

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет

ННІ 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



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему «Проект зерноочисного відділення борошномельного заводу з сучасним асортиментом готової продукції»

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувач

Саленко В.В.

(прізвище, ініціали)

2 курсу ТЗХ-61 групи

Керівник

к.т.н. Кустов І.О.

(посада, прізвище та ініціали)

к.т.н. Ковальов М.О.

(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 №6.

Завідувач(ка) кафедри ТЗПХіКВ
(назва кафедри)

_____ (підпис)

Дмитро ЖИГУНОВ
(Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Одеса – 2024 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ННІ 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

Саленко Віталій Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект зерноочисного відділення борошномельного заводу з сучасним асортиментом готової продукції

керівник проекту (роботи) к.т.н. Кустов І.О., к.т.н. Ковальов М.О.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу

від “10” жовтня 24 р., № 624-03

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

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 показники якості зерна. Показники тестів клейковини та альвеографу. Схема технологічного процесу зерноочисного відділення. План поверху на відм. + 0.000. План поверху на відм. + 0.300. Основні техніко-економічні показники підприємства та інвестиційного 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
«Проект зерноочисного відділення борошномельного заводу з сучасним асортиментом готової продукції»

Здобувач	<u>Саленко В.В.</u>
Керівник	<u>к.т.н., Кустов І.О., к.т.н. Ковальов М.О.</u>
Освітній ступінь	<u>«Магістр»</u>
Спеціальність	<u>181 «Харчові технології»</u>
Освітня програма	<u>Технології зберігання і переробки зерна</u>

Актуальність теми: Управління якістю зерна є основою для забезпечення конкурентоспроможності підприємств хлібопекарської та харчової промисловості. Це дозволяє не лише задовольняти вимоги споживачів, але й розвивати спеціалізовані продукти, які відповідають сучасним ринковим трендам. Інвестиції у дослідження якості зерна та впровадження інноваційних методів оцінки дають змогу підвищити ефективність використання сировини та зменшити залежність від імпорتنих матеріалів, що є важливим аспектом для продовольчої безпеки.

Мета роботи: Провести наукові дослідження з показників якості зерна для обрання зразку зерна для кондитерських виробів та спроектувати схему технологічного процесу зерноочисного відділення.

Практичне значення отриманих результатів: Результати можуть бути використанні у борошномельній промисловості України при будівництві нових або реконструкції діючих підприємств.

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 84 сторінках, включає 15 таблиць. Графічна частина включає 6 листів.

Висновок: в результаті наукових досліджень встановлено основні показники якості зерна та визначено найкращий зразок для борошна для кондитерських виробів, наведено технологічну схему зерноочисного відділення, вимоги до сировини та готової продукції, проведено розрахунки кількості технологічного обладнання, визначено техніко-економічні показники та обґрунтовано доцільність проекту.

Ключові слова: зерно, пшениця, борошно для кондитерських виробів, показники якості, борошномельний завод.

for qualifying work
«Project of a grain cleaning department of a flour milling plant with a modern
range of finished products»

Student	<u>Salenko V.V.</u>
Supervisor	<u>PhD Kustov I.O., PhD Kovalov M.O.</u>
Educational degree	<u>«Master»</u>
Specialty	<u>181 «Food technologies»</u>
Educational program	<u>Grain storage and processing technologies</u>

Actuality: Grain quality management is the basis for ensuring the competitiveness of enterprises in the baking and food industry. This allows not only to meet consumer demands, but also to develop specialized products that meet modern market trends. Investments in grain quality research and the introduction of innovative assessment methods allow to increase the efficiency of raw material use and reduce dependence on imported materials, which is an important aspect for food security.

The purpose of the work: Conduct scientific research on grain quality indicators to select a grain sample for confectionery products and design a technological process diagram for the grain cleaning department.

The practical significance of the obtained results: The results can be used in the grain-processing industry of Ukraine during the construction of new or reconstruction of existing enterprises.

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 84 pages, includes 15 tables. The graphic part includes 6 sheets.

Conclusion: as a result of scientific research, the main quality indicators of grain were established and the best sample for confectionery products was determined, the technological diagram of the grain cleaning department is given, requirements for raw materials and finished products, calculations of the amount of technological equipment were carried out, technical and economic indicators were determined and the feasibility of the project was justified.

Key words: grain, wheat, flour for confectionery products, quality indicators, flour milling plant.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	6
ВСТУП.....	8
1. РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ	10
1.1 Об'єкт та предмети дослідження.....	13
1.2 Мета і завдання проекту	13
2. РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ.....	14
2.1 Маркетингові дослідження, обґрунтування доцільності будівництва підприємства та його виробничої потужності.....	14
2.2 Мета і робоча гіпотеза проектування, результати, які очікуються	15
2.3 Визначення потреби в інвестиціях і попередня оцінка економічної доцільності будівництва	17
2.4 Висновки.....	17
3. РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА.....	19
3.1 Загальна характеристика та вимоги до генерального плану підприємства.....	19
3.2 Загальна характеристика будівлі борошномельного заводу.....	21
4. РОЗДІЛ 4 НАУКОВА ЧАСТИНА.....	24
4.1 Характеристика сортів зерна пшениці в Україні.....	24
4.2 Методика проведення досліджень	34
4.3 Результати досліджень	36
5. РОЗДІЛ 5 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	47
5.1 Характеристика сировини та готової продукції	47
5.2 Розрахунок помельної партії	52
5.3 Опис технологічної схеми зерноочисного відділення	54
5.4 Вибір, розрахунок та підбір технологічного обладнання зерноочисного відділення.....	57
5.5 Технохімічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР	59
5.6 Охорона праці.....	62
6. РОЗДІЛ 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	65
6.1 Програма виробничої діяльності.....	65

6.2 Інвестиційні витрати	65
6.3 Чисельність працівників та фонд оплати праці	65
6.4 Розрахунки собівартості продукції	66
6.5 Фінансова та економічна оцінка проекту.....	72
6.6 Висновки.....	78
7. ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	79
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	81

ВСТУП

Борошномельну промисловість є важливою ланкою агропромислового комплексу, оскільки вона забезпечує виробництво основних продуктів харчування людей - борошна, манної крупи. Борошномельна промисловість тісно зв'язана із сільськогосподарським виробництвом та іншими галузями промисловості, насамперед хлібопекарської. Хлібні продукти містять у своєму складі важливі поживні речовини (білки, вуглеводи та ін.), необхідні для нормальної життєдіяльності людини.

Ефективність технологічних процесів виробництва борошна визначається рівнем використання зерна й електроенергії, а також якістю борошна, що виробляється. На ефективність переробки зерна в борошно впливають технологічні властивості зерна, що переробляється, структура і режими технологічного процесу на борошномельному заводі, склад технологічного і транспортного устаткування.

Технологічні процеси переробки зерна в борошно супроводжуються складними структурно-механічними, фізико-хімічними і біохімічними змінами в зерні і готовій продукції. Тому знання закономірностей зазначених змін не тільки складає сутність вивчення технології борошномельного виробництва, але і є основою подальшого удосконалювання технологічних процесів переробки зерна в борошно.

Через неоднорідності анатомічної будови та хімічного складу зерна і його анатомічних частин технологічний процес на сучасному борошномельному заводі складний і визначається багатостадійністю, впливом на результати виробництва багатьох одночасно діючих факторів при високій швидкості їх дії, що ускладнює управління такими процесами.

- підготовка зерна до помелу в зерноочисному відділенні мукомельного заводу, яка включає очищення зерна від домішок, очищення поверхні зерна, водно-теплову обробку, остаточне формування помельних партій;

- переробка зерна в розмельному відділенні, яка складається з первинного здрібнювання зерна з сортуванням проміжних продуктів (драний процес), збагачення проміжних продуктів, розмелу збагачених проміжних продуктів з сортуванням продуктів і одержанням муки (розмельний процес);

- пакування муки у вибійному відділенні в мішки або пакети, а потім її складування безтарно у бункери або в мішках і зберігання деякий час для дозрівання;

- відвантаження муки і висівок на різні види транспорту.

Особливістю борошномельного виробництва на сучасних заводах є високий рівень механізації та автоматизації виробничих процесів. Для управління таким складним виробництвом необхідні висококваліфіковані кадри спеціалістів, озброєні знаннями та уміннями, достатніми для забезпечення ефективного використання природних ресурсів зерна і виробництва борошна високої якості.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Зерно-мучні товари займають дуже велику питому вагу в раціоні харчування людини, вони мають постійний попит незалежно від рівня доходів населення. Поряд із збільшенням обсягу виробництва передбачається одночасно систематичне розширення асортименту і підвищення якості продукції.

Пшениця - основна і дуже цінна продовольча культура. Зерно пшениці використовується для вироблення найбільш масових продуктів повсякденного харчування населення, таких як хлібобулочні, кондитерські, макаронні вироби, та інші вироби, отримані на основі муки.

Якість зерна - це сукупність біологічних, фізико-хімічних, технологічних і споживчих властивостей зерна, визначають його придатність до використання на продовольчі цілі.

Споживчі переваги зерна та насіння різних культур базуються на цінності їх з точки зору хімічного складу, можливості забезпечити необхідними поживними речовинами, на сукупності властивостей, що дають можливість отримання максимальних виходів готової продукції гарної якості при найменших витратах.

Враховуючи складність зерна як біологічного комплексу і широку мінливість його властивостей у зв'язку з сортовими особливостями і умовами вирощування, неможливо характеризувати якість зернової маси одним або декількома показниками однієї групи, наприклад, тільки хлібопекарськими.

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.624-03.IV.32.2			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 1	Літ	Аркуш	Аркушів
Розробив		Саленко В.В.						
Керівник		Кустов І.О.					10	
Консультант								
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						
						ОНТУ		

Найбільш повна якісна характеристика зернової маси може бути представлена комплексно кількома показниками, що представляють різні групи (мукомельні, хлібопекарські та показники, що характеризують загальний стан зернової маси).

Проблеми подальшого розвитку науки і промисловості переробки зерна пов'язані з необхідністю ефективнішого і раціональнішого використання зерна для забезпечення зростаючих потреб населення. Для вирішення вказаних проблем необхідно досягти високого рівня функціонування всіх рівнів зернопереробного комплексу, основні напрями якого наступні:

1. Забезпечити підвищення якості зерна, як основного чинника, що впливає на якість зернових продуктів.

2. Вирішити наукові і практичні питання відносно формування помельних партій зерна для підвищення стабільності і ефективності технологічних процесів його переробки.

3. Постійно вивчати технологічні і біохімічні властивості існуючих і нових сортів пшениці і розробляти ефективні методи їх переробки в різні продукти.

4. Істотно розширити асортимент зернових продуктів з максимальним використанням природного потенціалу зерна.

5. Підвищити ефективність очистки зерна на оновленому обладнанні, що дозволяє отримати зерно та продукцію високої якості.

В даному дипломному проекті представлено будівництво борошномельного заводу потужністю 200 т/ добу (продуктивність зерноочисного відділення 300 т/добу). Особливістю є використання турецького, італійського та корейського обладнання та будівництво заводу на металоконструкції ангарного типу.

Останнім часом будівництво швидкокомтованих будівель набуває більшої популярності за рахунок багатьох позитивних факторів, таких як:

1. Зведення в самі стислі терміни. Залежно від розмірів ангара, його конфігурації і типу фундаменту будівельно-монтажні роботи займають від однієї до кількох тижнів.

2. Мінімальна кількість матеріалів. Будівництво ангара не припускає необхідності у великій кількості різноманітних будматеріалів, оскільки в його основі лежить металокаркас і обшивка.

3. Зручність монтажу. Технологія складання ангарів відпрацьована до дрібниць, при цьому більшість основних вузлів поставляються на будмайданчик в уже зібраному вигляді. Як результат - монтаж не вимагає використання складного обладнання та спеціалізованої техніки.

4. Досить великий термін служби. Незважаючи на свою легкість, споруди ангарного типу можуть прослужити до 100 років за умови своєчасного технічного обслуговування і ремонту пошкоджених елементів. Настільки високі показники по довговічності обумовлені тим фактом, що в основі ангара лежить металокаркас з оцинкованого металу і профлист з захисним покриттям, що володіє хорошими показниками по стійкості до несприятливих зовнішніх впливів.

5. Хороші показники по герметичності, теплозбереження. Якісно утеплений ангар за даними параметрами цілком порівнянний з цегляним будинком.

6. Високий рівень ремонтпридатності. Оскільки ангар складається, як правило, з окремих конструктивних елементів, замінити пошкоджену деталь не складе ніяких труднощів. При цьому не виникає необхідності в демонтажі всієї споруди.

7. Мобільність. При виникненні такої необхідності ангар можна легко демонтувати і знову зібрати в будь-якому іншому місці.

8. Універсальність. Ангари використовуються в самих різних галузях, тому при необхідності можна швидко адаптувати цю споруду під інші потреби.

До числа недоліків ангарів на основі металоконструкцій можна віднести такі характеристики:

1. Необхідність в захисті конструктивних елементів ангара від корозійних процесів.
2. Необхідність в проведенні регулярного технічного обслуговування відповідальних вузлів споруди.

1.1 Об'єкт та предмети дослідження

Об'єктом дослідження є технологія підготовки та очищення зерна пшениці для борошномельного заводу продуктивністю 200 т/добу. Продуктивність зерноочисного відділення складає 300 т/добу.

Предмети дослідження:

- схема технологічного процесу підготовки зерна пшениці у борошно;
- зразки зерна пшениці.

1.2 Мета і завдання проекту

Мета роботи – Провести наукові дослідження з показників якості зерна для обрання зразку зерна для кондитерських виробів та спроектувати схему технологічного процесу зерноочисного відділення.

Завдання роботи:

- провести аналіз показників якості зерна для обрання зразку зерна для кондитерських виробів;
- провести огляд стандартів на сировину та готову продукцію;
- розробити схему технологічного процесу підготовки зерна пшениці;
- провести техніко-економічне обґрунтування та оцінити техніко-економічні показники проекту.

РОЗДІЛ 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

2.1 Маркетингові дослідження, обґрунтування доцільності будівництва підприємства та його виробничої потужності

Для забезпечення потреби у борошні у Одеській області здійснюється його привезення з інших регіонів, які знаходяться на відстані 150-300 км, що призводить к збільшенню вартості продукту. Основними споживачами борошна в нашому регіоні є: хлібокомбінати, приватні мініпекарні, жителі міста Одеса і Одеської області.

Виходячи з продуктивності типорозміру продуктивності сучасного обладнання для виробництва борошна 6-9 т/год плануємо продуктивність заводу – 200 т/добу (продуктивність зерноочисного відділення 300 т/добу).

Режим роботи підприємства приймаємо перервний, з двома загальними вихідними днями за рік (102 дня), в три зміни, зупинкою на капітальний ремонт (18 діб) і з проведенням поточного обслуговування у вихідні дні.

Робочий період (Р) підприємства складає:

$$P = 365 - 102 - 18 = 245 \text{ діб.}$$

Якщо обрати продуктивність млинзаводу (Пдоб) в 200 т/добу, то при коефіцієнті завантаженості (Кq) 0,8 та робочому періоді (Р) 245 діб на ньому можна переробити зерна пшениці (Vз):

$$V_z = P_{доб} \times K_q \times P = 200 \times 0,8 \times 245 = 39200 \text{ т.}$$

На заводі буде впроваджене традиційне вітчизняне та новітнє обладнання фірми Gench.

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.624-03.IV.32.2			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Саленко В.В.			Розділ 2	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Кустов І.О.					14	
Консультант		Басюркіна Н.Й.				<i>ОНТУ</i>		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

2.2 Мета і робоча гіпотеза проектування, результати, які очікуються

Економічною метою будівництва підприємства є – отримання прибутку від здійснення діяльності з виробництва і реалізації борошна та висівок, що буде вироблятися на новому побудованому підприємстві.

У проекті запропоновано виробництво спеціалізованого борошна (для кондитерських виробів) за рахунок вибору окремих потоків з високою білістю та низьким вмістом білка (клейковини).

Таким чином, буде реалізовано трьохсортний помел, для якого приймаємо наступні виходи готової продукції при переробленні зерна базисних кондицій:

- борошно вищого сорту – 40%;
- борошно першого сорту – 30%;
- борошно кондитерське – 5%;
- висівки – 22,1%;
- відходи I-II категорії (кормопродукти) – 2,2%;
- відходи III категорії (механічні втрати) – 0,7%.

Для прискорення строків повернення інвестицій давальницьку переробку застосовувати на перших порах не передбачано.

Обсяг виробництва та реалізації продукції з власних ресурсів і послуг по давальницької переробці наведено у табл. 2.1. Також у таблиці наведено оптові вільні ціни згідно з існуючими на ринку.

Таблиця 2.1 – Розрахунок обсягів виробництва і реалізації продукції та послуг

Показники	%	Значення показника,	Оптові ціни і тарифи підприємства,	Обсяги реалізації продукції,
		т	грн/т	тис. грн
1. Річний обсяг переробки зерна (Vз)		39200	х	х
2. Обсяги переробки зерна власних ресурсів (Vз.вл)	100	39200	х	х
3. Виробництво готової продукції з власних ресурсів	78	30576	х	х
Борошно вищого сорту	40	15680	15 000	235 200
Борошно першого сорту	30	11760	14 400	169 344
Борошно кондитерське	5	1960	15 500	30 380
Висівки	22,1	8663	5 900	51 112
Кормопродукти	2,2	862	1 100	948
Механічні втрати та усушка	0,7	274	-	0
4. Всього реалізація продукції з власних ресурсів		х	х	486 984
5. Переробка зерна клієнтів	0	0	1 800	0
Всього обсяг реалізації продукції та послуг (РП)		х	х	486 984

Прибуток (П) визначається за формулою:

$$П = РП \frac{p}{100+p},$$

де РП – обсяг реалізації продукції та послуг (табл. 2.1),

р – рентабельність продукції та послуг, яку задають шляхом прогнозування, приймаємо $R_{пр} = 10\%$.

$$П = РП \times 10 / (100 + 10) = 486984 \times 10 / (100 + 10) = 44271 \text{ тис. грн.}$$

2.3 Визначення потреби в інвестиціях і попередня оцінка економічної доцільності будівництва

Розрахунок розміру інвестицій, які необхідні для будівництва підприємства, здійснюють за формулою:

$$I = I_{\text{овф}} + I_{\text{ок}},$$

де $I_{\text{овф}}$ – інвестиції у основні виробничі фонди;

$I_{\text{ок}}$ – інвестиції на утворення додаткових оборотних коштів – $\Delta\text{ОК}$ ($I_{\text{ок}} = \Delta\text{ОК}$).

$I_{\text{овф}}$ визначають виходячи з питомих капітальних вкладень ($I_{\text{пит}}$) та добової потужності підприємства ($P_{\text{доб}}$) за формулою:

$$I_{\text{овф}} = I_{\text{пит}} \times P_{\text{доб}}$$

Питомі капітальні вкладення ($KV_{\text{пит}}$) приймаємо на рівні 750 тис. грн за одну тону виробничої потужності:

– 55% – 413 тис. грн – на купівлю технологічного обладнання;

– 45% – 337 тис. грн – на будівництво адміністративних, виробничих та допоміжних будівель, зерносховищ і складів у розмірах, що передбачають відповідну нормативну забезпеченість ємності у добах запасу.

Тоді, інвестиції у основні виробничі фонди ($I_{\text{овф}}$) складуть:

$$I_{\text{овф}} = TP \times P_{\text{доб}} = 750 \times 200 = 150000 \text{ тис. грн.}$$

Сума оборотних коштів ($I_{\text{овф}}$) визначається у розмірі 10 % розміру виручки від реалізації продукції і послуг по переробці зерна за формулою:

$$I_{\text{ок}} = 0,10 \times RP = 0,10 \times 486984 = 48698 \text{ тис. грн.}$$

Тоді:

$$I_{\text{кр}} = I - I_i = 198698 - 49675 = 149023 \text{ тис. грн.}$$

2.4 Висновки

Будівництво млинзаводу технічно можливо та економічно доцільно, оскільки співвідношення суми інвестицій к прибутку, що прогнозується, дорівнює:

$$I / \Pi = 198698 / 44271 = 4,5.$$

У цьому випадку можна очікувати строк окупності інвестицій (порахований з урахуванням дисконтування грошових потоків) до 5 років.

При визначенні джерел інвестування приймаємо, що частка інвестицій (75%) здійснюється за рахунок інвестора (I_i) – 49675 тис. грн, решта (25%) – за рахунок кредиту ($I_{кр}$) – 149023 тис. грн.

Тобто, сума кредиту ($I_{кр}$) дорівнює:

$$I_{кр} = I - I_i = 198698 - 49675 = 149023 \text{ тис. грн.}$$

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ТА КОМУНІКАЦІЙ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ ПІДПРИЄМСТВА

3.1 Загальна характеристика та вимоги до генерального плану підприємства

Генеральний план – це проект, що визначає розташування та взаємну прив'язку всіх будівель, споруд, інженерних комунікацій, залізничних колій і автомобільних доріг підприємства.

Розробка генерального плану підприємства здійснюється відповідно до норм СНіП II-89-80 «Генеральні плани промислових підприємств».

Вимоги до земельної ділянки для будівництва підприємства включають:

- мінімальні розміри з урахуванням раціональної щільності забудови;
- можливість розташування будівель і споруд відповідно до технологічного потоку руху сировини та готової продукції, а також резерв для розширення виробництва;
- відносно рівну поверхню з ухилом у межах 0,001–0,003 для забезпечення відтоку поверхневих вод;
- рівень ґрунтових вод, нижчий за глибину підвалів і тунелів;
- зручне з'єднання з найближчою залізничною станцією;
- можливість мінімізації земляних робіт під час планування території.

При проектуванні генерального плану підприємства враховують такі вимоги:

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.624-03.IV.32.2			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Саленко В.В.			Розділ 3	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Кустов І.О.					19	
Консультант					ОНТУ			
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

- будівлі та споруди розміщують і взаємно погоджують відповідно до вимог виробничого процесу, дотримуючись технологічну послідовність, без зворотних і зустрічних переміщення сировини і готової продукції;

- відстані між будівлями і спорудами повинні відповідати протипожежним і санітарним нормам промислових підприємств; залізничні колії та автомобільні дороги розміщують на території підприємства відповідно з характером руху вантажних потоків, забезпечуючи їх мінімальну довжину;

- розміщують будівлі та споруди на території підприємства, розділивши її на окремі зони: виробничу, підсобну і складську;

– будівлі та споруди розміщують з урахуванням напрямку вітрів, з підвітряного боку по відношенню до масивів житлової забудови з розривом не менше 100 м.

Промислові підприємства з джерелами виробничих шкідливостей (шум, запах, дим, пил і т. п.), несприятливо впливають на навколишнє середовище, по шкідливості ділять на п'ять класів, які передбачають між підприємством і житловою зоною санітарно-захисну зону від 50 до 1000 м (для борошномельних, круп'яних і комбікормових заводів вона повинна бути не менше 100 м).

Санітарні розриви між будівлями для нормальної природної освітленості приймають не менше ніж найбільша висота будинку який стоїть навпроти, а розриви між складами готової продукції борошномельних заводів та іншими промисловими підприємствами слід приймати рівними розривам між цими підприємствами, а між зазначеними складами і комбікормовими заводами - не менше 30 м.

Виробничі будівлі зернопереробних підприємств розміщують на відстані один від одного не більше 15 м при ширині будівлі до 18 м. До них забезпечуватися під'їзд пожежних машин с однієї сторони, а при ширині будівлі більше 18 м – з двох сторін.

На підприємстві з площею більше 5 га передбачують не менше двох в'їздів. До водоймищ, які можуть бути використані для гасіння пожежі,

встановлюють під'їзди площадками не менше 12x12 м. Пожежні гідранти розміщують повздовж автомобільних доріг на відстані не більше 2,5 м від краю проїжджої частини, але не ближче 5 м від стін будівлі.

Підземні мережі підприємства прокладаються поза проїжджої частини автомобільних доріг.

Благоустрій територій підприємства передбачає озеленення території, що дозволить захистити будівлі від пилу, вітру, сонячного перегріву влітку та створить комфортні умови для працівників і відвідувачів. Озеленення сприяє зниженню рівня шуму, покращенню екологічного стану території та забезпеченню привабливого зовнішнього вигляду підприємства. Висадка дерев, кущів і газонів дозволяє формувати природні бар'єри між виробничими зонами та прилеглими територіями, а також створює сприятливий мікроклімат на території підприємства.

3.2 Загальна характеристика будівлі борошномельного заводу

Будівля борошномельного заводу представлена у вигляді сучасної металеві конструкції ангарного типу. Її загальна площа становить 3000 м², що дозволяє ефективно розмістити всі необхідні елементи виробничого, адміністративного і технічного призначення. Висота будівлі до коника складає 12 метрів, що забезпечує достатній простір для багаторівневого обладнання. Довжина будівлі становить 100 метрів, ширина – 30 метрів.

Металевий каркас будівлі виготовлений із високоміцної сталі, обробленої антикорозійними покриттями, що забезпечують експлуатаційний термін понад 50 років. Для з'єднань несучих елементів використано болтові і зварні технології. Покрівля виконана із сендвіч-панелей товщиною 120 мм, що гарантує теплоізоляцію і мінімізує втрати тепла в холодний період. Фасад обшитий металевими панелями, які витримують вітрові навантаження до 120 км/год.

Фундамент будівлі – монолітний стрічковий, розрахований на навантаження до 10 тонн/м², що дозволяє встановлювати важке промислове обладнання. Підлога виконана з армованого бетону товщиною 20 см, з полімерним покриттям, яке легко очищується і забезпечує довговічність.

Виробничий цех займає площу 2500 м² і вміщує обладнання для очищення, помелу та зберігання зерна і готової продукції. Висота виробничої зони – 10 метрів, що дозволяє встановлювати вертикальні системи транспортування зерна та багаторівневі ситові комплекси.

Адміністративно-побутовий блок розташований на площі 300 м² і включає:

- офіси (площа – 100 м²),
- лабораторію контролю якості (площа – 80 м²),
- кімнати для персоналу: роздягальні, душові та їдальню (площа – 120 м²).

Технічні приміщення займають площу 200 м², включаючи електрощитові, насосні станції та вентиляційні установки.

Електропостачання: загальна потужність електромереж – 500 кВт, передбачено резервний генератор потужністю 100 кВт для безперебійної роботи.

Вентиляція: система забезпечує повітрообмін об'ємом до 50000 м³/год, що відповідає вимогам промислової санітарії.

Опалення: встановлено повітряно-теплові гармати загальною потужністю 250 кВт, які підтримують температуру +18°C при зовнішній температурі до -20°C.

Водопостачання і каналізація: витрати води на технологічні і побутові потреби – 5 м³/год, система очищення стічних вод забезпечує видалення домішок до рівня 95%.

Протипожежна безпека: встановлено автоматичну систему пожежогашіння на основі водяного спринклерного обладнання з резервуаром ємністю 50 м³.

Будівля відповідає сучасним екологічним стандартам. Система очищення повітря дозволяє зменшити викиди пилу до рівня 20 мг/м^3 , що значно нижче гранично допустимих норм. Використання енергоефективних матеріалів і систем знижує споживання енергії до 20% порівняно з традиційними рішеннями. Озеленення території заводу займає 1000 м^2 і включає посадку 50 дерев і створення газонів, що покращують мікроклімат.

Завдяки конструкції ангарного типу будівля легко адаптується до змін у технологічному процесі, а її модульна структура дозволяє збільшувати виробничі площі без значних затрат. Сучасні інженерні системи і матеріали забезпечують комфортні умови для роботи персоналу і високу ефективність виробництва.

РОЗДІЛ 4 НАУКОВА ЧАСТИНА

4.1 Характеристика сортів зерна пшениці в Україні

Пшениця є однією з найдавніших і найважливіших сільськогосподарських культур у світі, яка має багатотисячолітню історію вирощування. Одомашнення пшениці розпочалося близько 10-12 тисяч років тому в регіоні Плодючого Півмісяця. Першими культивованими видами були однозернянка *Triticum monococcum* та еммерна пшениця *Triticum dicoccoides*. Ці види стали основою для розвитку осілого способу життя, що дозволило першим цивілізаціям забезпечити продовольчу стабільність, розвивати торгівлю та створювати надлишки зерна. Археологічні знахідки у Чатал-Хююці, Єрихоні та Месопотамії підтверджують, що пшениця вирощувалася ще у VIII тисячолітті до нашої ери. З часом ця культура поширилася Європою, Азією та Африкою, ставши основою аграрної економіки багатьох суспільств [1–3].

У Давньому Єгипті пшениця відігравала ключову роль, її вирощували уздовж Нілу, де регулярні розливи забезпечували високу родючість ґрунтів. У Римській імперії пшениця стала основним продуктом харчування та стратегічним товаром, необхідним для забезпечення продовольством великих міст. У середньовіччі пшениця залишалася елітною культурою через складність обробки зерна. Поява вітряних млинів у XV столітті, а згодом парових машин у XIX столітті зробила пшеницю доступнішою для широких верств населення. Під час колонізації Америки європейські поселенці завезли пшеницю до Північної та Південної Америки, де її вирощували у великих масштабах [4,5].

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.624-03.IV.32.2			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 4	Літ	Аркуш	Аркушів
Розробив		Саленко В.В.						
Керівник		Кустов І.О.					24	
Консультант								
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						
						ОНТУ		

У ХХ столітті «зелена революція» значно змінила виробництво пшениці. Високоурожайні сорти, такі як карликові пшениці, механізація, використання мінеральних добрив і пестицидів забезпечили значне підвищення врожайності, навіть у регіонах із несприятливими умовами. В Індії, Китаї та Мексиці ці технології сприяли подоланню голоду та забезпечили стабільний приріст населення. Україна також інтегрувалася у світові аграрні процеси, ставши одним із провідних виробників і експортерів пшениці [6–9].

Сьогодні пшениця є однією з найважливіших зернових культур у світі. Вона забезпечує близько 20% калорій та білків у харчуванні людей, будучи основним продуктом для понад 35% населення планети. Її вирощують у понад 215 мільйонах гектарів у всьому світі, що робить її незамінним джерелом продовольства [10].

У промисловості пшениця використовується для виготовлення борошна, хліба, макаронних виробів, пива та інших продуктів. Крім того, вона є важливим джерелом кормів для тварин та сировиною для біопалива. Таким чином, пшениця впливає не лише на продовольчий сектор, але й на енергетику та екологію.

Технології вирощування пшениці за останні десятиліття зазнали значного розвитку. Системи точного землеробства, які включають GPS-навігацію, дрони та автоматизовані комбайни, дозволяють оптимізувати посіви, догляд і збирання врожаю. Наприклад, аналіз ґрунтів за допомогою дронів дає змогу точно визначати потреби у добривах для окремих ділянок поля. Це не лише підвищує врожайність, а й зменшує екологічний вплив за рахунок оптимізації використання ресурсів [9,11].

Ресурсоощадні технології, такі як мінімальний обробіток ґрунту та мульчування, сприяють збереженню вологи та запобігають ерозії ґрунту. У степових регіонах впровадження таких методів дозволило підвищити врожайність на 15-20%, особливо для сортів інтенсивного типу. Використання мікробіологічних препаратів для захисту рослин і покращення засвоєння поживних речовин також стало стандартом для багатьох господарств.

Україна вирізняється сприятливими кліматичними умовами та родючими ґрунтами, що дозволяє вирощувати пшеницю високої якості. Основною культурою є озима пшениця, яка завдяки тривалому вегетаційному періоду забезпечує високі врожаї. Понад 60% площ зернових культур займає саме ця культура. У південних регіонах, зокрема у степах, значну частину посівів займає яра пшениця, яка пристосована до посушливих умов. Завдяки сучасним технологіям зрошення, таким як крапельне та дощувальне зрошення, фермери у цих регіонах можуть стабільно отримувати врожаї навіть у посушливі роки [3,12,13].

За типом вирощування пшениця поділяється на ярову та озиму. Озима пшениця сіється восени і проходить зимовий період спокою, що дозволяє отримувати вищий урожай. Вона підходить для регіонів із м'якими зимами. Натомість ярова пшениця сіється навесні і швидше дозріває, однак має нижчу врожайність. Її перевага в адаптивності до більш суворих кліматичних умов [1,4].

Озима пшениця більш популярна через свою економічну ефективність. Вона використовується в основному у регіонах із помірним кліматом, таких як Україна, Західна Європа та південь Росії. Ярова пшениця вирощується переважно в умовах більш екстремальних кліматичних зон, наприклад, у Сибіру або на півночі Канади. Різноманітність сортів обох типів дозволяє оптимізувати виробництво залежно від кліматичних і ґрунтових умов.

Сорти пшениці поділяються на ранньостиглі, середньостиглі та пізньостиглі. Ранньостиглі сорти зазвичай дозрівають за 90-110 днів, що дозволяє уникнути посухи або заморозків. Середньостиглі сорти мають вищий потенціал урожайності, але потребують більше часу для розвитку. Пізньостиглі сорти використовуються в регіонах із тривалим теплим сезоном, що дозволяє отримати максимальний урожай. Планування строків дозрівання є важливим аспектом агрономії, оскільки воно дозволяє раціонально викори-

стовувати ґрунтово-кліматичні умови. Наприклад, у регіонах із загрозою літньої посухи ранньостиглі сорти дозволяють уникнути втрат урожаю, тоді як у сприятливих умовах середньостиглі та пізньостиглі сорти забезпечують максимальну продуктивність.

Щодо твердозерності зерна, пшениця поділяється на м'яку (*Triticum aestivum*) і тверду (*Triticum durum*). У свою чергу м'яка пшениця поділяється на м'яку твердозерну (*hard wheat*) та м'яку мякозерну (*soft wheat*).

М'яка пшениця є більш поширеною і використовується здебільшого для виготовлення хліба, печива, кондитерських виробів та інших продуктів харчування. Вона має нижчий вміст білка та клейковини, що робить її придатною для продуктів, які потребують меншої міцності структури тіста. Тверда пшениця, навпаки, характеризується високим вмістом білка і клейковини, що надає їй еластичності та міцності. Вона використовується переважно для виготовлення макаронних виробів, кускусу та деяких видів хліба.

Вибір між м'якою і твердою пшеницею залежить від цільового використання та попиту на ринку. Тверда пшениця є стратегічною культурою в регіонах, де виробництво макаронних виробів є ключовою частиною харчової промисловості, наприклад, в Італії. М'яка пшениця, завдяки своїй універсальності, є більш популярною у країнах із хлібопекарськими традиціями, таких як Україна [1,4].

Обидва типи мають свої переваги і використовуються залежно від потреб ринку.

Також сорти пшениці діляться на інтенсивні та універсальні залежно від їх потреб у догляді та потенціалу врожайності. Інтенсивні сорти, такі як Богдана, демонструють високу продуктивність за умов інтенсивного догляду, включаючи застосування добрив, зрошення та захисту рослин. Вони добре підходять для регіонів із стабільними кліматичними умовами та високим рівнем механізації.

Універсальні сорти, наприклад Миронівська 61, мають середній рівень вимог до догляду, але забезпечують стабільні врожаї навіть у складних

умовах. Їх популярність зумовлена можливістю вирощування у різних регіонах України без значного зниження якості зерна.

В Україні селекцією пшениці займаються такі провідні наукові установи, як Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, Миронівський інститут пшениці, а також Національний центр генетичних ресурсів рослин. Ці організації зосереджені на створенні сортів з високою врожайністю, стійкістю до хвороб і шкідників, а також адаптованих до місцевих умов вирощування.

Інститут рослинництва імені В. Я. Юр'єва є провідною науковою установою в Україні, що має багату історію створення високоврожайних сортів озимої та ярої пшениці. Під керівництвом Василя Яковича Юр'єва були розроблені інноваційні методи селекції, зокрема відбір чистих ліній із локальних популяцій пшениці, що значно перевершували масовий відбір за ефективністю. Завдяки цьому було створено численні сорти, які вирізнялися стійкістю до хвороб, шкідників та адаптивністю до різних агрокліматичних умов. Сучасні сорти, такі як Смужка, Подолянка та Гайок, демонструють стабільну врожайність навіть у несприятливих умовах вирощування. Вони також характеризуються високими показниками якості зерна, що робить їх придатними для широкого спектра використання, включаючи хлібопекарську галузь [14–16].

Селекційно-генетичний інститут (Одеса) є одним із провідних наукових центрів, що займається селекцією озимої пшениці в Україні. Інститут активно працює над створенням сортів, адаптованих до різних агрокліматичних умов південних регіонів, забезпечуючи високу врожайність та стійкість до посухи. Протягом більше ніж 80 років було розроблено сім поколінь сортів пшениці, що призвело до значного збільшення потенціалу врожайності з 2,73 до 6,74 тонн з гектара. Інститут впроваджує сучасні методи селекції, такі як використання генів чутливості до фотоперіоду (Ppd) і вимог до яровизації (Vrn), а також застосування молекулярних маркерів та культури пилку в селекційних програмах [17,18].

Сучасні селекційні програми інституту спрямовані на створення сортів із високою якістю зерна, стійкістю до грибкових захворювань і адаптацією до змін клімату. Наприклад, сорти, розроблені інститутом, часто мають генетичні ознаки, що забезпечують підвищену стійкість до багатопатогенних захворювань завдяки присутності гену Lr34/Yr18/Pm38, який є поширеним серед сортів української селекції. Використання таких інновацій дозволяє розробляти нові сорти з покращеними характеристиками для вирощування в південних регіонах України [18,19].

Інститут фізіології рослин та генетики НАН України є провідною установою, яка займається дослідженнями у сфері генетики та фізіології рослин, зокрема селекцією високоврожайних сортів пшениці. Інститут спеціалізується на розробці сортів, які мають підвищену стійкість до посухи, хвороб і шкідників, що особливо важливо для умов змінного клімату. Використовуючи сучасні методи, такі як аналіз алельних частот генів, відповідальних за якість білка та клейковини, науковці розробили сорти пшениці з поліпшеними агрономічними характеристиками. Наприклад, у дослідженнях було виявлено високу частоту алелів Glu-B1a1, які позитивно впливають на якість борошна [20].

Одним із ключових напрямків роботи Інституту є впровадження генетичних модифікацій для підвищення продуктивності та адаптивності пшениці. Наприклад, дослідження показали, що понад 50% нових сортів мають генетичні транслокації 1AL.1RS, які сприяють підвищенню посухостійкості та продуктивності в умовах степу. Ці сорти, такі як «Золотова» та «Миролубива», продемонстрували 10-15% збільшення врожайності порівняно з традиційними сортами. Ці результати є важливими для розвитку аграрного сектору України та забезпечення продовольчої безпеки [21].

В Україні сьогодні вирощується велика кількість сортів пшениці, адаптованих до різних агрокліматичних умов. Найбільш популярними є сорти Миронівська 61, Богдана, Подолянка, Смуглянка, Переяславка, Ювілейна,

МПП Лада, Аурора Миронівська, а також нові сорти, такі як Донор Київський. Ці сорти вирізняються високою врожайністю, стійкістю до хвороб і шкідників, а також адаптацією до різних кліматичних умов. Наприклад, сорт Подолянка чудово підходить для умов Лісостепу, тоді як Смуглянка краще пристосована до степових регіонів. Нові сорти, такі як Богдана, вирізняються підвищеною стійкістю до фузаріозу і високою вмістом білка. Вакула, у свою чергу, є одним із найурожайніших сортів для умов степу. Ці сорти були створені з урахуванням змін клімату і потреб сучасного сільського господарства. Завдяки вдалій селекції, українська пшениця здатна конкурувати з найкращими світовими сортами за якістю зерна та обсягами врожаю.

Сорт Богдана є одним із найпопулярніших в Україні завдяки своїй високій врожайності та стійкості до посухи. Цей сорт характеризується добре розвиненою кореневою системою, що дозволяє йому ефективно використовувати вологу з ґрунту. В умовах посушливих степів він демонструє врожайність до 5-6 тонн на гектар при оптимальних умовах зрошення. Зерно сорту Богдана має високий вміст білка, що робить його цінним для хлібопекарської промисловості. Окрім того, сорт вирізняється стійкістю до хвороб, таких як септоріоз і фузаріоз, що значно зменшує потребу у використанні хімічних засобів захисту [22].

Сорт Богдана є одним із найперспективніших у посушливих регіонах України завдяки своїй стійкості до дефіциту вологи та високої врожайності. Він характеризується глибокою кореневою системою, що дозволяє йому ефективно використовувати підґрунтову вологу. Зерно сорту Богдана має високий вміст білка (до 14%), що робить його цінним для хлібопекарської промисловості. Крім того, цей сорт стійкий до основних хвороб, таких як септоріоз і фузаріоз, що значно знижує потребу у використанні фунгіцидів [23].

Сорт Смуглянка, адаптований до степових регіонів, відзначається високою стійкістю до посухи та гарною врожайністю навіть у несприятливих умовах. Він має середній вміст білка, що робить його підходящим як для

хлібопекарського використання, так і для кормової промисловості. Стійкість до шкідників і хвороб робить цей сорт одним із найбільш економічно вигідних для фермерів у південних областях України [11].

Сорт Донор Київський є новим досягненням української селекції. Він відзначається високою адаптивністю до різних умов вирощування, а також високою якістю зерна. Сорт демонструє стійкість до основних шкідників та грибкових хвороб. Його врожайність у сприятливих умовах може досягати 7 тонн на гектар. Зерно сорту характеризується підвищеним вмістом клейковини, що робить його популярним серед виробників хліба [23,24].

Сорт Куяльник вирізняється своєю стійкістю до засолення ґрунтів і дефіциту вологи, що робить його ідеальним для вирощування у південних областях України. Завдяки короткому періоду вегетації, цей сорт дозволяє отримати врожай навіть у несприятливі сезони. Він також демонструє високу стійкість до ураження іржею та септоріозом, що значно знижує потребу у хімічному захисті [25].

Ще один перспективний сорт – Дюна. Цей сорт характеризується стабільною врожайністю та високим вмістом білка. Він підходить як для хлібопекарської промисловості, так і для виробництва макаронних виробів. Його вирощування рекомендоване для Лісостепу та Полісся, де він демонструє найкращі результати за якістю зерна та врожайністю [22].

Ліра Одеська вирізняється високою зимостійкістю та адаптивністю до різних кліматичних умов. У степових регіонах вона забезпечує врожайність до 7 тонн на гектар. Сорт є популярним серед фермерів завдяки своїй стабільності та стійкості до іржі [19].

Перлина Поділля є універсальним сортом, який демонструє гарну врожайність як у Поліссі, так і в степових регіонах. Її зерно відзначається високим вмістом клейковини та придатне для виготовлення макаронних виробів [26].

Сорт Смуглянка вирізняється високою пластичністю та стійкістю до змін клімату, а його зерно використовується переважно для хлібопекарської

промисловості. Сорт Подолянка забезпечує стабільну врожайність у різних регіонах і має високі показники клейковини, що робить його придатним для виробництва високоякісного борошна. Сорт Гайок, відомий своєю високою масою 1000 зерен і гарною схожістю, є перспективним для вирощування в умовах недостатнього зволоження [27].

Крім того, є сорти спеціального використання, які створені для задоволення специфічних вимог ринку.

Сорт Беява належить до групи м'якої м'якозерної пшениці. Вона вирізняється високою білістю борошна, яке підходить для випікання хлібобулочних виробів світлого кольору та низької вологості, таких як крекери та печиво. Борошно має низький вміст пошкодженого крохмалю та низьку водопоглинальну здатність. Беява також демонструє добру врожайність у південних регіонах України, особливо у зоні Степу [22,28].

Сорт Оксана (також м'якамякозерна) є одним із провідних сортів для вирощування в умовах недостатнього зволоження. Це робить сорт популярним серед фермерів у регіонах Центрального та Південного Степу. Оксана стійка до основних хвороб, таких як іржа та септоріоз, що значно знижує потребу в хімічних засобах захисту [26,29].

Сорт Софійка є представником воскової пшениці, яка використовується переважно у виробництві макаронних виробів. Цей сорт вирізняється високою водопоглинальною здатністю борошна та гарною структурою тіста. Софійка має високий рівень стійкості до погодних стресів і може використовуватися для змішування з іншими сортами для покращення реологічних властивостей тіста [28].

В Україні активно впроваджуються інноваційні підходи, зокрема генетичні дослідження, які дозволяють створювати сорти з підвищеною стійкістю до змін клімату [24,25,30].

Якість зерна пшениці визначається кількома ключовими факторами, серед яких основну роль відіграють сорт, умови вирощування, кліматичні умови та рівень агротехнічного догляду. Вміст білків і клейковини у зерні є

найважливішими показниками, які визначають придатність пшениці для хлібопекарської чи макаронної промисловості. Наприклад, сорти з високим вмістом клейковини забезпечують кращу якість тіста для хлібобулочних виробів, тоді як тверді сорти мають перевагу для виготовлення макаронів [3].

Крім того, якість зерна залежить від стійкості сорту до хвороб, шкідників і погодних умов. Внесення добрив, зокрема азотних, позитивно впливає на вміст білків, але надлишок може погіршити структуру клейковини. Також важливим є правильний підбір сортів для певних кліматичних зон, оскільки деякі сорти краще адаптовані до посушливих умов, тоді як інші забезпечують високі врожаї в регіонах із помірною вологістю [1].

За якістю пшениця поділяється на сильну, цінну та філер.

Сильна пшениця має найвищі якісні характеристики: вміст білка понад 14% і клейковини понад 28%. Вона використовується для випікання якісного хліба, що вимагає міцної структури тіста. Така пшениця є стратегічним продуктом для багатьох країн, які потребують зерно найвищої якості для харчової промисловості. Прикладами українських сортів є Подолянка та Миронівська 61.

Цінна пшениця також має високі характеристики, однак її вміст білка та клейковини трохи нижчий, ніж у сильної. Сорти, такі як Богдана, використовуються для змішування із сильною пшеницею з метою досягнення оптимальних характеристик для хлібопекарської продукції. Цей вид зерна є поширеним на ринках України, де кліматичні умови сприяють вирощуванню пшениці з добрими показниками якості.

Філерна пшениця має нижчий вміст білка та клейковини і використовується переважно для виготовлення комбікормів або змішування з іншими видами зерна. Попри нижчу якість, її врожайність часто є вищою, що робить її економічно вигідною для вирощування у регіонах із менш сприятливими умовами. Цей тип пшениці є важливим елементом аграрної економіки, оскільки забезпечує стабільні врожаї навіть у стресових умовах, таких як посуха.

Серед інших сортів, які заслуговують на увагу, виділяється Подолянка. Цей сорт створений для Лісостепу України та відзначається високою якістю зерна з вмістом білка понад 14%. Він має середній період вегетації, що дозволяє адаптуватися до умов з помірним рівнем опадів. Ще один перспективний сорт – Миронівська 61, який відомий своєю універсальністю та стабільністю врожайності. У степових регіонах успішно використовується сорт Смуглянка, який адаптований до посушливих умов та має середній вміст білка. Варто також зазначити сучасний сорт Ювілейна, який демонструє врожайність до 6,8 т/га за оптимальних умов [23,24].

Класифікація зерна за якістю є важливим аспектом у формуванні ціноутворення на ринку пшениці. Наприклад, сильна пшениця має найвищу вартість через її універсальність і придатність для виготовлення високоякісної продукції. Цінна пшениця займає середню позицію за ціною, тоді як філерна є найдешевшою, але використовується для специфічних потреб, таких як кормова промисловість. Така різноманітність дозволяє максимально ефективно використовувати ресурси аграрного сектору.

Напрями використання пшениці надзвичайно різноманітні. У харчовій промисловості її застосовують для виготовлення хліба, макаронів, кускусу, кондитерських виробів. У промисловості пшениця використовується для виготовлення біоетанолу, паперу, косметичних засобів. У тваринництві вона є основним компонентом комбикормів завдяки високій енергетичній цінності.

4.2 Методика проведення досліджень

В якості індивідуального завдання необхідно було дослідити показники якості 6 зразків зерна для обрання зразку, який краще підходить для виробництва борошна для кондитерських виробів.

У зерні визначали такі показники якості:

Об'ємна щільність – за ДСТУ ГОСТ 10840:2019 «Зерно. Метод визначення натури», ДСТУ EN ISO 7971-3:2022 (EN ISO 7971-3:2019, IDT; ISO 7971-3:2019, IDT) «Зернові культури. Визначення насипної щільності (маса на гектолітр). Частина 3. Стандартний метод» з використанням двох видів пурок;

Маса 1000 зерен – за ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості»;

Склоподібність – за SGS UA-0154 (based on GOST 10987-76 «Зерно. Методы определения стекловидности»);

Вологість – за ДСТУ EN ISO 712:2022 «Зернові культури та продукти із них. Визначення вмісту вологи. Еталонний метод», ГОСТ 13586.5-93 «Зерно. Метод определения влажности», за ДСТУ ГОСТ 33441:2020 (ГОСТ 33441–2015, IDT; ISO 12099:2010, NEQ) «Олії. Визначення показників якості та безпеки методом спектроскопії в ближній інфрачервоній зоні» на інфрачервоному аналізаторі Infratek 1241;

Вміст білка – за ДСТУ EN ISO 20483:2022 (EN ISO 20483:2013, IDT; ISO 20483:2013, IDT) «Зернові та бобові культури. Визначення вмісту азоту та розрахунок вмісту сирого протеїну. Метод К'ельдаля», ДСТУ ГОСТ 33441:2020 (ГОСТ 33441–2015, IDT; ISO 12099:2010, NEQ) «Олії. Визначення показників якості та безпеки методом спектроскопії в ближній інфрачервоній зоні» на інфрачервоному аналізаторі Infratek 1241;

Зольність – за ДСТУ EN ISO 2171:2022 (EN ISO 2171:2010, IDT; ISO 2171:2007, IDT) «Зернові, бобові та продукти їх переробки. Визначення вмісту золи прожарюванням»;

Число падіння (ЧП) – за ДСТУ ISO 3093:2019 «Пшениця, жито та борошно з них, пшениця тверда й манні крупи з твердої пшениці. Визначення числа падіння методом Хагберга-Пертена (Hagberg-Perten)» на приладі Perten FN 1000;

Вміст клейковини – за ГОСТ 13586.1-68 «Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице», ДСТУ EN ISO 21415-1:2022 (EN ISO 21415-1:2007, IDT; ISO 21415-1:2006, IDT) «Пшениця та пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 1. Визначення вологої клейковини ручним методом», ДСТУ EN ISO 21415-2:2022 (EN ISO 21415-2:2015, IDT; ISO 21415-2:2015, IDT) «Пшениця та пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 2. Визначення вологої клейковини та індексу клейковини механічними засобами», ДСТУ ГОСТ 33441:2020 (ГОСТ 33441–2015, IDT; ISO 12099:2010, NEQ) «Олії. Визначення показників якості та безпеки методом спектроскопії в ближній інфрачервоній зоні» на інфрачервоному аналізаторі Infratek 1241;

Індекс деформації клейковини (ІДК) – за ГОСТ 27839-88 «Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины»;

Глютен індекс (ГІ) – за ДСТУ EN ISO 21415-2:2022 (EN ISO 21415-2:2015, IDT; ISO 21415-2:2015, IDT) «Пшениця та пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 2. Визначення вологої клейковини та індексу клейковини механічними засобами»;

Показники альвеографу – за ДСТУ EN ISO 27971:2022 «Зернові культури та зернові продукти. М'яка пшениця (*Triticum aestivum* L.). Визначення альвеографічних властивостей тіста за постійної гідратації з промислового або тестового борошна та методологія випробувального помелу» на приладі Chopin Alveolab.

Чинність методів визначення наведена у [31].

4.3 Результати досліджень

Вивчення технологічних властивостей зерна є ключовим етапом у забезпеченні ефективної переробки зерна на борошно. Технологічні властивості визначають, наскільки якісно зерно може бути перероблене, як підібрати

режими переробки та яку якість борошна очікувати. Це важливо як для економічної ефективності виробництва, так і для задоволення вимог споживачів до якості борошна.

Далі у табл. 4.1-4.4 наведено показники якості зерна.

Таблиця 4.1 – Фізичні показники якості зерна

Показник	Об'ємна щільність 1, г/л	Об'ємна щільність 2, кг/гл	Об'ємна щільність 3, кг/гл	Маса 1000 зерен, г	Маса 1000 зерен, г (с.р.)	Склоподібність, %
Стандарт	ДСТУ ГОСТ 10840:2019	ISO 7971-3:2019	ISO 7971-3:2019 (Nilema litre)	ДСТУ 4138-2002	ДСТУ 4138-2002	SGS UA-0154 (based on GOST 10987-76)
Зразок 1	778	78,9	76,7	33,7	30,4	52
Зразок 2	792	80,4	78,3	39,1	35,2	50
Зразок 3	774	78,4	76,2	33,5	30,2	50
Зразок 4	780	79,7	77,1	31,8	28,6	50
Зразок 5	805	81,6	79,5	37,7	34,0	40
Зразок 6	804	81,8	79,8	38,4	34,5	40

Об'ємна щільність є важливим показником якості зерна, який характеризує масу зерна, що припадає на одиницю об'єму. Цей параметр відображає ступінь заповнення простору зерновими матеріалами, а також визначає щільність розташування зерен у певному об'ємі. Чим вища об'ємна щільність, тим більше зерна можна розмістити у стандартному об'ємі, що сприяє підвищенню економічної ефективності зберігання, транспортування та переробки зерна. Більша об'ємна щільність також зазвичай свідчить про краще фізіологічне наповнення зерен і вищу якість.

З точки зору виробництва борошна, зерно з більшою об'ємною щільністю вважається більш вигідним, оскільки з нього можна отримати більше виходу борошна, завдяки щільнішій структурі зерен. Отже, чим більший цей показник, тим краще. У представлених даних найвищу об'ємну щільність мають зразки 5 (805 г/л) та 6 (804 г/л), які можна вважати найкращими у цьому аспекті.

Всі представлені зразки відповідають нормі для зерна 1 класу, оскільки значення об'ємної щільності у них перевищують 775 г/л (встановлений мінімум для 1 класу).

При порівнянні різних методів визначення об'ємної щільності: міжнародного методу ISO 7971-3:2019 на двох типах пурок із вітчизняним ДСТУ ГОСТ 10840:2019 встановлено, що із застосуванням пурки з падаючим вантажем за міжнародним методом всі значення вище на 1,0-1,7 кг/гл, а при застосуванні пурки типу Nilema litre – нижче на 0,6-1,2 кг/гл у порівнянні із вітчизняним методом.

Маса 1000 зерен є важливим показником якості зерна, який характеризує середню вагу 1000 насінин. Цей параметр використовується для оцінки розміру, щільності та загальної якості зерна. Чим вища маса 1000 зерен, тим краще сформоване і щільніше зерно, що сприяє вищому виходу продукції при переробці. За класифікацією, маса 1000 зерен понад 40 г вважається високою, від 30 до 40 г – середньою, а менше 30 г – низькою.

Серед представлених зразків найвищу масу 1000 зерен мають зразки 2 (39,1 г), 5 (37,7 г) та 6 (38,4 г). Хоча ці показники перебувають у межах середнього рівня, вони максимально наближені до високого значення, що вказує на їх перевагу порівняно з іншими зразками. Зразки 1 (33,7 г), 3 (33,5 г) та 4 (31,8 г) демонструють середній рівень, але їх показники є нижчими, що вказує на менш щільне та добре сформоване зерно.

Отже, зразки 2, 5 і 6 можна вважати більш якісними за цим показником, оскільки вони демонструють масу 1000 зерен, яка наближається до високого рівня. Це свідчить про їхню кращу придатність до переробки.

Склоподібність зерна є важливим фізико-хімічним показником, який відображає структуру ендосперму зерна. Висока склоподібність (понад 60%) свідчить про щільну структуру зерна, що важливо для виробництва круп і макаронних виробів. Середня склоподібність (40–60%) є оптимальною для більшості видів борошна, оскільки забезпечує гарний баланс між виходом продукції та якістю. Низька склоподібність (менше 40%) вказує на

борошністу структуру зерна, яка може негативно впливати на процес помелу та якість борошна.

Серед представлених зразків жоден не демонструє високого рівня склоподібності. Зразки 1, 2, 3 та 4 мають середню склоподібність (50–52%), що вказує на їх придатність для виробництва борошна із задовільними технологічними властивостями. Зразки 5 і 6 мають низьку склоподібність (40%), що може ускладнювати процес помелу, знижуючи вихід і якість борошна.

З технологічної точки зору, зерно з низькою склоподібністю (зразки 5 і 6) потребуватиме більш інтенсивного режиму зволоження перед помелом, щоб підвищити пластичність оболонок і запобігти їх розтріскуванню. Для зразків із середньою склоподібністю (1–4) стандартні режими зволоження будуть достатніми для забезпечення якісного помелу та оптимального виходу борошна.

Таблиця 4.2 – Деякі хімічні показники якості зерна

Показник	Вологість 1, %	Вологість 2, %	Вологість 3, %	Вміст білка 1 (Nx5,7), % (с.р.)	Вміст білка 2, % (с.р.)	Зольність, % (с.р.)	Число падіння, с
Стандарт	ISO 712:2009	ГОСТ 13586.5-93	ISO 12099:2010 (Infratek 1241)	ISO 20483:2013 GAFTA 130 4:2	ISO 12099:2010 (Infratek 1241)	GAFTA 130 11.2 (ISO 2171:2023)	ISO 3093:2009
Зразок 1	10,3	9,9	10,4	12,8	12,7	1,82	446
Зразок 2	10,6	10,0	10,5	12,0	12,1	1,67	443
Зразок 3	10,3	9,9	10,4	14,3	14,3	1,87	480
Зразок 4	10,4	10,1	10,5	12,9	13,0	1,80	445
Зразок 5	10,4	9,8	10,4	11,1	11,2	1,54	418
Зразок 6	10,5	10,1	10,6	11,5	11,7	1,60	422

Зерно за рівнем вологості класифікується на кілька категорій, що визначають його придатність для зберігання, транспортування та переробки. Вологе зерно, з рівнем вологості понад 14 %, потребує негайного сушіння,

оскільки висока вологість сприяє розвитку мікроорганізмів, плісняви та самозігрівання. Таке зерно не придатне для тривалого зберігання через високий ризик втрати якості.

Середньо вологе зерно має рівень вологості у межах 10–14 %. Воно є оптимальним для тривалого зберігання, оскільки зберігає стабільність без ризику псування. Це зерно також добре підходить для переробки без необхідності значних технологічних втручань.

Сухе зерно, з вологістю менше 10 %, має низький ризик пошкодження під час зберігання. Однак надмірна сухість може призводити до ламкості зерна, що ускладнює його переробку і може негативно впливати на якість кінцевого продукту.

Пересушене зерно, з рівнем вологості менше 8 %, стає надто крихким і важким для переробки. Воно може втрачати технологічну цінність і харчові властивості, що знижує його придатність для виготовлення якісної продукції.

Вологість зерна є одним із ключових параметрів, що впливає на його зберігання, транспортування та переробку. На основі даних за ГОСТ 13586.5-93, вологість у зразках варіюється від 9,8% до 10,1%. Ці показники дозволяють класифікувати зерно як середньо вологе, що є оптимальним для зберігання і подальшої переробки.

Зразки 1, 3 і 5 мають вологість 9,9–9,8%, що наближається до нижньої межі середньо вологого зерна і вказує на їхню придатність для тривалого зберігання. Проте зерно з такою вологістю може потребувати додаткового зволоження перед помелом, щоб забезпечити кращу пластичність оболонок і оптимізувати технологічний процес.

Зразки 2, 4 і 6 мають вологість 10,0–10,1%, що також належить до середньо вологого зерна. Такий рівень вологості є найбільш стабільним і забезпечує мінімальний ризик псування зерна під час зберігання. Для цих зразків стандартні режими зволоження будуть достатніми для забезпечення якісного помелу.

Усі представлені зразки відповідають вимогам щодо вологості, не перевищують допустимого рівня для зберігання і є придатними для подальшої переробки. Водночас зразки з вологістю близькою до 10% можуть потребувати легкого зволоження для підвищення ефективності помелу.

Низька вологість досліджених зразків зерна пов'язана з кліматичними умовами регіону вирощування. Одеська область, де вирощувалися представлені зразки у 2024 році, характеризується посушливим кліматом, особливо в літній період. Це вплинуло на рівень вологості зерна, яке природно дозріває за умов недостатньої кількості опадів і високих температур. У таких умовах зерно має тенденцію до зниження рівня вологості вже під час збору врожаю.

Якщо порівняти вологість зерна, визначену за різними методами, то за методом ISO 712:2009 значення вологості більше на 0,3-0,5 % у порівнянні із вітчизняним внаслідок більшої тривалості сушіння (120 хв проти 40 хв), що необхідно враховувати при експортних операціях. Також на 0,4-0,6 % вологість більше за інфрачервоним аналізатором, який налаштований саме на міжнародний метод.

Вміст білка в зерні є одним із ключових показників, що визначає його клас і придатність для переробки на продукцію з різними технологічними вимогами. Для пшениці існує класифікація за класами залежно від рівня білка:

- Понад 14% – пшениця першого класу, яка має найвищу якість і використовується для виробництва хліба преміального сегмента, а також макаронних виробів високої якості;

- 12,5–14,0% – пшениця другого класу, яка також підходить для звичайного хлібопечення;

- 11,5–12,5% – пшениця третього класу, що придатна для звичайного хлібопечення, виготовлення більшості видів хлібобулочних та кондитерських виробів.

Аналізуючи представлені дані про вміст білка, найвищий рівень демонструє зразок 3, де білок становить 14,3%. Це дозволяє класифікувати цей зразок як пшеницю першого класу, придатну для виготовлення продукції з високими вимогами до якості.

Зразки 1 і 4 мають вміст білка у межах 12,7–13,0%, що відповідає другому класу. Це зерно може бути використане для випікання якісного хліба і загалом відповідає вимогам хлібопекарської галузі.

Зразок 2 має вміст білка 12,0%, що наближається до верхньої межі третього класу.

Зразки 5 і 6, із вмістом білка 11,1–11,7%, також належать до третього класу. Вони менш придатні для виробництва хліба високої якості, але підходять для виготовлення звичайних хлібобулочних та кондитерських виробів.

Зольність зерна є важливим показником, який визначає вміст мінеральних речовин і впливає на якість борошна. Висока зольність (понад 1,75%) зазвичай свідчить про підвищену кількість оболонкових частинок або засміченість поверхні, що може негативно впливати на якість і чистоту кінцевого продукту. Низька зольність (менше 1,75%) вказує на більшу чистоту зерна і є бажаною для виготовлення борошна стандартної якості.

Зразки з високою зольністю, такі як 1, 3 і 4 (1,82%, 1,87% і 1,80% відповідно), можуть свідчити про більш насичений мінералами ґрунт або специфічні кліматичні та агротехнічні умови, які сприяли накопиченню мінеральних речовин у зерні.

Зразки з низькою зольністю, такі як 2, 5 і 6 (1,67%, 1,54% і 1,60% відповідно), свідчать про зерно, вирощене за умов із меншим вмістом мінеральних речовин у ґрунті або за вищої врожайності. Таке зерно є більш придатним для виготовлення борошна преміальної якості, оскільки низька зольність забезпечує світліший колір і чистоту продукту.

Таблиця 4.3 – Показники кількості та якості клейковини

Показник	Вміст сирої клейковини 1, %	Вміст сирої клейковини 2, %	Вміст сирої клейковини 3, %	Вміст сирої клейковини 4, %	Індекс де-формації клейковини, од.	Глютен індекс, %
Стандарт	SGS UA-0155 (based on GOST 13586.1-68)	ISO 21415-1:2006	ISO 21415-2:2015	ISO 12099:2010 (Infratek 1241)	SGS UA-0155 (based on GOST13586.1-68)	ISO 21415-2:2015
Зразок 1	23,6	27,2	20,4	23,5	60	99
Зразок 2	21,9	24,3	14,5	22,5	48	100
Зразок 3	27,5	31,1	27,1	28,5	66	99
Зразок 4	23,4	27,9	24,5	24,9	61	99
Зразок 5	21,3	23,9	18,1	19,2	65	98
Зразок 6	23,1	24,9	19,3	20,9	69	98

Клейковина є основою білкової структури пшеничного зерна і відіграє важливу роль у хлібопекарських властивостях тіста. Вона надає тісту еластичність, міцність і здатність утримувати гази під час бродіння. Вміст сирої клейковини визначає, наскільки зерно придатне для виготовлення хліба та інших хлібобулочних виробів. Високий рівень клейковини вказує на краще утворення клейковинного каркаса тіста, що забезпечує високий об'єм та гарну текстуру готових виробів.

Класифікація зерна за вмістом сирої клейковини визначає його якість. Перший клас включає зерно з вмістом клейковини 28% і більше, яке забезпечує найкращі хлібопекарські властивості. Другий клас має рівень клейковини 23–28% і також підходить для випікання хліба високої якості, хоча з дещо нижчими показниками. Третій клас характеризується вмістом клейковини 18–23%, що робить його придатним для стандартного хлібопечення, але з обмеженими технологічними можливостями.

За даними ГОСТ 13586.1-68, до другого класу належать зразки 1, 3, 4 і 6, які мають вміст клейковини в межах 23,1–27,5%. Ці зразки демонструють хорошу якість і можуть бути використані для більшості хлібобулочних

виробів. Зразки 2 і 5 із вмістом клейковини 21,9% і 21,3% відповідно належать до третього класу. Вони мають обмежений потенціал для виготовлення хліба високої якості, але підходять для кондитерського використання. Жоден із зразків не досягнув рівня першого класу за вмістом сирої клейковини.

Якщо порівняти різні методи відмивання клейковини, то за ручним відмиванням за ISO 21415-1:2006 вміст сирої клейковини на 1,8-3,6 % вище, мабуть це пов'язано із недостатнім часом відмивання (8 хв.) та використанням сольового розчину. При відмиванні механічним способом ISO 21415-2:2006, навпаки, вміст клейковини був нижче на 3,2-3,8 % для зразків 1, 5, 6. Для зразку 2 – нижче на 7,4%, зразку 3 – нижче всього на 0,4 %, а для зразку 4 – вище а 1,1%. Це говорить про істотно різні умови відмивання клейковини ручним і механічним способом.

Індекс деформації клейковини є критично важливим параметром, який не лише визначає міцність клейковини, а й вказує на її здатність до розтягування. Значення індексу нижче 60 для зерна із середнім рівнем клейковини (23–28%) може свідчити про надмірну міцність білкової структури, що призводить до недостатньої розтяжності тіста. Це негативно впливає на формування хлібного каркаса, ускладнюючи утримання газів і знижуючи об'єм готового виробу.

Серед представлених зразків індекс деформації менше 60 має лише зразок 2 (48 одиниць), що вказує на дуже міцну, але недостатньо розтяжну клейковину. Така характеристика може бути небажаною як для хлібопекарського, так й кондитерського виробництва. Це може призвести до утворення тіста, яке буде важко формувати і яке може дати низький об'єм хліба.

Інші зразки мають індекси в межах 60–69, що робить їх більш придатними для виготовлення більшості видів хлібобулочних виробів. Зразки 5 і 6 з індексами 65 і 69 мають клейковину з дещо кращою розтяжністю.

Глютен-індекс є важливим показником якості клейковини, який відображає її функціональні властивості, такі як здатність до гідrataції, еластичність і розтяжність. Значення глютен-індексу в межах 98–100% свідчить

про те, що клейковина має високий рівень структурної цілісності та стабільності, що є позитивним для хлібопекарських процесів. Такий рівень дозволяє тісту утримувати гази під час бродіння, забезпечуючи об'єм і текстуру готового виробу.

Таблиця 4.4 – Показники альвеографу

Показник	Максимальний тиск P, мм	Розтяжність L, мм	Коефіцієнт конфігурації P/L	Індекс набухання G	Енергія деформації W, Дж 10 ⁻⁴	Енергія деформації W ₂ , Дж 10 ⁻⁴
Стандарт	ISO 27971:2015	ISO 27971:2015	ISO 27971:2015	ISO 27971:2015	ISO 27971:2015	ISO 12099:2010 (Infratek 1241)
Зразок 1	161	53	3,04	16,2	353	225
Зразок 2	113	51	2,22	15,9	222	218
Зразок 3	121	60	2,02	17,2	293	254
Зразок 4	105	66	1,59	18,0	272	231
Зразок 5	102	28	3,64	11,7	132	199
Зразок 6	89	35	2,54	13,1	139	209

Альвеографічний тест є важливим методом оцінки фізичних властивостей тіста, зокрема його еластичності, розтяжності, міцності та здатності до деформації. Цей тест моделює процеси, які відбуваються з тістом під час бродіння та випікання, що дозволяє оцінити його придатність для різних видів хлібобулочних і кондитерських виробів. Показники альвеограми, такі як максимальний тиск, розтяжність, енергія деформації та інші, дають змогу класифікувати борошно за його технологічними властивостями.

За результатами тесту для представлених зразків спостерігається дуже високий максимальний тиск (P) у межах 89–161 мм, що вказує на міцність тіста, але разом із цим його низька розтяжність (L) у межах 28–66 мм свідчить про обмежену пластичність тіста. Такий дисбаланс може ускладнити формування тіста, особливо для продуктів, які потребують високої еластичності.

Енергія деформації (W) вказує на загальну силу тіста і дозволяє класифікувати зерно за його якістю. Зразки 1 (353 Дж 10⁻⁴) і 3 (293 Дж 10⁻⁴) належать до групи сильного борошна, яка придатна для виготовлення хліба

високої якості. Зразок 2 ($222 \text{ Дж } 10^{-4}$) і зразок 4 ($272 \text{ Дж } 10^{-4}$) демонструють середню енергію деформації, що вказує на універсальну придатність цих зразків для більшості хлібобулочних виробів. Зразок 5 ($132 \text{ Дж } 10^{-4}$) і зразок 6 ($139 \text{ Дж } 10^{-4}$) належать до слабкого борошна, що обмежує їх використання у виробництві виробів із високими вимогами до структури тіста, але робить кращим для кондитерських виробів.

Таким чином, зразки 5 та 6 кращі для кондитерського використання, так як вони мають найнижчий вміст білка (11,1–11,7%) та сирі клейковини (21,3% і 23,1%), що відповідає третьому класу. Їхня слабка енергія деформації ($W = 132\text{--}139 \text{ Дж } 10^{-4}$) вказує на меншу силу борошна, яка є оптимальною для кондитерських виробів, де потрібна пластичність тіста, а не його еластичність.

Окрім того, їхній індекс деформації клейковини (65 і 69 од.) найбільший серед досліджених зразків, яка відповідає вимогам для тіста, що використовується у кондитерській галузі. Висока якість клейковини підтверджується стабільним глютен-індексом (98%), а низька зольність (1,54–1,60%) забезпечує світліший колір борошна, що також є важливим для кондитерських виробів.

РОЗДІЛ 5 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Характеристика сировини та готової продукції

Зерно твердої та м'якої пшениці всіх класів повинно бути в здоровому стані, без ознак запареності або теплового ушкодження; мати притаманний здоровому зерну запах (без затхлого, солодового, пліснявого, гнильного, полинового, сажкового чи запаху нафтопродуктів тощо); мати природний для зерна колір; зараження шкідниками зерна є неприпустимим. Пшениця, яка через несприятливі умови дозрівання, збирання чи зберігання втратила природний колір, класифікується як «знебарвлена», а ступінь її знебарвленості зазначається. Для зерна м'якої пшениці 1—3 класів допускаються перший і другий ступені знебарвленості, а для 4-го класу можливий будь-який ступінь знебарвлення.

Залежно від показників якості зерно м'якої пшениці розподіляється на чотири класи згідно з вимогами, вказаними в табл. 5.1. Пшеницю м'яких сортів 1—3 класів використовують для продовольчих цілей (головним чином у борошномельній та хлібопекарській галузях) і для експорту. Зерно 4-го класу застосовують як для продовольчих, так і для непродовольчих цілей, а також для експорту. На вимогу замовника в зерні м'якої та твердої пшениці можуть бути визначені додаткові показники якості, які не є класоутворювальними, наприклад, кількість зерен, пошкоджених клопом-черепашкою, сила борошна за альвеографом, індекс седиментації тощо, відповідно до чинних методик.

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.624-03.IV.32.2		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Саленко В.В.			Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Кустов І.О.				47	
Консультант					Розділ 5		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.			<i>ОНТУ</i>		

Вологість зерна та вміст домішок у партії пшениці допускаються вище за граничні норми лише за домовленістю сторін і за умови технологічної можливості доведення такого зерна до необхідних показників якості.

Таблиця 5.1 – Показники якості зерна м'якої пшениці по класах згідно з ДСТУ 3768-2019 «ПШЕНИЦЯ. Технічні умови» [32]

Показники	На продовольчі потреби та для експортування			На продовольчі і непродовольчі потреби та для експортування
	1 класу	2 класу	3 класу	4 класу
Натура, г/л, не менше	775	750	730	не обмежено
Склоподібність, %, не менше	50	40	не обмежено	не обмежено
Вологість, %, не більше	14,0	14,0	14,0	14,0
Зернова домішка, %, не більше	5,0	8,0	8,0	15,0
Смітцева домішка, %, не більше	1,0	2,0	2,0	3,0
Масова частка білка на с.р., %, не менше	14,0	12,5	11,0	не обмежено
Масова частка сирової клейковини, %, не менше	28,0	23,0	18,0	не обмежено
ІДК, од, не менше	45-100	45-100	45-100	не обмежено
Число падіння, с, не менше	220	220	180	не обмежено
<i>РЕКОМЕНДОВАНО:</i>				
Пошкодження клопом-черепашкою, %, не більше	1	2	2	не обмежено
Сила борошна W, од. ал., не менше	220	160	130	не обмежено

Якщо хоча б один із показників якості зерна м'якої пшениці не відповідає граничній нормі, таке зерно переводять у відповідний клас за якістю. Якщо показники кількості та якості клейковини не відповідають мінімальним вимогам для 1—3 класів, пшеницю переводять до 4-го класу за умови дотримання інших вимог до якості.

При визначенні зернової домішки до неї зараховують:

- зерна пшениці, які є невиповненими, пророслими або пошкодженими теплом;
- зерна із забарвленим зародком: у м'якій пшениці 1—3 класів — понад 8 %, а в м'якій пшениці 4-го класу — понад 30 %;
- зерна пшениці, пошкоджені комахами або биті, незалежно від характеру їх пошкоджень;
- зерна інших злакових культур, які, відповідно до стандартів цих культур, не відносять за характером їх пошкоджень до сміттевої домішки;
- у м'якій пшениці 4-го класу — зерна та насіння зернових і зернобобових культур, за винятком насіння сої, які за характером їх пошкоджень, відповідно до стандартів, відносять до зернової домішки.

При визначенні сміттевої домішки до неї зараховують:

- дрібний прохід крізь сито з отворами розміром 1,0 мм × 20,0 мм, який належить до мінеральної домішки, включаючи шкідливу домішку;
- у залишку на ситі з отворами розміром 1,0 мм × 20,0 мм:
 - мінеральну, органічну та шкідливу домішки, а також пошкоджені зерна пшениці, жита, тритикале та ячменю;
 - частини зерен пшениці, жита, тритикале, ячменю, у яких ендосперм повністю виїдений.

У межах даної кваліфікаційної роботи передбачено виробництво сортового пшеничного борошна (вищого та першого сортів). Сортове борошно — це частинки подрібненого зерна пшениці, отримані в результаті вибіркового подрібнення зерна, які переважно складаються з частинок ендосперму

з невеликою кількістю подрібнених оболонки, зародка та алейронового шару.

За органолептичними та фізико-хімічними показниками сортове пшеничне борошно повинно відповідати вимогам, наведеним у табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Показники якості борошна згідно з ГСТУ 46.004-99 «БОРОШНО ПШЕНИЧНЕ. Технічні умови» [33]

Найменування показників	Вищий сорт	Перший сорт
Колір	білий або білий з жовтим відтінком	
Запах	властивий пшеничному борошну, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий	
Смак	властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не гіркий	
Вологість, %, не більше	15,0	15,0
Зольність, %, не більше	0,55	0,75
Білість, од.	54,0 і більше	36,0-53,0
Крупність помелу, - залишок на ситі, %, не більше - прохід крізь сито, %, не менше	49/52 – 5 —	33/36 – 2 49/52 – 80
Сира клейковина, %, не менше	24,0	25,0
Число падіння, с, не менше	160	160
ММД, мг на 1кг, не більше	3,0	
Зараженість шкідниками хлібних запасів	не допускається	

Максимально допустимий рівень умісту в крупах токсичних елементів, мікотоксинів, радіонуклідів і пестицидів наведено у табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Максимально допустимий рівень умісту шкідливих речовин у борошні згідно з ГСТУ 46.004-99 «БОРОШНО ПШЕНИЧНЕ. Технічні умови» [33]

Показники	Максимально допустимий рівень
Токсичні елементи, мг/кг	
- свинець	0,5
- кадмій	0,1
- арсен	0,2
- ртуть	0,02
- мідь	10,0
- цинк	50,0
Мікотоксини, мг/кг	
- афлатоксин В1	0,005
- зеараленон	1,0
- Т-2 токсин	0,1
- вомітоксин (ДОН)	0,5
Радіонукліди, Бк/кг	
- стронцій-90	5,0
- цезій-137	20,0
Пестициди	згідно з МБТ № 5061

За органолептичними та фізико-хімічними показниками висівки пшеничні повинні відповідати вимогам, що наведено у табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Показники якості висівок пшеничних згідно з ДСТУ 3016-95 «ВИСІВКИ КОРМОВІ ПШЕНИЧНІ І ЖИТНІ. Технічні умови» [34]

Найменування показників	Висівки пшеничні
Зовнішній вигляд	сухий сипучий продукт без щільних грудок
Колір	червоно-жовтий з сіруватим відтінком
Запах	властивий висівкам, без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий
Смак	—
Вологість, %, не більше	15,0
Вміст протеїна, %, не менше	14,0
Вміст сирової клітковини, %, не більше	9,0
Кислотне число жиру, мг КОН, не більше	50,0
ММД, мг на 1кг, не більше	5,0
Зараженість шкідниками хлібних запасів	не допускається
Токсичність	не допускається

5.2 Розрахунок помельної партії

Формування помельних партій зерна - це початковий етап його підготовки до помелу на борошномельному заводі, який ефективно впливає на хлібопекарські властивості борошна і хліба, як результат складних біохімічних процесів, що протікають при випічці хліба. Ефективність змішування різних за якістю вихідних партій зерна залежить не тільки від їх кількості і співвідношення, але й від вдалого підбору, оскільки деякі вихідні партії при їх поєднанні в суміші здатні значно покращувати хлібопекарські властивості борошна, хоча при поєднанні інших партій зерна цього не спостерігається. Механізм такої взаємодії різних партій зерна пшениці ще не з'ясовано, але вважається, що змішування зерна різної якості є не стільки механічний

процес, скільки біохімічний, при якому взаємодіють різні фракції клейковини і ферментні системи. Результатом такої взаємодії різних вихідних партій зерна в суміші і є зміна хлібопекарських властивостей борошна і хліба, що одержані із суміші.

Існують такі методи розрахунку помельних партій: інтуїтивний і розрахункові.

Інтуїтивний метод має найбільше розповсюдження на борошномельних заводах і в своїй основі спирається на досвід технолога, який приймає участь в розробці рецептури суміші. Знаючи технологічні властивості різних вихідних партій зерна і враховуючи досвід переробки аналогічного за якістю зерна, технолог може наближено скласти рецептуру зернової суміші, яку в подальшому треба перевірити в лабораторних умовах.

Розрахункові методи засновані на визначенні співвідношення компонентів суміші за показниками, що підпорядковуються правилу змішування, тобто співвідношення можуть бути одержані розрахунком середньозваженої величини кожного показника (скловидність, зольність, вміст клейковини і ін.).

Серед простих розрахункових методів найбільше застосування знайшов метод обернених пропорцій. Суть методу в тому, що кількість кожного вихідного компонента в суміші підбирають обернено пропорційно різниці між значенням даного показника у вихідній партії зерна і заданим його значенням у суміші. Розрахунок проводять тільки по одному показнику якості в декілька етапів: спочатку розраховують двокомпонентну суміш, а потім приймають її за один із вихідних компонентів, розраховують трикомпонентну суміш і т.д.

В даному проекті необхідно скласти двокомпонентну помельну партію пшениці за склоподібністю. Скловидність першої вихідної партії – 45%, а другої – 62 %. Необхідна склоподібність суміші цих партій - 53%. Необхідно визначити, використовуючи метод обернених пропорцій, яке співвідношення вказаних вихідних партій повинно бути в суміші. Розрахунок наведено в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок помельної партії

Елементи розрахунку	Компоненти суміші		Помельна партія
	перший	другий	
Скловидність, %	45	62	53
Відхилення від заданої помельної партії	53-45= 8	62-53= 9	
Кількість частин кожного компонента в суміші	9	8	17
Процентний вміст компонентів в помельній партії	$\frac{9 \cdot 100}{17} = 53\%$	$\frac{8 \cdot 100}{17} = 47\%$	100%

Для перевірки правильності зробленого розрахунку за показником склоподібності необхідно процент введення кожного компонента помножити на його склоподібність, отриманні данні просумувати, потім розділити на 100%. У результаті розрахунку одержуємо середнє значення склоподібності в помельній партії, тобто 53 %.

$$\frac{53 \cdot 45 + 47 \cdot 62}{100} = 53\%$$

5.3 Опис технологічної схеми зерноочисного відділення

Технологічний процес підготовки зерна до помелу здійснюється в зерноочисному відділенні продуктивністю 300 т/добу. Продуктивність зерноочисного відділення прийнята на 50% більш продуктивності розмельного

відділення для економії енерговитрат шляхом роботи у 16-годинному графіку (нічний тариф електроенергії + дві 8-годинні зміни).

Зерно надходить на елеватор автомобільним і залізничним транспортом. На елеваторі проходить формування помольних партій зерна для борошномельного заводу.

З примлимових силосів елеватора зерно по транспортерній галереї надходить до борошномельного заводу. Зерно, яке надходить з елеватора очищається від металоманітних домішки на магнітному сепараторі У1-БМП-01 (поз.1.4.1) і далі проходить процес зважування на автоматичних вагах "ДТВ-Н100-К1" (поз.1.2.1).

Після зважування зерно, норією (1.5.2) подається в бункер підігріву зерна (поз.1.1.1). У бункері підігріву в зимовий період часу відбувається нагрів зерна до необхідної технологічної температури.

З бункера підігріву зерно, з заданою дозатором (1.6.1) продуктивністю, норією (поз. 1.5.3) подається на сепаратор "Vibroblock VB100 / 200 MB" (поз.1.7.1) на якому відбувається відділення домішок, які відрізняються від основного зерна по товщині і ширині. Далі зерно надходить у дуаспіратор (вібротарар) "SCC/A 100" (поз. 1.8.1), який відокремлює легку домішка від зернової маси.

Після вібротарара, за допомогою норії "GKE 20/20" (поз.1.5.4), зерно подається на два блоки фотосепаратора "PUBU -20" (поз.1.9.1-1.9.2), де відбувається відділення домішок, які відрізняються по довжині і за кольором.

Відходи після фотосепаратора "PUBU -20" норією "GKE 20/20" (поз. 1.5.5) направляються на контроль в фотосепаратор "PUBU -10".

Потім зерно, норією "GKE 20/20" (поз.1.5.6), через збірний шнек "GVH 250" (1.3.3) подається на оббивальну машину "PO50/165-11" (поз.1.10.1), при цьому попередньо проходячи через магнітний сепаратор "У1-БМП-01" (поз.1.4.2). У оббивальній машині відбувається очищення поверхні зерна від оболонок, бруду, відбивається борідка і частково зародок. Після обробки зерна в оббивальній машині зерно потрапляє в вібротарар

"SCC /A75" (поз.1.8.2) для відділення легких домішок, які виникли в результаті пошкодження через оббивальну машину.

Після вібротарара зерно, за допомогою самопливного транспорту, подається в шнек інтенсивного зволоження "ВІ-МІХ 30-55 / 180-15" (поз. 1.12.1), де і відбувається його зволоження, за допомогою апарату автоматичного зволоження "HYGROS - ТЕС ІІІ" (поз. 1.11.1). Приріст вологи при першому зволоженні становить 2,0 -2,5%.

Після зволоження, зерно шнеком "GVH 250" (поз.1.3.4) через норію "GKE 20/20" (по.1.5.7) подається в бункера відволоження (поз.1.1.2-1.1.7), де проходить перше відволоження. Загальний час відволоження, залежно від технологічних властивостей зерна, може становити до 16 годин. Для випуску зерна з бункерів для відлежування передбачені дозатори "GP/S" (поз.1.6.2-1.6.7).

Після зволоження зерно шнеком "GVH 250" (поз.1.3.5) подається на апарат автоматичного зволоження "SPI/MP» (поз.1.11.2).

За допомогою норії "GKE 20/20" (поз.1.5.8), зерно подається на шнек інтенсивного зволоження "ВІ-МІХ 30-55/180-15" (поз.1.12.2) для проходження другого зволоження.

Після зволоження, зерно шнеком "GVH 250" (поз.1.3.6) розподіляється по бункерах другого відволоження (поз.1.1.8-1.1.10). Пройшовши період другого відволоження, зерно через дозатори "GP/S» (поз.1.6.8 - 1.6.10), шнеком "GVH 250" (поз.1.3.7) і норією "GKE 20/20" (поз. 1.5.9), попередньо проходячи магнітний сепаратор "У1-БМП-01" (поз.1.4.3), подається в оббивальну машину "PO50/165-11" (поз.1.10.2), де проходить повторну обробку поверхні зерна.

Після оббивальної машини зерно надходить у вібротарар "SCC/A75" (поз.1.8.3) для виділення легкої домішки.

Після вібротарара "SCC/A75" зерно надходить у зволожувальний шнек "PI - БУС" (поз.1.12.3), де зерно зволожується до технологічної вологості 16.0-17.0%. Потім зерно норією "GKE 20/20" (поз.1.5.10) подається на

ваги "ДТВ-Н100-К1" (поз.1.2.2), на яких відбувається зважування зерна, яке надходить на розмел.

5.4 Вибір, розрахунок та підбір технологічного обладнання зерноочисного відділення

Продуктивність борошномельного заводу становить 300 т/добу. У проєкті передбачено використання обладнання для зерноочисного відділення вітчизняного та закордонного виробництва Gench.

Розрахункову місткість бункерів розраховують за формулою:

$$\text{Ероз.} = \frac{Q * \tau}{24 * \gamma * k}, (\text{т})$$

де, Ероз. – розрахункова місткість бункера;

Qзад. – задана продуктивність мукомельного заводу;

τ - час перебування зерна в бункерах, год;

γ - об'ємна маса зерна, яка дорівнює 0,75 т/м³;

k – коефіцієнт використання бункерів, що дорівнює 0,80...0,95.

Розрахунок бункерів для 1-го відволоження (поз.1.1.2 -1.1.7).

З «Правил ведення технологічного процесу на мукомельному виробництві» вибираємо час відволоження для водно-теплової обробки:

$$\tau = 16 \text{ год}$$

Розрахункова місткість бункерів дорівнює:

$$\text{Ероз} = \frac{300 * 16}{24 * 0,75 * 0,85} = 303,8 \text{ т}$$

Кількість бункерів дорівнює:

$$n_{\text{б}} = \frac{303,8}{7 * 1 * 7,5} = 5,7 \text{ шт. Приймаймо 6 шт.}$$

Розрахунок бункерів для 2-го відволоження (поз. 1.1.8-1.1.10)

З «Правил ведення технологічного процесу на мукомельному виробництві» вибираємо час відволоження для водно-теплової обробки:

$$\tau = 6 \text{ год}$$

Розрахункова місткість бункерів дорівнює:

$$E_{роз} = \frac{300 \cdot 6}{24 \cdot 0,75 \cdot 0,90} = 113,9 \text{ т}$$

Кількість бункерів дорівнює:

$$n_{б} = \frac{113,9}{7 \cdot 1 \cdot 7,5} = 2,16 \text{ шт. Приймаємо 3 шт.}$$

Визначаємо потрібну кількість машин за формулою:

$$n_{м} = \frac{Q_{роз}(Q_{зад.})}{24 \cdot q_{м}} \text{ (шт.)}$$

де, $q_{м}$ – паспортна продуктивність машини (т/год.)

Коефіцієнт використання машин визначаємо за формулою:

$$\eta = \frac{Q_{роз}(Q_{зад.})}{24 \cdot q_{м} \cdot n_{м}}$$

Коефіцієнт використання машин коливається в межах 1,20...1,25.

Для оббивальних машин коефіцієнт використання не перевищує 1,1.

Визначення кількості автоматичних вагових дозаторів АД-50-3Е:

$$n_{м} = \frac{1000(Q_{з.оч.})}{24 \cdot 60 \cdot 50 \cdot 2} \text{ (шт.)}$$

Ваги ДТВ-Н100-К1 (поз.1.2.1-1.2.1),

$$n_{м} = \frac{1000 \cdot 300}{24 \cdot 60 \cdot 50 \cdot 2} = 2 \text{ шт.}$$

Сепаратор Vibroblock VB100/200 (поз.1.7.1),

$$n_{м} = \frac{300}{24 \cdot 18} = 0,7 \text{ шт. Приймаємо 1 шт.}$$

Магнітний сепаратор У1-БМП-01 (поз.1.4.1-1.4.2),

$$n_{м} = \frac{300}{24 \cdot 11} = 1,2 \text{ шт. Приймаємо 2 шт}$$

Фотосепаратор PUBU-20 (поз.1.9.1-1.9.2),

$$n_{м} = \frac{300}{24 \cdot 12} = 1,0 \text{ шт. Приймаємо 2 шт}$$

Фотосепаратор PUBU-10 (поз.1.9.3)

$$n_{м} = \frac{300}{24 \cdot 15} = 0,7 \text{ шт. Приймаємо 1 шт.}$$

Машина автоматичного зволоження HYGROS – ТЕСІІІ (поз.1.11.1)

$$n_{м} = \frac{300}{24 \cdot 20} = 0,6 \text{ шт. Приймаємо 1 шт.}$$

Оббивальна машина РО 50/165-11 (поз.1.10.1-1.10.2)

$$n_m = \frac{300}{24 \cdot 12} = 1,0 \text{ шт. Приймаємо 1 шт}$$

Шнек інтенсивного зволоження ВІ-МІХ 30-55/180-15 (поз.1.12.1-1.12.2)

$$n_m = \frac{300}{24 \cdot 12} = 1,0 \text{ шт. Приймаємо 1 шт.}$$

Шнек інтенсивного зволоження РІ-БУС (поз.1.12.3)

$$n_m = \frac{300}{24 \cdot 15} = 1,2 \text{ шт. Приймаємо 1 шт.}$$

Вібротарар SCC / А 100 (поз.1.8.1)

$$n_m = \frac{300}{24 \cdot 16} = 0,8 \text{ шт. Приймаємо 1 шт.}$$

Вібротарар SCC / А 75 (поз.1.8.2-1.8.3)

$$n_m = \frac{30}{24 \cdot 12} = 1,0 \text{ шт. Приймаємо 1 шт.}$$

5.5 Технохімічний контроль виробництва. Застосування системи НАССР

Технохімічний контроль має основну мету – оцінку якості зерна, яке знаходиться на підприємстві, із подальшим прогнозуванням і визначенням заходів для його оптимального використання в процесі переробки на борошно. Також він включає контроль якості готової продукції. Цей контроль здійснюється лабораторією, яка перевіряє якість зерна при надходженні на підприємство, контролює його розміщення в зерносховищах, спостерігає за станом зерна в процесі зберігання, виконує лабораторні помели для розробки рецептури помельних партій. Крім того, лабораторія розраховує вихід готової продукції та відходів, визначає ефективність очистки і підготовки зерна до помелу, перевіряє якість виробленої продукції та видає відповідний сертифікат якості при відвантаженні. Дані про якість зерна і продукції використовуються не лише для їх характеристики, а й для управління технологічними процесами, обґрунтування режимів переробки зерна на різних етапах виробництва борошна.

До основних показників технологічних властивостей зерна, які слід визначати для прогнозу ефективної переробки, належать: стан зернової маси (смак, запах, колір), вологість, засміченість домішками (сміттєвими і зерновими), зараженість, вміст дрібної фракції, скловидність, натура, крупність, вирівненість за розміром, вміст і якість клейковини. Якість борошна характеризується крупністю помелу, зольністю, кольором, кількістю та якістю клейковини. Ці показники є обов'язковими згідно з чинними стандартами. Зерно має бути свіжим, без сторонніх запахів, таких як затхлість, пліснява або солодовий. Особливо важливим є видалення домішок, зокрема зернівок інших культур і недозрілих зерен, вилучення яких створює певні труднощі.

Визначення вищезазначених характеристик зерна перед його переробкою дозволяє встановити необхідні технологічні режими обробки, максимально використовувати потенціал зерна, ефективно експлуатувати обладнання, знизити втрати зерна та енергії, забезпечити високу якість продукції й оптимальне управління виробництвом.

Екологічний стан, рівень харчування та здоров'я населення в Україні розглядаються науковцями як загроза національній безпеці. У цій ситуації підвищення якості й безпечності харчових продуктів є ключовим завданням. Для забезпечення конкурентоспроможності продукції українські підприємства впроваджують міжнародні методології управління якістю, зокрема систему НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points). Це науково обґрунтований системний підхід до ідентифікації, оцінки та контролю ризиків, які виникають у процесі виробництва, переробки, зберігання та транспортування харчових продуктів. Принципи НАССР рекомендовані Codex Alimentarius і обов'язкові для країн ЄС.

Система НАССР поділяє виробничий процес на блоки, встановлюючи контроль за потенційними ризиками у кожному з них. Її впровадження дозволяє мінімізувати ймовірність випуску неякісної продукції завдяки аналізу ризиків, кваліфікованому виконанню операцій і веденню документації. Система базується на семи основних принципах.

Принципи системи НАССР

- Аналіз небезпечних чинників: Оцінюються біологічні, хімічні та фізичні небезпеки на всіх етапах життєвого циклу продукту.
- Визначення критичних контрольних точок (ККТ): Ідентифікуються місця, де ризики найбільш імовірні, та встановлюється контроль за ними.
- Визначення критичних меж: Встановлюються граничні значення для параметрів, які дозволяють зберігати контроль над ККТ.
- Розроблення системи моніторингу: Плануються вимірювання параметрів у ККТ для своєчасного виявлення відхилень.
- Застосування коригувальних дій: Розробляються заходи для усунення порушень критичних меж.
- Перевірка ефективності: Здійснюється внутрішній аудит, калібрування обладнання, вибіркове тестування продукції.
- Документування: Реєструються всі дії, пов'язані з функціонуванням системи, для підтвердження її ефективності.

Переваги системи НАССР

- Перехід до превентивного управління безпечністю харчової продукції.
- Чітке визначення відповідальності за якість продукції.
- Документальне підтвердження безпечності продуктів для споживачів.
- Системний підхід до забезпечення якості на всіх етапах виробництва.
- Раціональне використання ресурсів.
- Можливість інтеграції з ISO 9000.
- Пряма відповідальність виробника за якість продукції.
- Зменшення бар'єрів для міжнародної торгівлі.

Впровадження системи НАССР в Україні дозволяє інтегрувати елементи ідентифікації ризиків і управління ККТ, що сприяє створенню ефективної системи якості на підприємствах.

5.6 Охорона праці

Розміщення виробничого устаткування і його обслуговування.

Розташування та компонування основного і допоміжного технологічного обладнання повинно відповідати наступним вимогам:

- поперечні і повздовжні проходи, які пов'язані з евакуаційними виходами на сходову драбину та проходи між групами машин і станків мають ширину не менше 1,0 м;
- між стінами виробничих будівель проходи не менше 1,25 м;
- не можна встановлювати групами сепаратори, а також інше обладнання, тому що до нього потрібний підхід для обслуговування;
- проходи для безпечного монтажу, обслуговування та ремонту конвеєра передбачаються з обох сторін шириною 0,75 м;
- висота проходу для конвеєрів у виробничих приміщеннях без наявності робочих місць складає не менше 2,0 м;
- обладнання, яке не має рухомих частин: трубопровід, матеріалопровід, норійні труби розміщується (своїми сторонами, які не потребують обслуговування) біля стін і колін з розривом від них не менше 0,25 м.

Забезпечення нормованих показників мікроклімату і чистоти повітря

Для забезпечення нормованих показників мікроклімату, чистоти та загазованості повітря у робочій зоні проектом передбачені наступні заходи:

- раціональне розміщення устаткування;
- забезпечення генеральних проходів, відповідні відстані устаткування від стін і між обладнанням для їх обслуговування;
- механізація й автоматизація виробничих процесів;
- раціональна опалення, вентиляція і аспірація;
- раціональний режим праці і відпочинку;(передбачається від перервами працівників);
- графік прибирання виробничих приміщень;(передбачається для безпеки приміщень від пилу, який легко займається);

- засоби індивідуального захисту.

Забезпечення нормованих значень шуму і вібрації

Для забезпечення нормованих значень шуму і вібрації проектом передбачені організаційні і технічні заходи:

- експлуатація устаткування відповідно до вимог його паспорта і проведення своєчасних профілактичних ремонтів; (проводиться для того, щоб уникнути поломки обладнання під час запуску технологічного процесу);

- розміщення шумного устаткування в окремих приміщеннях;(проводиться для того, щоб знизити рівень шуму на підприємстві);

- застосування засобів індивідуального захисту від шуму і вібрації (навушники, м'які шоломи, «беруши»).

- звукоізоляція (огороження, кабіни і пульти, екрани);(використовують для зниження рівня шуму).

Забезпечення нормованих показників освітлення

Для забезпечення нормованої освітленості виробничих приміщень і робочих місць проектом передбачене природне та штучне освітлення, яке повинно відповідати ДБН В.2.5-28-2006 та НПАОП 40.1-1.32-01.

Природне освітлення. Проектом передбачене бічне (двобічне) освітлення. Усі виробничі та допоміжні приміщення з тривалим перебуванням у них людей повинні мати природне освітлення. Освітлення виробничих, адміністративних і побутових приміщень виконується у відповідності з розрядом зорових робіт і коефіцієнтом природної освітленості (КПО не менш 5). Виробниче устаткування не повинно заслоняти світлові прорізи. Для зручності і безпеки обслуговування проектом передбачені віконні блоки з внутрішнім відкриттям стулок.

Штучне освітлення. Проектом передбачене робоче, аварійне, евакуаційне, ремонтне освітлення. Робоче освітлення прийняте загальне. З урахуванням категорії приміщення за пожежовибухонебезпекою в електроустановках прийняті наступні типи світильників, як люмінесцентні лампи, газорозрядні (150 Лк).

Аварійне освітлення запроектовано для продовження роботи у випадку, коли за будь-яких причин перестає працювати робоче освітлення, а небезпечність технологічних процесів вимагає нормального обслуговування (небезпека пожежі або вибуху). Його потужність складає 5 % нормативної робочої освітленості, але не менше 2 лк.

Евакуаційне освітлення забезпечує нормальну видимість для евакуації людей з приміщень при аварійному вимкненні робочого освітлення. Таке освітлення живиться від мережі, яка не залежить від мережі робочого освітлення.

Для підтримки запроектованого освітлення передбачається очищення віконних блоків і світильників не менше 2 разів на рік за графіком, який встановлено на підприємстві.

Забезпечення необхідного санітарного стану виробництва.

Необхідний санітарний стан виробництва досягається застосуванням наступних основних заходів і засобів (пояснити, де і як часто вони виконуються):

- миття і профілактична дезінфекція приміщень, обладнання, інвентарю, дезінсекція та дератизація; (передбачено використовувати в місцях роботи шнеків, розгрузчиків . Проводиться раз на місяць;
- механічне очищення інвентарю (передбачено використовувати в місці роботи ентолейтора, раз на зміну);
- використання сіток на віконних отворах, липкого паперу для захисту від комах; раз на зміну;
- зачинення отворів вентиляційних каналів захисними сітками;
- регулярне проходження працюючим персоналом медичних обстежень (один раз на рік);
- дотримання особистої гігієни робітниками підприємства, а саме: використання спеціального одягу, взуття та засобів індивідуального захисту, систематичного догляду за шкірою рук та інші.

РОЗДІЛ 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

6.1 Програма виробничої діяльності

Програма виробничої діяльності, яку визначено у ТЕО, приймається незмінною і використовується у розрахунках ТЕП.

6.2 Інвестиційні витрати

Інвестиційні витрати, які визначено у ТЕО, приймаються незмінними і використовуються у розрахунках ТЕП.

6.3 Чисельність працівників та фонд оплати праці

Чисельність робітників основного виробництва (Чосіб) визначається на підставі нормативів їх чисельності з урахуванням кількості змін на добу. Для приблизного розрахунку для зернопереробних підприємств питома кількість робітників складає 0,2-0,4 осіб на 1 т/добу продуктивності підприємства.

Приймаймо: $0,2 \times 200 = 40$ співробітників.

Визначаємо фонд оплати праці (ФОП) працюючих за формулою:

$$\text{ФОП} = \text{Чосіб} \times \text{ЗПер} \times N,$$

де Чосіб – чисельність працівників (Чосіб = 40);

ЗПер – середня заробітна плата в галузі (ЗПер = 13500 грн на місяць);

N – число місяців роботи (N = 12).

$$\text{ФОП} = 40 \times 13500 \times 12 / 1000 = 6480 \text{ тис. грн.}$$

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.624-03.IV.32.2			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розділ 6	Літ	Аркуш	Аркушів
Розробив		Саленко В.В.						
Керівник		Кустов І.О.					65	
Консультант		Басюркіна Н.Й				ОНТУ		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

Із загального фонду заробітної плати тих, що працюють, 70% складає заробітна плата робочих:

$$\text{ФОПосн} = 6480 \times 0,70 = 4536 \text{ тис. грн.}$$

Продуктивність праці (ПП) визначають діленням обсягів реалізації продукції та послуг на чисельність працівників підприємства:

$$\text{ПП} = \text{РП} / \text{Чосіб} = 486984 / 40 = 12175 \text{ грн.}$$

6.4 Розрахунки собівартості продукції

Повну собівартість продукції, яку виробляють з власних ресурсів, визначають за такими калькуляційними статтями:

- виробнича собівартість;
- адміністративні витрати;
- витрати на збут;
- інші витрати основної діяльності;
- проценти за кредит;

Виробничу собівартість продукції (Свир), яку виробляють з власних ресурсів, визначають за такими калькуляційними статтями:

- а) витрати на сировину і основні матеріали (Вз);
- б) витрати на допоміжні матеріали (Вдоп);
- в) інші витрати, які складаються з таких калькуляційних статей (Він):
 - витрати на ресурси – паливо, електроенергію та воду (Врес);
 - витрати на основну і додаткову заробітну платню та соціальні заходи (Впрац);
 - витрати на амортизацію устаткування (Аовф);
 - інші прямі витрати (Впр);
 - загальновиробничі витрати (Взаг).

$$\text{Свир} = \text{Вз} + \text{Вдоп} + \text{Він.}$$

$$\text{Він} = \text{Врес} + \text{Впрац} + \text{Аовф} + \text{Впр} + \text{Взаг.}$$

Витрати на сировину (Вз) включають вартість купівлі та транспортування зерна за формулою:

$$V_z = C_z \times 1,05 \times V_{z.вл} / 1000.$$

де C_z – оптова ринкова ціна 1 т пшениці без ПДВ [35];

$K_{тр}$ – коефіцієнт, що враховує витрати на доставку зерна на підприємство, 1,05;

$V_{z.вл}$ – річний обсяг переробки зерна власних ресурсів, т (табл. 2.1).

$$C_z = C_{пп} - 0,2 \times C_{пп}$$

де $C_{пп}$ – ціна зерна помельної партії з ПДВ:

$$C_{пп} = 0,50 \times C_{2кл} + 0,50 \times C_{3кл}.$$

$$C_{пп} = 0,50 \times 9500 + 0,50 \times 9100 = 9300 \text{ тис. грн.}$$

$$C_z = 9300 - 0,2 \times 9300 = 7440 \text{ грн.}$$

$$V_z = 7440 \times 1,05 \times 39200 / 1000 = 306230 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на допоміжні матеріали (Вдоп) включають витрати на всі види допоміжних матеріалів, які фізично не включають до складу готової продукції, але є технологічно необхідними для забезпечення нормального технологічного процесу при її виготовленні.

Через неможливість визначити дану статтю прямим шляхом (через норми витрат допоміжних матеріалів та ціни на них) витрати на допоміжні матеріали визначимо укрупнено в обсязі ($K_{доп}$) 5% від витрат на сировину:

$$V_{доп} = V_z \times K_{доп} = 306230 \times 0,05 = 15312 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на ресурси (Врес) включають витрати на електроенергію (Вел) та воду (Ввод).

$$V_{рес} = V_{ел} + V_{вод}.$$

Витрати на електроенергію (Вел) визначаються за формулою:

$$V_{ел} = T_{ел} \times N_{ел} \times V_{z.вл} / 1000.$$

де $T_{ел}$ – тариф за електроенергію, грн за 1 кВт/год.

З 1 червня 2024 року НКРЕКП встановила граничні ціни на електроенергію для бізнесу: 5600 грн / МВт·год у нічний час (00:00–07:00) та вдень

(11:00–17:00), 6000 грн / МВт·год у пікові години (07:00–11:00, 17:00–23:00) і 4000 грн / МВт·год у вечірній час (23:00–00:00).

З урахуванням цілодобової роботи підприємства, приймаємо $T_{ел} = 5,7$ грн за 1 кВт / год;

$N_{ел}$ – норма витрат електроенергії на переробку зерна, кВт / год на 1 т. Приймаємо $N_{ел} = 55$ кВт / год на 1 т;

$V_{з.вл}$ – річний обсяг переробки зерна власних ресурсів, т (табл. 2.1).

$В_{ел} = 5,7 \times 55 \times 39200 = 12289$ тис. грн.

Витрати на воду ($В_{вод}$) визначаються за формулою:

$В_{вод} = (T_{в.п.} + K_{в} \times T_{в.в.}) \times N_{в} \times V_{з.вл} / 1000$

де $T_{в.п.}$ – тариф за водопостачання, грн за 1 м³. Приймаємо 23,0 грн за 1 м³;

$T_{в.в.}$ – тариф за водовідведення, грн за 1 м³. Приймаємо 23,0 грн за 1 м³;

$K_{в}$ – коефіцієнт співвідношення між обсягами водовідведення і водопостачання. Так як вода переважно використовується на зволоження та поглинається зерном, приймаємо $K_{в} = 0,1$;

$N_{в}$ – норма питомих витрат води на 1 т зерна, м³/т. В залежності від прогнозованого ступеню зволоження, приймаємо $N_{в} = 4$ м³/т;

$V_{з.вл}$ – річний обсяг переробки зерна власних ресурсів, т (табл. 2.1).

$В_{вод} = (23 + 23 \times 0,1) \times 4 \times 39200 / 1000 = 3787$ тис. грн.

$В_{рес} = В_{ел} + В_{вод} = 12289 + 3787 = 16076$ тис. грн.

Витрати на заробітну платню та соціальні заходи ($В_{прац}$) включають витрати на основну і додаткову заробітну плату (ФОПосн), а також витрати на соціальні заходи ($В_{соц}$).

$В_{прац} = \text{ФОПосн} + В_{соц}$.

Витрати на основну і додаткову заробітну плату основних виробничих працівників, які безпосередньо пов'язані з виготовленням продукції, (ФОПосн) визначаються за формулою:

$\text{ФОПосн} = \text{ФОП} \times K_{осн}$.

де ФОП – річний фонд оплати праці виробничих робітників, тис. грн;
Косн – коефіцієнт від загального ФОП, %. Приймаємо $K_{осн} = 0,70$.
 $ФОП_{осн} = 6480 \times 0,70 = 4536$ тис. грн..

Решта ФОП включається у комплексні статті непрямих витрат (загальнопромислові, адміністративні витрати, витрати на збут).

Витрати (відрахування) на соціальні заходи ($V_{соц}$) визначають за встановленими процентами від величини фонду оплати праці основних виробничих працівників за формулою:

$$V_{соц} = ФОП_{осн} \times K_{соц} / 100.$$

де $K_{соц}$ – відсоток відрахувань, $K_{соц} = 22\%$.

$$V_{соц} = 2835 \times 0,22 = 624 \text{ тис. грн.}$$

$$V_{прац} = ФОП_{осн} + V_{соц} = 4536 + 998 = 5534 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на амортизацію обладнання та будівлі ($A_{овф}$) включають амортизаційні відрахування на основні виробничі фонди – обладнання ($A_{обл}$) та будівлю – ($A_{буд}$).

$$A_{овф} = A_{обл} + A_{буд}.$$

Витрати на амортизацію обладнання ($A_{обл}$) визначають за формулою:

$$A_{обл} = I_{овф} \times K_{обл} \times N_{а.обл}.$$

де $I_{овф}$ – інвестиції у основні виробничі фонди, тис. грн. (розділ 2.3);

$K_{обл}$ – відсоток інвестицій у основні виробничі фонди на виробниче обладнання. Приймаємо 0,55;

$N_{а.обл}$ – норма амортизаційних відрахувань на виробниче обладнання, %. $N_{а.обл} = 0,20$.

$$A_{обл} = 150000 \times 0,55 \times 0,2 = 16500 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на амортизацію будівлі ($A_{буд}$) визначають за формулою:

$$A_{буд} = I_{овф} \times K_{буд} \times N_{а.буд}.$$

де $I_{овф}$ – інвестиції у основні виробничі фонди, тис. грн. (розділ 2.3);

$K_{буд}$ – відсоток інвестицій у основні виробничі фонди на будівлю.

Приймаємо 0,45;

На.буд – норма амортизаційних відрахувань на будівлю, %. На.буд = 0,05.

$$150000 \times 0,45 \times 0,05 = 3375 \text{ тис. грн.}$$

$$\text{Аовф} = 16500 + 3375 = 19875 \text{ тис. грн.}$$

Витрати прямі інші (Впр) визначають у розмірі 10% від усіх попередніх витрат за виключенням витрат на сировину.

$$\text{Впр} = 0,1 \times (\text{Вдоп} + \text{Врес} + \text{Впрац} + \text{Аовф}).$$

$$\text{Впр} = 0,1 \times (15312 + 16076 + 5534 + 19875) = 5680 \text{ тис. грн.}$$

Витрати загальновиробничі (Взаг) визначають у розмірі 30% від усіх попередніх витрат за виключенням витрат на сировину.

$$\text{Взаг} = 0,3 \times (\text{Вдоп} + \text{Врес} + \text{Впрац} + \text{Аовф}).$$

$$\text{Взаг} = 0,3 \times (15312 + 16076 + 5534 + 19875) = 17039 \text{ тис. грн.}$$

ТАКИМ ЧИНОМ:

Інші витрати (Він) складають:

$$\text{Він} = \text{Врес} + \text{Впрац} + \text{Аовф} + \text{Впр} + \text{Взаг}.$$

$$\text{Він} = 16076 + 5534 + 19875 + 5680 + 17039 = 64204 \text{ тис. грн.}$$

Виробнича собівартість продукції (Свир) визначається за формулою:

$$\text{Свир} = \text{Вз} + \text{Вдоп} + \text{Він}.$$

$$\text{Свир} = 306230 + 15312 + 64204 = 385746 \text{ тис. грн.}$$

Повна собівартість продукції (Свир) визначається за формулою:

$$\text{Сповна} = \text{Свир} + \text{Вадм} + \text{Взбут} + \text{Віод} + \text{Вкр}.$$

де Вадм – адміністративні витрати;

Взбут – витрати на збут;

Віод – інші витрати основної діяльності.

Визначаються у процентах від виробничої собівартості без витрат на сировину та допоміжні матеріали (Він). Відповідно, проценти по цим витратам складають 10, 5, 10 %.

$$\text{Вадм} = 0,1 \times 64204 = 6420 \text{ тис. грн.}$$

$$\text{Взбут} = 0,05 \times 64204 = 3210 \text{ тис. грн.}$$

Віод = 0,1 x 64204 = 6420 тис. грн.

Вкр – проценти за кредит. Приймаємо процентну ставку від кредиту (Ікр, розділ 2.4) у розмірі 25%.

Вкр = 0,25 x 149023 = 37256 тис. грн..

ТАКИМ ЧИНОМ:

Спов = Свир + Вадм + Взбут + Віод + Вкр.

Спов = 385746 + 6420 + 3210 + 6420 + 37256 = 439052 тис. грн.

Експлуатаційні витрати (Векс), які відображають у останньому рядку є різницею між повною собівартістю (Спов), амортизаційними відрахуваннями (Аовф) та відсотками за кредит (Вкр).

Векс = Спов – Аовф – Вкр.

Векс = 439052 – 19875 – 37256 = 381921 тис. грн.

Результати розрахунків за статтями зведені у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Зведені витрати на виробництво продукції

Статті витрат	Сума витрат, тис. грн
Витрати на сировину і основні матеріали	306 230
Витрати на допоміжні матеріали	15 312
Витрати на ресурси	16 076
Витрати на заробітну платню та соціальні заходи	5 534
Витрати на амортизацію обладнання та будівлі	19 875
Витрати прями інші	5 680
Витрати загальновиробничі	17 039
ВИРОБНИЧА СОБІВАРТІСТЬ	385 746
у т.ч. без витрат на сировину та допоміжні матеріали	64 204
Адміністративні витрати	6 420
Витрати на збут	3 210
Інші витрати виробничої діяльності	6 420
Відсотки за кредит	37 256
ПОВНА СОБІВАРТІСТЬ	439 052
у т.ч. експлуатаційні витрати	381 921

Прибуток (П) визначають як різницю між обсягами реалізації продукції і послуг (РП, розділ 2.2) та повною собівартістю (Спов) за формулою:

$$\text{П} = \text{РП} - \text{Спов} = 486984 - 439052 = 47932 \text{ тис. грн.}$$

Рентабельність продукції (Рпр) визначають за формулою:

$$\text{Рпр} = \text{П} / \text{Спов} \times 100\% = (47932 / 439052) \times 100\% = 10,9\%.$$

Чистий прибуток (ЧП) в результаті реалізації проекту:

$$\text{ЧП} = \text{П} - \text{П} \times 0,18.$$

де 0,18 – відсоткова ставка податку на прибуток.

$$\text{ЧП} = 47932 - 47932 \times 0,18 = 39304 \text{ тис. грн.}$$

6.5 Фінансова та економічна оцінка проекту

Економічна оцінка проекту виконується за такими показниками:

а) для інвестора:

– строк окупності інвестицій (Ток),

– чиста приведена вартість проекту (ЧПВ);

б) для кредитора:

– строк повернення кредиту (Ткр).

При виконанні розрахунків прийнято такі вихідні дані.

1) Ставку дисконтування прийнято на рівні 0,18.

2) Акциз і експортне мито відсутні.

3) Продаж проекту не передбачається.

4) Для економічної оцінки проекту приймається період, який визначається виходячи з співвідношення І / ЧП.

5) Амортизаційні відрахування, що виникають у зв'язку з впровадженням заходів проекту, покладуться на депозит у банку і вважаються резервом для страхування від ризиків.

Для кредитування інвестицій приймаються такі умови:

1) Процентна ставка по кредиту 25% у рік.

2) На погашення кредиту використовуються усі вільні кошти.

Отже, період, який визначає строки окупності проекту для інвестора (Ток) складе:

$$T = I / \text{ЧП} = 198698 / 39304 = 5,1 \text{ років.}$$

Розрахунки прибутку, податків і вільних грошових коштів наведені у табл. 6.2.

Графік повернення кредиту і сплати процентів по кредиту наведено у табл. 6.3.

Таблиця 6.2 – Розрахунки прибутку, податків і вільних грошових коштів, тис. грн

Показники	Умовні позначення	Роки			
		1	2	3	4
Надходження коштів	ДРП	486 984	486 984	486 984	486 984
Амортизаційні відрахування	Аовф	19 875	19 875	19 875	19 875
Експлуатаційні витрати	Векс	381 921	381 921	381 921	381 921
Виплати процентів за кредит	Вкр і	37 256	22 461	4 633	0
Балансовий прибуток (з урахуванням сплати процентів за кредит)	П і	47 932	62 727	80 555	85 188
Податок на прибуток	Ст	8 628	11 291	14 500	15 334
Чистий прибуток	ЧП і	39 304	51 436	66 055	69 854
Чистий прибуток, що залишається на підприємстві	ЧПзал і	0	0	67 397	69 854
Вільні грошові кошти	ВГК і	59 179	71 311	85 930	89 729

Таблиця 6.3 – Графік повернення кредиту і сплати процентів по кредиту, тис. грн

Показники	Умовні позначення	Роки		
		1	2	3
Борг на початок року	Бпоч і	149 023	89 844	18 533
Погашення кредиту	Впог і	59 179	71 311	18 533
Борг на кінець року	Бкін і	89 844	18 533	0
Проценти за кредит	Вкр і	37 256	22 461	4 633

Надходження коштів (ΔRP) у кожному році однакове, приймається з попередніх розрахунків (табл. 2.1, розділ 2.2).

Амортизаційні відрахування (A_{ovf}) та експлуатаційні витрати (B_{ex}) у кожному році однакові, приймаються з попередніх розрахунків (розділ 6.4).

Виплати процентів ($B_{kr\ i}$) змінюються по роках. У першому році приймаються на підставі попередніх розрахунків (розділ 6.4).

Балансовий прибуток з урахуванням сплати процентів за кредит (Π_i) розраховується по роках за формулою:

$$\Pi_i = \Delta RP - A_{ovf} - B_{ex} - B_{kr\ i}.$$

де i – поточний рік з моменту початку здійснення інвестицій.

Податок на прибуток ($St\ i$) розраховується з урахуванням відсоткової ставки податку на прибуток (0,18) від балансового прибутку за формулою:

$$St\ i = 0,18 \times \Pi_i.$$

Чистий прибуток ($ЧП\ i$) – це різниця між балансовим прибутком та податком на прибуток:

$$ЧП\ i = \Pi_i - St\ i.$$

Вільні грошові кошти ($B_{ГК\ i}$) визначаються за формулою:

$$B_{ГК\ i} = A_{ovf} + ЧП\ i.$$

При наявності інвестицій у вигляді кредиту, відповідно до прийнятої стратегії, на погашення кредиту використовуються усі вільні кошти.

Чистий прибуток, що залишається на підприємстві ($ЧП_{зал\ i}$), це різниця між ($B_{ГК\ i}$) та боргом на початок року ($B_{поч\ i}$). Якщо $B_{ГК\ i} < B_{поч\ i}$ – то $ЧП_{зал\ i} = 0$.

Борг на початок року ($B_{поч\ i}$) визначається по роках. На початок першого року борг дорівнює запланованим інвестиціям за рахунок кредиту (розділ 2.4). На початок наступних років він дорівнює боргу на кінець попереднього року:

$$B_{поч\ i} = B_{кін\ i-1}.$$

На погашення кредиту (Впог i) поки ВГК $i < Бпоч\ i$ витрачаються усі вільні кошти (ВГК i). Коли ВГК $i > Бпоч\ i$, то на погашення кредиту витрачається тільки сума, що дорівнює боргу на кінець попереднього року (Бкін $i-1$).

$$\text{Впог } i = \text{ВГК } i \quad - \text{ при } \text{ВГК } i < \text{Бпоч } i.$$

$$\text{Впог } i = \text{Бкін } i-1 \quad - \text{ при } \text{ВГК } i > \text{Бпоч } i.$$

Борг на кінець року (Бкін i) – це різниця між боргом на початок року (Бпоч i) та сумою на погашення кредиту (Впог i). Якщо протягом року борг виплачений, то Бкін цього року дорівнює 0.

$$\text{Бкін } i = \text{Бпоч } i - \text{Впог } i \quad - \text{ при } \text{ВГК } i < \text{Бпоч } i.$$

$$\text{Бкін } i = 0 \quad - \text{ при } \text{ВГК } i > \text{Бпоч } i.$$

Виплати процентів за кредит (Вкр i) розраховуються виходячи прийнятої процентної ставки по кредиту 25% у рік. З кожним роком вони зменшуються внаслідок повернення частки кредиту. Розраховуються за формулою:

$$\text{Вкр } i = 0,25 \times \text{Бпоч } i.$$

Термін повернення кредиту (Ткр) розраховується за формулою:

$$\text{Ткр} = \text{Т}_{i-1} + \text{Бпоч } i / \text{ВГК } i.$$

$$\text{Ткр} = 2 + 18533 / 89729 = 2,2 \text{ років.}$$

Розрахунок чистої приведеної вартості та строку окупності проекту наведено у табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Розрахунок чистої приведеної вартості та строку окупності проекту

Показники	Умовні позначення	Роки			
		1	2	3	4
Коефіцієнт дисконтування	Kd i	1,18	1,39	1,64	1,94
Інвестиції на поточний рік, тис. грн	I i	198 698	148 546	97 243	44 847
Вільні кошти (приріст чистого прибутку та приріст амортизації), тис. грн	ВГК i	59 179	71 311	85 930	89 729
Дисконтована величина вільних грошових коштів, тис. грн	ВГКd i	50 152	51 303	52 396	46 252
Чиста приведена вартість проекту, тис. грн	ЧПВ i	198 698	148 546	97 243	44 847

Коефіцієнт дисконтування по роках (Kd i) визначається за формулою:

$$Kd i = (1 + d)^i.$$

де d – ставка дисконтування, d = 0,18.

Інвестиції розраховуються по роках та кожного року зменшуються. На початок першого року дорівнюють розрахованому значенню (розділ 2.4). На початок i-того року розраховуються за формулою:

$$I i = - \text{ЧПВ } i-1.$$

Вільні грошові кошти (ВГК i) розраховані у табл. 6.2.

Дисконтована величина вільних грошових коштів визначається за формулою:

$$\text{ВГКd } i = \text{ВГК } i / Kd i.$$

Чисту приведену вартість проекту (ЧПВ i) по роках розраховують за формулою:

$$\text{ЧПВ } i = I i - \text{ВГКd } i.$$

Розрахунок ведуть поки ЧПВ i не буде позитивною величиною.

Чиста приведена вартість інвестиційного проекту на кінець 4-го року складає 1405 тис. грн.

Основні техніко-економічні показники підприємства та проекту наведені у табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Основні техніко-економічні показники підприємства та інвестиційного проекту

Показник	Розмірність	Значення
1. Добова потужність підприємства	т/добу	200
2. Річний обсяг переробки зерна власних ресурсів	т / рік	39200
3. Обсяг продажів (реалізації)	тис. грн	486 984
4. Виробництво готової продукції з власних ресурсів (борошно)	т	30576
5. Повна собівартість	тис. грн	439 052
6. Прибуток	тис. грн	47 932
в т.ч. чистий прибуток	тис. грн	39 304
7. Чисельність працівників	осіб	40
8. Фонд оплати праці	тис. грн	6 480
9. Середньомісячна заробітна плата	грн	13500
10. Продуктивність праці	тис. грн / особу	12 175
11. Рентабельність продукції	%	10,9
12. Інвестиції	тис. грн	198 698
в т.ч. в основні виробничі фонди	тис. грн	150 000
в оборотні кошти	тис. грн	48 698
13. Інвестиції інвестора	тис. грн	49 675
14. Інвестиції за рахунок кредиту	тис. грн	149 023
15. Термін повернення кредиту	років	2,2
16. Термін окупності інвестицій	років	4,0
17. Чиста приведена вартість проекту за 4 роки	тис. грн	1 405

Термін окупності проекту (з урахуванням зміни вартості грошей у часі) розраховується за формулою:

$$\text{Ток} = \text{Т}_{i-1} + (-\text{ЧПВ } i-1) / \text{ВГК } i.$$

$$\text{Ток} = 3 + 44847 / 46252 = 4,0 \text{ років.}$$

6.6 Висновки

Інвестиційний проект виробництва борошна на новому млинзаводі з переробки зерна пшениці є доцільним, ефективним та інвестиційно привабливим.

Очікуваний прибуток складає 47932 тис. грн на рік..

Для реалізації проекту необхідно інвестиції у розмірі 198698 тис. грн – 75% за рахунок власних коштів, 25% – за рахунок кредиту. Термін окупності інвестицій 4 років, чиста приведена вартість проекту на кінець 4-го року дорівнюватиме 1405 тис. грн.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

У результаті роботи розроблено технологію з переробки пшениці у борошно розширеного асортименту продуктивністю 200 т/добу.

1) Проведено оцінку показників якості 6 зразків зерна. На основі аналізу всіх показників якості, найкращими властивостями для виготовлення кондитерських виробів характеризуються зразки 5 та 6. Вони мають найнижчий вміст білка (11,1–11,7%) та сирової клейковини (21,3% і 23,1%), що відповідає третьому класу. Їхня слабка енергія деформації ($W = 132\text{--}139 \text{ Дж } 10^{-4}$) вказує на меншу силу борошна, яка є оптимальною для кондитерських виробів, де потрібна пластичність тіста, а не його еластичність.

Окрім того, їхній індекс деформації клейковини (65 і 69 од.) найбільший серед досліджених зразків, яка відповідає вимогам для тіста, що використовується у кондитерській галузі. Висока якість клейковини підтверджується стабільним глютен-індексом (98%), а низька зольність (1,54–1,60%) забезпечує світліший колір борошна, що також є важливим для кондитерських виробів.

2) Розроблено схеми технологічного процесу підготовки зерна пшениці у борошно розширеного асортименту з використанням традиційного обладнання та сучасного обладнання Gench для заводу продуктивністю 200 т/доб. Продуктивність зерноочисного обладнання для зниження енерговитрат прийнято на 50% вище, що дозволяє організувати двозмінний режим його роботи (за денним тарифом).

					КРМ.ТЗПХіКВ.1.624-03.IV.32.2			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Саленко В.В.			ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	Літ	Аркуш	Аркушів
Керівник		Кустов І.О.					79	
Консультант						ОНТУ		
Зав. кафедри		Жигунов Д.О.						

За даною технологією запропоновано такий вихід продукції: борошно спеціалізоване (для кондитерських виробів) – 5%; борошно вищого сорту – 40%; борошно першого сорту – 30%; висівки – 22,1%; відходи I-II категорії (кормопродукти) – 2,2%; відходи III категорії (механічні втрати) – 0,7%.

- 3) Проведено техніко-економічне обґрунтування та оцінка техніко-економічних показників проекту.

Інвестиційний проект виробництва борошна на новому млинзаводі з переробки зерна пшениці є доцільним, ефективним та інвестиційно привабливим.

Очікуваний прибуток складає 47932 тис. грн на рік.

Для реалізації проекту необхідно інвестиції у розмірі 198698 тис. грн – 75% за рахунок власних коштів, 25% – за рахунок кредиту. Термін окупності інвестицій 4 років, чиста приведена вартість проекту на кінець 4-го року дорівнюватиме 1405 тис. грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Velimirovic A, Jovovic Z, Pržulj N. From neolithic to late modern period: Brief history of wheat. *Genetika*. 2021;53(1): 407–417. <https://doi.org/10.2298/GENSR2101407V>.
2. Tanno K ichi, Willcox G. How Fast Was Wild Wheat Domesticated? *Science*. 2006;311(3): 9500. <https://doi.org/10.1126/science.1124635>.
3. Bilgic H, Hakki EE, Pandey A, Khan MK, Akkaya MS. Ancient DNA from 8400 Year-Old Çatalhöyük Wheat: Implications for the origin of neolithic agriculture. *PLoS ONE*. 2016;11(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151974>.
4. Araus JL, Ferrio JP, Buxó R, Voltas J. The historical perspective of dryland agriculture: Lessons learned from 10 000 years of wheat cultivation. *Journal of Experimental Botany*. 2007;58(2): 131–145. <https://doi.org/10.1093/jxb/erl133>.
5. Ryabchenko O, Nonhebel S. Assessing wheat production futures in the Ukraine. *Outlook on Agriculture*. 2016;45(3): 165–172. <https://doi.org/10.1177/0030727016664159>.
6. Klindworth DL, Hareland GA, Elias EM, Faris JD, Chao S, Xu SS. Agronomic and quality characteristics of two new sets of Langdon durum-wild emmer wheat chromosome substitution lines. *Journal of Cereal Science*. 2009;50(1): 29–35. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2009.02.003>.
7. Ohm JB, Klindworth DL, Hareland GA, Faris JD, Elias EM, Xu SS. Variation in kernel characteristics and protein molecular weight distribution of Langdon durum-wild emmer wheat chromosome substitution lines. *Journal of Cereal Science*. 2010;52(2): 207–214. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.05.007>.
8. Dadrasi A, Chaichi M, Nehbandani A, Sheikhi A, Salmani F, Nemati A. Addressing food insecurity: An exploration of wheat production expansion. *PLoS ONE*. 2023;18(12 December): 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0290684>.

9. Гамаюнова ВВ, Смірнова ІВ, Євтушенко ОТ, Бакланова ТВ. Ресурсоощадні елементи технології вирощування пшениці озимої як захід зерновиробництва. *Зернові культури*. 2022;6(2): 135–143. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0243>.
10. Posner ES, Hibbs AN. Wheat Flour Milling. *St Paul, MN*; 2011. 489.
11. Гамаюнова ВВ, Корхова ММ, Панфілова АВ, Смірнова ІВ, Коваленко ОА, Хоненко ЛГ. Пшениця озима: ресурсний потенціал та технологія вирощування. *МОНОГРАФІЯ. Миколаїв: МНАУ*; 2021. 300.
12. Лагодієнко ВВ, Богданов ОО, Лагодієнко ВВ. Місце та роль України на світовому ринку пшениці. *Український журнал прикладної економіки*. 2019;4(3): 297–308. <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2019-3-33>.
13. Bondar V, Makarenko N. Winter wheat growing in Ukraine: Ecological assessment of technologies by the influence on soil fertility. *Acta Agriculturae Slovenica*. 2020;115(1): 67–78. <https://doi.org/10.14720/aas.2020.115.1.982>.
14. Крижановська МА, Прокоп'як МЗ, Голіней ГМ, Шевчик ЛО. Василь Якович Юр'єв: життя та наукова спадщина (до 145-річчя від дня народження). *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2024;35: 7–12. <https://doi.org/10.7124/FEEO.v35.1650>.
15. Шевченко ОО, Ващенко ВВ, Лобко ТК. Ступінь пластичності сортів пшениці м'якої озимої різних екотипів. *Зернові культури*. 2016;7(1): 37–42. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0256>.
16. Попов СІ, Леонов ОЮ, Попова КМ, Музафаров НМ. Адаптивність сортів пшениці озимої за умов посушливої осені в східному лісостепу України. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2019;(2): 198–208. <https://doi.org/10.35550/ISSN2413-7642.2019.02.19>.
17. Litvinenko NA. Grain Quality Indices in the Program of Winter Bread Wheat Breeding for the Steppe Region of Ukraine. In: *Wheat in a Global Environment*. 2001. 273–278. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-3674->

- 9_33.
18. Galaev A V., Sivolap YM. Description of the bread wheat varieties of Ukrainian and Russian breeding by alleles of locus csLV34 closely linked with multipathogen resistance gene Lr34/Yr18/Pm38. *Cytology and Genetics*. 2015;49(1): 12–18. <https://doi.org/10.3103/S0095452715010041>.
 19. Litvinenko NA. Breeding intensive winter bread wheat varieties for Southern Ukraine. *Euphytica*. 1998;100(1–3): 7–14. <https://doi.org/10.1023/a:1018383317939>.
 20. Сандецька НВ, Радченко ОМ. Різноманітність алелей локусів запасних білків сортів пшениці ІФРГ НАН України. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2022;30: 24–29. <https://doi.org/10.7124/FEEO.v30.1456>.
 21. Riabovol I, Riabovol L, Diordiieva I. Evaluation of resistance to diseases of soft winter wheat samples created by hybridization of geographically remote forms. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018;8(3): 24–27. [https://doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-11](https://doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-11).
 22. Назаренко ММ, Іжболдін ОО, Білан ДС. Продуктивність та якість зерна сортів пшениці озимої в умовах північного степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2022;128: 144–151.
 23. Лось РМ, Дубовик НС. Дослідження сучасних сортів пшениці озимої за урожайністю залежно від умов вирощування. *Агробіологія*. 2022;55(2(174)): 119–129. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2022-174-2-119-129>.
 24. Марковська ОЄ, Гречишкіна ТА. Winter wheat varieties productivity of on elements of growing technology under the conditions of Southern Step of Ukraine. *Агробіологія*. 2020;11(1(157)): 96–103. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2020-157-1-96-103>.
 25. Панфілова АВ, Дробітько АВ, Корхова ММ, Карпенко МД. Потенціал продуктивності нових сортів пшениці озимої в умовах навчального науково-практичного центру МНАУ. *Інформаційний Вісник*

- Херсонського державного аграрного університету*. 2018;(11): 139–143. <https://doi.org/10.31521/978-617-7149-78-0-37>.
26. Kyrylchuk AM, Dutova HA, Hryniv SM, Orlenko OB, Bezprozvana I V, Kulyk TY, et al. Yield plasticity of new varieties of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in different soil and climatic conditions of Ukraine. *Plant varieties studying and protection*. 2024;20(1): 58–68. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.1.2024.297224>.
27. Skrypnyk OO, Leonov OY, Shyianova TP, Suvorova KY, Usova Z V. Seed quality indicators of winter bread wheat accessions depending on the grain size. *Plant Breeding and Seed Production*. 2021;(119): 84–93. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2021.237013>.
28. Zhygunov D, Sots S, Barkovska Y, Liu J, Wang F, Liu X, et al. Comparison of technological properties of different wheat species. *Food Science and Technology*. 2022;16(1): 58–70. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i1.2294>.
29. Makaova BE, Tyshchenko VM. Analysis of physiological mechanisms of adaptation and resilience of winter wheat accession of different geographical origin. *Plant Breeding and Seed Production*. 2023;(123): 108–119. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2023.283654>.
30. Demyanyuk O, Oliinyk K, Davydiuk H, Yula V, Shatkovska K, Mostoviak I. Productivity of winter wheat under cultivation technologies of different intensity. *Zemdirbyste*. 2023;110(2): 99–110. <https://doi.org/10.13080/z-a.2023.110.013>.
31. КАТАЛОГ НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ ТА КОДЕКСІВ УСТАЛЕНОЇ ПРАКТИКИ. <https://uas.gov.ua/standards-catalog/categories>
32. ДСТУ_3768-2019. ПШЕНИЦЯ. Технічні умови. 2019.
33. ГСТУ_46.004-99. БОРОШНО ПШЕНИЧНЕ. Технічні умови. 1999.
34. ДСТУ_3016-95. ОТРУБИ КОРМОВЫЕ ПШЕНИЧНЫЕ И РЖАНЬЕ. Технические условия. 1996.
35. Борошно України та світу. *Інформаційно-аналітичний вісник*. 2024;16: