,2	40,1	1,4	40,0	0,0
	180	67,0	2,1	37,1	1,5	33,5	1,2	33,4	0,0
	360	67,0	1,3	40,0	1,1	33,4	0,0	40,1	0,0

К_л – коефіцієнт луцення, %;

К_д – коефіцієнт дроблення ядра, %.

З таблиці видно, що однакові результати були отримані за різних умов. При діаметрі випускного отвору 5 мм коефіцієнт луцення різко зростає і досягає значення 67 %, при різній вологості і тривалості відволожування. При діаметрах 10, 15 та 20 мм ефективність луцення нижче, ніж при діаметрі 5 мм і значно не змінюється при зміні діаметра випускного отвору від 10 мм до 20 мм. Ми вважаємо, що значна відмінність в ефективності луцення обумовлена тим, що при діаметрі 5 мм зерно в процесі проходження через форсунку б'ється об стінки і більш тісно контактує між собою, тим самим підвищуючи ефективність луцення.

Проаналізувавши отримані результати, можна дійти невтішного висновку, що спостерігається загальна закономірність: зі збільшенням діаметра вихідного отвору форсунки і тривалості відволожування відбувається зниження дроблення ядра.

Дане явище можна пояснити процесом розподілу вологи в зерні та витратою повітря. На початку відволожування волога не встигає проникнути у ядро, з цим пов'язана високе дроблення ядра. При збільшенні тривалості відволожування відбувається більш глибоке проникнення вологи в ядро, воно стає пластичне і менше схильне до дроблення.

При зменшенні діаметра випускного отвору форсунки витрата повітря зменшується, а коефіцієнт луцення, у свою чергу, за рахунок удару зернівки об стінки форсунки збільшується.

Спостерігається загальний спад кривої дроблення ядра зі збільшенням вихідної вологості, це також пов'язане з глибшим проникненням вологи в ядро.

Щоб визначити режим, при якому кінцева вологість ядра була найбільш близька до вимог «Правил...» були проведені виміри кінцевої вологості ядра при різних показниках вихідної вологості зерна і тривалості відволожування, які були обрані, ґрунтуючись на попередній серії експериментів. Постійні параметри: $P = 1,0$ МПа, $T_{\text{обр}} = 1$ хв., $t = 220$ °С, $d = 5$ мм. Результати зведено до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Значення вологості

Номер повторності	Вологість ядра, %				
	Початкова вологість зерна, % (час відволожування, хв.)				
	16(30)	18(30)	20(30)	22(60)	22(180)
Повторність №1	9,65	9,85	10,60	11,60	14,02
Повторність №2	9,60	9,75	10,80	11,80	14,02
Повторність №3.	9,55	9,80	10,80	11,80	14,02
Повторність №4	9,60	9,80	10,80	11,80	14,02
Середня вологість	9,60	9,80	10,75	11,75	14,02

Таким чином, найбільш ефективно луцення йде за $P=1,0$ МПа, $t=220$ °С, $T_{\text{обр}}=1$ хв., $d=5$ мм.

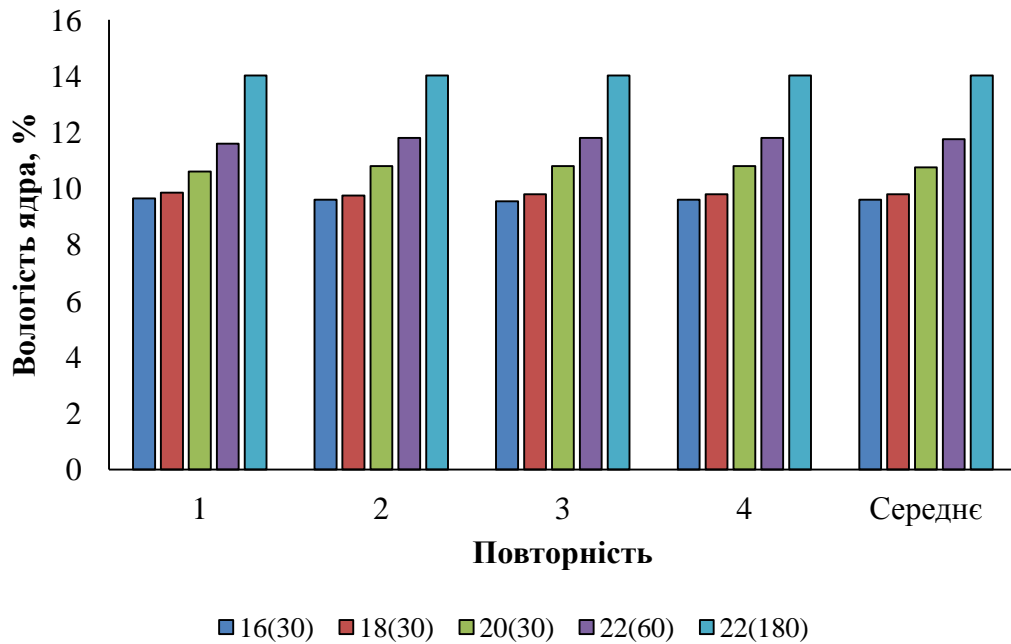


Рисунок 3.1 – Кінцевої вологості ядра від вихідної вологості зерна і часу відволожування

Для подальших досліджень рекомендуємо прийняти вихідну вологість зерна до обробки $W = 22,0\%$ та тривалість відволожування $t = 180$ хв, оскільки за даних показниках досягається максимальний коефіцієнт лушення (67 %) і необхідна вологість ядра (14,2 %).

3.1.2 Залежність ефективності лушення від довжини випускного каналу форсунки при різному діаметрі

Підібравши значення діаметра випускного каналу форсунки $d = 5$ мм), вологості зерна до обробки $W = 22,0\%$ та тривалості відволожування $t=180$ хв, підбираємо довжину випускного каналу форсунки. Довжина каналу збільшувалась шляхом накручування насадок на форсунку. У результаті процес лушення досліджувався при наступних довжинах каналів кожного діаметра випускного каналу форсунки: 5, 10, 15, 20 см.

Отримані дані експерименту представлені у таблиці 3.3.

З таблиці видно, що за довжини випускного каналу 5 см спостерігається найбільша ефективність лушення, яка досягається максимальної величини при

діаметрі каналу 5 мм. При збільшенні довжини відбувається зниження ефективності лущення і зменшення подрібнення ядра, це пов'язано з тим, що різниця в міцності оболонок і ядра знижується зі збільшенням довжини, так як зернівка в процесі проходження через канал охолоджується і волога перерозподіляється від ядра до оболонок – крихкість оболонок знижується.

Зміна довжини при діаметрах 15, 20 мм призводить до зниження ефективності лущення, у цьому випадку зі збільшенням довжини до 15 см і діаметра до 20мм дроблення ядра досягає нульового значення.

Таким чином, рекомендуємо прийняти довжину випускного каналу форсунки 5 см, діаметром 5 мм, при якій $K_{л} = 73,1$ % та вихід дробленого ядра 4,0 %.

Таблиця 3.3 – Значення коефіцієнта лущення зерна та подрібнення ядра

Номер повторності	Довжина випускного каналу форсунки, см							
	5		10		15		20	
	$K_{л}, \%$	$K_{д}, \%$	$K_{л}, \%$	$K_{д}, \%$	$K_{л}, \%$	$K_{д}, \%$	$K_{л}, \%$	$K_{д}, \%$
$d = 5$ мм								
1	73,3	3,4	69,5	3,5	71,3	2,6	66,0	2,3
2	72,8	4,5	70,5	3,1	69,7	2,1	68,2	2,5
середня	73,1	4,0	70,0	3,3	70,5	2,4	67,1	2,4
$d = 10$ мм								
1	54,5	3,5	43,3	3,5	40,7	1,3	38,5	1,0
2	56,0	3,1	41,0	3,2	41,0	1,1	39,5	1,0
середня	55,3	3,3	42,2	3,4	40,9	1,2	39,0	1,0
$d = 15$ мм								
1	38,0	2,1	37,5	1,3	32,2	0,9	28,9	0,0
2	39,0	1,5	37,9	1,6	32,7	1,1	30,5	0,0
середня	38,5	1,8	37,6	1,5	32,5	1,0	29,7	0,0
$d = 20$ мм								
1	36,0	0,9	34,1	1,1	28,5	0,0	26,0	0,0
2	36,2	1,3	34,5	1,4	27,5	0,0	26,6	0,0
середня	36,1	1,1	34,3	1,3	28,0	0,0	26,3	0,0

$K_{л}$ – коефіцієнт лущення, %;

$K_{д}$ – коефіцієнт дроблення ядра, %

3.1.3 Залежність ефективності лушення від відстані до відбивної поверхні

Даний фактор дозволить забезпечити процес лушення за допомогою принципу одноразового удару. Попередні досліди проводилися при відстані до відбивної поверхні рівній 30 см.

Основні режими обробки отримані раніше і становлять: тиск, що впускається в камеру (P) – 1,0 МПа, температура обробки (t) – 220 °С; тривалість відволожування ($T_{\text{відв}}$) – 180 хвилин; тривалість обробки ($T_{\text{обр}}$) – 1 хвилина; діаметр випускного каналу (d) – 5 мм, довжина випускного каналу (l) – 5 см. Ефективність лушення оцінюємо при відстані до відбивної поверхні, (L) рівній: 5; 10; 15; 20; 25; 30 см.

Після проведення експериментів було отримано результати, які приведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Значення коефіцієнта лушення зерна та дроблення ядра

Показник	Відстань до відбивної поверхні, см					
	5	10	15	20	25	30
$K_{\text{л}}$, %	79,3	79,0	77,1	86,2	74,5	73,2
$K_{\text{д}}$, %	6,1	6,0	5,3	3,2	3,0	1,1

$K_{\text{л}}$ – коефіцієнт лушення, %;

$K_{\text{д}}$ – коефіцієнт дроблення ядра, %.

З отриманих результатів видно, що коефіцієнт лушення і вихід дробленого ядра зростають при зменшенні відстані до відбивної поверхні. Це пов'язано з тим, що при відстані до відбивної поверхні, $L = 5 - 15$ см, лушення в основному відбувається за рахунок механічного удару зерна о відбивну поверхню, при збільшенні відстані ступінь впливу механічного удару знижується, але з'являється повітряний удар, при впливі якого відбувається плавне зниження кривої коефіцієнта лушення і різке зниження дроблення ядра.

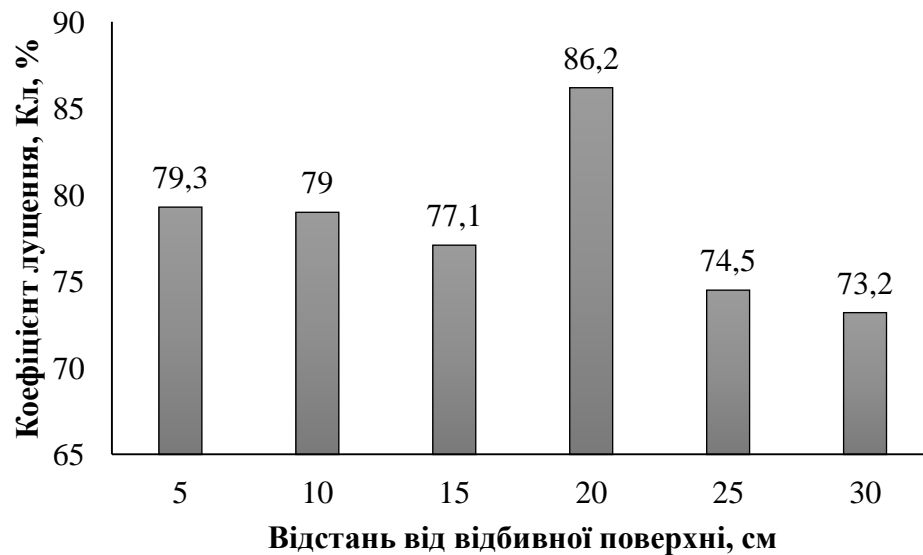


Рисунок 3.2 – Залежність зміни коефіцієнта лушення від відстані до відбивної поверхні

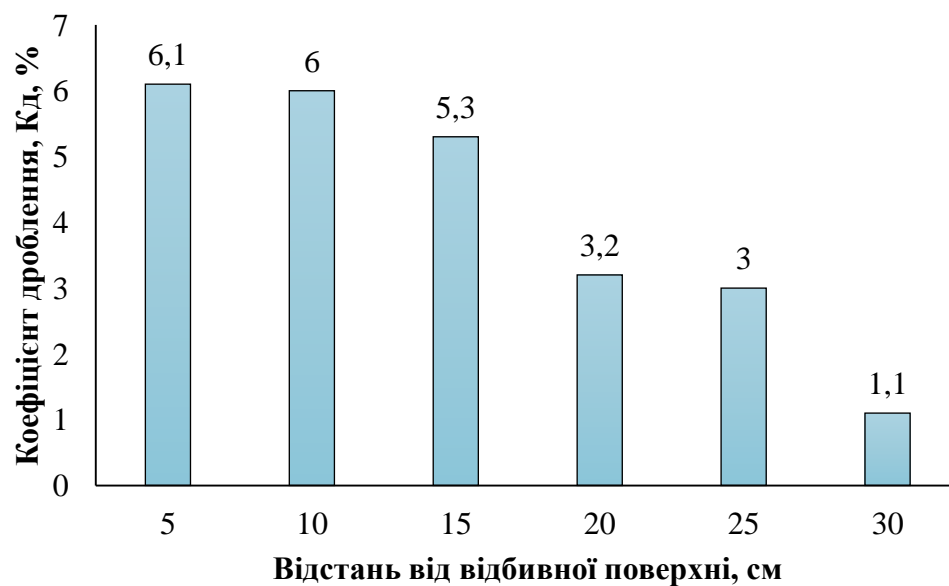


Рисунок 3.3 – Залежність зміни коефіцієнта дроблення від відстані до відбивної поверхні

Таким чином, з отриманих результатів рекомендована відстань до відбивної поверхні – 20 см, що відповідає значенню коефіцієнта лушення $K_{л} = 86,2\%$ і дроблення ядра $K_{д} = 3,2\%$, так як мета нашої роботи максимально підвищити коефіцієнт лушення зерна при виході подрібненого ядра не більше $4,0\%$.

Висновки до розділу

З проведених експериментів встановлено, що метод лушення вівса під надмірним тиском у лабораторних умовах можливо здійснити. Дослідним шляхом вдалося виділити основні параметри, що характеризують процес лушення і встановити їх рекомендовані значення:

- тиск повітря у камері $P = 1,0$ МПа;
- тривалість обробки $T_{\text{обр}} = 1$ хв;
- температура камери нагріву $t = 220$ °С;
- тривалість відволожування $T_{\text{відв}} = 180$ хв.;
- вологість зерна до обробки = 22 %;
- діаметр форсунки $d=5$ мм;
- довжина форсунки $l = 5$ см;
- відстань до відбивної поверхні $L = 20$ см.

За перерахованих вище умов обробки ми отримали такі показники ефективності лушення: $K_{\text{л}} = 86,2$ %, $K_{\text{д}} = 3,2$ %. Вологість ядра становила 14,2 %, що відповідає нормі. Дані цифри вказують досить високу ефективність лушення.

4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

4.1 Пропонована технологічна схема отримання вівсяної крупи термобарометричним способом

На основі розроблених операцій процесу термобарометричної обробки та лущення зерна, послідовності їх проведення та режимів, а також створеної установки для термобарометричної обробки зерна (ТБО) запропоновано технологічну схему переробки зерна вівса (рис. 4.1).

Підготовку сировини до переробки здійснюють шляхом її очищення від домішок, виділення дрібного зерна в повітряно-ситовому сепараторі (1) та трієрі (2). Металомагнітні домішки відокремлюють у магнітній колонці (3). Після чого очищене зерно направляють у зволожувальну машину (4), де змішують зерна з водою у співвідношенні 1:1, далі суміш зерна і води направляють в бункер(5) на замочування протягом 90 хвилин. Після закінчення замочування суміш зерна з водою направляють у модуль ТБО (6), де зерно піддають термобарометричній обробці протягом 1 хвилини і лущення.

Первинне видалення квіткових плівок відбувається в камері лущення модуля ТБО, остаточний поділ проводять в аспіраторах (7). Для попереднього поділу суміші лущених і нелущених зерен використовують трієр, а остаточного – падді-машину (8).

Шліфування ядра проводять у вальцевому луцильнику (9), а лущення відібраних у трієрі і падді-машині нелущених зерен – в відцентровому луцильнику (10). Відділення мучки та подрібненого ядра здійснюють у «буратах» (11).

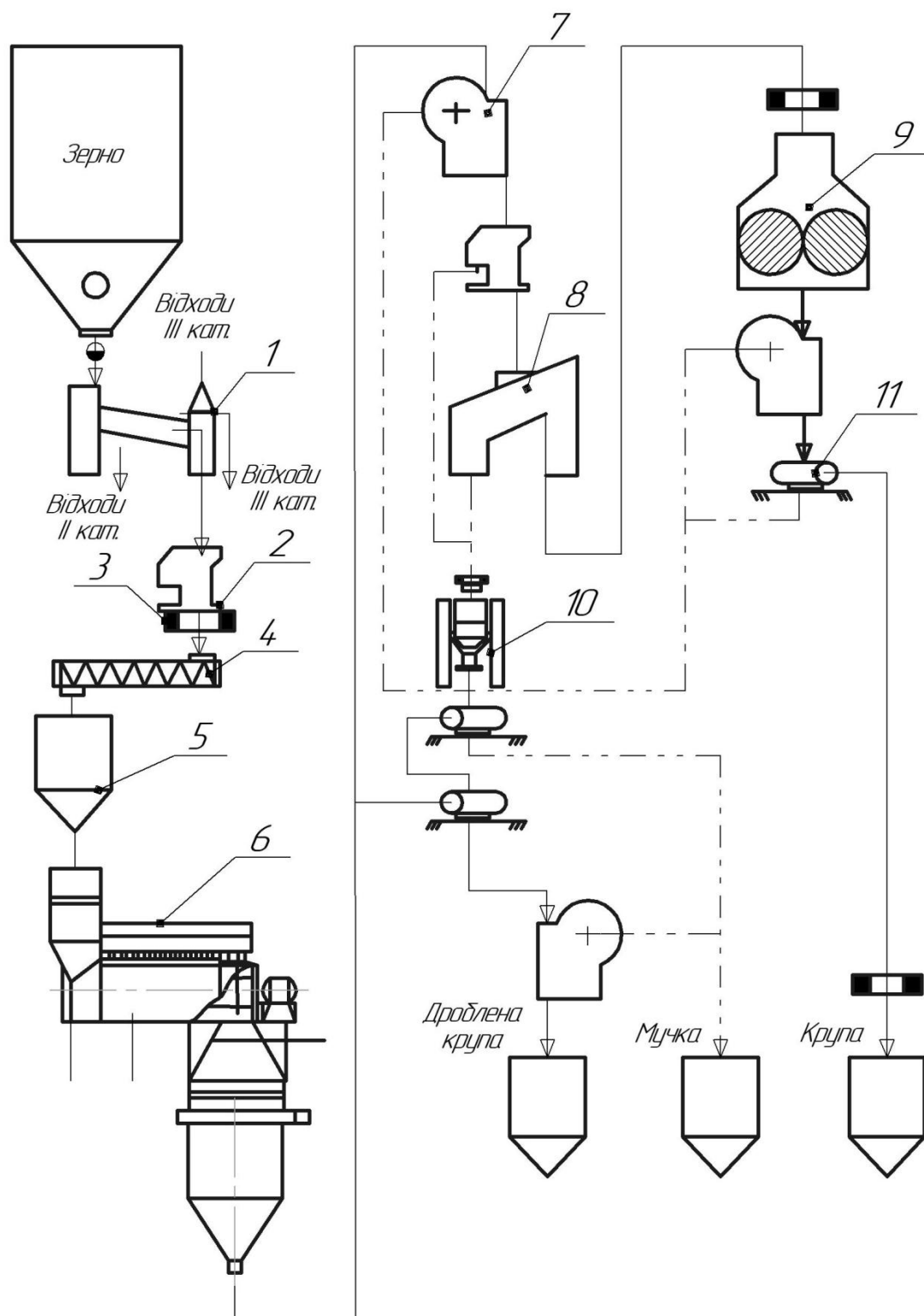


Рисунок 4.1 – Технологічна схема отримання вівсяної крупи термобарометричним способом

У відповідності до запропонованої технологічної схеми було проведено серію дослідів, щодо практичного впровадження отриманих результатів. Виробнича перевірка отриманих результатів отриманих в лабораторних умовах проводилась на приватному підприємстві «Самріз» міста Дніпро на лінії з переробки зерна вівса у крупи. Під час виробничої перевірки отриманих результатів було отримано зразки вівсяної крупи, в яких в подальшому було визначено основні показники якості.

4.2 Дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників вівсяної крупи отриманих за досліджуваною технологією

У ході роботи було проведено оцінку споживчих властивостей вівсяної крупи, отриманої після термобарометричної обробки – органолептичних та фізико-хімічних показників якості (упаковка паперових пакетів масою 1 кг, тривалість зберігання 6 – 12 міс.). Результати дослідження наведено у таблиці 4.1.

У ході проведених досліджень встановлено: за дотримання вимог та умов зберігання випробувані показники залишаються майже незмінними протягом 9 місяців зберігання, що дало змогу встановити цей термін як гарантований.

Таблиця 4.1 – Органолептичні та фізико-хімічні та показники вівсяних круп

Найменування показників	Крупа, отримана за запропонованою технології, термін зберігання, міс.			Норма за ДСТУ
	6	9	12	
Колір	Сірувато-жовтий	Сірувато-жовтий	Темно-жовтий	Сірувато-жовтий
Запах	Властивий вівсяній крупі, без сторонніх запахів	Властивий вівсяній крупі, без сторонніх запахів	Затхлий	Властивий вівсяній крупі, без сторонніх запахів
Смак	Властивий вівсяній крупі, без сторонніх присмаків гіркоти	Властивий вівсяної крупі, без сторонніх присмаків гіркоти	Кислий, з присмаком гіркоти	Властивий вівсяної крупі, без сторонніх присмаків гіркоти
Кислотність, град	4	5	6	Не більше 6
Вологість, %	11,2	11,2	11,2	Не більше 12,5
Масова частка ядра, %	99,4	99,4	99,4	Не менше 99,0
в т.ч. колотих ядер	0,3	0,3	0,3	Не більше 0,5
Масова частка нелущених зерен, %	0,04	0,04	0,04	Не більше 0,4
Масова частка смітної домішки, %, в тому числі	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє	Не більше 0,1
а) куколю	-	.-	-	Не допускається
б) шкідливої домішки				Не допускається
в) мінеральної домішки	0,02	0,02	0,02	Не більше 0,05
г) квіткових плівок	0,02	0,02	0,02	Не більше 0,05
Масова частка мучки, %	0,05	0,05	0,05	Не більше 0,1
Зараженість шкідниками хлібних запасів	Відсутнє	Відсутнє	Відсутнє	Не допускається
Вміст металомагнітної домішки на 1 кг крупі, мг	1	1	1	Не більше 3

4.3 Харчова цінність крупи

У [49] визначено, що «Харчова цінність продукту – сукупність властивостей харчового продукту, за наявності яких задовольняються фізіологічні потреби людини у необхідних речовин та енергії».

Відповідно до принципу раціонального харчування, має бути забезпечене задоволення потреб організму в основних харчових речовинах, що включають джерела енергії (білки, жири, вуглеводи), незамінні амінокислоти, вітаміни, мінеральні речовини.

Добова потреба організму людини у вуглеводах становить від 400 до 500 г, що відповідає від 53 до 58 % калорійності денного раціону. При цьому частку цукру повинно припадати всього від 10 % до 20 %, тобто від 50 до 100 г. Основна частка вуглеводної їжі припадає на крохмаль.

До класу вуглеводів відносяться також харчові волокна, добова потреба яких досягає 25 г.

Жири, як і вуглеводи, є одним із основних джерел енергії, але на відміну від них, жири затримуються і перетравлюються в шлунку зазвичай повільніше, у зв'язку з чим вони кращі, ніж вуглеводи, сприяють насиченню. За останніми даними, добова потреба організму в жирах становить від 60 до 80 г, що відповідає від 30 % до 35 % від загальної енергетичної цінності раціону. Оптимальне співвідношення рослинних і тваринних жирів відповідає 7:3, тобто частку тваринних жирів у денному раціоні має припадати 30 %, але в частку рослинних – 70 %.

Показник якості харчового білка, що відображає ступінь відповідності його амінокислотного складу потреб організму в амінокислотах для синтезу білка, отримав назву біологічної цінності.

Білки, що надходять з їжею, є джерелом восьми незамінних та 12 замінних амінокислот. Добова потреба у білках від 85 до 90 г.

Для нормального харчування кількість незамінних амінокислот повинна становити від 36 % до 40 %, що забезпечується при співвідношенні рослинних білків до тварин, що дорівнює від 45 % до 55%».

Порівняльна оцінка харчової цінності крупи, отриманої за стандартною технологією, і крупи, отриманої за пропонованою технологією, представлена в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Харчові цінності вівсяної крупи на 100 г.

Технологія	Білки, г	Жири, г	Загальний цукор, г	Крохмаль, г	Декстрини	Клітковина, г	Зола, %	Енергетична цінність, ккал	Мінеральні речовини, мг			
									калій	натрій	магній	кальцій
Стандартна	11,2	6,0	0,8	60,9	0,62	2,8	0,53	345	358	35	24,5	71,8
Пропонована	10,8	6,0	0,8	58,8	0,82	2,8	0,53	285	587	44	32	84,1

Результати аналізу вмісту вітамінів групи В у вівсяній крупі, отриманої за пропонованою та стандартною технологією представлені в табл. 4.3.

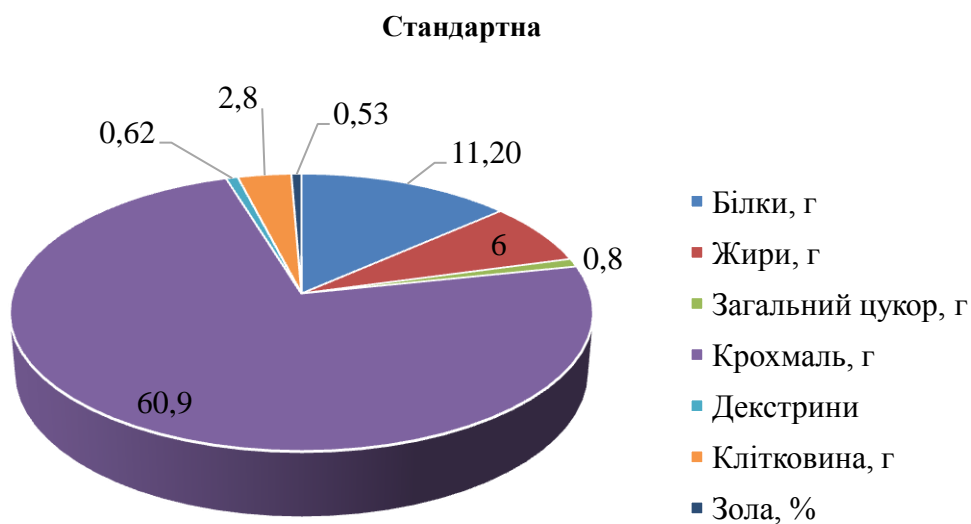


Рисунок 4.1 – Харчова цінність вівсяної крупи отриманої за стандартною схемою

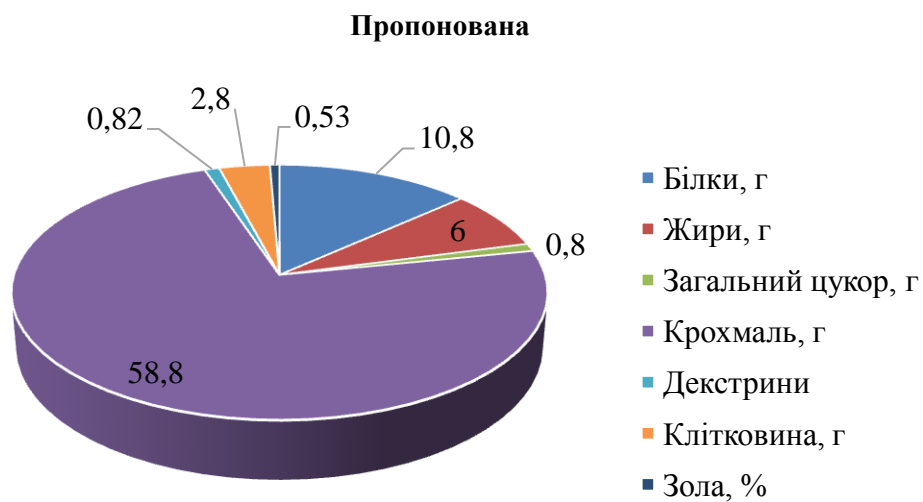


Рисунок 4.2 – Харчова цінність вівсяної крупи отриманої за досліджуваною схемою

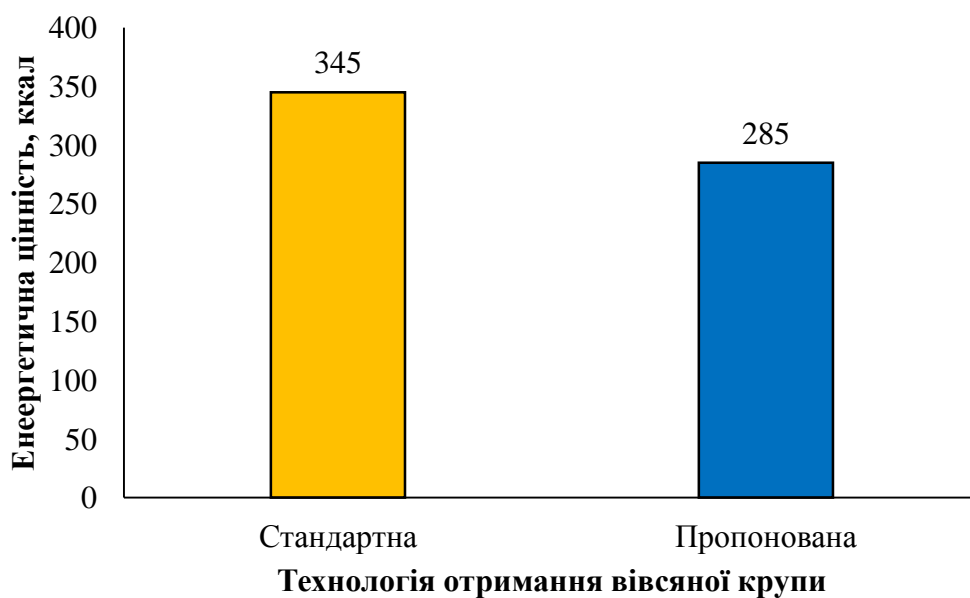


Рисунок 4.3 – Енергетична цінність вівсяної крупи отриманої за стандартною та досліджуваною технологіями

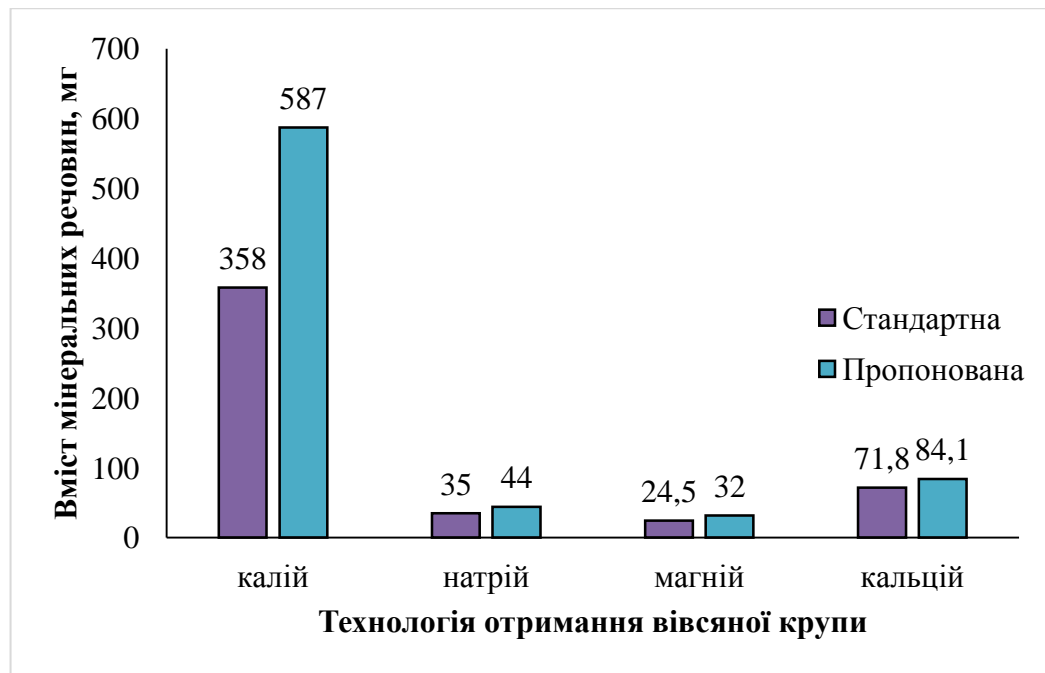


Рисунок 4.4 – Вміст мінеральних речовин у крупі отриманій за стандартною і досліджуваною технологіями

Таблиця 4.3 – Вміст вітамінів групи В у вівсяній крупі

Найменування вітаміну	Масова концентрація вітаміну $X \pm \Delta$ ($P=0,95$), мг/100 г.		
	Крупа, отримана за пропонованою технологією	Крупа стандартна	Ядро вівса
В ₂ (рибофлавін)	0,093	0,095	0,18
В ₆ (піридоксин)	0,0071,6	0,0075	0,0063
В (пантотенова к-та)	0,0104	0,0114	0,0189
В _c (фолієва к-та)	Не виявлено		
В ₅ (нікотинамід)	Не виявлено		
В ₁ (тіамінхлорид)	Не виявлено		

В результаті експериментів встановили, що вміст білка, жиру, амінокислот, золи, клітковини у вівсяній крупі, отриманої термобарометричним способом лущення можуть перевищувати по окремо взятим показникам стандартну крупу, так і бути нижчою – таким чином ми маємо можливість варіювати харчову цінність крупи, змінюючи режими обробки.

Поруч із зазначено підвищення вмісту деяких мінеральних речовин – вміст калію, кальцію та магнію у вівсяній крупі після ТБО зерна вівса більше, ніж з крупі стандартної при режимах, що забезпечують максимальну технологічну ефективність. Зольність при цих режимах становить 0,53 г, при зміні режимів було досягнуто вмісту золи, що становить 2,32 грама на сто грам крупі. Це дозволяє припустити, що при даних режимах ми матимемо ще більший вміст калію, кальцію та магнію.

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи проведено практичне впровадження отриманих результатів в умовах приватного підприємства «Самріз», в результаті ми змогли підтвердити доцільність впровадження запропоновано технології.

У ході проведених досліджень встановлено, що за дотримання вимог та умов зберігання випробувані показники залишаються майже незмінними протягом 9 місяців зберігання, що дало змогу встановити цей термін як гарантований.

В результаті експериментів встановили, що вміст білка, жиру, амінокислот, золи, клітковини у вівсяній крупі, отриманої термобарометричним способом лущення можуть перевищувати по окремо взятим показникам стандартну крупу, так і бути нижчою – таким чином ми маємо можливість варіювати харчову цінність крупі, змінюючи режими обробки.

Поруч із зазначено підвищення вмісту деяких мінеральних речовин – вміст калію, кальцію та магнію у вівсяній крупі після ТБО зерна вівса більше, ніж з крупі стандартної при режимах, що забезпечують максимальну технологічну ефективність. Зольність при цих режимах становить 0,53 г, при зміні режимів було досягнуто вмісту золи, що становить 2,32 грама на сто грам крупі. Це дозволяє припустити, що при даних режимах ми матимемо ще більший вміст калію, кальцію та магнію.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Дослідження та оцінка стану охорони праці на приватному підприємстві «Самріз»

У джерелі [16] сказано, що :«Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Небезпечним називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого у відповідних умовах праці може призвести до травм або іншого раптового, різкого погіршення стану здоров'я» [16]. В умовах ПП «Самріз» таким фактором є робота з високими напругами у мережі.

«Шкідливим називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого може призводити в певних умовах до захворювання або зниження рівня працездатності» [16], до них можна віднести високу запиленість та недостатнє освітлення робочих місць.

В таблиці 5.1 відображено основні показники виробничого травматизму по ПП «Самріз».

«Коефіцієнти частоти, тяжкості та втрати робочого часу визначено за статистичними методами аналізу виробничого травматизму» [17].

Для обліку кількісних показників виробничого травматизму використовують наступні показники:

- коефіцієнт частоти травматизму

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 1000; \quad (5.1)$$

- коефіцієнт важкості травматизму

$$K_B = \frac{D}{T}; \quad (5.2)$$

- коефіцієнт втрат робочого часу

$$K_{BT} = \frac{D}{P} \cdot 1000; \quad (5.3)$$

де T – кількість нещасних випадків (травм) за досліджуваний період;

P – середня (за списком) кількість працівників, чол.;

D – сумарна втрата днів непрацездатності в результаті нещасного випадку, днів.

Для аналізу стану виробничого травматизму та захворювань розглянемо дані таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Основні показники виробничого травматизму на ПП «Самріз» за 2019 – 2021 роки

Показники	Роки		
	2019	2020	2021
Кількість працюючих, чоловік	37	35	35
Кількість нещасних випадків, од.	-	-	1
Кількість днів непрацездатності:			
- від травматизму	-	-	14
- від профзахворювань	-	-	-
Коефіцієнт частоти травматизму	-	-	28,5
Коефіцієнт важкості травматизму	-	-	14
Коефіцієнт втрат робочого часу	-	-	400

Проаналізувавши досліджені показники, можемо зазначити, що найбільше значення їх було досягнуто у 2021 році, це пояснюється тим, що на підприємстві

трапився нещасний випадок з працівником цеху з виробництва круп, при цьому було зафіксовано 14 днів втрати працездатності.

«Створення СУОП на ПП «Самріз» здійснюється шляхом послідовного визначення мети і об'єкта управління, завдань і заходів щодо охорони праці, функцій і методів управління, побудови організаційної структури управління, складання нормативно-методичної документації» [16].

Систему управління (керування) ПП «Самріз» можна розподілити на дві підсистеми: таку, що управляє, і таку, якою управляють (рис. 5.1):



Рисуюнок 5.1 – Структурна схема СУОП ПП «Самріз»

Служба охорони праці ПП «Самріз» займається вирішенням наступних завдань:

- фаховою підтримкою рішень директора з питань охорони праці;
- забезпеченням безпечності проведення виробничих процесів, безпеки устаткування, будівель і споруд;
- вчасним та повним забезпеченням всіх працівників підприємства засобами індивідуального та колективного захисту;

- професійною підготовкою працівників з питань охорони праці і підвищенням їх кваліфікації, слідкуванням за дотриманням безпечних методів праці;
- вибором та впровадженням оптимальних режимів праці та відпочинку працівників;
- інформуванням та наданням роз'яснень з питань охорони праці.

5.2 Рекомендації щодо покращення показників охорони праці в ПП «Самріз»

Для покращення існуючих умов праці на підприємстві запропоновані наступні рекомендації:

- проводити атестацію робочих місць;
- дотримуватись усіх інструкції з охорони праці та жорсткіше перевіряти знання та виконання правил з охорони праці робітниками;
- проводити зміну ЗІЗ, спецодягу та спецвзуття з визначеною періодичністю;
- для забезпечення продуктивності праці та підвищення працездатності створити оптимальний мікроклімат у виробничих приміщеннях;
- для попередження виникнення травматизму слід переглянути наявність всіх запобіжних пристроїв та загорож;
- збільшити фінансове забезпечення відділу охорони праці.

5.3 Технічні заходи по захисту працівників цеху з виробництва круп ПП «Самріз»

Розрахунок штучного заземлення електроустановок цеху з виробництва круп на ПП «Самріз» було виконано задля покращення умов праці та захисту працівників цеху від ураження електричним струмом через несправність систем заземлення в електрообладнанні.

«Захисне заземлення – це електричне з'єднання з землею або її еквівалентом, металічних неструмопровідних частин, які можуть опинитися під напругою» [18].

«Розрахунок параметрів захисного заземлення та його облаштування проводять для запобігання електричних травм, які можуть бути викликані при торканні металевих конструкцій або корпусів електроустаткування, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, а також для захисту апаратури» [18].

Визначимо питомий електричний опір ґрунту розтіканню струму

$$\rho_n = \rho_{ep} \cdot k_c \quad (5.4)$$

де k_c – сезонний коефіцієнт, $k_c=1,6$.

$$\rho_n = 100 \cdot 1,6 = 160 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Визначимо питомий опір заземлювача розтіканню струму в ґрунт

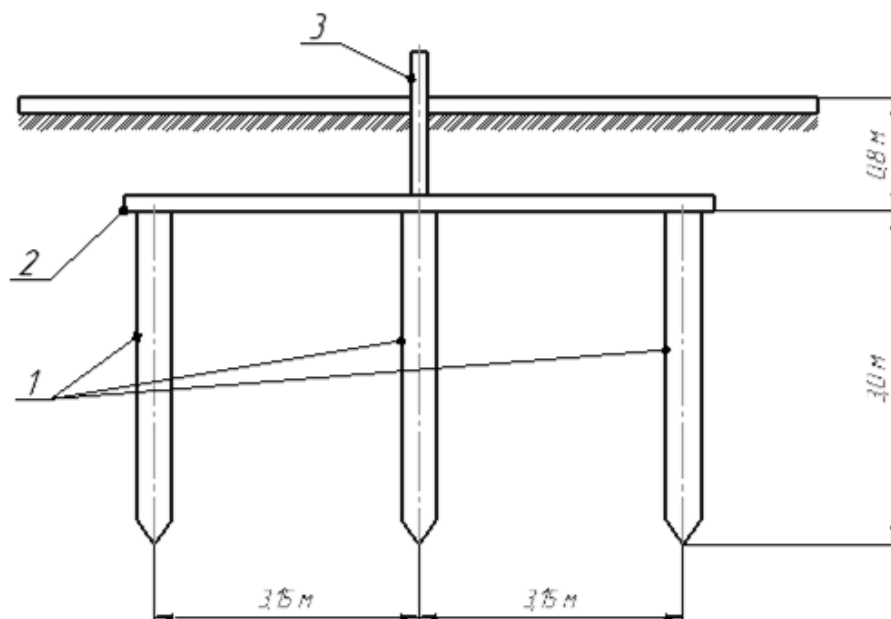


Рисунок 5.2 – Розрахункова схема заземлювача

1 – стержень заземлення; 2 – з'єднувальна смуга; 3 – заземлюючий провідник

$$h = h' + \frac{1}{2}l, \quad (5.5)$$

$$h = 0,5 + \frac{1}{2} \cdot 3 = 2 \text{ м}$$

$$R_{cm} = \frac{0,366\rho_z}{l} \operatorname{tg} \left(4h + \frac{1}{4} \right) = \frac{0,366 \cdot 160}{3} \operatorname{tg} \frac{2 \cdot 3}{0,05} +$$

$$+ \frac{1}{2} \operatorname{tg} \left(4 \cdot 2 + \frac{2}{3} \right) = 19,52 \cdot \operatorname{tg} 120 + \frac{1}{2} \operatorname{tg} 10,93 = 36,12 \text{ Ом} \quad (5.6)$$

Визначимо імпульсний опір заземлювача розтіканню струму в ґрунт

$$R_{i.cm} = R_{cm} \cdot \alpha = 36,12 \cdot 0,8 = 28,9 \text{ Ом} \quad (5.7)$$

де α – імпульсний коефіцієнт, $\alpha=0,8$.

Далі порівнюємо імпульсний опір заземлювача з нормативним імпульсним опором ($R_{im} \leq 10 \text{ Ом}$)

$$R_{i.cm} \leq R_{im}$$

$$28,9 \geq 10$$

Визначаємо кількість елементів заземлювача

$$n = R_{i.cm} \leq R_{im}$$

$$n = \frac{28,9}{10} = 2,89 \text{ шт}$$

Згідно із розрахунками, приймаємо 3 стержня.

Імпульсний загальний опір групи стержнів визначаємо за наступною формулою:

$$R_{i.zp} = \left(\frac{R_{i.cm}}{n} \right) \eta \quad (5.8)$$

$$R_{i.zp} = \left(\frac{28,9}{3} \right) 0,66 = 6,36 \text{ Ом}$$

Порівнюємо загальний імпульсний опір заземлення з нормативним:

$$R_{i.zp} \leq R_{\text{нм}}$$

$$6,36 \leq 10$$

Група заземлювачів об'єднується в осередок заземлення з'єднувальною шиною

Визначення імпульсного опору шини зв'язку

Довжина шини при контурному заземленні

$$l_{ш} = 1,05 \cdot a \cdot n l, \quad (5.9)$$

$$l_{ш} = 1,05 \cdot 3 \cdot 3 = 9,45 \text{ м}$$

5.4 Правила безпечного виконання робіт оператором пропарювача в цеху з виробництва борошна ПП «Самріз»

Загальні положення

«До роботи оператором пропарювачів допускаються особи чоловічої статі не молодше 18 років, що пройшли первинний медичний огляд, а також вступний інструктаж з охорони праці, інструктаж на робочому місці, що пройшли професійне навчання і стажування за безпечним методам роботи і отримали допуск до самостійної роботи.

Працівник повинен знати і дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства. Не допускати вживання алкогольних, наркотичних і токсичних речовин під час і до роботи. Паління дозволяється тільки у відведених для цієї мети місцях. При ходьбі по території необхідно дотримуватися запобіжних заходів.

У процесі праці на оператора можуть впливати наступні небезпечні і шкідливі фактори:

- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі;
- підвищена температура обладнання, що обслуговується;
- підвищена температура і вологість повітря робочої зони;
- рухомі частини та механізми обладнання.

Працівник зобов'язаний:

- виконувати вимоги даної інструкції;
- виконувати вимоги пожежної безпеки;
- користуватися ЗІЗ;
- знати і дотримуватися правил особистої гігієни.

Працівник зобов'язаний повідомити про кожний нещасний випадок керівнику, надати першу долікарську медичну допомогу потерпілому, зберігаючи по можливості обстановку на робочому місці такою, якою вона була на момент події, якщо це не загрожує здоров'ю і життю оточуючих і не призведе до аварії.

Працівник несе відповідальність за порушення вимог цієї інструкції в порядку, встановленому Правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства та чинним законодавством» [19].

Вимоги безпеки перед початком роботи.

«Необхідно надіти згідно за нормами спецодяг, прибрати волосся під головний убір. Перевірити щоб не було звисаючих кінців спецодягу. Не заколювати спецодяг шпильками, голками.

Уважно оглянути робоче місце:

- перевірити справність інструментів, пристосувань, обладнання;

- прибрати сторонні предмети;
- переконатися у справності струмоведучих частин обладнання;
- перевірити наявність і справність захисного заземлення, а також запобіжних огорожень і захисних щитків;
- перевірити роботу вентиляційної установки і витяжного зонта.

Про всі несправності, помічені під час перевірки обладнання, необхідно повідомити керівника і до їх усунення до роботи не приступати» [19].

Вимоги безпеки під час роботи

«При роботі дотримуватися всіх вимог правил безпеки та заходи при роботі з електрообладнанням. Все електрообладнання повинно бути заземлено і технічно справне.

Не допускається ремонтувати самостійно електрообладнання, а також проводити ремонт проводки і запобіжників електромережі. Необхідно вимагати негайного їх виправлення фахівцями.

Не торкатися обертових частин руками, не знімати огороження і не намагатися включити обладнання без наявних засобів блокування.

Не допускається експлуатація обладнання з несправними пакетними перемикачами, сигнальними лампами, зі знятими кожухами електричних приладів і електрокомунікацій» [19].

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

«При виникненні стороннього шуму, появі запаху гару, припинення подачі електроенергії слід негайно припинити подачу продукту і відключити обладнання.

При раптовій появі на корпусі обладнання відчутного електричного струму слід негайно відключити обладнання та повідомити керівника.

У випадках появи ознак загоряння негайно вимкнути обладнання, повідомити керівника і воєнізованої пожежної охорони і взяти участь в ліквідації

загоряння первинними засобами пожежогасіння (вуглекислотні або порошкові вогнегасники).

Забороняється гасити електрообладнання водою.

При нещасному випадку або раптовому захворюванні, що відбулося на робочому місці, потерпілий або очевидець зобов'язаний надати першу долікарську медичну допомогу потерпілому, його доставку в медпункт і сповістити керівництво» [19].

Вимоги безпеки після закінчення роботи

«Вимкнути обладнання. Зробити чистку і мийку обладнання при його повному охолодженні.

Перевірити і привести в порядок робоче місце.

Зняти і прибрати спецодяг в гардероб, прийняти душ, переодягнутися в особистий одяг.

Про всі несправності в роботі обладнання та виявлені порушення техніки безпеки доповісти керівництву» [19].

5.5 Дії працівників цеху з виробництва круп ПП «Самріз» у разі пожежі

«У разі виникнення пожежі (ознак горіння) кожен працівник зобов'язаний:

- негайно повідомити про це телефоном аварійно-рятувальну службу (тел. 101). При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;

- вжити (по можливості) заходів по евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;

- якщо пожежа виникла на підприємстві, повідомити про неї керівника чи відповідну компетентну посадову особу та (або) чергового об'єкту;

- у разі необхідності викликати інші аварійні служби (медичну, газорятувальну тощо).

Посадова особа об'єкта, що першою прибула на місце пожежі, зобов'язана:

- перевірити, чи викликана аварійно-рятувальна служба (продублювати повідомлення), довести подію до відома керівника установи;
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх рятування (евакуацію), використовуючи для цього наявні сили й засоби;
- вивести за межі небезпечної зони всіх працюючих, не пов'язаних з ліквідацією пожежі;
- припинити роботи на об'єкті (якщо це допускається технологічним процесом виробництва), крім робіт, пов'язаних із заходами по ліквідації пожежі;
- здійснити у разі необхідності відключення електроенергії, агрегатів, апаратів, водяних комунікацій (за винятком систем протипожежного захисту);
- організувати зустріч підрозділів аварійно-рятувальної служби, надати їм допомогу у виборі найкоротшого шляху до осередку пожежі та до водних джерел;
- забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі» [18].

Висновки до розділу

В даному розділі досліджено стан охорони праці в ПП «Самріз» та проведено розрахунки основних показників виробничого травматизму на підприємстві. Згідно із розрахунків видно, що в 2019 році на підприємстві трапився один нещасний випадок в результаті якого кількість днів непрацездатності склала 45 днів. В розділі приведено вимоги безпеки праці під час роботи на екструдері та розраховано систему заземлення електрообладнання.

Розроблено план заходів, спрямованих на покращення умов та безпеки праці та зниження травматизму робітників.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

Найважливішим із засобів підвищення коефіцієнта використання зерна при одночасному поліпшенні якості готової продукції може бути гідротермічна обробка та застосування нових методів на зерно при лущенні. На жаль робіт у цьому напрямі проводиться недостатньо, залишаються невивченими товарознавча оцінка круп після нових методів гідротермічної обробки.

Використання вівса в харчовій промисловості (вівсяна крупа, пластівці, борошно, толокно та ін.) пов'язане з гарною засвоюваністю поживних речовин та вітамінів, що робить його особливо цінним для дитячого та дієтичного харчування.

«Організація досліджень включає: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язку і тривалості, побудову сітьового графіка, визначення критичного шляху, розрахунок кошторису витрат на проведення експерименту.

Перелік робіт, передбачений ходом дослідження з обґрунтування процесу термобарометричної обробки зерна вівса при виробництві круп, наведений у табл. 6.1.

Відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітьовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 6.1)» [55].

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1-2	Вибір та обґрунтування напрямку наукових досліджень	2
2-3	Літературний пошук та написання літературного огляду	15
3-4	Розробка схеми науково-дослідних робіт	3
4-5	Розробка методик проведення наукових досліджень	5
5-6	Підготовка дослідних зразків сировини	2
6-7	Підготовка експериментальної установки	20
7-8	Визначення впливу вихідної вологості та тривалості відволоження на ефективність процесу лущення зерна вівса	5
7-9	Визначення впливу довжини випускного каналу та його діаметру на ефективність процесу лущення	3
7-10	Визначення впливу відстані до відбивної поверхні на ефективність процесу лущення	2
7-11	Дослідження харчової цінності отриманої крупи	2
8-12	Обробка даних експериментальних дослідження	3
9-12		1
10-12		1
11-12		1
12-13		Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення

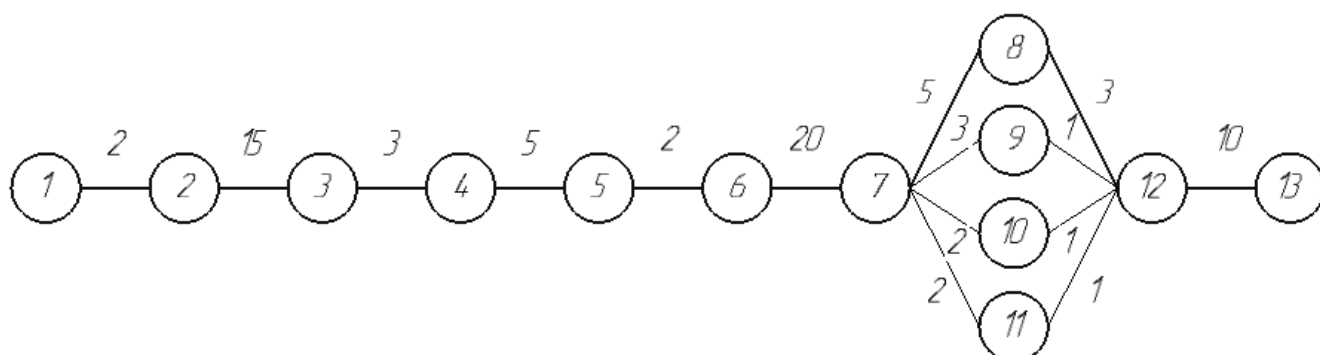


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

«Використовуючи сітьовий графік, знаходять повний шлях – тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13}^1 = 2 + 15 + 3 + 5 + 2 + 20 + 5 + 3 + 10 = 65;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-12-13}^2 = 2 + 15 + 3 + 5 + 2 + 20 + 3 + 1 + 10 = 61;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-12-13}^3 = 2 + 15 + 3 + 5 + 2 + 20 + 2 + 1 + 10 = 60;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-11-12-13}^4 = 2 + 15 + 3 + 5 + 2 + 20 + 2 + 1 + 10 = 60.$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є перший шлях з тривалістю в 65 днів.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

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

- ранній термін здійснення події (T_i^p) – найбільший шлях від початкової до і-тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху $L_{KP} = 65$ днів.

Резерв шляху розраховують за формулою:

$$R_1 = T_1^n - T_1^p, \quad (6.1)$$

де R_1 – резерв шляху, днів;

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^p – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку представлені у табл. 6.2.

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» [55]:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (6.2)$$

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

t_{ij} – загальна тривалість роботи, днів.

Таблиця 6.2 – Терміни здійснення подій (ранній та пізній) і резерв шляху

Номер події	Ранній термін здійснення події T_1^p , дні	Пізній термін здійснення події T_1^n , дні	Резерв шляху R_1 , дні
1	0	0	0
2	2	2	0
3	17	17	0
4	20	20	0
5	25	25	0
6	27	27	0
7	47	47	0
8	52	52	0
9	50	54	4
10	49	54	5
11	49	54	5
12	55	55	0
13	65	65	0

«Вільний резерв часу – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Показник визначають по формулі:

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (6.3)$$

де R_{ij}^e – вільний резерв часу роботи, днів;

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^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:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{kp} - t_{ij}}, \quad (6.4)$$

де L_{maxij} – довжина максимального шляху, що проходить через роботу;

L_{kp} – довжина критичного шляху ($L_{kp} = 65$ днів).

Результати розрахунків наведені у табл. 6.3.

Отже, використання мережевого планування допомагає правильно організувати дослідження, змодельовати, 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» [55].

Таблиця 6.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

Шифр робіт $i-j$	Вільний резерв часу R_{ij}^e , дні	Повний резерв часу R_{ij}^n , дні	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,04
3-4	0	0	0,27
4-5	0	0	0,33
5-6	0	0	0,40
6-7	0	0	0,60
7-8	0	0	0,78
7-9	0	4	0,76
7-10	0	5	0,75
7-11	0	5	0,75
8-12	0	0	0,84
9-12	0	0	0,78
10-12	0	0	0,77
11-12	0	0	0,77
12-13	0	0	1,00

«Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно витратити 65 днів. Виконання робіт, які лежать на критичному шляху,

необхідно закінчувати точно в термін, адже вони не мають резерву часу, а коефіцієнт їх напруженості дорівнює найбільшому значенню.

Однак дані табл. 6.3 свідчать про те, що календарні терміни окремих видів робіт можна зміщувати в часі в разі виникнення необхідності» [55].

6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

«Витрати, пов'язані з проведенням дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. До них належать: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (6.5)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

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

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Зерно вівса, кг	10	15,00	150,00
Всього			150,00

«Заробітна плата людей, що приймали участь у дослідженнях, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу». Результати розрахунку наведені в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8501	50,58	21	1014,41
Всього				1014,41

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

$$H = \frac{1014,41 \cdot 22}{100} = 223,18 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.6)$$

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).

Затрати на електроенергію витрачену на роботу пропарювача:

$$E_{np} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 36,28 \text{ грн.}$$

Затрати на електроенергію витрачену на роботу луцильної машини:

$$E_{луц} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 36,28 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на електроенергію складуть

$$E_{заг} = E_{np} + E_{луц} = 36,28 + 36,28 = 72,56 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію обладнання, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.7)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – 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. 6.6.

Таблиця 6.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Пропарювач	4200,00	23	2	5,23
Луцильна машина	2520,30	23	2	3,31
Всього				8,54

Накладні витрати, включають витрати пов'язані з обслуговуванням дослідного устаткування і приймаються рівними 80 % від заробітної плати учасників дослідження і складають:

$$\frac{(1014,41 \cdot 80)}{100} = 811,53 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідної роботи приведений в табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – Кошторис витрат на проведення наукового дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	150,00
Заробітна плата	1014,41
Нарахування на заробітну плату	223,18
Електроенергія	72,56
Амортизація	8,54
Накладні витрати	811,53
Всього	2280,19

6.3 Розрахунок вартості дослідження

«Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження і рентабельності» [55]:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.8)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 2280,19 + \frac{30 \cdot 2280,19}{100} = 2964,27 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 2964,27 грн.

Висновки до розділу

Доведено, що найбільшими є витрати на заробітну плату робітників і накладні витрати, які складають 1014,41 грн та 811,53 грн. Загальна вартість проведення дослідження складає 2964,27 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Дослідним шляхом вдалося виділити основні параметри, що характеризують процес луцення і встановити їх рекомендовані значення, а саме: тиск повітря у камері $P = 1,0$ МПа; тривалість обробки $T_{\text{обр}} = 1$ хв; температура камери нагріву $t = 220$ °С; тривалість відволожування $T_{\text{відв}} = 180$ хв.; вологість зерна до обробки $W = 22$ %; діаметр форсунки $d=5$ мм; довжина форсунки $l = 5$ см; відстань до відбивної поверхні $L = 20$ см.

За перерахованих вище умов обробки ми отримали такі показники ефективності луцення: $K_{\text{л}} = 86,2$ %, $K_{\text{д}} = 3,2$ %. Вологість ядра становила $14,2$ %, що відповідає нормі. Дані цифри вказують досить високу ефективність луцення.

Розроблено технологічну схему одержання вівсяної крупи, яка полягає в попередньому в попередньому очищенні зерна вівса, з подальшою термобарометричною обробкою і луценням.

Встановлено, що харчова цінність вівсяної крупи, отриманої термобарометричним способом, вища, ніж у крупи, отриманої за традиційною технологією, оскільки перевищує її за вмістом калію, натрію і кальцію в $1,3$ рази.

Визначено регламентовані показники якості вівсяної крупи, отриманої термобарометричним способом. Встановлено термін зберігання 9 місяців.

Приведено вимоги безпеки праці під час роботи на екструдері та розраховано систему заземлення електрообладнання. Розроблено план заходів, спрямованих на покращення умов та безпечності праці та зниження травматизму робітників.

Доведено, що найбільшими є витрати на заробітну плату робітників і накладні витрати, які складають $1014,41$ грн та $811,53$ грн. Загальна вартість проведення дослідження складає $2964,27$ грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамов С.Ю., Мельников Є.М. Вплив пропарювання на зміну гігроскопічних властивостей вівса та гречки. – Могильов, 1989. – 9 с.
2. Абрамов С.Ю., Мельников Є.М. Зміна структури зерна вівса та гречки при пропарюванні. – Могильов, 1989. – 9 с.
3. Анісімова Л.В. Гідротермічна обробка вівса без пропарювання / Анісімова Л.В. // Вісті вузів. Харчова технологія. – 2001. – № 2 – 3. – 48 – 59 с.
4. Анісімова Л.В. Розподіл вологи в зерні зернових культур під час зволоження та відпалу / Анісімова Л.В. // Вісті вузів. Технологія харчування. – 2005. – № 1.
5. Анісімова Л.В., Старовойтов В.М. Енергетичні витрати під час використання різних способів гідротермічної обробки зерна вівса. //Збірник доповідей республіканської науково-практичної конференції «Сучасні проблеми техніки та технології зберігання та переробки зерна». – Київ, 1999. – 24 – 26 с.
6. Вплив параметрів гідротермічної обробки на внутрішній перенесення вологи в зерні // Праці ВНДІЗ, 1967. – № 61, 62, 77 – 84 с.
7. Гінзбург М.Є. Вплив режимів гідротермічної обробки вівса на його технологічні властивості / М.Є. Гінзбург, В.Т. Лінніченко // Борошномельно-елеваторна промисловість. – 1999. – № 4. – С. 14 – 16.
8. Гінзбург М.Є. Технологія круп'яного виробництва / М.Є. Гінзбург. – М: Колос, 1981. – 208 с.
9. Гінзбург А.С, Дубровський В.П., Козаков Є.Д. та ін.. Волога в зерні. – М: Колос, 1999. – 224 с.
10. Гінзбург М.Є., Пивовар Л.М. Вплив ГТО на міцність зерна // Праці Московського інституту харчової промисловості. – М.: Харчпромвидат, 1992. – Вип. 1 – с. 77.

11. Горпінченко Т.В. Якість вівса продовольчого призначення / Горпінченко Т.В., Аніканова З.В. //Хлібопродукти. – 1996. – а№6 – С.11 – 15.
12. Грінберг О.М. Виробництво крупи / Є.М. Грінберг. – М.: Агропромвидат, 1996. – 103 с.
13. Деренжі П. Властивості зерна, що використовується в харчуванні людини / П. Деренжі // Хлібопродукти. – 2001. – № 3 – С. 13 – 15.
14. ДСТУ 4963–2008 Овес. Технічні умови Київ: Держстандарт України, 2010. – 13 с.
15. ДСТУ 4233:2003 Зернові культури. Визначання об'ємної щільності, так званої маси на гектолітр (Контрольний метод) (180 7971: 1986, МОБ), К: Держспоживстандарт України 2006. – 10 с.
16. ДСТУ 2293-99. Охорона праці терміни та визначення основних понять .
17. ДНАОП 0.00-4.03-01. Положення про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництв.
18. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів.
19. ДНАОП 0.00-4.15-98 Положення про розробку інструкцій з охорони праці.
20. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2013 році [Електронний ресурс].
21. Єгоров Г.А. Вплив тепла та вологи на процеси переробки та зберігання зерна. – М.: Колос, 1993. – 264 с.
22. Єгоров Г.А. Гідротермічна обробка зерна. – М.: Колос, 1998. – 96 с.
23. Єгоров Г.А. Вплив тепла та вологи на процеси переробки та зберігання зерна. – М.: Колос, 1994. – 264 с.
24. Єгоров Г.А. Технологічні характеристики зерна. - М: Агропромвидат, 1995. – 334 с.
25. Єгоров Г.А. Технологія та обладнання борошномельно-круп'яного та комбікормового виробництва / Г.А. Єгоров та ін.. – М.: Колос, 1999. – 368 с.

26. Єгоров Г.А. Технологія переробки зерна / Г.А. Єгоров та інші. – М.: Колос, 1997. – 376 с.
27. Єгоров Г.А. Вплив тепла та вологи на процеси переробки та зберігання зерна / Г.А. Єгоров. – М.: Колос, 1993. – 288 с.
28. Єгоров Г.А. Технологічні властивості зерна / Г.А. Єгоров. – М.: Агропромвидат, 1995. – 334с.
29. Єгоров Г.А. Гідротермічна обробка зерна / Г.А. Єгоров. – М: Колос, 1998. – 97 с.
30. Єсін С.Б. Технологія лущення зерна круп'яних культур у процесі гідротермічної обробки / Єсін С.Б. – Барнаул, 1997. – 45 с.
31. Зінченко О.І. Рослинництво / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
32. Іллічов Г.М. Вплив гідротермічної обробки на атаку крохмалю вівсяної крупи амілолітичними ферментами / Іллічов Г.М., І.Л. Шишковська // Вісті вузів. Харчова розробка. – 2003. – № 2 – 3 – С. 51 – 52.
33. Іллічов Г.М. Лущення вівса при високошвидкісному випорожненні ємності / Г.М. Іллічов, І.Л. Шишковська // Хлібопродукти. – 2000. – №8 – С. 19 – 20.
34. Дослідження впливу гідротермічної обробки зерна на зміну його структурно-механічних властивостей // Борошномельно-елеваторна промисловість, 1992. – № 9. – с. 59.
35. Іуніхіна В. Продукти з вівса / В. Іуніхіна, Є. Мельников // Хлібопродукти, 2006. – № 3 – С. 30 – 32.
36. Козьміна Є.П. Технологічні властивості сортів круп'яних та зернобобових культур. – М.: Колос, 1991. – 176 с.
37. Козьміна Є. П. Біохімія зерна та продуктів його переробки. – М.: Колос, 1976. – 375 с.
38. Колесникова В.Г. Качество зерна сортов и селекционных линий овса посевного в условиях среднего предуралья / В.Г. Колесникова, Т.Н. Рябова, и др. // Теория и практика-устойчивому развитию агропромышленного комплекса. –

2014. – № 8. – С. 31 – 35.

39. Козлова Г.Я. Сравнительная оценка голозерных и пленчатых сортов овса по основным показателям качества зерна / Г.Я. Козлова, О.В. Акимова // Сельскохозяйственная биология. – 2009. № 5. – Р. 87 – 89.

40. Кустов І.О. Особливості технологічних властивостей та хімічного складу голозерного вівса сорту «Саломон» / І.О. Кустов, С.М. Соц // Харчова наука і технологія. – 2015. – № 2 (31). – С. 103 – 108.

41. Кустов І.О. Нові можливості для виробництва вівсяних пластівців / І.О. Кустов // Наука як рушійна антикризова сила: міжнародна конференція, Київ, 29 березня 2014р. Центр наукових публікацій. – С. 46 – 47.

42. Кустов І.О. Проблеми переробки вівса в Україні / І.О. Кустов, Ю.В. Шарапанюк // Наука в епоху дисбалансів: 2 частина (технічні науки, економічні науки) міжнародна конференція, м. Київ, 30 квітня 2014р. Центр наукових публікацій. – С. 17 – 19.

43. Мельников Є.М. Технологія круп'яного виробництва – М.: Агропромвидат, 1991.

44. Мерко І.Т. Технологія борошномельного та круп'яного виробництва / Мерко І.Т. – М.: «Агропромвидат», 1995. – 288 с.

45. Мерко І.Т. Наукові основи і технологія переробки зерна / І.Т. Мерко, В.О. Моргун. – Підручник – Одеса: Друк, 2001. – 348 с.

46. Мардар М.Р. Маркетингові дослідження споживчих мотивацій та переваг при виборі зернових пластівців / М.Р. Мардар, С.М. Соц, Є.І. Шутенко, І.О. Кустов, А. Янівська, В. Назаренко // Зернові продукти і комбікорми. – 2014. – № 1. – С. 26 – 29.

47. Марьин В.А. Изменение кислотного числа жира в период гарантированного срока хранения в хлопьях овсяных «Геркулес» / В.А. Марьин, А.Л. Верещагин, И.Г. Фомина // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 3. – С. 126–128.

48. Мукоїд Р.М. Білки плівкового та голозерного сорто типу вівса та їх амінокислотний склад / Р.М. Мукоїд, А.І. Українець // Актуальні проблеми

розвитку харчових виробництв, готельного, ресторанного господарства і торгівлі: тези доповідей всеукраїнської науково–практичної конференції молодих учених і студентів, 23 березня 2011 р. – 1 ч. – Х.: ХДУХТ, 2011. – Ч. 1. – С. 132.

49. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах. – К., 1998. – 164 с.

50. Соц С.М. Перспективні напрямки розвитку галузі круп'яних продуктів / С.М. Соц, І.О. Кустов // *Зернові продукти і комбікорми*. – 2013. – №4. – С. 18 – 20.

51. Соц С.М. Вплив воднотеплової обробки зерна на вихід і якість крупи з голозерного вівса / С.М. Соц, О.С. Волошенко І.О. Кустов // *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. – Одеса: 2013. – Вип. 44. – Том 1. – С. 7 – 10.

52. Скуріхін І.М. Харчова цінність хліба та круп // *Хлібопродукти*. – 1999 № 11. – С. 39 – 40.

53. Циплаков А.С. Системи машин для круп'яної промисловості // *Хлібопродукти*. 1993. – № 11. – с. 9 – 13.

54. Шутенко Є.І. Технологія круп'яного виробництва: навч. Посібник / Є.І. Шутенко, С.М. Соц. – К.: Освіта України, 2010. – 272 с.

55. Чурсінов Ю.О. Методичні рекомендації щодо виконання дипломних робіт на здобуття ступеня вищої освіти «Магістр» за спеціальністю 181 «Харчові технології». Ю.О. Чурсінов, В.С. Кошулько, О.С. Ковальова, Н.А. Сова. ДДАЕУ. – Дніпро 2020. 96 с.

