

Міністерство освіти і науки України  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра Технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів  
Ступінь вищої освіти «Магістр»  
Спеціальність 181 «Харчові Технології»  
Освітня програма Технології зберігання і переробки зерна



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему **Удосконалення процесу виробництва борошна шляхом  
попереднього лушення зерна**

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувачки Савенко А.С.  
(прізвище, ініціали)

2 курсу ТЗХ – 61а групи

Керівник: к.т.н., доцент Волошенко О.С.  
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти: д.т.н. Басюркіна Н.Й.  
(посада, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (посада, прізвище та ініціали)

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від 03.12.2024 р., протокол № б.

Завідувач(ка) кафедри ТЗПХіКВ \_\_\_\_\_  
(назва кафедри) (підпис)

**Дмитро ЖИГУНОВ**  
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Одеса – 2024 рік

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут Навчально-науковий інститут зернового, переробного і  
хлібопекарського бізнесу ім. К.А. Богомаза

Кафедра Технології зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів

Ступінь вищої освіти «Магістр»

Спеціальність 181 «Харчові Технології»

Освітня програма Технології зберігання і переробки зерна

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри ТЗПХіКВ

Дмитро ЖИГУНОВ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

**Савенко Анастасія Сергіївна**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Удосконалення процесу виробництва борошна шляхом попереднього лушення зерна

керівник проекту (роботи) к.т.н., доц. Волошенко О.С.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу

від “25” жовтня 24 р., № 656-03

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 06.12.2024р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Матеріали наукових досліджень. Каталоги технологічного обладнання.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Стан проблеми та перспективи її вирішення. Техніко-економічне обґрунтування. Характеристика технологічних об'єктів та комунікацій генерального плану підприємства. Наукова частина. Технологічна частина. Техніко-економічні показники проекту.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Фізико-хімічні та функціонально-технологічні показники борошна. Схема технологічного процесу підготовчого відділення. Схема технологічного процесу розмелювального відділення. Кількісний баланс переробки. Показники якості зерна та борошна згідно стандартів. Основні техніко-економічні показники проекту.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

РОЗДІЛ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
ТЕО, ТЕП	Басюркіна Н.Й., проф., д.е.н.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 25.09.2024 р.

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ПІБ)

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітка
1.	СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	25.09-26.09	виконано
2.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	27.09-03.10	виконано
3.	ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА	04.10-06.10	виконано
4.	НАУКОВА ЧАСТИНА	07.10-03.11	виконано
5.	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	04.11-25.11	виконано
6.	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	26.11-01.12	виконано
7.	ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	02.12-03.12	виконано

Здобувач-дипломник

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ПІБ)

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ПІБ)

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ. Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ПІБ)

## АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу на тему

«Удосконалення процесу виробництва борошна шляхом попереднього  
лущення зерна»

<b>Здобувач</b>	<u>Савенко А.С.</u>
<b>Керівник</b>	<u>к.т.н., доц. Волошенко О.С.</u>
<b>Освітній ступінь</b>	<u>«Магістр»</u>
<b>Спеціальність</b>	<u>181 «Харчові технології»</u>
<b>Освітня програма</b>	<u>Технології зберігання і переробки зерна</u>

**Актуальність теми:** Впровадження попереднього лушення зерна є актуальним напрямом у сфері удосконалення зернопереробного процесу, оскільки дозволяє значно підвищити якість та ефективність виробництва зернових продуктів. Цей технологічний етап сприяє видаленню зовнішніх шарів зерна, що містять домішки та небажані елементи, підвищуючи чистоту сировини для подальшої переробки. Завдяки цьому методу можна суттєво збільшити вихід кінцевих продуктів, таких як борошно, крупи та корми. Впровадження технології попереднього лушення безпосередньо впливає на якість харчових продуктів та кормів для тварин, що є важливим фактором для сучасного агропромислового комплексу.

**Мета роботи:** Провести наукові дослідження індивідуальних потоків борошна млину ТОВ "ВІЛІЯ-ПРОДУКТ", на підставі аналізу борошна та літературного аналізу оцінити раціональність впровадження процесу попереднього лушення в ТОВ "ВІЛІЯ-ПРОДУКТ" та спроектувати схему технологічного процесу переробки борошна з використанням попереднього лушення для мукомельного заводу.

**Практичне значення отриманих результатів:** Результати можуть бути використані у борошномельній промисловості України при будівництві нових або реконструкції діючих підприємств, а зокрема - ТОВ "ВІЛІЯ-ПРОДУКТ".

**Структура роботи:** Анотація; зміст; вступ; розділ 1 «Стан проблеми та перспективи її вирішення»; розділ 2 «Техніко-економічне обґрунтування»; розділ 3 «Характеристика технологічних об'єктів та комунікацій генерального плану підприємства»; розділ 4 «Наукова частина»; розділ 5 «Технологічна частина»; розділ 6 «Техніко-економічні показники»; висновки та рекомендації; список літератури; графічні додатки.

**Обсяг роботи:** пояснювальна записка викладена на 91 сторінках, включає 18 таблиць, 17 рисунків. Графічна частина включає 7 листів.

**Висновок:** в результаті наукових досліджень розроблена структура і режими технологічного процесу мукомельного заводу, надано технологічну схему очищення і підготовки зерна до помелу, схему помелу, кількісно-якісний баланс помелу, а також розраховано і підібрано обладнання стосовно до розробленої схеми технологічного процесу мукомельного заводу, визначено техніко-економічні показники та обґрунтовано доцільність проекту. Результати роботи були використані для написання статті «Технологічні показники потоків борошна млинзаводу «Бюлер»».

**Ключові слова:** зерно, борошно, потоки борошна, лабораторний помел, показники якості, борошномельний завод, попереднє лушення.

**ABSTRACT**  
for qualifying work  
**on the topic** «Justification of the methods of assessing  
the milling quality indicators of wheat grain»

<b>Student</b>	<u>Savenko A.S.</u>
<b>Supervisor</b>	<u>Dsc, doc. Voloshenko O.S.</u>
<b>Educational degree</b>	<u>«Master»</u>
<b>Specialty</b>	<u>181 «Food technologies»</u>
<b>Educational program</b>	<u>Grain storage and processing technologies</u>

**Actuality:** The introduction of preliminary grain hulling is a relevant direction in the field of improving the grain processing process, as it can significantly improve the quality and efficiency of grain production. This technological stage helps to remove the outer layers of grain containing impurities and undesirable elements, increasing the purity of raw materials for further processing. This method can significantly increase the yield of end products such as flour, cereals and feed. The introduction of pre-hulling technology has a direct impact on the quality of food and animal feed, which is an important factor for the modern agro-industrial complex.

**The purpose of the work:** To conduct scientific research on individual flour flows of the mill of “VILIA-PRODUCT” LLC, to assess the rationality of introducing the preliminary hulling process in “VILIA-PRODUCT” LLC based on the analysis of flour and literature analysis and to design a scheme of the technological process of flour processing using preliminary hulling for a flour mill.

**The practical significance of the obtained results:** The results can be used in the flour milling industry of Ukraine in the construction of new or reconstruction of existing enterprises, and in particular - VILIA-PRODUCT LLC.

**The structure of the work:** Abstract; table of content; introduction; section 1 "State of the problem and prospects for its solution"; section 2 "Technical and economic justification"; section 3 "Characteristics of technological objects and communications of the general plan of the enterprise"; section 4 "Scientific part"; section 5 "Technological part"; section 6 "Technical and economic indicators"; conclusions and recommendations; list of references; graphic applications.

**The scope of the work:** The explanatory note is laid out on 91 pages, includes 18 tables, 17 figures. The graphic part includes 7 sheets.

**Conclusion:** As a result of the research, the structure and modes of the technological process of the flour mill were developed, a technological scheme for cleaning and preparing grain for milling, a milling scheme, a quantitative and qualitative balance of milling were provided, and equipment was calculated and selected in relation to the developed scheme of the technological process of the flour mill, technical and economic indicators were determined and the feasibility of the project was substantiated. The results of this work were used to write the article “Technological Indicators of Flour Flows at the Bühler Mill”.

**Keywords:** grain, flour, flour flows, laboratory grinding, quality indicators, flour milling plant, pre-hulling.

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	6
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	10
РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	13
2.1. Маркетингові дослідження	13
2.1.1. Виробництво борошна	14
2.1.2. Споживання борошна	15
2.1.3. Експорт та імпорт борошна	18
2.1.4. Чинники розвитку та законодавче регулювання	20
2.2. Визначення інноваційного бюджету	23
2.3. Висновки	27
РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА	30
3.1. Загальна характеристика будівлі борошномельного заводу	30
3.2. Вимоги до будівлі	30
РОЗДІЛ 4 НАУКОВА ЧАСТИНА	33
4.1. Аналіз літературних джерел за темою дослідження	33
4.1.1. Потоки борошна	33
4.1.2. Лущення зерна	36
4.2. Методика проведення досліджень	41

4.3. Результати досліджень	42
РОЗДІЛ 5 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	47
5.1. Характеристика сировини та розрахунок помельної партії	47
5.2. Опис технологічної схеми зерноочисного відділення	50
5.3. Розрахунок і підбір обладнання підготовчого відділення	51
5.4. Опис технологічної схеми розмелювального відділення	58
5.5. Розрахунок балансу переробки зерна	59
5.6. Розрахунок і підбір обладнання розмельного відділення	61
5.7. Кількісно-якісний баланс готової продукції	71
5.8. Питання стандартизації та якості на мукомельних заводах	77
РОЗДІЛ 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	81
6.1. Програма виробничої діяльності	81
6.2. Інвестиційні витрати	82
6.3. Чисельність працівників та фонд оплати праці	83
6.4. Розрахунки собівартості	83
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	86
ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ	88

## ВСТУП

В сучасних умовах розвиток технологій обробки зерна відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки та підвищенні стандартів якості сільськогосподарської продукції. Постійне впровадження інновацій у галузі зернопереробки є ключовим фактором для підвищення ефективності сільського господарства та досягнення сталого розвитку.

Одним із перспективних напрямів удосконалення зернопереробного процесу є впровадження технології попереднього лушення зерна. Цей етап обробки має великий потенціал для покращення якості та збільшення обсягу кінцевих продуктів. Щоб забезпечити високу якість готової продукції, в процесі підготовки зерна до переробки на борошно здійснюють комплекс підготовчих операцій: сепарування, воднотеплову обробку (ВТО), формування помельних партій тощо.

Особливе значення має очищення поверхні зерна, що дозволяє знизити рівень мікробіологічного забруднення та видалити хімічні домішки, такі як важкі метали, залишки пестицидів та інші небажані речовини, що концентруються переважно на поверхневих шарах зерна. Лушення зерна є одним із головних етапів обробки, оскільки лушене зерно (у вигляді цілого ядра або подрібненої крупи) безпосередньо стає основою для виготовлення круп.

Якість і вихід крупи залежать від ефективності процесу лушення. Лушення проводиться механічним способом за допомогою деформацій, зокрема стиску, зсуву, стирання та удару, що дозволяє видалити зовнішні шари, які містять небажані елементи та домішки. Це значно підвищує чистоту зерна і створює сприятливі умови для наступних етапів переробки.

Впровадження технології попереднього лушення зерна є особливо корисним і доцільним для інтеграції у виробничі процеси, оскільки воно дозволяє суттєво підвищити якість та ефективність виробництва зернових продуктів. Цей технологічний етап, впроваджений безпосередньо у виробництво, забезпечує ефективне видалення зовнішніх шарів зерна з

домішками та небажаними речовинами, що значно підвищує чистоту сировини для подальшої переробки. Завдяки цьому підходу можна досягти максимального виходу кінцевих продуктів, таких як борошно, крупи та корми. Включення попереднього лушення зерна у виробничий процес прямо впливає на якість готової продукції для харчування та кормів для тварин, що є критично важливим для сучасного агропромислового сектору.

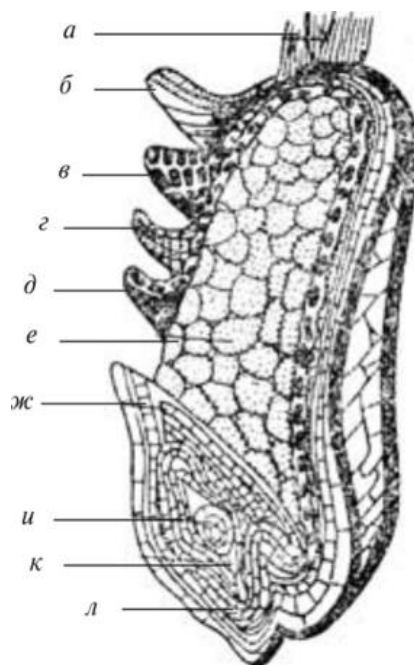
## РОЗДІЛ 1

### СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Лущення пшениці, що являє собою процес поетапного видалення висівків з використанням тертя і стирання в спеціалізованих полірувальних машинах, має значний потенціал у переробці зерна. При обробці твердої пшениці цей метод помітно збільшує вихід і якість манної крупи, одержуваної після видалення оболонок. Для звичайної пшениці дані про вплив обдирання на поліпшення виходу і ступеня подрібнення борошна залишаються суперечливими, проте незалежно від класу зерна основна перевага обдирання перед традиційним помелом полягає в зниженні капітальних витрат: спрощена технологія млина дає змогу створювати більш компактні установки з необхідною продуктивністю. Побічні продукти, що утворюються під час обдирання, можуть використовуватися як нові харчові інгредієнти з унікальними фізико-хімічними та поживними властивостями, відмінними від традиційних пшеничних продуктів.

Основні складові зерна пшениці - це висівки, зародок та ендосперм (рис. 1.1). Ендосперм складається із зовнішнього алейронового шару, що видаляється разом із висівками під час виробництва борошна, та крохмалистого ендосперму. Крім алейрону, висівки включають вісім різних шарів, а зародок містить ембріон. Саме крохмалистий ендосперм забезпечує отримання високоякісного білого борошна. У сучасному процесі вальцьового помелу зерно спочатку руйнується, потім ендосперм відокремлюється від висівків і зародка, після чого поступово перетворюється на борошно через серію помелів із проміжним поділом продуктів на просіювачах та очисниках.

					<i>КРМ.ТЗПХіКВ.1.656-03.4.1.1</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата				
Розробив		Савенко А.С.			Розділ 1	Лім	Аркуш	Аркушів
Керівник		Волошенко О.С.					11	3
						ОНТУ, ТЗХ-61а		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						



**Рис.1.1 - Поздовжній розріз зернівки пшениці**

а - борідка; б, в, г - плодова і насіннева оболонки; д - алейроновий шар; е - ендосперм; ж - щиток; і - брунька; к - зародок; л - зачатковий корінець [1]

Крохмалистий ендосперм пшениці становить понад 80% пшеничної крупи. Однак навіть за найкращих умов традиційного вальцьового помелу неможливо досягти повного відокремлення крохмального ендосперму від інших складових ядра. Основним фактором є складчастість, яка проходить по всій довжині ядра і доходить майже до середини ядра. Якість пшеничного борошна (вимірюється за вмістом золи та яскравістю борошна) починає погіршуватися, коли вихід борошна у відсотках до повного ядра (ступінь вилучення) досягає 65%.

Вище 75% вилучення темпи втрати якості борошна прискорюються. Тому відкриття про те, що видалення оболонок (попереднє лущення) пшениці перед вальцьовим помелом може підвищити вихід і ступінь очищення борошна, викликало значний інтерес у борошномельній промисловості. Важливою перевагою лушення є те, що витрати на пшеницю знижуються, оскільки підвищення ефективності помелу пшениці за рахунок лушення дозволяє виробляти високоякісні борошномельні продукти з

пшениці нижчої якості. Серед інших переваг методу лушення - виробництво побічних продуктів з доданою вартістю, збільшення продуктивності заводу та спрощення технологічного процесу помелу. [2]

Спрощення технологічного процесу помелу твердої пшениці дозволить заводам збільшити продуктивність на тій самій площі, що і більшість комерційних установок, які зараз використовуються, і, відповідно, зменшити необхідність інвестувати в дороге традиційне борошномельне обладнання.

Перевага побічних продуктів лушення з точки зору доданої вартості залишатиметься вразливою до посилення конкуренції, оскільки все більше млинів впроваджуватимуть процес лушення.

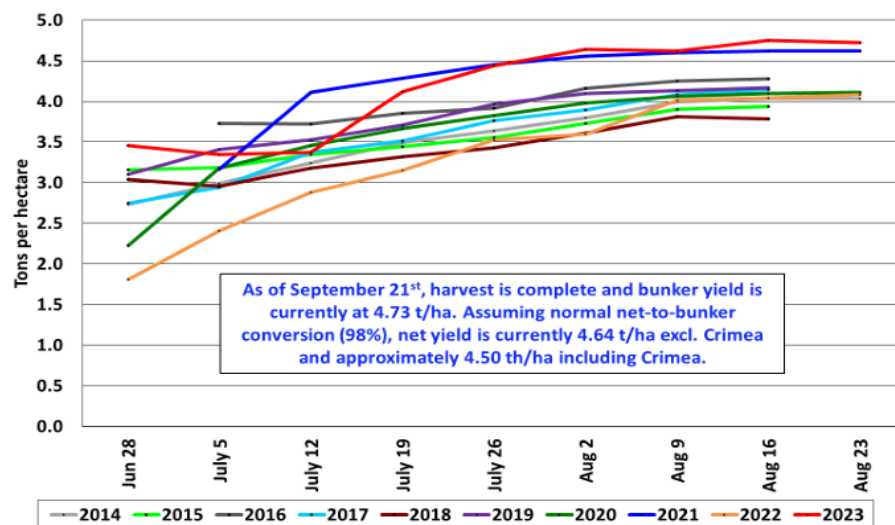
## РОЗДІЛ 2

### ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

#### 2.1. Маркетингові дослідження

Україна є одним із світових лідерів з виробництва та експорту зернових культур. За інформацією Міністерства аграрної політики України, понад 15 мільйонів гектарів земель зайняті під зернові культури, зокрема пшеницю та ячмінь. Завдяки впровадженню сучасних технологій і новітніх методів обробки, ефективність сільського господарства в Україні зросла, що сприяє збільшенню врожайності та забезпечує стабільну сировинну базу для виробництва борошна.

Сучасні агротехнології дозволяють українським фермерам отримувати високі врожаї зернових культур. Так, у 2022 році врожайність пшениці склала 4 тонни з гектара, що значно перевищує середні показники попереднього десятиліття. Цього вдалося досягти завдяки використанню якісного насіння, мінеральних добрив та сучасної техніки. [3]



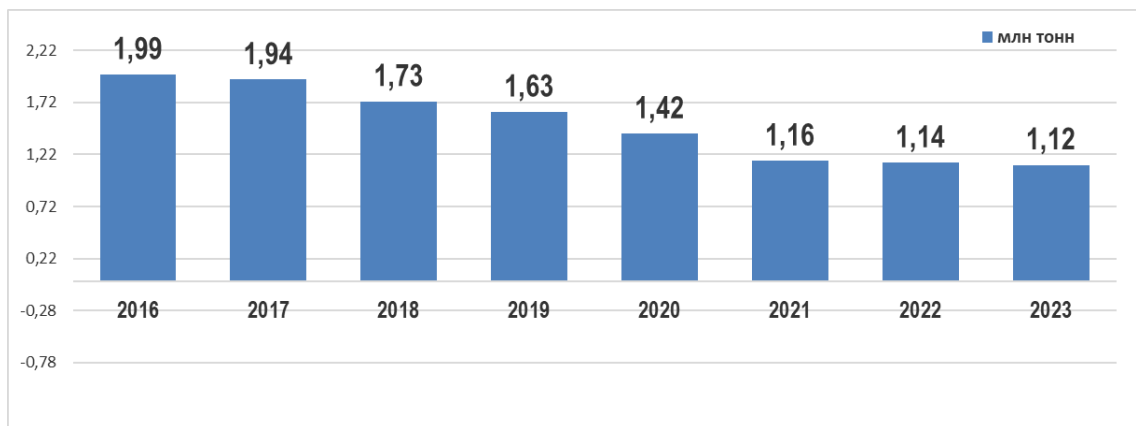
					<i>KPM.TЗПХiKB.1.656-03.4.1.1</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата				
Розробив		Савенко А.С.			Розділ 2	Лім	Аркуш	Аркушів
Керівник		Волошенко О.С.					14	17
Консульт.		Басюркіна Н.Й.				ОНТУ, ТЗХ-61а		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

## Рис. 2.1 - Врожайність пшениці в Україні на основі даних Мінагрополітики про врожай [4].

### 2.1.1. Виробництво борошна

Як і в 2022 році, у минулому 2023-му офіційна статистика виробництва виявилася закритою.

Обсяги виробництва муки за 2022 та 2023 роки розраховані шляхом екстраполяції даних про виробництво муки підприємствами Співки на загальні обсяги виробництва у 2020 та 2021 роках (період, коли була доступна повна статистика). Також були враховані індекси виробництва муки за три квартали 2023 року в порівнянні з аналогічним періодом 2022 року.



### Рис 2.2 - Виробництво борошна в Україні за роками, млн тонн [5].

Обсяги виробництва борошна у 2022 та 2023 роках, попри воєнні умови, майже не відрізняються від довоєнного рівня 2021 року, що свідчить про стійкість української борошномельної галузі.

В Україні працює близько 150 підприємств, які займаються виробництвом борошна. Найбільші з них, такі як "Столичний млин", "Дніпромлин" та "Вінницький млин", оснащені сучасним обладнанням та застосовують передові технології, що дозволяє випускати борошно високої якості, яке відповідає міжнародним стандартам. [6]

№ п/п	Назва підприємства	2021р.	2022р.	2023р.	2023 рік відносно 2021 року
2	ТОВ "ВІННИЦЬКИЙ КХП № 2"	125 729	116 764	109 785	-22,68%
1	ТОВ "СТОЛИЧНИЙ МЛИН"	74 847	90 940	101 946	36,21%
3	ТОВ "ДМК "ДНІПРОМЛИН" - ВП	33 467	57 000	62 500	86,75%
4	ДП "НОВОПОКРОВСЬКИЙ КХП"	61 186	62 080	59 672	-2,48%
5	ТОВ ВКФ "РОМА"	71 857	62 238	55 475	-22,8%
6	ПрАТ "РІВНЕ-БОРОШНО"	29 497	33 668	31 691	7,44%
7	ТОВ "ЗЕРНАРІ"	57 002	33 642	27 950	-50,97%
8	Хлібодар ТОВ "ЗАПОРІЖМЛИН" - ВП	24 837	28 060	27 182	9,44%
9	ТОВ "ТД "ЕЛЬДОРАДО"	27 244	18 031	24 942	-8,45%
10	Хлібодар ТОВ "НКХП"	6 646	26 040	23 368	251,64%
<b>РАЗОМ</b>		<b>386 582</b>	<b>411 699</b>	<b>414 726</b>	<b>+29,41%</b>
Стосовно загального виробництва		<b>33,33%</b>	<b>36,10%</b>	<b>37,03%</b>	

**Рис. 2.3 - Продуктивність українських виробників борошна, тонн [5].**

### 2.1.2. Споживання борошна

В Україні спостерігається стабільне зростання внутрішнього споживання борошна, що обумовлено високим попитом на продукти харчування на основі борошна. До них належать хліб, макаронні вироби, випічка та інші хлібобулочні продукти, які є важливими складовими раціону українців.

#### *Внутрішнє споживання*

Згідно з дослідженням споживчих трендів компанії Nielsen, середньорічне споживання борошна на одну людину в Україні складає близько 45 кг, що перевищує середні показники в багатьох європейських країнах. Таке високе споживання пояснюється особливостями традиційної української кухні, яка багата на страви з борошна, зокрема вареники, пироги та іншу випічку. [7]

Основні чинники, що впливають на внутрішнє споживання борошна:

- Традиційні вподобання: Українська кухня включає багато страв із борошна, що забезпечує постійний попит на цей продукт.

- Зростання чисельності населення: Збільшення населення та процеси урбанізації сприяють зростанню споживання борошна.

- Популярність здорового харчування: Зростає інтерес до цільнозернового та безглютенового борошна, що відповідає тенденціям здорового способу життя.

- Сезонність: Споживання борошна коливається в залежності від сезону та особливих періодів, як-от великі свята, коли традиційно готують борошняні страви.

#### *Спеціалізовані види борошна*

В Україні останнім часом спостерігається збільшення попиту на спеціалізовані види борошна, такі як цільнозернове, безглютенове та органічне. Це пов'язано з підвищенням обізнаності споживачів про здорове харчування та їх бажанням споживати корисні продукти.

- Цільнозернове борошно: Воно містить більше клітковини та корисних речовин порівняно з традиційним борошном, що робить його популярним серед тих, хто слідкує за здоровим харчуванням.
- Безглютенове борошно: Задовольняє потреби людей, які мають целиакию або обирають безглютенову дієту.
- Органічне борошно: Виготовляється з зерна, що вирощується без використання синтетичних пестицидів та добрив, що відповідає вимогам екологічно чистих продуктів та зростаючому попиту на органічну продукцію.

#### *Потреби промислового сектору*

Промисловий сектор, включаючи хлібопекарську, кондитерську та макаронну промисловість, є основним споживачем борошна в Україні. Великі підприємства, такі як "Київхліб", Кондитерська фабрика "Рошен", Макаронна фабрика "Чумак", використовують значні обсяги борошна для виробництва своєї продукції.



**Рис. 2.4 - Споживчий кошик українця за рік [8].**

За даними ресурсу "Слово і діло", в споживчому кошику українця на рік є пшеничний хліб (51,1 кг), житній хліб (28 кг), борошно (7,9 кг), макаронні вироби (4 кг), понад 15 кг різних круп та інші продукти. Це свідчить про високий рівень споживання товарів, пов'язаних із сільським господарством.

- Хлібопекарська промисловість: Використовує близько 60% всього виробленого в Україні борошна. Хліб є основним продуктом харчування для багатьох українців, що забезпечує стабільний попит на борошно.
- Кондитерська промисловість: Споживає борошно для виготовлення різних видів випічки, таких як печиво, торти та пироги.
- Макаронна промисловість: Споживає значну кількість борошна для виробництва макаронних виробів, які також користуються популярністю серед українців.

Внутрішнє споживання борошна в Україні стабільне і має тенденцію до зростання завдяки традиційним харчовим вподобанням, зростанню чисельності населення та поширенню здорового способу життя. Збільшений попит на спеціалізовані види борошна відкриває нові можливості для виробників, які можуть запропонувати продукцію, що відповідає сучасним вимогам споживачів.

### 2.1.3. Експорт та імпорт борошна

Україна займає одне з лідируючих місць серед світових експортерів борошна. Висока якість продукції, конкурентні ціни та вигідне географічне розташування роблять українське борошно популярним на міжнародних ринках. Попри внутрішні та зовнішні труднощі, такі як логістичні проблеми та політична нестабільність, Україна продовжує нарощувати обсяги експорту борошна.

Україна зазвичай експортувала борошно переважно в країни Азії, Близького Сходу та Африки, де попит на високоякісну продукцію стабільно високий, проте за кілька років є кардинальні зміни, які вказані на рис. 2.4.

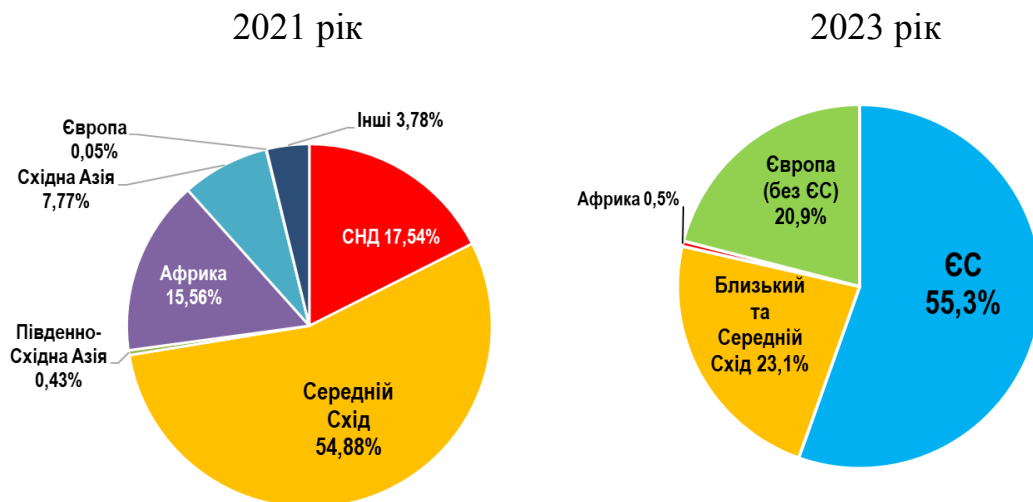
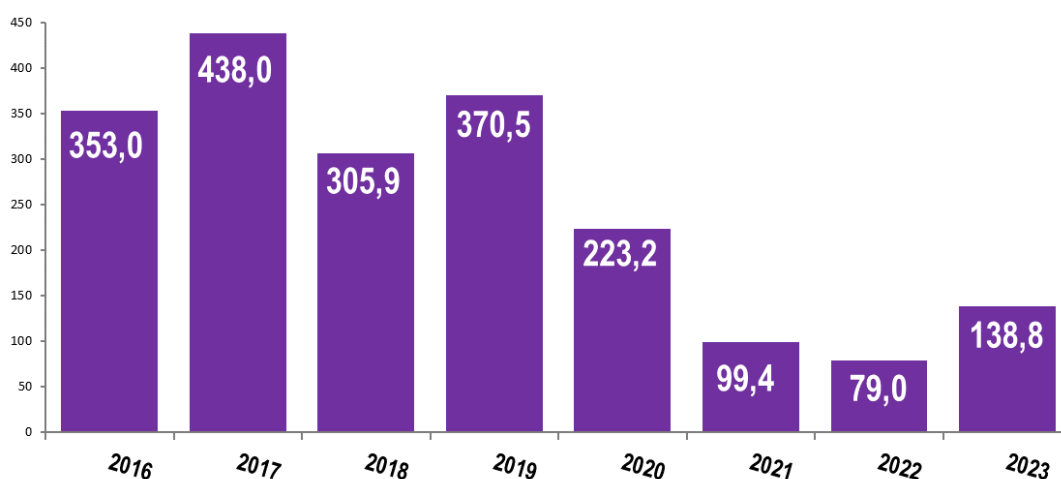


Рис. 2.5 - Географія експорту українського борошна, % [5].

У 2023 році основними імпортерами українського борошна стали

країни ЄС (55,3%), Близького і Середнього Сходу (23,1%) та європейські країни за межами ЄС (20,9%).

Внутрішній ринок майже повністю забезпечується за рахунок вітчизняного виробництва, що обмежує потребу в імпорті. Однак висока якість українського борошна та його конкурентна ціна роблять продукцію затребуваною на міжнародному ринку. У 2023 році експорт борошна зріс більш ніж на 75%, що свідчить про значний попит на українську продукцію за кордоном.



**Рис. 2.6 - Експорт борошна з України, тис. тонн [5].**

### *Логістичні виклики*

Експорт борошна з України стикається з кількома логістичними труднощами, серед яких:

1. Транспортні витрати: Високі витрати на транспортування значно впливають на собівартість експорту. Зростання цін на паливе та транспортні послуги ускладнюють процес доставки.
2. Інфраструктура: Недостатній розвиток інфраструктури, особливо доріг та залізничних шляхів, ускладнює перевезення борошна до портів для подальшого експорту.

3. Політична нестабільність: Конфлікти та політична нестабільність у регіоні можуть спричиняти затримки та збільшення витрат на логістичні операції.

#### *Конкурентні переваги*

Попри певні труднощі, українське борошно має ряд переваг, які забезпечують його конкурентоспроможність на світовому ринку:

1. Висока якість: Українське борошно славиться високою якістю, що підтримує стійкий попит серед міжнародних покупців.
2. Конкурентні ціни: Завдяки низьким виробничим витратам українські виробники можуть пропонувати продукцію за привабливими цінами.
3. Вигідне географічне розташування: Стратегічне положення України сприяє оперативній та ефективній доставці борошна до країн Європи, Близького Сходу та Африки.

Українське борошно має значний експортний потенціал завдяки своїй високій якості, конкурентним цінам і активним маркетинговим стратегіям. Незважаючи на логістичні труднощі та політичні ризики, Україна продовжує нарощувати обсяги експорту та розширювати ринки збуту, що позитивно впливає на розвиток національної економіки.

#### **2.1.4. Чинники розвитку та законодавче регулювання**

Розвиток ринку борошна в Україні визначається багатьма факторами, серед яких важливими є економічні, технологічні, соціальні та політичні аспекти. Важливу роль у створенні сприятливих умов для виробників і експортерів борошна відіграє державне регулювання.

#### *Економічні чинники*

1. Попит і пропозиція: Високий внутрішній попит на борошно

підтримується значним споживанням хліба та інших хлібобулочних виробів. Крім того, великий попит на українське борошно з боку країн-імпортерів сприяє зростанню його експорту.

2. Ціни на сировину: Вартість зернових культур безпосередньо впливає на ціну борошна. Коливання цін на зерно можуть позначитися на прибутковості борошномельних підприємств.
3. Інвестиції: Інвестиції в аграрний сектор, зокрема в галузь борошномельного виробництва, сприяють модернізації обладнання та впровадженню передових технологій, що підвищує конкурентоспроможність продукції.

#### *Технологічні чинники*

1. Інноваційні технології: Застосування новітніх технологій у виробництві борошна, таких як попереднє лушення зерна, сприяє підвищенню якості продукції та зниженню виробничих витрат.
2. Модернізація обладнання: Сучасні млини оснащені передовими системами для очищення і помелу зерна, що зменшує втрати сировини і підвищує ефективність виробничих процесів.

#### *Соціальні чинники*

1. Зміни у споживчих вподобаннях: Зростання інтересу до здорового харчування стимулює виробників випускати спеціалізовані види борошна, такі як цільнозернове, безглютенове та органічне.
2. Зайнятість у сільськогосподарському секторі: Виробництво борошна забезпечує робочі місця в аграрному та харчовому секторах, що підтримує розвиток місцевих громад.

#### *Політичні чинники*

1. Державне регулювання: Законодавство України у сфері виробництва

та експорту борошна відповідає міжнародним стандартам. Основні вимоги до якості продукції визначаються державними стандартами ДСТУ 46.004-99 "Борошно пшеничне. Загальні технічні умови".

2. Державна підтримка: Уряд України надає агровиробникам субсидії та пільгові кредити, що сприяє розвитку борошномельної галузі.
3. Експортні квоти та тарифи: Регулювання експортних квот і тарифів забезпечує стабільне постачання борошна на внутрішній ринок і підтримує цінову стабільність.

#### *Законодавче регулювання*

Українське законодавство включає комплекс заходів для підтримки борошномельної галузі, зокрема:

1. Субсидії та гранти: Держава надає субсидії та гранти для підтримки виробників зернових та борошна, спрямовані на модернізацію виробництва та впровадження новітніх технологій.
2. Кредитування: Пільгові кредити для аграрного сектору допомагають підприємствам отримувати фінансування для розвитку та підвищення ефективності виробничих процесів.
3. Стандартизація продукції: Державні стандарти визначають вимоги до якості борошна, що підвищує його конкурентоспроможність на міжнародному ринку.
4. Підтримка експорту: Держава надає інформаційну та фінансову підтримку для стимулювання експортної діяльності, що сприяє розширенню ринків збуту для українського борошна. [10]

Розвиток ринку борошна в Україні значною мірою обумовлений ефективним державним регулюванням, інвестиціями в технології та врахуванням змін у споживчих вподобаннях. Важливо створювати стабільні економічні умови для виробників, підтримувати високі стандарти якості

продукції та стимулювати розвиток експортного потенціалу українського борошна.

## 2.2. Визначення інноваційного бюджету

Наукові розробки мають вирішальне значення для технологічного прогресу, покращення якості та підвищення ефективності виробництва, що, в свою чергу, збільшує прибутковість підприємства.

Впровадження результатів наукових досліджень має на меті підвищення якості борошна, що дозволить застосовувати його в інших виробничих процесах. Це призведе до збільшення виходу готової продукції, що сприятиме зростанню прибутку в подальших етапах виробництва.

Таким чином, це призводить до підвищення ціни на борошно.

Додатковий прибуток підприємства в результаті реалізації проекту розраховуємо за формулою:

$$\Delta\Pi = \Delta\Pi\Delta RP - \Delta B;$$

де  $\Delta\Pi\Delta RP$  – додатковий прибуток, розрахований за фактичною рентабельністю класичної продукції;

$\Delta B$  - додаткові витрати, які виникають при впровадженні продукції у виробництво, грн

Додатковий прибуток за формулою:

$$\Delta\Pi\Delta RP = \sum \frac{P\Pi n_{pi} * Pn_{pi}}{100 + Pn_{pi}}$$

де  $P\Pi n_{pi}$ , - обсяги реалізації і-го виду (асортименту) продукції за цінами підприємства;

$Pn_{pi}$  - рентабельність і-го виду продукції (асортименту), %;

Приймаємо 20 %.

Визначення додаткового обсягу реалізації ΔРП і прибутку

*Визначення оптової ціни підприємства*

Відпускна ціна продукції на підприємстві складає 10 тис. грн/т, тоді оптова ціна підприємства складає:

$$Ц_{\text{опт.}} = Ц_{\text{від.}} / 1,20 = 10 / 1,20 = 8,33 \text{ тис. грн/т,}$$

де податок на додану вартість складає 20 %.

Продуктивність заводу за рік визначаємо:  $320 * 150 = 48000$  т/рік

При виготовленні продукції планується збільшити об'єм реалізованої продукції на 5%, (5% від 48000 т = 240 т). Він збільшується за рахунок зменшення відходів в процесі розмелу зерна після дебранінгу.

$$P\Pi_{\text{прі}} = Ц_{\text{опт.}} * \Delta V = 8,33 * 240 = 1999,2 \text{ тис. грн}$$

$$\Delta\Pi_{\text{ΔРП}} = P\Pi_{\text{прі}} * (P_{\text{прі}}/100 + P_{\text{прі}}) = 1999,2 * (20/120) = 333,2 \text{ тис. грн}$$

### **Визначення інвестицій у виробництво**

Інноваційний бюджет:

$$I_{\text{ін}} = V_{\text{кон}} + Ц_{\text{ндр}} + V_{\text{екс}} + V_{\text{сер}} + V_{\text{пат}},$$

де  $V_{\text{кон}}$  – витрати на розробку концепції (30% від  $C_{\text{ндр}}$ );

$C_{\text{ндр}}$  - ціна НДР;

$V_{\text{екс}}$  – затрати на експериментальні дослідження (50% от  $C_{\text{ндр}}$ );

$V_{\text{пат}}$  – затрати на патентування (10% от  $C_{\text{ндр}}$ ).

$$I_{\text{ін}} = 105 * (0,3 + 1 + 0,5 + 0,1) = 199,5 \text{ тис. грн}$$

Визначення інвестицій для впровадження у виробництво:

Інвестиції для впровадження в виробництво результатів НДР:

$$I_{\text{вир}} = I_{\text{овф}} + I_{\text{ок}}$$

де  $I_{\text{овф}}$  - інвестиції в основні виробничі фонди;

$I_{\text{ок}}$  – додаткова сума оборотних коштів, необхідних виробництву у зв'язку з впровадженням результатів НДР;

$$I_{\text{овф}} = I_{\text{буд}} + I_{\text{об}}$$

де  $I_{\text{буд}}$  - інвестиції в будівництво ( $I_{\text{буд}} = 0$ );

$I_{\text{об}}$  - інвестиції в обладнання.

Оскільки передбачено тільки установку обладнання, тоді інвестиції в обладнання будуть дорівнювати витратам на купівлю нового обладнання (обдирно-шліфувальна машина MAO-6):

$$V_{\text{уст}} = 140000 \text{ грн}$$

Вартість придбання устаткування визначають за формулою

$$V_{\text{пу}} = 1,1 * (V_{\text{уст}} + T_{\text{р}} + Z_{\text{с}} + M),$$

де  $V_{\text{уст}}$  – вартість устаткування, яке встановлюють;

$T_{\text{р}}$  – транспортні витрати на доставку, беруть на рівні 3% від  $V_{\text{уст}}$ ;

$Z_{\text{с}}$  – заготівельно-складські витрати, беруть у розмірі 2% від  $V_{\text{уст}}$ ;

$M$  – витрати на монтаж, беруть у розмірі 15% від  $V_{\text{уст}}$ ;

1,1 – коефіцієнт, який враховує витрати на тару, запасні частини, витрати на комплектацію, націнки постачальницьких організацій та інше.

$$I_{\text{овф}} = V_{\text{пу}} = 1,1 * (140000 + 4200 + 2800 + 21000) = 184800 \text{ грн}$$

$I_{\text{ок}}$  – інвестиції в оборотні кошти, 5% от  $\Delta PП$ :

$$I_{\text{ок}} = 0,05 * PП_{\text{прі}} = 0,05 * 1999,2 = 99,96 \text{ тис. грн}$$

Інвестиції у виробництво:

$$I_{\text{вир}} = I_{\text{овф}} + I_{\text{ок}} = 184,8 + 99,96 = 284,76 \text{ тис. грн}$$

Інноваційний бюджет:

$$I = I_{\text{ін}} + I_{\text{вир}} = 184,3 + 284,76 = 469,06 \text{ тис. грн}$$

**Економічну ефективність** та інвестиційну привабливість впровадження проекту можна оцінити за показником строку окупності інвестицій (Т):

$$T = I/\Delta П = 469,06/192,39 = 2,4 \text{ роки}$$

Згідно з отриманими даними, термін окупності становить 2,4 роки, що є меншим за критичний поріг у 3 роки. Отже, впровадження процесу попереднього луцення є економічно вигідним проектом.

Це означає, що інвестиції будуть повернуті протягом 2,4 років з моменту реалізації проекту, після чого підприємство почне отримувати чистий прибуток від використання нової технології. Висока економічна ефективність проекту робить його привабливим для інвесторів, оскільки швидке повернення капіталу свідчить про низький рівень ризику та високу рентабельність.

Основні техніко-економічні показники проекту вказано у таблиці 2.1.

**Таблиця 2.1 – Основні техніко-економічні показники проекту**

<b>Найменування показника</b>	<b>Значення показника</b>
1.Обсяг реалізації продукції, тис. грн	1999,2
2. Інвестиції в розробку інновації, тис. грн	199,5
3. Інвестиції для впровадження інновацій у виробництво, тис. грн	284,76
– інвестиції в основні засоби, тис. грн	184,8
– інвестиції в оборотні кошти, тис. грн	99,96
4. Прибуток від реалізації проекту, тис. грн	192,39
5. Термін окупності інвестицій, років	2,4

### **2.3. Висновки**

Розрахунки, виконані в рамках цієї роботи, підтверджують високу економічну ефективність та інвестиційну привабливість запропонованого проекту, а саме:

1. Збільшення обсягів виробництва:

Заплановане збільшення виробництва на 240 тонн розширить потужності підприємства і дозволить ефективно задовольнити зростаючий попит на продукцію. Це також відкриває нові можливості для розширення асортименту та поліпшення обслуговування клієнтів.

2. Приріст обсягів реалізації продукції:

Приріст доходу від реалізації продукції складе 1999,2 тис. грн, що забезпечить стабільність фінансових потоків і зміцнить економічну позицію підприємства. Додаткові кошти дозволять інвестувати в подальший розвиток і модернізацію інфраструктури.

3. Інвестиційна привабливість:

Необхідні інвестиції для реалізації проекту складають 469,06 тис. грн,

і ці витрати окупляться протягом 2,4 років, що є меншим за критичний термін окупності у 3 роки. Це свідчить про високу інвестиційну привабливість проекту, адже швидке повернення вкладених коштів знижує ризики і робить проект привабливим для потенційних інвесторів.

#### 4. Покращення якості продукції:

Підвищення якості продукції дозволить зміцнити бренд компанії і стимулювати попит серед споживачів. Висока якість є ключовим фактором для утримання наявних клієнтів і залучення нових.

#### 5. Екологічні переваги:

Впровадження проекту дозволить скоротити виробничі відходи, що сприятиме дотриманню екологічних стандартів. Це покращить репутацію компанії серед екологічно орієнтованих споживачів і партнерів.

Додаткові переваги проекту:

##### 1. Соціальний вплив:

Збільшення обсягів виробництва призведе до створення нових робочих місць, що позитивно вплине на зайнятість і соціально-економічний розвиток регіону.

##### 2. Інноваційний розвиток:

Впровадження передових технологій підвищить технологічний рівень підприємства і його інноваційний потенціал, що дозволить зайняти лідируючі позиції на ринку.

##### 3. Розширення ринків збуту:

Збільшення обсягів та покращення якості продукції відкриває можливості для виходу на нові ринки, в тому числі міжнародні, що

дозволить розширити експортний потенціал і залучити додаткові валютні надходження.

#### 4. Покращення іміджу компанії:

Впровадження екологічно чистих технологій і зменшення відходів позитивно вплине на імідж підприємства, залучаючи нових клієнтів, які цінують екологічну відповідальність.

# РОЗДІЛ 3

## ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА

### 3.1. Загальна характеристика будівлі борошномельного заводу

Млин ТОВ "ВІЛІЯ-ПРОДУКТ" продуктивністю 150 т/добу складається з відділень для очищення зерна, розмелювання та фасування, які розташовані у багатоповерховій будівлі, що повинна відповідати певним технічним вимогам. Зокрема, взимку передбачена розрахункова температура повітря -20 °С, сейсмостійкість будівлі не повинна перевищувати 6 балів, будівля належить до II класу та II ступеня вогнестійкості. Згідно з вимогами вибухопожежної безпеки, розмелювальне відділення належить до категорії "Б", а відділення очищення зерна та склад — до категорії "В". Основна будівля заводу — п'ятиповерхова.

### 3.2. Вимоги до будівлі

Будівля з каркасною конструкцією має фундаментні балки для опори зовнішніх і внутрішніх несучих стін. Балки виконані з залізобетону, довжиною до 6 метрів і трапецієподібного перерізу. Рівень ґрунтових вод знаходиться на глибині понад 15 метрів. Конструкція фундаменту виконана у вигляді монолітних залізобетонних плит під силосною частиною та у формі перехресних стрічок під інші відділи. Фундамент є стаканного типу з

					<i>КРМ.ТЗПХіКВ.1.656-03.4.1.1</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата				
Розробив		Савенко А.С.			Розділ 3	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Волошенко О.С.				31	3	
						ОНТУ, ТЗХ-61а		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

глибиною закладення 2,6 метра. Перекриття будівлі — монолітні залізобетонні плити, а покрівля виконана з ухилом 1:1,5 для відведення води, відповідно до норм СНІП II-26-76. В місцях стику покрівлі з парапетом та шахтами підйомника використовуються додаткові шари гідроізоляції з руберойду марки РКК-400 Б на мастиці марки МБК-Г-58.

### *Стіни та перегородки*

Зовнішні стіни виконані з легкого бетону, панелі товщиною 200 мм, які забарвлені фарбою світлого тону для зовнішніх робіт відповідно до вимог СНІП 14-21-73. Постійний режим температури у приміщеннях підтримується на рівні +13 °С при відносній вологості 60-62%. Внутрішні перегородки виконані з цегли з ущільненням швів цементним розчином. Несучі стіни та перегородки забезпечені фундаментними балками та збірними залізобетонними колонами, що відповідають вимогам вогнестійкості, захищеності від вологості та нормам шумоізоляції.

### *Підлога*

Підлоги на всіх поверхах виконані з бетону з підстильним шаром з бетону М 100. Основу підлоги формує ущільнений гравійний шар. У приміщеннях побутового призначення підлоги залиті бетоном і вкриті лінолеумом.

### *Вікна*

Віконні отвори забезпечують природне освітлення та вентиляцію. Вони мають відповідні розміри, форму та кількість для задоволення архітектурних і художніх вимог. Використовується сучасне суцільне або стрічкове скління.

### *Сходи та ліфти*

Сходи виконані залізобетонних та металевих конструкцій, з шириною маршу 1,2 метра. Площадки мають таку ж ширину, як і марші, та огорожені з двох боків. У будівлі передбачено одну основну сходову клітину, яка забезпечена пасажирськими ліфтами вантажопідйомністю 1000 і 320 кг. Також є додаткова сходова клітина біля відділення готової продукції, а зовні будівлі розташовані металеві пожежно-евакуаційні сходи.

#### *Вибухопожежна безпека*

Приміщення борошномельного цеху віднесені до категорій вибухопожежної небезпеки "Б" та "В". Для безпеки в приміщеннях таких категорій передбачені спеціальні заходи. Сходові клітини відокремлені від виробничих приміщень тамбур-шлюзами з постійним підпором повітря у 20 Па. Стінові конструкції тамбур-шлюзів виготовлені з армованої цегли товщиною 120 мм, перекриття — монолітні залізобетонні. Двері тамбур-шлюзів вогнестійкі, оснащені пристроями для самозакривання та ущільненнями.

## РОЗДІЛ 4 НАУКОВА ЧАСТИНА

### 4.1. Аналіз літературних джерел за темою дослідження

#### 4.1.1. Потоки борошна

В Україні пшеничне борошно виготовляють різних сортів, зокрема для хлібопекарських виробів — вищого, першого, другого сортів, а також оббійне. Борошно вищого, першого та другого сортів отримують із м'якої пшениці або з додаванням не більше 20% твердої пшениці.

Під час сортового помелу для виробництва борошна різних сортів використовують змішування десятків різноякісних потоків борошна, отриманих із різних стадій технологічного процесу. Ці потоки мають різні характеристики якості, які залежать від властивостей зерна, що переробляється, а також від структури технологічного процесу, включаючи складність технологічної схеми і режими роботи подрібнювальних та просіювальних систем. [12]

Потоки борошна в зернопереробному виробництві є критичними для забезпечення якості та ефективності виробничого процесу. Кожен потік борошна характеризується певними технологічними показниками, такими як вологість, вміст протеїну, крупність часток, а також рівень вмісту клітковини та золи. Ці показники безпосередньо впливають на фізичні (наприклад, текстура борошна), хімічні (вміст вуглеводів, білків) та хлібопекарські властивості (якість випічки, об'єм хліба, текстура м'якушки).

					<i>КРМ.ТЗПХіКВ.1.656-03.4.1.1</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата				
Розробив		Савенко А.С.			Розділ 4	Лім	Аркуш	Аркушів
Керівник		Волошенко О.С.					34	14
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						
						ОНТУ, ТЗХ-61а		

Різні технологічні потоки борошна можуть мати відмінні характеристики в залежності від типу зерна, умов помелу та системи просіювання. Змішування таких потоків у певних пропорціях дозволяє отримати борошно з потрібними властивостями, яке відповідає вимогам до кінцевого продукту, забезпечуючи його оптимальні характеристики для виробництва хлібобулочних виробів. [13]

Потоки борошна в зернопереробному виробництві істотно відрізняються між собою за кількома важливими характеристиками, такими як вихід, білосніжність, зольність, а також співвідношення анатомічних частин зерна (ендосперму і оболонки). Крім того, ці потоки мають різну сукупність показників, що оцінюють хлібопекарські властивості, такі як вміст білка, кількість, пружність і еластичність клейковини. Це є закономірним, оскільки різні частини зерна мають свою специфічну структуру, хімічний склад, фізико-хімічні та хлібопекарські властивості.

Оскільки борошно певного сорту або виду, яке поставляється споживачу, повинно відповідати чітким вимогам до якості відповідно до стандартів, в технологічному процесі передбачено змішування різноякісних потоків борошна в оптимальному співвідношенні. Це дозволяє досягти гомогенного складу борошна, що відповідає встановленим нормативам і забезпечує стабільність його характеристик, таких як якість, хлібопекарські властивості та кінцевий продукт. Змішування потоків є важливим етапом для досягнення необхідного рівня якості борошна для виробництва хлібобулочних виробів. [14]

Знання показників якості борошна на кожній стадії технологічного процесу та розуміння закономірностей їх зміни в залежності від різних факторів є ключем до ефективного управління технологічним процесом розмелювання зерна. Це дозволяє досягти найкращих результатів помелу,

зокрема максимального виходу сортового борошна з високими хлібопекарськими властивостями.

Кожен етап технологічного процесу — від підготовки зерна до його розмелювання та подальшої обробки — впливає на кінцеву якість борошна. Зокрема, важливими є такі фактори, як налаштування режимів роботи млинів, контроль за співвідношенням анатомічних частин зерна, оптимізація параметрів подрібнення та просіювання. Усі ці аспекти повинні враховуватися для забезпечення стабільної якості борошна, що відповідає стандартам і вимогам споживачів, а також для досягнення високих хлібопекарських характеристик готового продукту. [15]

Таким чином, ретельний моніторинг і коригування технологічних показників на кожному етапі виробництва дозволяють не тільки забезпечити максимальний вихід борошна, але й гарантувати його відповідність вимогам щодо якості і властивостей, необхідних для подальшої переробки в хлібобулочні вироби.

Наявність великої кількості силосів із різними показниками якості дозволяє формувати сорти борошна зі стабільними характеристиками, забезпечуючи ритмічну роботу хлібопекарських підприємств.

У розмелювальному відділенні борошномельного заводу формуються три основні потоки борошна: перший — з зольністю, близькою до вищого гатунку, другий — між I та II сортами, третій — зольністю 2,80-3,5%, що використовується для оббійного та II сорту.

Це дозволяє отримувати різні сорти борошна: екстра, вищого гатунку, крупчатку, I і II сорти, оббійне, а також борошно для кондитерських виробів. Завдяки стабілізації якості потоків збільшується загальний вихід продукції, а вітамінізація проводиться перед відпуском, що зберігає максимальну кількість вітамінів. Переробка зерна пшениці у двох секціях заводу дає

зможу одержувати шість потоків борошна для формування різних сортів.  
[16]

#### **4.1.2. Лущення зерна**

Для отримання високоякісної продукції в процесі переробки зерна на борошно проводиться низка складних підготовчих операцій, таких як сепарування, водно-теплова обробка (ВТО) та формування помольних партій. Одним з найбільш важливих етапів є очищення поверхні зерна, що дозволяє значно знизити рівень мікробіологічної забрудненості, а також присутність небажаних хімічних компонентів, таких як важкі метали, пестициди та інші шкідливі речовини, які концентруються в основному на зовнішніх шарах зернівки (оболонках). Це очищення сприяє підвищенню безпеки та якості готової продукції, що є важливим для виробництва борошна та круп.

Процес лущення зерна є одним з основних етапів у виготовленні крупи. Лущення полягає в знятті зовнішніх покрівів зернівки, що включають оболонки, залишки бур'янів та інші домішки, котрі можуть вплинути на якість продукту. В результаті цього процесу отримують ціле зерно або його подрібнені частини, що стають основою для подальшої обробки в крупу.

Якість та кількість виробленої крупи безпосередньо залежить від ефективності процесу лущення. Лущення здійснюється механічним способом, застосовуючи різні технологічні методи, зокрема деформацію стиску, зсув, стирання та удар. [11]

1. Стиснення і зсув: Цей механізм викликає розрив і сколювання плівок (оболонок зерна) за допомогою спеціальних пристроїв, таких як вальцедекові верстати, луцильні постава та верстати з гумовими валками. При цьому зерно піддається стисненню, що спричиняє його деформацію та розрив оболонок. Зсув між зерном і валками допомагає зняти оболонки з

мінімальними втратами ядра.

2. Тертя об сталеву й абразивну поверхню: Під час тертя зерно взаємодіє з металевими або абразивними поверхнями. Тривалий вплив тертя призводить до зішкрібання оболонки, що дозволяє ефективно відокремлювати їх від ядра. Цей процес особливо важливий для зерна з тонкими оболонками або для зернових культур, де оболонка є щільною та важко відокремлюваною.

3. Удар: Ударна дія може бути одноразовою або багаторазовою. При цьому зерно піддається сильному удару, що призводить до розколювання оболонки. Удар супроводжується фрикційним впливом металевої або абразивної поверхні, що допомагає не тільки розбити оболонки, а й частково зрушити їх від ядра. Це дозволяє ефективно звільнити зерно від його покривів.

Ці механізми можуть використовуватись як індивідуально, так і в комбінації, залежно від анатомо-морфологічних особливостей зерна та його структурно-механічних властивостей. Наприклад, для зернових культур з твердими оболонками, таких як ячмінь або овес, ефективніше використовувати комплексну комбінацію удару і тертя, щоб досягти високого виходу готової крупи без значних втрат ядра. Для зерна з м'якими оболонками, таких як пшениця, достатньо застосовувати стиснення та зсув. [11]

У результаті луцення зерна утворюються різні за харчовою цінністю та якістю продукти, які мають різне використання в подальших виробничих процесах. Ось основні продукти, що отримуються в процесі луцення:

1. Чисте ядро – найцінніший продукт, який після подальшої обробки перетворюється на крупу. Це основний продукт, що має високу харчову цінність і використовується для виробництва крупи.

2. Нелущене зерно – зерно, яке має залишки оболонки. Це зерно повторно направляється на лущення для отримання чистих ядер.

3. Мучка – це подрібнене зерно, яке містить частини оболонки і ядра. Вона застосовується для приготування кормів для тварин або в технічних цілях.

4. Подрібнені частини ядер – ядра, які були частково подрібнені під час лущення, часто використовуються для кормів для худоби або в інших виробничих процесах.

5. Лушпиння – це оболонки, що відокремлюються від ядра в процесі лущення. Лушпиння часто використовують як корм для тварин, а також можуть бути направлені на технічні потреби, наприклад, для виробництва біопалива або інших промислових продуктів.

Для відокремлення різних фракцій, що утворюються під час обробки зерна, використовуються різні технологічні пристрої:

- Повітряні сепаратори – використовуються для легкого відділення легких частин (лушпиння) від важчих фракцій (ядра).

- Сортувальні машини та просіювальні машини – допомагають відсіяти подрібнені частини ядер і борошно, що потім можуть бути використані в кормовому виробництві або для інших цілей.

Лущення є основним етапом технології круп'яного виробництва, адже саме на цьому етапі відбувається основне відокремлення оболонки від ядра, що визначає якість та вихід готового продукту.

### ***Попереднє лущення***

*Дебранінг (попереднє лущення)* — це технологічний процес, що передбачає поступове видалення зовнішніх шарів зерен зернових культур.

Цей процес стає все більш популярним у промисловості, і в останні десятиліття активно впроваджується в борошномельне виробництво.

Основна мета дебранінгу — видалити поверхневі шари зерна, зокрема з ядер пшениці, за допомогою механічного стирання. Для цього використовуються спеціально виготовлені камені та процес тертя між ядрами всередині обладнання. Така обробка значно покращує технологічний процес виробництва пшеничного борошна, оскільки:

1. Збільшується завантаження традиційних млинів: Завдяки скороченню на третину кількості етапів технологічної схеми помелу, дебранінг дозволяє підвищити ефективність і продуктивність млинів.

2. Поліпшується колір борошна: Процес видалення поверхневих шарів зерна знижує вміст пігментів, що сприяє більш світлому кольору готового борошна.

3. Знижується ферментативна активність у пшениці: Дебранінг сприяє зменшенню активності ферментів, які можуть впливати на якість борошна, покращуючи його стабільність і термін зберігання.

4. Зменшення забруднення дезоксиніваленолом (DON): Це особливо важливо для виробництва борошна високої якості, оскільки зниження вмісту цього мікотоксину поліпшує безпечність готового продукту.

Таким чином, дебранінг є важливим етапом у сучасних технологіях борошномельного виробництва, що дозволяє покращити якість борошна, підвищити ефективність процесу помелу та знизити ризики забруднення продукції шкідливими речовинами [17]. Зняття висівок під час луцення або дебранінгу знижує мікробіологічне забруднення та забруднення важкими металами, оскільки ці шкідливі речовини концентруються на зовнішніх шарах зерен. Це покращує безпеку борошна, зменшуючи кількість бактерій,

грибків та токсичних елементів, таких як свинець чи кадмій. [18]

Як зазначили Познер і Хіббс у 2005 році, для очищення пшениці від висівок необхідна значна зміна технологічного потоку в млині порівняно з традиційним помелом. Це пояснюється тим, що під час дебранінгу висівки видаляються з поверхні ядра, відкриваючи частину ендосперму. Хоча процес видалення висівок потребує додаткових енерговитрат, ця потреба часто компенсується значним збільшенням продуктивності млинів на 30% і більше, в залежності від конфігурації обладнання.

Процес дебранінгу включає кілька етапів. Спочатку проводяться просіювання, сортування, магнітна сепарація та очищення від каменів, після чого пшениця піддається термічній обробці і механічному дебранінгу для попереднього лушення. Далі пшениця проходить просіювання та ретельний відбір, після чого вона підготовлена для процесу дебранінгу, що дозволяє ефективно видаляти висівки.

Цей процес також сприяє зниженню мікробіологічного забруднення та активності ферментів у пшениці. Після повторної термічної обробки пшеницю подають на подальший етап розмелювання для виготовлення борошна з високим вмістом алейронового шару або низькозольного борошна, якщо алейроновий шар був видалений.

Процес розмелювання починається з попереднього розлому пшениці, після чого відокремлюють висівки, щоб запобігти їх потраплянню в подальший етап розмелу. Дебранінг дозволяє ефективно відокремити висівки від алейронового шару або відокремити сам алейроновий шар від ендосперму, що дає змогу отримати пшеничне борошно з різними якісними характеристиками. [19]

## 4.2. Методика проведення досліджень

Дослідження були проведені в лабораторії кафедри зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів.

Для оцінки якості борошна було використано 22 зразки з різними технологічними властивостями, надані підприємством ТОВ "ВІЛІЯ-ПРОДУКТ". Визначення якості проводилося за кількома показниками: білість, зольність, вологість, розчиноутримуюча здатність, кількість клейковини, а також реологічні властивості за допомогою альвео-консистографа AlveoLab, аналізатора зерна SupNir, сушильної шафи СЕШ-ЗМУ, аналітичних ваг та білизнаміра. Все необхідне обладнання для проведення досліджень було надано лабораторією кафедри.

Обсяг досліджень визначається кількістю проведених експериментів і контролю за технологічними режимами та показниками якості.

**Таблиця 4.1 – Перелік та методи контролю показників при проведенні досліджень.**

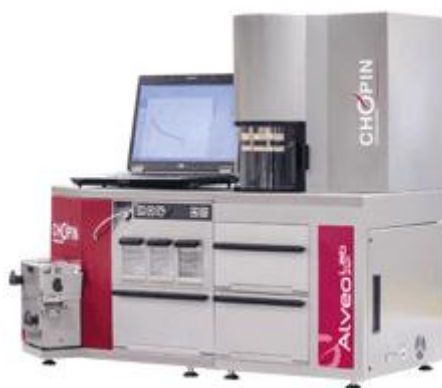
Найменування показника, одиниці вимірювання	Методи контролю, досліджень показників	Кількість дослідів показників
Білість	Стандартний метод на аналізаторі білизни Беліз-1	16
Зольність	На експрес-аналізаторі SupNir	16*2
Кількість клейковини		
Розчиноутримуюча здатність	Метод SRC на приладі SRC	16
Вологість	Стандартний метод. Необхідне: ваги автоматичні, сушильна шафа, бюкси, термостат	16
Реологічні властивості	На приладі альвео-консистограф AlveoLab	16
ЧП	Метод Хагберга-Пертена на приладі для визначення числа падіння – FN-BG	16

Для визначення розчиноутримувальної здатності застосовувався метод

SRC (Solvent Retention Capacity).

*Метод SRC* полягає у вимірюванні здатності компонентів борошна вступати в контакт з різними розчинниками: деіонізованою водою, 5%-вим розчином молочної кислоти (для оцінки функціональності глютенінів), 5%-вим розчином карбонату натрію (для вимірювання вмісту пошкодженого крохмалю) та 50%-вим розчином сахарози (для аналізу функціональності пентозанів). Ці розчини використовуються для прогнозування впливу відповідних полімерів на кінцеву якість борошна. [20]

Визначення реологічних властивостей тіста було проведено за допомогою приладу Альвеограф Chopin AlveoLAB (рис. 4.1), наданого лабораторією кафедри зернових продуктів, хліба і кондитерських виробів. Цей прилад використовується для оцінки технологічних властивостей борошна, таких як пружна та загальна деформація тіста, робота деформації та еластичність, що дозволяє визначити його цільове призначення. Наприклад, борошно, яке утворює тісто з високою загальною та низькою пружною деформацією, є придатним для виготовлення печива. [21]



**Рис. 4.1 - Альвеограф Chopin AlveoLAB.**

### **4.3. Результати досліджень**

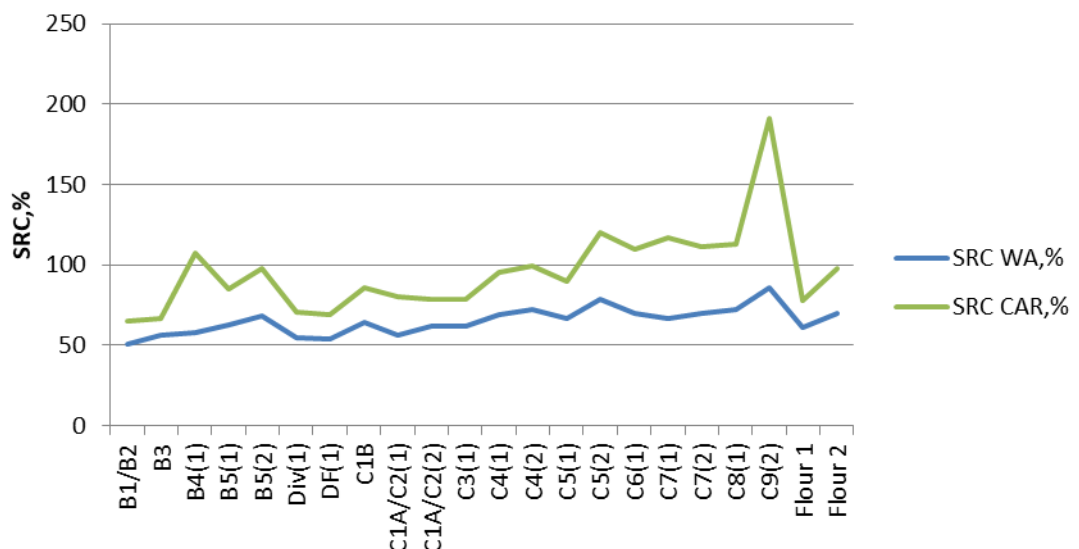
Потоки борошна в зернопереробному виробництві відіграють ключову роль у забезпеченні якості та ефективності виробничого процесу.

Технологічні показники цих потоків безпосередньо впливають на фізичні, хімічні та хлібопекарські властивості борошна.

Було проведено дослідження індивідуальних потоків борошна ТОВ "ВІЛІЯ-ПРОДУКТ", підприємством було надано зразки продуктів зернопереробної промисловості. Схема помелу заводу складається з п'яти драних систем (B1-B5), двох сортувальних систем (Div, DF), однієї шліфувальної системи (C1B), дев'яти розмелювальних систем (C1-C9) і однієї ситовіальної системи. Завод працює за схемою двосортного помелу пшениці з виробництвом борошна вищого і першого сорту. Технологічна схема в залежності від якості зерна дозволяє отримати від 19 до 22 індивідуальних потоків борошна, які потім формуються у відповідні сорти.

В роботі визначались як основні показники якості, такі як: вологість, білість, число падіння (ЧП), так і додаткові, які дозволяють більш точно оцінити хлібопекарські властивості: кількість пошкодженого крохмалю (ПК), водопоглинальна здатність (ВПЗ), реологічні властивості.

Для визначення розчино-утримувальної здатності застосовувався метод SRC (Solvent Retention Capacity) (рис 4.2).

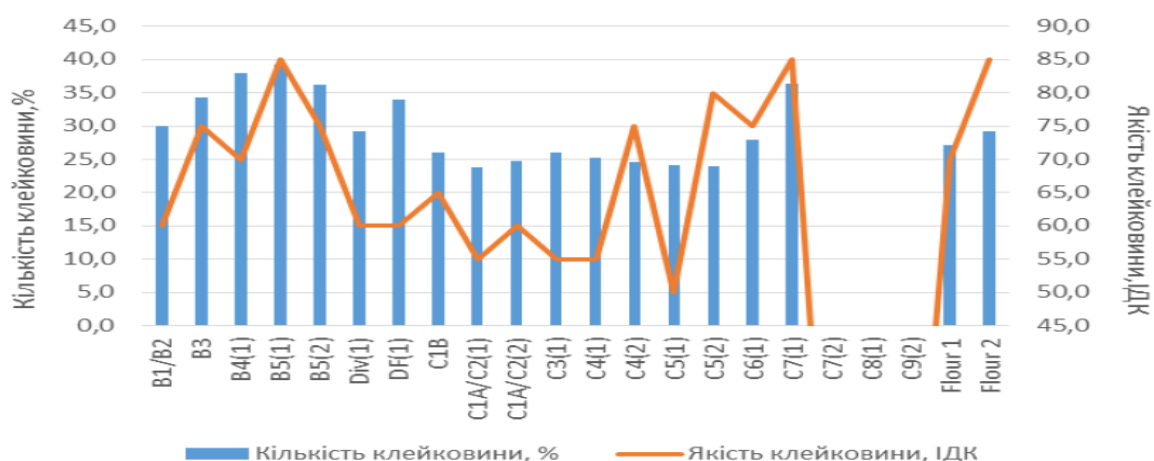


**Рис. 4.2 – Показники SRC за потоками борошна.**

SRC WA – водопоглинальна здатність;

SRC CAR - вимірювання кількості пошкодження крохмалю.

Найбільше на водопоглинаючу здатність впливає функціональність пошкодженого крохмалю. Як видно з графіку, спостерігається пряма залежність SRC води та SRC карбонату натрію. На перших системах технологічного процесу усі показники SRC мінімальні, а на останніх розмелювальних системах вони зростають внаслідок росту вмісту білка, пентозанів, а особливо пошкодженого крохмалю. В борошно на цих хвостових системах потрапляє більша кількість оболонкових продуктів, які багаторазово подрібнювались на вальцових верстатах. Багаторазова механічна дія вальців, поступове зменшення міжвальцового зазору руйнують крохмальні зерна, що призводить до стримкого росту водоутримуючої здатності борошна.

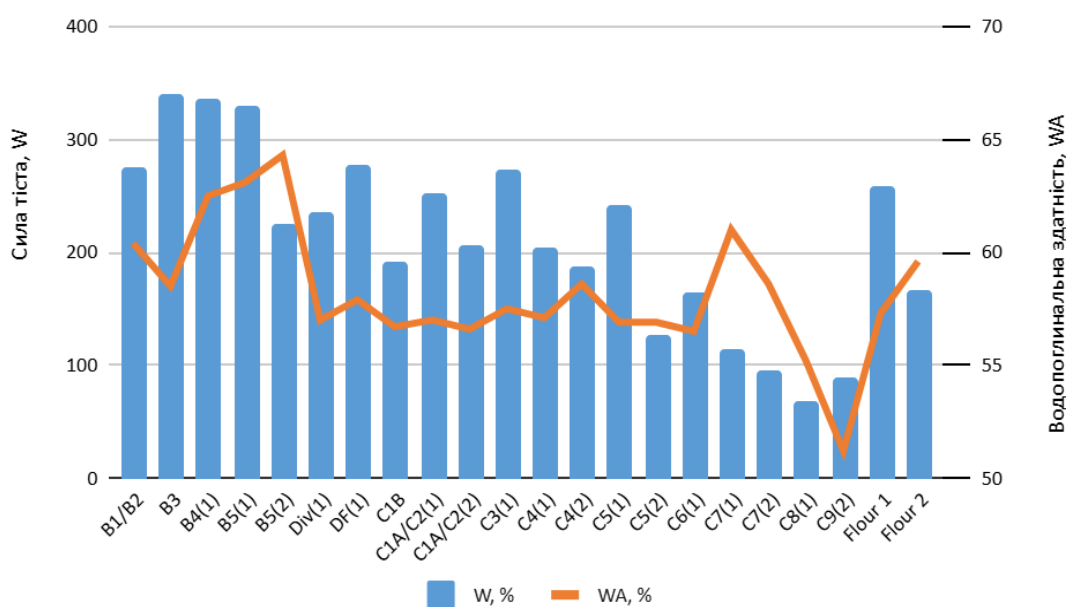


**Рис. 4.3 – Вміст клейковини і індекс деформації клейковини у потоках борошна**

Основними показниками якості борошна, що оцінюють білково-протеїназний комплекс та характеризують хлібопекарські властивості, є вміст клейковини і індекс деформації клейковини. Найвищі значення вмісту клейковини було на системах вимелу драного процесу (B4, B5) – 38-39,2 % із найвищим показником ІДК – 70-85 од. На цих системах в потоки борошна потрапляють частинки з периферійних шарів ендосперму та алеїронового шару, які вміщують більше білка та протеолітичних ферментів, внаслідок чого клейковина має найвищі показники гідратаційної здатності.

Навпаки, борошно на розмелювальних системах першої якості

утворюється з центральної зони ендосперму, яка характеризується найнижчим вмістом як запасних, так і ферментних білків. У двох потоках борошна з C1A/C2 вміст клейковини складає 23,8-24,8% з показником ІДК 55-60 од. На цих системах був найменший вміст білка – 11,2-11,6%. Трохи менше значення вмісту клейковини (24,2%) з меншим значенням ІДК (50 од.) незважаючи на більший вміст білка (11,85%) зафіксовано на C5. Вірогідно це пов'язано з впливом температурного фактору при низьких міжвальцьових зазорах, що призводить к частковій денатурації клейковини. Особливо це простежується на системах другої якості розмелювального процесу (C7-C9), які мають значно більший вміст білка (15,8-19,7) %, але клейковина на цих системах не відмивається.



**Рис. 4.4 – Сила тіста і водопоглинальна здатність**

Згідно з рис. 4.3 та 4.4 відзначається підвищення рівня білка та ферментативної активності (зростання ІДК), але при цьому спостерігається зменшення "сили" борошна та його водопоглинання (ВПЗ). Це пояснюється тим, що під час тонкого подрібнення та лущення частина білків, відповідальних за еластичність тіста (глютенінів), зменшується, що послаблює здатність борошна утворювати міцну клейковинну сітку. Крім

того, видалення периферійних шарів знижує вміст висівок і клітковини, які зазвичай мають високу водопоглинальну здатність. Це зменшує загальне водопоглинання борошна. Підвищення ферментативної активності сприяє активнішому розкладанню крохмалю, що також негативно впливає на "силу" тіста, роблячи його менш стійким до деформацій під час випічки. [22]

Додавання процесу луцення зерна перед помелом може вплинути на властивості борошна. Попереднє луцення видаляє периферійні шари зерна, де міститься більше висівок, клітковини і мінералів, що знижує вміст золи в кінцевому продукті та збільшує частку білого ендосперму.

Процес луцення дозволяє отримати більш однорідне борошно з підвищеним рівнем білка та зменшеною кількістю периферійних домішок, що сприяє кращим пекарським якостям, підвищенню білизни, а також позитивно впливає на вміст клейковини. Однак, оскільки під час луцення видаляється частина периферійних шарів, які містять певні ферменти та біологічно активні речовини, це може дещо вплинути на водопоглинальну здатність борошна та знизити "силу" тіста.

Отже, можна очікувати, що введення попереднього луцення зменшить кількість домішок і знизить зольність борошна, зробивши його більш білим і з оптимізованими показниками для певних хлібопекарських властивостей. Такий підхід дозволяє регулювати якість борошна і робити його відповіднішим для різних виробничих цілей.

## РОЗДІЛ 5 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1. Характеристика сировини та розрахунок помельної партії

Україна займає провідні позиції серед постачальників пшеничного зерна до Європи завдяки своїм родючим ґрунтам, які забезпечують високу врожайність злакових культур. Важливу роль у цьому відіграв інтенсивний розвиток сільськогосподарського сектору країни в останні роки. [23]

Україна є одним з провідних постачальників пшеничного зерна до Європи завдяки родючим ґрунтам, які забезпечують високу врожайність злакових культур. Велику роль у цьому відіграє інтенсивний розвиток сільськогосподарської галузі в останні роки. [24]

Пшениця класифікується за сортами на м'яку та тверду. М'яка пшениця включає 4 класи, а тверда — 5 класів.

*Основні показники якості зерна пшениці:*

Анатомічний склад: зерновий шар, зародкове ложе та ендосперм.

Хімічний склад зерна пшениці:

- Білки: від 11% до 15% в середньому
- Жири: від 1,5% до 2%
- Крохмаль: 65-75%
- Волокна: 2-3%

					<i>КРМ.ТЗПХіКВ.1.656-03.4.1.1</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата				
Розробив		Савенко А.С.			Розділ 5	Лім	Аркуш	Аркушів
Керівник		Волошенко О.С.					48	36
					ОНТУ, ТЗХ-61а			
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

Основні показники якості зерна:

- Вологість: до 14%.
- Зернова домішка: не більше 1%

Допустимі показники якості:

- Бруд: не більше 0,5%.
- Біологічно активні речовини та токсини: відсутні.

Зерно м'якої та твердої пшениці всіх класів повинно бути здоровим, без пошкоджень та з мінімальною кількістю домішок. Важливим показником є запах, який має бути приємним, а колір — насичено жовтим.

Вміст клейковини є одним із основних показників якості зерна. Зерно, яке піддалося зараженню шкідниками, зазвичай містить менше білкових сполук, що негативно впливає на клейковину.

Білки в зерні вищих класів становлять 14-14,5%. Високий рівень білка та клейковини в зерні забезпечують азотні добрива, які використовуються на стадіях розвитку пшениці та на початку колосіння.

Інший важливий показник — склоподібність (консистенція) зерна, що визначає міцність білково-крохмальних зв'язків. Чим вища склоподібність зерна, тим більша його механічна міцність. У твердої пшениці консистенція зазвичай склоподібна, а у м'якої пшениці — більш різноманітна.

Натура зерна характеризує ступінь його заповненості і відображає завершеність процесів синтезу речовин, що складають його. В зерні з високою натурою міститься більше ендосперму, а отже, більше крохмалю, цукрів та білків. [25]

### **Розрахунок помельної партії**

**Таблиця 5.1 – Розрахунок помельної партії за вмістом клейковини  
з двох компонентів**

Елементи розрахунку	Компоненти суміші		Помельна партія
	перший	другий	
Вміст клейковини, %	23	20	22,5
Відхилення від заданої помельної партії	$23 - 22,5 = 0,5$	$22,5 - 20 = 2,5$	
Кількість частин кожного компонента в суміші	2,5	0,5	3
Процентний вміст компонентів у суміші	$2,5 * 100 / 3 = 83,3$	$0,5 * 100 / 3 = 16,7$	<b>100 %</b>

Маса кожного компонента в тонах складе:

$$m_1 = 150 * 83,3 / 100 = 125 \text{ т}$$

$$m_2 = 150 * 16,7 / 100 = 25 \text{ т}$$

Для перевірки вмісту клейковини потрібно:

1. Помножити масу кожного компонента на його вміст клейковини.
2. Просумувати ці значення.
3. Поділити на загальну масу партії.

Результат розрахунку показує, що середній вміст клейковини в партії становить 22,5%.

$$\text{Перевірка: } 125 * 23 + 25 * 20 / 150 = 22,5\%$$

## 5.2. Опис технологічної схеми зерноочисного відділення

Технологічний процес підготовки зерна до помелу має на меті забезпечення: ефективного очищення зерна від домішок, обробки його поверхні, водотеплової обробки (кондиціювання) згідно з заданими режимами, дозування та змішування компонентів помельної суміші відповідно до рецептури, а також забезпечення необхідної продуктивності для стабільної роботи розмелювального відділення. [26]

Зерно зберігається у зерносховищі та подається ланцюговим конвеєром на елеватор. Далі зерно транспортується лотковим ланцюговим транспортером до бункерів і дозаторів MZAL-12 для формування потоків. Після цього збірний шнек направляє зерно через магнітний сепаратор DFRT для видалення металевих домішок на норію та зважування на автоматичних вагах MSDM-40. Наступні етапи включають сепарацію зерна в сепараторі MTRC-100/200 та видалення мінеральних домішок за допомогою каменевідбірника MTSD-65/120.

Зерно потім піднімається до оббивальної машини МНХТ-30/60 через магнітний сепаратор DFRT і направляється до трієрного блоку LADB-UN-404/6 для виділення коротких та довгих домішок. Після сортування в машині BSBV-B2, зерно проходить через оббивальну машину МНХТ-30/60 та вологомір MYFE-10. Всі кормові відходи, які проходять до етапу зволоження, подаються на дробарку MJSA-60/12 для знищення карантинних бур'янів, після чого йдуть до складу кормових відходів.

Далі зерно зволожується в машині MOZH-1000 і темперується в бункерах. Після цього відволожене зерно дозується машиною MZAL-12 і проходить через сепаратор CASCADE-400 на другий етап зволоження MOZH-315 і відволожування в бункерах. Після цього зерно дозується і спрямовується через магнітний сепаратор DFRT на оббивно-шліфувальну

машину MAO-6. Легке лущення (не більше 1-2%) знижує зольність зерна та дозволяє отримати висівки. Зерно знову зважується на автоматичних вагах MSDM-40, проходить магнітний сепаратор DFRT та сепарується вдруге сепаратором CASCADE-400.

Чисте, лущене та зволене зерно спрямовується до першої драної системи. Аспіраційні відходи проходять через фільтри MVRW-12/12 і після очищення викидаються в атмосферу, а пил затримується на фільтрах.

### **5.3. Розрахунок і підбір обладнання підготовчого відділення**

Продуктивність первинної очистки зерна встановлюється на 10-20% вище від продуктивності заводу для забезпечення необхідного запасу зерна. Це дозволяє створити резерв для стабільної роботи обладнання та компенсувати можливі втрати чи зниження ефективності в процесі очистки.

$$Q_{з.оч.} = k * Q, \text{ т/д}$$

$$Q_{з.оч.} = 1,1 * 150 = 165 \text{ т/д,}$$

де  $k$  — коефіцієнт підвищення виробничої потужності, який приймаємо 1,1;

$Q$  – виробнича потужність заводу, т/добу;

$Q_{з.оч.}$  – виробнича потужність підготовчого відділення, прийнята для розрахунку технологічного обладнання, т/доб.

Продуктивність за одну годину визначаємо за формулою:

$$q_{з.оч.} = Q_{з.оч.} / \text{qm.}, \text{ т/год}$$

$$q_{з.оч.} = 165 / 24 = 6 \text{ т/год}$$

Відділення металомагнітних домішок – магнітний сепаратор DFRT.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Ваги – MSDM-40.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Ситоповітряний сепаратор MTRC-100/200.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1 машину.

Відділення мінеральних домішок – каменевідбірник MTSD-65/120.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Відділення металомагнітних домішок – магнітний сепаратор DFRT.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Попередня обробка поверхні – оббивна машина МНХТ-30/60.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1;

Циркуляційний тарар MVSR-60 R.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1;

Відділення домішок – трієрний блок LADB-UN-404/6.

$n = 6/7 = 0,8$ ; приймаємо 1 машину;

Вимірювач вологості MYFE-10.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Система регулювання вологості MOZH-1000.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Аспіраційний канал CASCADE-400.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Система регулювання вологості MOZH-315.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Відділення металомагнітних домішок – магнітний сепаратор DFRT.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Вторинна обробка поверхні – обдирно-шліфувальна машина MAO-6.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Аспіратор ACO-6.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Ваги – MSDM-40.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Відділення металомагнітних домішок – магнітний сепаратор DFRT.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Аспіраційний канал CASCADE-400.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

### **Контроль відходів.**

Ваги – MSDM-40.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Вібраційне сито MFVK-125.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Відділення металомагнітних домішок – магнітний сепаратор DFRT.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Просіювальна машина МКZF-40/90Е.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

Молоткова дробарка MJSA-60/12.

$n = 6/7 = 0,8$ ; приймаємо 1.

Аспіраційна система MVRW-12/12.

$n = 6/6 = 1$ ; приймаємо 1.

### **Бункери.**

Місткість бункерів для неочищеного зерна повинна забезпечити безперервну роботу заводу протягом  $\tau=48$  год.

Кількість бункерів  $n$  визначають за формулою

$$n = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot \gamma \cdot \eta \cdot a \cdot b \cdot h'}$$

де  $Q$  – задана виробнича потужність мукомельного заводу, т/доб;

$\tau$  – час перебування зерна в бункерах, год;

$\gamma$  – об'ємна маса зерна: для пшениці 0,75 т/м<sup>3</sup>;

$\eta$  – коефіцієнт використання будівельного об'єму бункерів (0,85...0,95);

$a, b$  – розміри бункера на плані поверху м<sup>2</sup>;

$h$  – висота бункера, яку приймають у залежності від поверховості підприємства. Висота бункера дорівнює трьом поверхам – 14,4 м.

Місткість одного бункера  $E_6$  (т) визначають діленням загального запасу в бункерах на їх кількість.

$$E_6 = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot n}$$

Бункери для неочищеного зерна.

Кількість бункерів  $n$  визначають за формулою

$$n = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot \gamma \cdot \eta \cdot a \cdot b \cdot h'}$$

$$n = \frac{150 \cdot 48}{24 \cdot 0,75 \cdot 0,9 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 14,4} = 3,4$$

Приймаємо 3 бункери для неочищеного зерна.

Ємність 1 бункера для неочищеного зерна складає:

$$E_6 = \frac{150 \cdot 48}{24 \cdot 3} = 100 \text{ т}$$

Бункери для першого відволоження.

Кількість бункерів  $n$  визначають за формулою

$$n = \frac{150 \cdot 24}{24 \cdot 0,70 \cdot 0,9 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 14,4} = 1,8$$

$$n = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot \gamma \cdot \eta \cdot a \cdot b \cdot h'}$$

Приймаємо 2 бункери для першого відволоження.

Ємність 1 бункера для першого відволоження складає:

$$E_6 = \frac{150 \cdot 24}{24 \cdot 2} = 75 \text{ т}$$

Бункери для другого відволоження.

Кількість бункерів  $n$  визначають за формулою

$$n = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot \gamma \cdot \eta \cdot a \cdot b \cdot h'}$$

$$n = \frac{150 \cdot 8}{24 \cdot 0,70 \cdot 0,9 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 14,4} = 0,6$$

Приймаємо 1 бункер для другого відволоження.

Ємність 1 бункера для другого відволоження складає:

$$E_6 = \frac{150 \cdot 8}{24 \cdot 1} = 50 \text{ т}$$

Під кожним бункером для неочищеного зерна, першого та другого відволоження встановлюємо дозатор потоку MZAL-12.

Приймаємо 6.

Бункер для лущеної мучки.

Кількість бункерів  $n$  визначають за формулою

$$n = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot \gamma \cdot \eta \cdot a \cdot b \cdot h'}$$

$$n = \frac{150 \cdot 8 \cdot 0,02}{24 \cdot 0,50 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 4} = 1,3$$

Приймаємо 1 бункер для лущеної мучки.

Ємність 1 бункера для лущеної мучки складає:

$$E_6 = \frac{150 \cdot 8 \cdot 0,02}{24 \cdot 1} = 1 \text{ т}$$

Бункер для відходів.

Кількість бункерів  $n$  визначають за формулою

$$n = \frac{Q \cdot \tau}{24 \cdot \gamma \cdot \eta \cdot a \cdot b \cdot h'}$$

$$n = \frac{150 \cdot 8 \cdot 0,022}{24 \cdot 0,50 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 4} = 1,3$$

Приймаємо 1 бункер для відходів.

Ємність 1 бункера для відходів складає:

$$E_6 = \frac{150 \cdot 8 \cdot 0,022}{24 \cdot 1} = 1 \text{ т}$$

**Таблиця 5.2 – Кількість технологічного обладнання підготовчого відділення**

<b>Найменування технологічного обладнання</b>	<b>Марка технологічного обладнання</b>	<b>Кількість машин</b>
Магнітний сепаратор	DFRT	1
Автоматичні ваги	MSDM-40	1
Сепаратор	MTRC-100/200	1
Каменевідбірник	MTSD-65/120	1
Магнітний сепаратор	DFRT	1
Оббійна машина	MHXT-30/60	1
Циркуляційний тарар	MVSR-60 R	1
Трієрний блок	LADB-UN-404/6	1
Вимірювач вологості	MYFE-10	1
Система регулювання вологості	MOZH-1000	1
Дозуюча машина	MZAL-12	2
Аспіраційний канал	CASCADE-400	1
Система регулювання вологості	MOZH-315	1
Дозуюча машина	MZAL-12	1
Магнітний сепаратор	DFRT	1
Обдирно-шліфувальна машина	MAO-6	1
Аспіратор	ACO-6	1

Автоматичні ваги	MSDM-40	1
Магнітний сепаратор	DFRT	1
Аспіраційний канал	CASCADE-400	1
Автоматичні ваги	MSDM-40	1
Вібраційне сито	MFVK-125	1
Магнітний сепаратор	DFRT	1
Просіювальна машина	MKZF-40/90E	1
Молоткова дробарка	MJSA-60/12	1
Аспіраційна система	MVRW-12/12	1

#### **5.4. Опис технологічної схеми розмелювального відділення**

Схема розмелювального відділення млинзаводу потужністю 150 т/добу складається з 5 драних, 3 вимельних, 2 сортувальних, 2 ситовіальних, 1 шліфувальної та 9 розмелювальних систем, включаючи 2 сходових системи.

Процес починається з драного етапу, який містить 5 систем. I/II драні системи є системами першої якості без проміжного просіювання, де продукти діляться на крупну, середню та дрібну крупку. Крупна крупка направляється на першу ситовіальну машину для збагачення, а середня та дрібна — на другу ситовіальну машину. III драна система — система другої якості, а IV та V драна — система вимолу. Зерно на першу драну систему надходить уже лущеним (на 1-2 %), що забезпечує збільшений вихід продуктів із цієї системи. Перші дві драни системи скомбіновані в "двоповерхових" восьмивальцьових верстатах, що знижує енергоємність і економить площу.

Вимелювальний етап складається з 3 систем, де вимолування здійснюється в бичевих машинах і вальцьових верстатах 3, 4, 5 драних систем, а також у 9 системі розмелювального процесу. Тут забезпечується

максимальне відокремлення ендосперму у вигляді борошна при мінімальному подрібненні висівок.

Збагачення зерна відбувається в 2 ситовійних системах. Збагачуються крупки та дунсти перших трьох драних систем, а також крупки шліфувального процесу. Крупки першої та другої якості збагачуються окремо, утворюючи 6 потоків: крупну, середню та дрібну крупку, дунсти та манну крупу.

Шліфування проводиться в одній системі для крупної, середньої та дрібної крупки I та II драних систем після збагачення. Це дозволяє відокремити оболонки від крупки, готуючи її до розмелювання у борошно відповідних сортів.

Розмелювальний процес складається з 9 систем і включає три етапи:

- Перший — 1-3 розмельна система, продукти першої якості;
- Другий — 4-6 розмельна система, продукти другої якості;
- Третій — 7-9 розмельна система, системи вимолу.

Чотири та сім системи є сходовими. Дві розмелювальні системи скомбіновані в "двоповерхових" восьмивальцьових верстатах для зниження енергоємності та економії площі.

Готова продукція включає муку першого та другого сортів (в/с і 1/с), а також манну крупу. Побічними продуктами є висівки, які отримуються після вимольних та 7-9 розмельних систем.

## **5.5. Розрахунок балансу переробки зерна**

Баланс помелу є важливою частиною технологічного процесу в млинництві та інших галузях переробки зерна. Він представляє собою

рівність кількісних або кількісно-якісних показників між продуктами, що надходять на різні етапи або системи процесу, та тими, що виходять із них. Усі ці процеси повинні бути узгоджені для того, щоб забезпечити ефективне та безперебійне функціонування виробництва.

Класифікація балансів:

- Кількісний баланс: Показує кількість продуктів, що надходять і виходять з систем, етапів або загального технологічного процесу. Це може бути виражено у відсотках або інших одиницях виміру.
- Кількісно-якісний баланс: Окрім кількості, враховують якість продуктів (наприклад, вміст клейковини, білків, зольності тощо), що дозволяє здійснювати точніший контроль за процесом помелу.

Алгоритм складання балансу помелу:

1. Накреслення шахової таблиці: Перед складанням балансу необхідно створити шахову таблицю, яка відображає всі етапи технологічного процесу та їх взаємозв'язки. Таблиця будується відповідно до структури технологічної схеми.
2. Розподіл за системами і етапами: У таблиці зазначають, на які етапи чи системи надходять продукти і де вони використовуються далі (виходять з наступних етапів).
3. Позначення напрямку продуктів: У кожній клітинці таблиці роблять відмітки, які вказують, куди саме йде кожен продукт після проходження кожної конкретної системи чи етапу технологічного процесу.
4. Визначення результатів: Після заповнення шахової таблиці на основі отриманих даних складають баланс, щоб перевірити, чи всі показники співпадають, а також оцінити ефективність технологічного процесу, споживання ресурсів і вихід продукції.

При проектуванні балансу використовують «Норми...» та «Правила...» [26, 27], у яких наведені нормативно-довідкові дані про режими роботи систем мукомельного заводу:

- а) загальне вилучення на драних системах;
- б) часткове вилучення крупок, дунстів і муки на драних системах;
- в) співвідношення продуктів, отриманих на вимельних системах;
- г) режим роботи ситовійок (співвідношення проходів і сходів) стосовно до крупок різного класу крупності;
- д) співвідношення продуктів, отриманих на шліфувальних системах;
- е) вилучення муки на системах у розмельному процесі;
- ж) кількість сходових продуктів із систем контролю муки по сортах.

Дані кількісного балансу використовують для розрахунку необхідного технологічного і транспортного обладнання, а також бункерів для зерна, муки і висівок.

Кількісний баланс у вигляді шахової таблиці наведено на Листі 5 кваліфікаційної роботи.

## **5.6. Розрахунок і підбір обладнання розмельного відділення**

Балансове навантаження на систему  $q_i$  (кг/доб) визначають за формулою

$$q_i = \frac{Q \cdot 1000 \cdot a_i}{100},$$

де  $Q$  – продуктивність заводу, т/доб;

$a_i$  – навантаження на систему, %.

$$\text{I/II } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 95,1 / 100 = 142650 \text{ кг/доб}$$

$$\text{III } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 45,9 / 100 = 68850 \text{ кг/доб}$$

$$\text{IV } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 19,1 / 100 = 28650 \text{ кг/доб}$$

$$\text{V } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 15,4 / 100 = 23100 \text{ кг/доб}$$

$$\text{D1 } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 16,0 / 100 = 24000 \text{ кг/доб}$$

$$\text{D2 } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 6,0 / 100 = 9000 \text{ кг/доб}$$

$$\text{P1 } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 15,0 / 100 = 22500 \text{ кг/доб}$$

$$\text{P2 } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 25,0 / 100 = 37500 \text{ кг/доб}$$

$$\text{Siz1 } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 12,3 / 100 = 18450 \text{ кг/доб}$$

$$\text{M1/M2 } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 20,4 / 100 = 30600 \text{ кг/доб}$$

$$\text{M3 } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 30,9 / 100 = 46350 \text{ кг/доб}$$

$$\text{M4 } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 10,8 / 100 = 16200 \text{ кг/доб}$$

$$\text{M5 } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 12,8 / 100 = 19200 \text{ кг/доб}$$

$$\text{M6 } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 7,3 / 100 = 10950 \text{ кг/доб}$$

$$\text{M7 } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 8,0 / 100 = 12000 \text{ кг/доб}$$

$$\text{M8 } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 3,8 / 100 = 5700 \text{ кг/доб}$$

$$\text{M9 } q_i = 150 \cdot 1000 \cdot 1,6 / 100 = 2400 \text{ кг/доб}$$

Розрахункову довжину вальцьової лінії  $l_i$  по кожній системі визначають за формулою:

$$l_{ip} = \frac{q_i}{q_{lin}}$$

де  $q_i$  – балансове навантаження на систему, кг/доб;

$q_{lin}$  – нормативне навантаження на вальцьову лінію, кг/см·доб

$$\text{I/II } l_i = 142650/700=203,7$$

$$\text{III } l_i = 68850 /600=114,7$$

$$\text{IV } l_i = 28650 /250=114,6$$

$$\text{V } l_i = 23100 /200=115,5$$

$$\text{Siz1 } l_i = 18450/ 250=73,8$$

$$\text{M1/M2 } l_i = 30600/ 220=139$$

$$\text{M3 } l_i = 46350 /300=154$$

$$\text{M4 } l_i = 16200 /200=81$$

$$\text{M5 } l_i = 19200 /200=96$$

$$\text{M6 } l_i = 10950 /140=78,2$$

$$\text{M7 } l_i = 12000 /160=75$$

$$\text{M8 } l_i = 5700 /125=45,6$$

$$\text{M9 } l_i = 2400 /140=17,1$$

Нормативне навантаження на просіюючу поверхню  $q_{\text{фін}}$  (кг/м<sup>2</sup>·доб)  
визначають за формулою:

$$q_{\text{фін}} = 8,5 \cdot q_{\text{фін}} / S_{\text{сек}}$$

$$\text{I/II } q_{\text{фін}} = 8,5 \cdot 85 / 4,7 = 154 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

$$\text{III } q_{\text{фін}} = 8,5 \cdot 50 / 4,7 = 90 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

$$\text{IV } q_{\text{фін}} = 8,5 \cdot 35 / 4,7 = 63 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

$$\text{V } q_{\text{фін}} = 8,5 \cdot 25 / 4,7 = 45 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

$$\text{D1 } q_{\text{фін}} = 8,5 \cdot 25 / 4,7 = 45 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

$$\text{D2 } q_{\text{фін}} = 8,5 \cdot 20 / 4,7 = 36 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

$$\text{Siz1 } q_{\text{фін}} = 8,5 \cdot 30 / 4,7 = 54 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

$$\text{M1/M2 } q_{\text{фін}} = 8,5 \cdot 40 / 4,7 = 72 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

$$\text{M3 } q_{\text{фін}} = 8,5 \cdot 35 / 4,7 = 63 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

$$\text{M4 } q_{\text{фін}} = 8,5 \cdot 35 / 4,7 = 63 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

$$\text{M5 } q_{\text{фін}} = 8,5 \cdot 30 / 4,7 = 54 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

$$\text{M6 } q_{\text{фін}} = 8,5 \cdot 25 / 4,7 = 45 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

$$\text{M7 } q_{\text{фін}} = 8,5 \cdot 25 / 4,7 = 45 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

$$\text{M8 } q_{\text{фін}} = 8,5 \cdot 20 / 4,7 = 36 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

$$\text{M9 } q_{\text{фін}} = 8,5 \cdot 15 / 4,7 = 27 \text{ кг/м}^2 \cdot \text{доб}$$

Розрахункову площу просіюючої поверхні  $f_{\text{п}}$  по кожній системі  
визначають за формулою:

$$f_{ip} = \frac{q_i}{q_{fin}}$$

де  $q_{fin}$  – нормативне навантаження на просіюючу поверхню, кг/м<sup>2</sup>·доб.

$$I/II f_{ip} = 142650/20000=7,1$$

$$III f_{ip} = 68850/11764=5,8$$

$$IV f_{ip} = 28850/8235=3,5$$

$$V f_{ip} = 23100/5882=3,9$$

$$D1 f_{ip} = 24000/5882=4$$

$$D2 f_{ip} = 9000/4705=1,9$$

$$Siz1 f_{ip} = 18450/7058=2,6$$

$$M1/M2 f_{ip} = 30600/9411=3,2$$

$$M3 f_{ip} = 46350/8235=5,6$$

$$M4 f_{ip} = 16200/8235=1,9$$

$$M5 f_{ip} = 19200/7058=2,7$$

$$M6 f_{ip} = 10950/5882=1,8$$

$$M7 f_{ip} = 12000/5882=2$$

$$M8 f_{ip} = 5700/4705=1,2$$

$$M9 f_{ip} = 2400/3529=0,7$$

Розрахункову кількість секцій  $n_{ip}$  визначають за формулою:

$$n_{ip} = \frac{q_i}{q_{fin} \cdot 1000},$$

де  $q_{fin}$  – нормативне навантаження на просіюючу поверхню, т/секц. · доб.

$$\text{I/II } n_{ip} = 142650/(154 \cdot 1000) = 0,9$$

$$\text{III } n_{ip} = 68850/(90 \cdot 1000) = 0,8$$

$$\text{IV } n_{ip} = 28850/(63 \cdot 1000) = 0,4$$

$$\text{V } n_{ip} = 23100/(45 \cdot 1000) = 0,6$$

$$\text{D1 } n_{ip} = 24000/(45 \cdot 1000) = 0,6$$

$$\text{D2 } n_{ip} = 9000/(36 \cdot 1000) = 0,3$$

$$\text{Siz1 } n_{ip} = 18450/(54 \cdot 1000) = 0,3$$

$$\text{M1/M2 } n_{ip} = 30600/(72 \cdot 1000) = 0,4$$

$$\text{M3 } n_{ip} = 46350/(63 \cdot 1000) = 0,7$$

$$\text{M4 } n_{ip} = 16200/(63 \cdot 1000) = 0,3$$

$$\text{M5 } n_{ip} = 19200/(54 \cdot 1000) = 0,4$$

$$\text{M6 } n_{ip} = 10950/(45 \cdot 1000) = 0,2$$

$$\text{M7 } n_{ip} = 12000/(45 \cdot 1000) = 0,3$$

$$\text{M8 } n_{ip} = 5700/(36 \cdot 1000) = 0,2$$

$$\text{M9 } n_{ip} = 2400/(27 \cdot 1000) = 0,1$$

Розрахункову ширину приймального сита ситовіальної машини по кожній системі визначають за формулою:

$$b_{ip} = \frac{q_i}{q_{bin}}$$

де  $q_{bin}$  – нормативне навантаження на 1 см ширини приймального сита, кг/доб.

$$q_{bin1} = 600 \cdot 46 / 40 = 690$$

$$q_{bin2} = 600 \cdot 46 / 40 = 690$$

$$P1 \ b_{ip} = 22500 / 575 = 32$$

$$P2 \ b_{ip} = 37500 / 518 = 54$$

**Таблиця 5.3 – Розрахунок вальцьової лінії**

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 см вальцьової лінії $q_{in}$ , кг/доб	Довжина вальцьової лінії, см		Прийнята кількість верстатів, $n_i$	Типорозмір верстата, см	Фактичне навантаження на 1 см вальцьової лінії $q_{if}$ , кг/доб
	$a_i$ , %	$q_i$ , кг/доб		Розрахункова, $l_{ip}$	Фактична, $l_{if}$			
<b>I/ II</b>	95,1	142650	700	204	250	1	2x125x25	571
<b>III</b>	45,9	68850	600	115	125	0,5	125x25	551
<b>IV</b>	19,1	28650	250	115	125	0,5	125x25	229
<b>V</b>	15,4	23100	200	115	125	0,5	125x25	185
<b>Siz1</b>	12,3	18450	250	74	125	0,5	125x25	148
<b>M1/M2</b>	20,4	30600	220	139	250	1	2x125x25	122
<b>M3</b>	30,9	46350	300	154	100	0,5	100x25	464
<b>M4</b>	10,8	16200	200	81	100	0,5	100x25	162
<b>M5</b>	12,8	19200	200	96	100	0,5	100x25	192

<b>M6</b>	7,3	10950	140	78	100	0,5	100x25	110
<b>M7</b>	8,0	12000	160	75	100	0,5	100x25	120
<b>M8</b>	3,8	5700	125	46	100	0,5	100x25	57
<b>M9</b>	1,6	2400	140	17	100	0,5	100x25	24
<b>Всього</b>					<b>1700</b>	<b>8</b>		

**Таблиця 5.4 – Розрахунок просіюючої поверхні**

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 секцію розсіюника $Q_{гн}$ , т/доб	Кількість секцій		Марка розсіюника	Фактичне навантаження на 1 секцію розсіюника $Q_{гф}$ , т/доб
	$a_i$ , %	$Q_i$ , кг/доб		розрахункова $n_{р}$	Фактична $n_{ф}$		
<b>I/II</b>	95,1	142650	154	0,9	1	MPAV	143
<b>III</b>	45,9	68850	90	0,8	1	MPAV	69
<b>IV</b>	19,1	28650	63	0,4	0,5	MPAV	57
<b>V</b>	15,4	23100	45	0,6	1	MPAV	23
<b>D1</b>	16,0	24000	45	0,6	1	MPAV	24
<b>D2</b>	6,0	9000	36	0,3	0,5	MPAV	18
<b>Siz1</b>	12,3	18450	54	0,3	0,5	MPAV	37
<b>M1/M2</b>	20,4	30600	72	0,4	0,5	MPAV	61
<b>M3</b>	30,9	46350	63	0,7	1	MPAV	46
<b>M4</b>	10,8	16200	63	0,3	0,5	MPAV	32
<b>M5</b>	12,8	19200	54	0,4	0,5	MPAV	38
<b>M6</b>	7,3	10950	45	0,2	0,5	MPAV	22
<b>M7</b>	8,0	12000	45	0,3	0,5	MPAV	24
<b>M8</b>	3,8	5700	36	0,2	0,5	MPAV	11
<b>M9</b>	1,6	2400	27	0,1	0,5	MPAV	5
<b>Всього</b>					<b>10</b>		

**Таблиця 5.5 – Розрахунок ширини приймального сита ситовіальної машини**

Система	Балансове навантаження на систему		Нормативне навантаження на 1 см ширини сита $q_{\text{нн}}$ , кг/доб	Ширина приймально го сита, см		Прийнята кількість $\frac{1}{2}$ ситовійок $n_i$	Марка ситовійки	Фактичне навантаження на 1 см ширини сита $q_{\text{фн}}$ , кг/доб
	$a_i$ , %	$q_i$ , кг/доб		розрахункова $b_{\text{р}}$	Фактична $b_{\text{ф}}$			
<b>P1</b>	15,0	22500	690	32	46	1	MQRF-46	489
<b>P2</b>	25,0	37500	690	54	46	1	MQRF-46	815
					<b>92</b>	<b>2</b>		

Правильність розрахунку і підбору технологічного обладнання встановлюють на основі порівняння фактичних середніх питомих навантажень на це обладнання з нормативними. Фактичні середні питомі навантаження визначають за формулами:

$$q_L = \frac{Q \cdot 1000}{L_\phi},$$

для вальцьових верстатів:

$$q_F = \frac{Q \cdot 1000}{F_\phi},$$

для розсійників:

$$q_B = \frac{Q \cdot 1000}{B_\phi},$$

для ситовійок:

де  $L_\phi$ ,  $F_\phi$ ,  $B_\phi$  – загальна фактична довжина вальцьової лінії, просіююча поверхня і загальна ширина приймальних сит у ситовійках.

$$q_L = 150 \cdot 1000 / 1700 = 88$$

$$q_F = 150 \cdot 1000 / 10 = 15000$$

$$q_B = 150 \cdot 1000 / 92 = 1630$$

Розрахунок вимельних машин і віброцентрифугалів:

$$n = \frac{Q_{p.v.} \cdot a_i}{q_m \cdot 24 \cdot 100}$$

де  $Q_{p.v.}$  – продуктивність розмельного відділення, т/доб;

$a_i$  – балансове навантаження на систему, %;

$q_m$  – продуктивність однієї вимельної машини. Для вимельних машин МНХТ-30/60  $q_m = 2$  т/год.

Для віброцентрифугалу МКZF-40/90  $q_m = 15$  т/год.

$$\text{Вим.м.: } n = 165 \cdot 95,1 / (2 \cdot 24 \cdot 100) = 3,2$$

Приймаємо 3 вимольних машин.

$$\text{Вібр.: } n = 165 \cdot 95,1 / (15 \cdot 24 \cdot 100) = 0,4$$

Приймаємо 1 віброцентрифугал.

**Ентолейтори** розраховуємо у таблиці.

**Таблиця 5.6 – Розрахунок ентолейторів**

Система	Назва ентолейтора	Продуктивність ентолейтора, т/год	Кіл-ть
Div1	MJZI-ID-51-11-3000	5,5	1
M1/M2	MJZI-ID-51-11-3000	5,5	1
M3	MJZI-GD-43-7.5-3000	5	1
M4	MJZI-GD-43-4-1500	5	1
M5	MJZI-GD-43-4-3000	5	1
M6	MJZI-ID-51-5.5-3000	5,5	1

M7	MJZI-GD-43-4-1500	5	1
M8	MJZI-GD-43-4-3000	5	1
M9	MJZI-ID-51-5.5-3000	5,5	1

**Таблиця 5.7 - Технологічна характеристика схеми**

MDDP	8 шт.	MPAV	1 шт.
L	1700 см	F	92 м <sup>2</sup>
Др.	700 см	Др.	55 м <sup>2</sup>
Разм.	1000 см	Разм.	37 м <sup>2</sup>
Лдр./разм.	0,7	Фдр./разм.	0,6
qL	88 кг/см*доб	qF	15000 кг/м <sup>2</sup> *доб

### 5.7. Кількісно-якісний баланс готової продукції

**Таблиця 5.8 – Розрахунок середньозваженої зольності муки вищого сорту за балансом**

Система	Вилучення муки $a_i, \%$	Зольність муки $z_i, \%$	Золопроценти $a_i \oplus z_i, \%$
B1/B2	6,0	0,50	3,00
B3	5,0	0,65	3,25
B4	1,5	0,80	1,20
D1	5,0	0,52	2,60
Siz1	4,9	0,40	1,96
1/2р.	11,8	0,48	5,66
3р.	18,4	0,50	9,20
4р.	3,8	0,62	2,35
5р.	4,1	0,58	2,37
Мука в/с	60,5	0,52	31,59

**Таблиця 5.9 – Розрахунок середньозваженої зольності муки першого сорту за балансом**

Система	Вилучення муки $a_i, \%$	Зольність муки $z_i, \%$	Золопроценти $a_i \oplus z_i, \%$
B5	0,9	1,10	0,99
D1	2,0	0,55	1,10
D2	1,9	0,65	1,23
5р.	2,2	0,63	1,38
6р.	3,3	0,70	2,31

7р.	3,6	0,85	3,06
8р.	1,3	0,94	1,22
9р.	0,3	1,25	0,37
Мука 1/с	15,5	0,75	11,66

**Таблиця 5.10 – Розрахунок середньозваженої зольності манки за балансом**

Система	Вилучення манки $a_i$ , %	Зольність манки $z_i$ , %	Золопроценти $a_i \cdot z_i$ , %%
Манка	2,0	0,60	1,20

**Таблиця 5.11 – Розрахунок середньозваженої зольності висівок за балансом**

Система	Вилучення висівок $a_i$ , %	Зольність висівок $z_i$ , %	Золопроценти $a_i \cdot z_i$ , %%
Debranning	2,0	2,80	5,60
Br.3	10,7	5,00	53,50
7р.	3,4	4,33	14,72
8р.	1,7	4,72	8,02
9р.	1,3	4,91	6,38
Висівки	19,1	5,15	88,22

Зольність готової продукції знаходять за формулою:

$$z_{вс} = \frac{\sum a_i \cdot z_i}{\sum a_i} = \frac{31,46}{60,5} = 0,52\%$$

$$z_{1с} = \frac{\sum a_i \cdot z_i}{\sum a_i} = \frac{11,62}{15,5} = 0,75\%$$

$$z_{ман} = \frac{\sum a_i \cdot z_i}{\sum a_i} = \frac{1,20}{2,0} = 0,6\%$$

Визначивши якість (зольність) муки вищого, першого, сортів, манної крупи і знаючи характеристику сировини – зольність зерна визначають зольність висівок:

$$z_{вис} = \frac{A_3 \cdot z_3 - (a_{вс} \cdot z_{вс} + a_{1с} \cdot z_{1с} + a_{2с} \cdot z_{2с} + a_m \cdot z_m)}{a_{вис}}$$

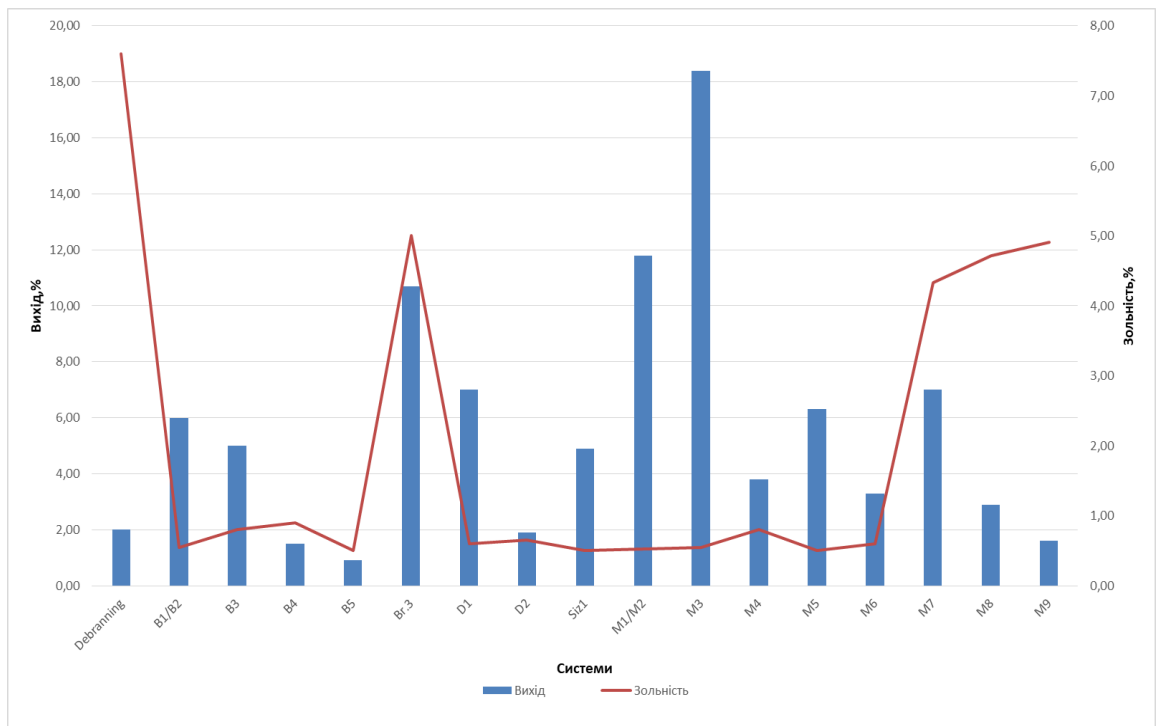
де  $A_3$  – базисна (97,1 %) або розрахункова кількість зерна, що надходить на I драну систему.

$$Z_{вис} = 5,15\%.$$

Розрахувавши зольність висівок знаходять зольність зерна, з якою зерно необхідно направляти у розмельне відділення, щоб отримати стандартну продукцію за заданим виходом.

$$z_3 = \frac{a_{вс} \cdot z_{вс} + a_{1с} \cdot z_{1с} + a_{2с} \cdot z_{2с} + a_{м} \cdot z_{м} + a_{вис} \cdot z_{вис}}{A_3},$$

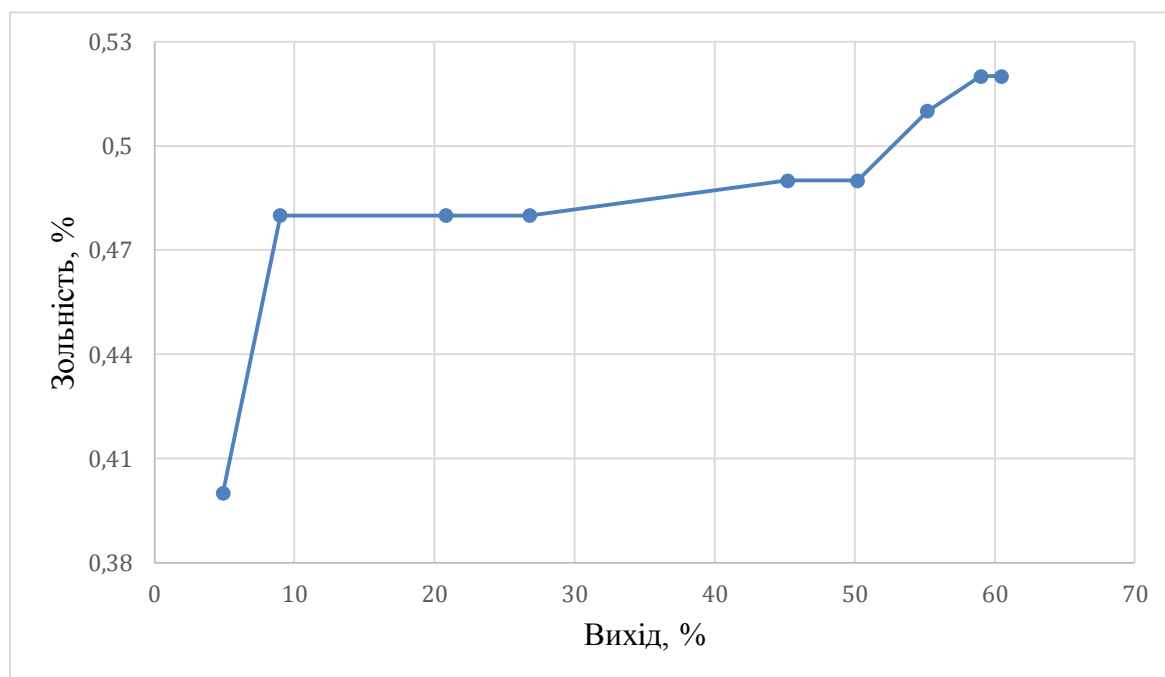
$$Z_3 = 1,49\%.$$



**Графік 5.1 – Діаграма зольності муки**

**Таблиця 5.12 – Таблиця для розрахунку кумулятивної кривої за зольністю муки вищого сорту**

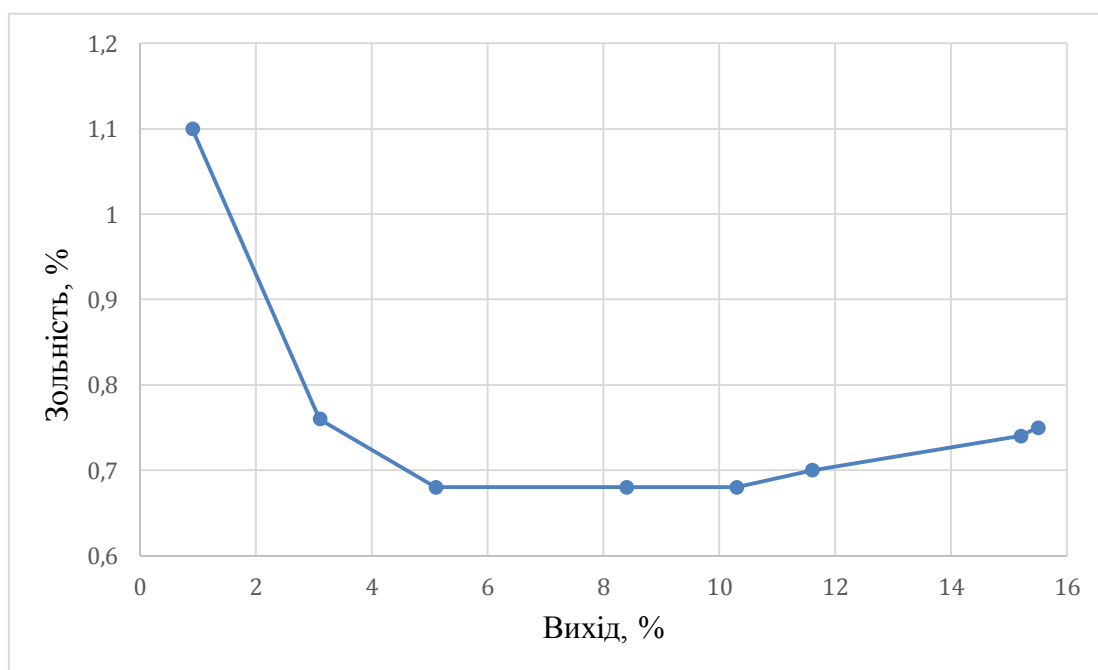
Системи	Вихід, %	Зольність, %	Золопроценти, %	Вихід кумулятивний, %	Золопроценти кумулятивні, %	Зольність кумулятивна, %
Siz1	4,9	0,40	1,96	4,9	1,96	0,40
5р.	4,1	0,58	2,37	9,0	4,33	0,48
1/2р.	11,8	0,48	5,66	20,8	9,99	0,48
B1/B2	6,0	0,50	3,00	26,8	12,99	0,48
3р.	18,4	0,50	9,20	45,2	22,19	0,49
D1	5,0	0,52	2,60	50,2	24,79	0,49
B3	5,0	0,65	3,25	55,2	28,04	0,51
4р.	3,8	0,62	2,35	59,0	30,39	0,52
B4	1,5	0,80	1,20	60,5	31,59	0,52



**Графік 5.2 – Кумулятивна крива зольності муки вищого сорту**

**Таблиця 5.13 – Таблиця для розрахунку кумулятивної кривої за зольністю муки першого сорту**

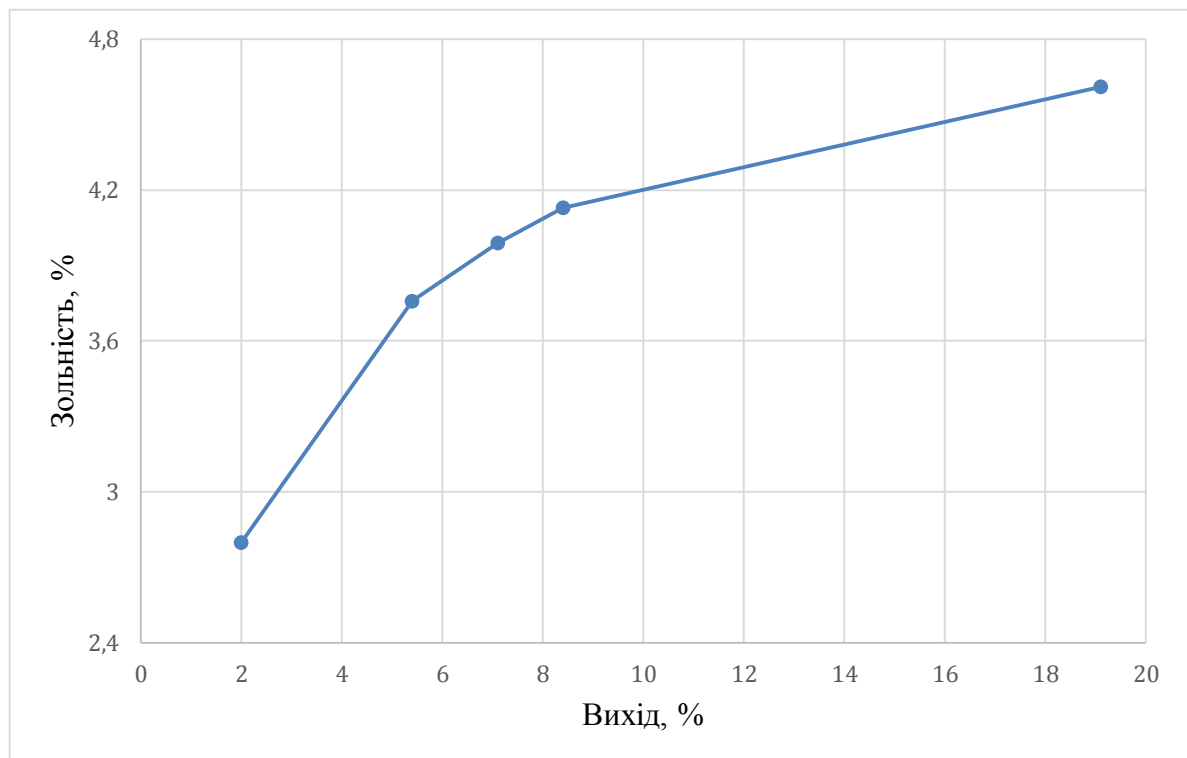
Системи	Вихід, %	Зольність, %	Золопроценти, %	Вихід кумулятивний, %	Золопроценти кумулятивні, %	Зольність кумулятивна, %
B5	0,9	1,10	0,99	0,9	0,99	1,10
5р.	2,2	0,63	1,38	3,1	2,37	0,76
D1	2,0	0,55	1,10	5,1	3,47	0,68
6р.	3,3	0,70	2,31	8,4	5,78	0,68
D2	1,9	0,65	1,23	10,3	7,01	0,68
8р.	1,3	0,94	1,22	11,6	8,23	0,70
7р.	3,6	0,85	3,06	15,2	11,29	0,74
9р.	0,3	1,25	0,37	15,5	11,66	0,75



**Графік 5.3 – Кумулятивна крива зольності муки першого сорту**

**Таблиця 5.14 – Таблиця для розрахунку кумулятивної кривої за зольністю висівок**

Системи	Вихід, %	Зольність, %	Золопроценти, %	Вихід кумулятивний, %	Золопроценти кумулятивні, %	Зольність кумулятивна, %
Debran	2	2,80	5,60	2	5,60	2,80
7р.	3,4	4,33	14,72	5,4	20,32	3,76
8р.	1,7	4,72	8,02	7,1	28,34	3,99
9р.	1,3	4,91	6,38	8,4	34,72	4,13
Br.3	10,7	5,00	53,50	19,1	88,22	4,61



**Графік 5.4 – Кумулятивна крива зольності висівок**

## **5.8. Питання стандартизації та якості на мукомельних заводах**

### **Вимоги безпеки виробництва**

При прийманні, транспортуванні та зберіганні борошна необхідно суворо дотримуватися вимог техніки безпеки та виробничої санітарії.

Склади, де зберігається борошно, повинні бути оснащені вентиляційними системами відповідно до ГОСТ 12.4.021, а також відповідати вимогам безпеки за ГОСТ 12.1.004. Для забезпечення пожежної безпеки слід використовувати засоби пожежогасіння відповідно до ГОСТ 12.4.009.

Усі виробничі машини та обладнання повинні відповідати стандартам безпеки ГОСТ 12.2.003.

Важливо також, щоб вміст пилу в повітрі робочої зони не перевищував допустимих норм, зазначених у ГОСТ 12.1.005. Це забезпечить безпечні умови роботи та збереження якості борошна.

### **Правила приймання**

Згідно з ГОСТ 27668, партія борошна визначається як сукупність одиниць продукції, яка має однорідний склад та якість. Всі одиниці продукції в партії повинні мати одне й те саме найменування, бути упаковані в однакову тару, виготовлені одним виробником за одним і тим самим технічним документом та на однаковому технологічному устаткуванні протягом одного технологічного циклу за єдиним виробничим режимом. Також партія має одну дату виробництва та супроводжується товаросупровідною документацією, що забезпечує її простежуваність.

Контроль за вмістом токсичних елементів, мікотоксинів, пестицидів, радіонуклідів, ГМО, металомагнітних і мінеральних домішок, а також за

зараженістю шкідниками (комахи, кліщі), забрудненістю та наявністю збудників "картопляної хвороби хліба" здійснюється періодично, відповідно до програми виробничого контролю. Цей порядок і періодичність контролю встановлюється виробником, з урахуванням вимог законодавства країни, яка прийняла стандарт.

### Методи контролю

Показник	ГОСТ
Відбір проб зерна	ГОСТ 13586.3
Відбір проб борошна	ГОСТ 27668
Визначення кольору, смаку, запаху та хрускоту	ГОСТ 27558
Визначення вологості	ГОСТ 9404
Визначення зольності	ГОСТ 27494
Визначення білизни	ГОСТ 26361
Визначення крупності	ГОСТ 27560
Визначення кількості та якості клейковини	ГОСТ 27839
Визначення числа падіння в борошні	ГОСТ 27676
Визначення металомагнітної домішки	ГОСТ 20239
Визначення білка	ГОСТ 10846
Визначення зараженості та забрудненості шкідниками	ГОСТ 27559
Визначення зараженості збудниками "картопляної хвороби хліба"	За нормативними документами, що діють на території держави
Визначення фузаріозних зерен	ГОСТ 31646
Визначення вмісту смітцевої домішки	ГОСТ 30483
Визначення кислотного числа жиру	ГОСТ 31700
Визначення пестицидів	ГОСТ 31481, ГОСТ 13496.20, ГОСТ 32689.2
Підготовка проб і мінералізація для визначення вмісту токсичних елементів	ГОСТ 26929, ГОСТ 31671
Визначення ртуті	ГОСТ 26927, ГОСТ 30538
Визначення миш'яку	ГОСТ 26930, ГОСТ 30178, ГОСТ 30538, ГОСТ 31628, ГОСТ 31707

Визначення свинцю	ГОСТ 26932, ГОСТ 30178, ГОСТ 30538
Визначення кадмію	ГОСТ 26933, ГОСТ 30178, ГОСТ 30538
Визначення мікотоксинів	ГОСТ 28001, ГОСТ 31653, ГОСТ 31691 або за нормативними документами
Афлатоксин В1	ГОСТ 30711, ГОСТ 31748
Дезоксиніваленол	ГОСТ EN 15891
T-2 токсин	ГОСТ 28001
Охратоксин А	ГОСТ 28001, ГОСТ 32587
Визначення радіонуклідів	ГОСТ 32161, ГОСТ 32163, ГОСТ 32164
Визначення кислотності	ГОСТ 27493
Пробна лабораторна випічка хліба	ГОСТ 27669
Визначення ГМО	ГОСТ ІСО 21569, ГОСТ ІСО 21570, ГОСТ ІСО 21571 або за нормативними документами

### **Транспортування і зберігання**

Транспортування і зберігання регулюється згідно з ГОСТ 26791.

Транспортування та зберігання борошна пшеничного хлібопекарського, що призначене для доставки в райони Крайньої Півночі та інші подібні території, регламентується ГОСТ 15846.

#### *Транспортування:*

Для перевезення борошна пшеничного хлібопекарського використовують криті транспортні засоби різних типів відповідно до правил перевезення вантажів, які діють для кожного виду транспорту та забезпечують належне збереження продукції.

#### *Зберігання:*

- Борошно пшеничне хлібопекарське повинно зберігатися в критих складських приміщеннях або в спеціальних безтарних контейнерах на відкритих майданчиках, які повинні бути захищені від прямого

впливу сонячного світла та опадів, відповідно до нормативних вимог країни, що прийняла стандарт.

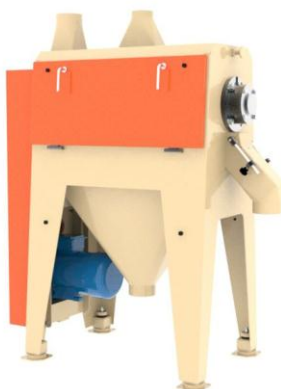
- Заборонено зберігати борошно пшеничне хлібопекарське поряд з товарами, що мають різкий запах.

Термін придатності борошна пшеничного хлібопекарського встановлюється виробником, за умови, що кислотне число жиру не перевищує 80 мг КОН на 1 г жиру, згідно з чинними нормативними актами держави, яка прийняла стандарт. [28]

## РОЗДІЛ 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

### 6.1. Програма виробничої діяльності

Планується встановлення додаткового обладнання для реалізації процесу попереднього лушення зерна на ТОВ "ВІЛІЯ-ПРОДУКТ" у зерноочисному відділенні. Це сприятиме підвищенню ефективності виробничого процесу, поліпшенню якості готової продукції та зниженню обсягу відходів. Пропонується встановити одну обдирно-шліфувальну машину МАО-6 потужністю 11 кВт.



**Рис.6.1 - Обдирно-шліфувальна машина МАО-6.**

Місце для встановлення обладнання обрано на 4 поверсі борошномельного заводу, що є оптимальним з технологічної точки зору. Обдирно-шліфувальна машина МАО-6 буде встановлена після етапу зволоження та відлежування зерна в бункерах, але перед процесом розмелу. Це розташування забезпечить безперебійний потік зерна через всі етапи

					<i>КРМ.ТЗПХіКВ.1.656-03.4.1.1</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис.	Дата				
Розробив		Савенко А.С.			Розділ 6	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Волошенко О.С.					82	5
						ОНТУ, ТЗХ-61а		
Консульт.		Басюркіна Н.Й.						
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

підготовки, зменшуючи затримки та підвищуючи ефективність виробничого процесу в цілому.

Машина MAO-6 забезпечить ефективне лушення зерна, видаляючи верхній шар, що містить більшість забруднень і домішок. Це дозволить значно покращити якість зерна перед розмелом, що, у свою чергу, сприятиме виробництву борошна вищого гатунку. Зменшення кількості домішок у зерні також знизить знос розмелювального обладнання, зменшуючи потребу в технічному обслуговуванні та витратах на ремонт.

Встановлення обдирно-шліфувальної машини також дозволить зменшити кількість відходів, що позитивно позначиться на екологічній ситуації та підвищить екологічну відповідальність підприємства. Зменшення відходів сприятиме більш ефективному використанню сировини, що призведе до зниження загальних витрат на виробництво та підвищить конкурентоспроможність продукції на ринку.

У підсумку, впровадження додаткового устаткування для попереднього лушення зерна на ТОВ "ВІЛЯ-ПРОДУКТ" стане важливим кроком для підвищення ефективності виробництва, покращення якості продукції та зниження екологічного навантаження. Цей захід сприятиме стабільному розвитку підприємства і зміцненню його позицій на ринку зернопереробної продукції.

## **6.2. Інвестиційні витрати**

Інвестиційні витрати, що були визначені в техніко-економічному обґрунтуванні (ТЕО), залишаються сталими та використовуються при розрахунках техніко-економічних показників (ТЕП).

### **6.3. Чисельність працівників та фонд оплати праці**

Передбачається, що лінію буде обслуговувати 1 оператор (фактична заробітна плата 7200 грн). Доплата за обслуговування нового устаткування передбачена в розмірі 20% від заробітної плати.

Таким чином, зростання витрат на оплату праці складуть:

$$\text{Взп} = 7200 * 0,2 * 12 = 17280 \text{ грн} = 17,3 \text{ тис. грн}$$

**Відрахування на соціальні заходи** становлять 22% і дорівнюватимуть:

$$\text{Ввідр} = \text{Взп} * 0,22 = 17280 * 0,22 = 3801 \text{ грн} = 3,8 \text{ тис. грн}$$

### **6.4. Розрахунки собівартості**

**Витрати на придбання обладнання** розраховуємо за формулою:

$$\text{Вп.об} = 1,1 * (\text{Воб} + \text{Тр} + \text{М}), \text{ де:}$$

Воб – вартість обладнання, яке встановлюють (140000 грн);

Тр – транспортні витрати (5% від Воб).

$$\text{Тр} = 140000 * 0,05 = 7000 \text{ грн}$$

М – витрати на монтаж (10% від Воб);

$$\text{М} = 140000 * 0,10 = 14000 \text{ грн}$$

1,1 - коефіцієнт, враховуючий витрати на тару, додаткові частини витрати на комплектацію та інші.

$$\text{Вп.об} = 1,1 * (140000 + 7000 + 14000) = 177100 \text{ грн}$$

**Амортизаційні відрахування** складають 20% від вартості обладнання и становить:

$$\text{А} = \text{Воб} * 0,2 = 177100 * 0,2 = 35420 \text{ грн} = 35,4 \text{ тис. грн}$$

### ***Витрати на електроенергію***

Обладнання працює 8 годин на добу. Потужність установки – 11 кВт.

Витрати на електроенергію розраховуємо з виразу:

$$\text{Вел.ен.} = T * t * \text{Пі}$$

де  $t$  - кількість годин роботи приладу ( $t = 8$  год);

$\text{Пі}$  – паспортна потужність, кВт;

$T$  - тариф за 1 кВт/год електроенергії ( $T = 2,68$  грн/кВт\*год) [2].

$$\text{Вел} = (8 * 11 * 2,68) * 320 = 75468 \text{ грн} = 75 \text{ тис. грн}$$

***Витрати на обслуговування*** заплануємо в розмірі 25% від амортизації, що складе:

$$\text{Векс} = A * 0,25 = 35,4 * 0,25 = 8,85 \text{ тис. грн}$$

### **Загальна зміна витрат складе ( $\Delta B$ ):**

$$\Delta B = 17280 + 3801 + 35420 + 75468 + 8850 = 140819 \text{ грн} \approx 140,81 \text{ тис. грн}$$

***Додатковий прибуток*** підприємства в результаті реалізації проекту складе:

$$\Delta \text{П} = 333,2 - 140,81 = 192,39 \text{ тис. грн.}$$

Отже, запропонований проект є економічно обґрунтованим, ефективним і має високу інвестиційну привабливість. Очікуваний додатковий прибуток, отриманий в результаті збільшення обсягів реалізації продукції, складе 192,39 тис. грн. Це свідчить про суттєве покращення рентабельності виробництва та ефективне використання наявних ресурсів.

Крім того, проект відкриває перспективи для покращення соціальних умов працівників, зокрема через можливе підвищення заробітної плати. В

цілому, реалізація цього проекту не тільки забезпечить фінансовий зріст підприємства, але й посилить його соціальну відповідальність та конкурентоспроможність на ринку.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

В результаті проведеного дослідження можна зробити кілька важливих висновків, які підтверджують доцільність і ефективність впровадження процесу дебранінгу на підприємствах, що займаються переробкою зерна, зокрема на ТОВ "ВІЛІЯ-ПРОДУКТ".

Аналіз потоків борошна з різних систем обробки показав, що кожна стадія технологічного процесу суттєво впливає на фізичні та хімічні властивості кінцевого продукту. На основі літературного аналізу можна стверджувати, що введення етапу дебранінгу значно поліпшує якість борошна, знижуючи вміст висівок і збільшуючи частку білого ендосперму, що позитивно позначається на його пекарських характеристиках.

Окрім цього, правильно налаштований процес дебранінгу не лише покращує якість продукції, але й дозволяє оптимізувати вихід борошна, забезпечуючи високі показники якості при збереженні економічної ефективності виробництва. Цей процес зменшує кількість відходів, що сприяє більш раціональному використанню сировини і знижує витрати на утилізацію непотрібних продуктів.

Розрахунки для впровадження процесу попереднього луцення на підприємстві ТОВ "ВІЛІЯ-ПРОДУКТ" показали, що цей етап технологічного процесу є економічно доцільним і інвестиційно привабливим. Збільшення обсягів реалізації продукції призведе до додаткового прибутку, що сприятиме підвищенню рентабельності виробництва та покращенню соціальних умов працівників підприємства.

Отже, результати даної роботи можуть бути використані для вдосконалення існуючих технологічних процесів на борошномельних підприємствах, орієнтованих на підвищення ефективності виробництва та поліпшення якості готової продукції.

Впровадження процесу дебранінгу на ТОВ "ВІЛІЯ-ПРОДУКТ" дозволить не лише покращити якість борошна, але й зробити виробничий процес більш економічно вигідним, що стане важливим кроком на шляху до підвищення конкурентоспроможності підприємства на ринку.

## ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Будова зерна злакових культур // Studref: [Веб-сайт]. URL: <https://studref.com> (дата звернення: 13.11.2024).
2. J.E. Dexter, P.J. Wood, Recent applications of debranning of wheat before milling, Trends in Food Science & Technology, Volume 7, Issue 2, 1996, Pages 35-41, ISSN 0924-2244, [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(96\)81326-4](https://doi.org/10.1016/0924-2244(96)81326-4).
3. Форум сільськогосподарських перспектив // U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE: [Веб-сайт]. URL: <https://www.usda.gov> (дата звернення: 01.10.2024).
4. МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ: [Веб-сайт]. URL: <https://minagro.gov.ua> (дата звернення: 01.11.2024).
5. Українські борошномели під час війни «П» // АПК Інформ: [Веб-сайт]. URL: <https://www.apk-inform.com> (дата звернення: 01.11.2024).
6. Аграрні ринки в Росії та Україні // Economic Research Service U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE: [Веб-сайт]. URL: <https://www.ers.usda.gov> (дата звернення: 01.11.2024).
7. Дослідження Nielsen: як змінюються споживачі в період карантину // RAU: [Веб-сайт]. URL: <https://rau.ua> (дата звернення: 01.11.2024).
8. Вино, корм для тварин та квіти: порівнюємо споживчі кошики в Україні, США та країнах Європи // Слово і діло: [Веб-сайт]. URL: <https://www.slovoidilo.ua> (дата звернення: 02.11.2024).
9. ДСТУ 46.004-99 "Борошно пшеничне. Загальні технічні умови"

10. Ключові політики та заходи для підтримки аграрного сектору України в умовах воєнного стану // НІСД: [Веб-сайт]. URL: <https://niss.gov.ua> (дата звернення: 01.11.2024).
11. ДСТУ 2629-94. Крупи, побічні продукти і відходи. Терміни та визначення. Київ. 36 с.
12. Жигунов Д. ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ БОРОШНА З РІЗНИХ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРИ СОРТОВОМУ ПОМЕЛІ ПШЕНИЦІ. ЗЕРНОВІ ПРОДУКТИ І КОМБІКОРМИ. 2017.
13. Жигунов Д., Ковальова В., Ковальов М., Коритнюк О. Визначення показників якості індивідуальних потоків борошна із заводу зі скороченою схемою технологічного процесу. Технічні науки та технології. 2019. № 1 (15). С. 195–203.
14. Єгоров, Б.В. Технологія виробництва комбікормів [Текст] / Б.В. Єгоров. – Одеса: Друк. дім, 2011. – 448 с.
15. Жигунов, Д.А. Хлібопекарські показники потоків борошна при сортовому помелі пшениці // Харчова наука і технологія. - 2015. - №4. - С. 50-55.
16. Формування готової продукції в борошномельному виробництві // Техніка і технології для зберігання та переробки зерна: [Веб-сайт]. URL: <https://grain.su/> (дата звернення: 25.10.2024).
17. Antal V, Szabo' BP, Guimes E (2010) PeriTec technology to reduce fusarium toxin. Analele Universita'tii Din Oradea, Fascicula: Protectia Mediului 15:217–221.

18. Cheli F, Campagnoli A, Ventura V, Brera C, Berdini C, Palmaccio E, Dell'orto V (2010) Effects of industrial processing on the distributions of deoxynivalenol, cadmium and lead in durum wheat milling fractions. *LWT* 43:1050–1057.
19. World Intellectual Property Organization. (2021). *WHEAT DEBRANNING AND FLOUR MILLING PROCESS*. WO2021057560A1 (дата звернення: 04.11.2024).
20. Shoormij F, Mirlohi A, Saeidi G, Kadivar M, Shirvani M. Wheat grain quality change with waterstress, zinc, and iron applications predicted by the solvent retention capacity (SRC). *Journal of Cereal Science*, 2023, 111, 103665.
21. Реологія харчових продуктів: підручник/ І.Б. Левіт, В.О. Сукманов, Д.С. Афенченко. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2014. – 559 с.
22. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПОТОКІВ БОРОШНА МЛИНЗАВОДУ «БЮЛЕР»//Савенко А.С., Сторожук Д. - Одеса: ОНТУ, 2024.
23. Камінська А. І. Проблеми формування та розвитку ринку круп'яних культур в Україні / А. І. Камінська // *Економіка АПК*. – 2011. – № 8 (202). – С. 42–47.
24. Державні стандарти на зерно та продукти його переробки.
25. Дудяк, І.Д. Технологія виробництва борошна, круп і комбікорму [Текст] / І.Д. Дудяк, М.С. Туз. – Миколаїв: МНАУ, 2015. – 139 с.
26. Правила організації та ведення технологічного процесу на борошномельних заводах (ч.1, ч.2). - М. : ВНПО Зернопродукт, 1991. - 147 с.

27. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Проектування технологічних процесів підприємств галузі (мукомельні заводи)» для магістрів 8.091701 / Укладачі: В.О. Моргун, Д.О. Жигунов. – Одеса: ОНАХТ, 2008. – 51 с.
28. ДСТУ 46.004-99. Боршно пшеничне. Технічні умови. – Київ, 1999. – 14 с.
29. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни "Інноваційний менеджмент" для студентів спеціальності 181 "Харчові технології" денної та заочної форм навчання. Укладачі Басюркіна Н.Й., Карпінська Г.В., Шалений В.А. Одеса. ОНТУ. 2024 р.
30. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Інвестування та інноваційний менеджмент» на тему «Техніко-економічне обґрунтування ефективності дослідження та впровадження у виробництві (предмет дослідження за завданням технологічної кафедри на проведення НДР)» для студентів спеціальності 8.051701, професійні спрямування: 01, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 12, денної та заочної форм навчання / Укладач Л.П. Попов. Одеса: ОНАХТ, 2013. 29 с.
31. Методичні вказівки "Зразок виконання курсової роботи на тему «Техніко-економічне обґрунтування проекту реконструкції млина» для студентів, які навчаються за учбовими планами напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» з спеціальності 7.05170101 «Технологія зберігання та переробки зерна» денної та заочної форм навчання". Укладач: Попов Л.П. Одеса. ОНАХТ. 2014 р. 18 с.