

Міністерство освіти і науки України  
Одеський національний технологічний університет  
Кафедра технології зерна і комбікормів



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**  
**на тему Науково-практичні основи використання пивної дробини**  
**при виробництві комбікормів для свиней**

Здобувача Горецького Романа Анатолійовича  
2 курсу ТЗХ-64а групи

Керівник доц. Цюндик О.Г.

Консультант проф. Басюркіна Н.Й.

**Кваліфікаційна робота допускається до захисту**

Рішення кафедри від 03 червня 2024 р., протокол №7.

Завідувачка кафедри ТЗіК \_\_\_\_\_ Алла МАКАРИНСЬКА

Одеса - 2024 рік

# ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	Технології зерна і зернового бізнесу
Кафедра	Технології зерна і комбікормів
Ступінь вищої освіти	Магістр
Спеціальність	181 «Харчові технології»
Освітньо-професійна програма	«Технології зберігання і переробки зерна»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Макаринська

Алла Василівна

« 23 » жовтня 2023 р.

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Горецького Романа Анатолійовича

1. Тема роботи Науково-практичні основи використання пивної дробини при виробництві комбікормів для свиней

Затверджена наказом університету від 23.10.2023 р. \_\_\_\_\_ наказ №607-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 03 червня 2024 р. \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані роботи  
матеріали переддипломної практики

4. Перелік питань, які потрібно розробити  
техніко-економічне обґрунтування, проблеми використання вторинних ресурсів пивоварної галузі, загальна методика досліджень, розробка технології виробництва екструдованої кормової добавки з пивною дробиною, технологічна частина (характеристика сировини та готової продукції, розрахунок рецептів комбікормової продукції на ЕОМ, аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями, розрахунок ємності складів для зберігання сировини, комбікормової продукції, розрахунок технологічного, транспортного обладнання, ємності оперативних бункерів, проектування внутрішньоцехової комунікації, технохімічний та технологічний контроль виробництва), охорона праці, техніко-економічні показники.

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

Схема технологічного процесу (б/м) – 1 аркуш

Плани поверхів (М 1:50) – 4 аркуша

Розрізи (поздовжній, поперечний, М 1:50) – 2 аркуші

Наукові дані – 2 аркуші

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування Техніко-економічні показники	Басюркіна Н.Й., проф, д.е.н.		
Охорона праці	Цюндик О.Г., доц., к.т.н.		

7. Дата видачі завдання 23 жовтня 2023 р.

Керівник \_\_\_\_\_ Цюндик О.Г.

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Горецький Р.А.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Техніко-економічне обґрунтування	14.03.2024 – 20.03.2024	
2.	Науково-дослідна частина	21.03.2024– 05.04.2024	
3.	Технологічна частина	06.04.2024 – 15.04.2024	
4.	Вибір розташування обладнання, комунікація.	16.04.2024 – 30.05.2024	
5.	Технохімічний та технологічний контроль виробництва	01.05.2024 – 03.05.2024	
6.	Графічне виконання проекту	04.05.2024 – 21.05.2024	
7.	Техніко-економічні показники	22.05.2024 – 02.06.2024	
8.	Затвердження роботи	03.06.2024 – 16.06.2024	
9.	Захист проекту	17.06.2024 – 20.06.2024	

Здобувач – дипломник \_\_\_\_\_ Горецький Р.А.

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Цюндик О.Г.

*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 Горецький Р.А. \_\_\_\_\_

## Анотація

Тема кваліфікаційної роботи: Науково-практичні основи використання пивної дробини при виробництві комбікормів для свиней.

Мета кваліфікаційної роботи: розробка технології виробництва екструдованої кормової добавки з сумішшю подрібненого зерна кукурудзи і свіжої пивної дробини, удосконалення рецептів і технології виробництва комбікормів для свиней.

Кваліфікаційна робота включає сім розділів. У першому розділі проведено техніко-економічне обґрунтування. У другому розділі розглянуто проблеми використання вторинних ресурсів пивоварної галузі. У третьому розділі наведені загальна методика, об'єкт і методи дослідження.

У четвертому розділі експериментально обґрунтовано технологію виробництва екструдованої кормової добавки з пивною дробиною. У п'ятому розділі розглянута характеристика сировини та готової продукції; представлено розрахунок рецептів комбікормової продукції за допомогою ЕОМ; проведено аналіз схеми технологічного процесу виробництва комбікормів; проведений розрахунок ємності складів для зберігання сировини, готової продукції; технологічного обладнання; ємності оперативних бункерів; транспортного обладнання; представлена внутрішньоцехова комунікація; розглянуто технохімічний та технологічний контроль виробництва. У шостому розділі представлені вимоги охорони праці. У сьомому розділі розраховано техніко-економічні показники.

Кваліфікаційна робота оформлена в двох частинах:

- 1) пояснювальна записка, яка викладена на 110 аркушах друкованого тексту, містить 26 таблиць, 9 рисунків, список літератури включає 39 найменувань;
- 2) графічна, представлена на дев'яти аркушах формату А1: схема технологічного процесу виробництва комбікормової продукції – 1 аркуш (б/м), плани поверхів – 4 аркуша (М 1:50), розрізи (поздовжній і поперечний) – 2 аркуш (М 1:50), наукові дані – 2 аркуші.

## В И Т Я Г

з протоколу засідання кафедри технології зерна і комбікормів  
протокол №7 від 3 червня 2024 року

**ПРИСУТНІ:** д.т.н., проф. Єгоров Б.В., д.б.н., проф. Левицький А.П., д.т.н., проф. Станкевич Г.М., д.т.н., доц Макаринська А.В., к.т.н., доц. Страхова Т.В., к.т.н., доц. Дмитренко Л.Д., к.т.н., доц. Лапінська А.П., к.т.н., доц. Борта А.В., к.т.н., доц. Кац А.К., к.т.н., доц. Бордун Т.В., к.т.н., доц. Турпурова Т.М., к.т.н., доц. Ворона Н.В., к.т.н., доц. Валевська Л.О., к.т.н., доц. Фігурська Л.В., к.т.н., доц. Чернега І.С., к.т.н., доц. Цюндик О.Г., к.т.н., доц. Соколовська О.Г., зав. лаб. Луніна В.Ю., зав. лаб. Щербатюк С.І., зав. лаб. Луніна Л.О.

**СЛУХАЛИ:** звіт доц. Цюндика О.Г. про перевірку на академічну доброчесність кваліфікаційної роботи здобувача СВО «Магістр» Горецького Романа Анатолійовича, тема: «Науково-практичні основи використання пивної дробини при виробництві комбікормів для свиней». На перевірку надавались наступні розділи: техніко-економічне обґрунтування роботи, літературний огляд за темою та результати наукових досліджень; інші розділи пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи, враховуючи їх ідентичність, не проходили перевірку, так як всі методики та розрахунки наведені у цих розділах виконуються відповідно до методичних вказівок, та нормативної документації. Перевірка проводилась за допомогою сервісу для запобігання плагіату PLAG.COM.UA.. За результатами перевірки унікальність тексту кваліфікаційної роботи становить 82%.

**УХВАЛИЛИ:** звіт доц. Цюндика О.Г. про перевірку на академічну доброчесність кваліфікаційної роботи здобувача СВО «Магістр» Горецького Романа Анатолійовича, тема: «Науково-практичні основи використання пивної дробини при виробництві комбікормів для свиней» затвердити та рекомендувати до захисту на засіданні екзаменаційної комісії №29.

Зав. кафедри ТЗіК,  
д.т.н., доц

Алла МАКАРИНСЬКА

Секретар кафедри ТЗіК,  
к.т.н., доц.

Тетяна ТУРПУРОВА

## Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1. Техніко-економічне обґрунтування.....	8
1.1 Маркетингові дослідження з обґрунтування проекту.....	8
1.2 Загальна характеристика ринку комбікормової промисловості в Україні.....	10
1.3 Економічна мета проекту .....	12
Розділ 2. Проблеми використання вторинних ресурсів пивоварної галузі.....	14
2.1 Характеристика пивоварної галузі.....	14
2.2 Характеристика пивної дробини.....	15
2.3 Способи переробки та використання пивної дробини.....	17
2.4 Використання пивної дробини в раціонах сільськогосподарських тварин і птиці.....	20
2.5 Технологічний процес екструдуювання кормових добавок.....	21
Розділ 3. Загальна методика досліджень .....	24
3.1 Методи дослідження фізичних властивостей.....	24
3.2 Методи дослідження хімічних показників.....	27
Розділ 4. Розробка технології виробництва екструдованої кормової добавки з пивною дробиною.....	33
4.1 Органолептичні показники пивної дробини.....	33
4.2 Фізичні властивості та хімічні показники пивної дробини.....	33
4.3 Технологія виробництва екструдованої кормової добавки.....	35
4.4 Визначення складу кормової добавки.....	37
Розділ 5. Технологічна частина.....	42
5.1 Характеристика сировини та готової продукції.....	42
5.2 Розрахунок рецептів комбікормової продукції на ЕОМ.....	44

					КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.25			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Науково-практичні основи використання пивної дробини при виробництві комбікормів для свиней	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Горецький Р.А.				5	5	110
Керівник		Цюндик О.Г.				ОНТУ 2024		
Консульт.								
Зав.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								

5.3 Аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями.....	45
5.4 Розрахунок ємності складів для зберігання сировини та готової продукції.....	48
5.5 Розрахунок технологічного обладнання.....	52
5.6 Розрахунок ємності оперативних бункерів.....	61
5.7 Розрахунок транспортного обладнання.....	68
5.8 Проектування внутрішньоцехової комунікації.....	70
5.9 Технохімічний та технологічний контроль виробництва.....	75
Розділ 6. Охорона праці.....	77
6.1 Заходи і засоби із забезпечення безпечних умов праці .....	77
6.2 Причини виникнення пожеж і вибухів.....	78
Розділ 7. Техніко-економічні показники.....	81
7.1 Розрахунок необхідної суми інвестицій.....	81
7.2 Розрахунок виробничої програми виробництва кормової добавки...	83
7.3 Розрахунок собівартості екструдованої кормової добавки.....	84
7.4 Приріст прибутку від удосконалення рецептури комбікорму.....	87
7.5 Розрахунок економічної ефективності проекту.....	90
Висновки та технічні пропозиції.....	92
Список літератури.....	93
Додаток А.....	98
Додаток Б.....	100

## Вступ

Інноваційні технології виробництва комбікормів пропонують інтенсифікацію технологічних процесів з метою збереження ресурсів та підвищення енергоефективності, розширення асортименту продукції та підвищення її продуктивності. Виробництво комбікормів в сучасний час передбачає широке використання рослинних кормів як джерел легкозасвоюваних поживних речовин. У галузі тваринництва та птахівництва вирішуються питання створення оптимальної та науково обґрунтованої годівлі, яка відповідає генетичним особливостям тварин і птиці. Використання нових кормових компонентів у раціонах сільськогосподарських тварин є актуальним завданням [1].

Сьогодні стан харчової переробної промисловості України потребує комплексного вирішення питань утилізації відходів, зокрема й пивоварних виробництв. Ці відходи є цінним кормовим продуктом, проте швидко розкладаючись, стають непридатними для подальшого використання. Тому переробка основних відходів пивоварного виробництва є важливим завданням для забезпечення кормової бази сільськогосподарського комплексу та запобігання забруднення навколишнього середовища, а також пошуку додаткових джерел білка у вигляді нових кормових продуктів. Застосування, яких дозволило б підвищити біологічну цінність та продуктивність дії комбікормів, а також ефективність їх використання у раціоні сільськогосподарських тварин [2].

Щорічно на пивзаводі середньої потужності може утворюватися 35 тис. т пивної дробини – осаду, що утворюється після фільтрації пивного суслу в процесі приготування пива [3]. Тому доцільним є переробка пивної дробини. У сільському господарстві пивна дробина використовується для згодовування домашнім тваринам як високобілковий корм та використання її як цінної біологічно активної сировини в кормових цілях при виробництві кормових добавок, кормів та кормових сумішей.

## Розділ 1. Техніко-економічне обґрунтування

### 1.1 Маркетингові дослідження з обґрунтування проєкту

Українська галузь пивоваріння налічує близько 125 пивоварень з загальною річною потужністю приблизно 2,5 мільярдів доларів. У 2019 році пиво, що становило 35% ринку алкогольних напоїв, очолювало список українських алкогольних напоїв за обсягом продажів. Більшість асортименту на ринку України представлена продукцією іноземних компаній, які мають виробництва на території країни. Імпортне пиво складає лише 1...2% ринку і позиціонується як "преміум" категорія. Цю частку ринку протягом тривалого часу ділять між собою чотири найбільші компанії [4]:

- АВ InBev Efes (ТМ «Чернігівське», «Bud», «Янтар», «Рогань», «StellaArtois», «Staropramen», «Beck's» та ін.);
- Carlsberg Ukraine (ТМ «Львівське», «Славутич», «Арсенал», «Tuborg», «Holsten», «Carlsberg» та ін.);
- Оболонь (ТМ «Оболонь», «Zibert», «Hike», «Zlata Praha», «Carling» та ін.);
- Альянс ППБ і Oasis CIS (ТМ «Перша приватна броварня» та ін.).

У період з січня по серпень 2023 року виробництво пива в Україні досягло 104,1 мільйонів дал, що на 11,3% перевищує відповідний період 2022 року. Ця кількість становить лише 77,3% від обсягів виробництва пива в Україні у 2021 році, як підтвердили в галузевій асоціації. Виробництво пива в Україні в 2022 році зменшилося на 27,9% у порівнянні з 2021 роком, скоротившись до 122,8 мільйонів дал [5].

Проблематичним фактором для української пивоварної промисловості є недостатня кількість компаній, які застосовують комплексний підхід до переробки відходів. Наприклад, столична пивоварна компанія ПрАТ "Оболонь" щодня виробляє до 700 тонн пивних відходів. Частина цього обсягу

					КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.25			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Горецький Р.А.			Науково-практичні основи використання пивної дробини при виробництві комбікормів для свиней	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Консульт.</i>		Басюркіна Н.Й.					8	110
<i>Керівник</i>		Цюндик О.Г.				ОНТУ 2024		
<i>Зав.каф.</i>		Макаринська А.В.						
<i>Н.контр.</i>								

використовується як корм для худоби та фермерських господарств у Київському регіоні. Однак більшість цих відходів потребує утилізації, особливо весняно-літнім періодом, оскільки їх не можна зберігати довше 2...3 днів [6].

Як відомо, за останні 5...7 років в Україні значно збільшилось виробництво крафтового пива на малих пивоварнях. Однак багато з цих підприємств не приділяють достатньо уваги переробці пивних відходів. Залежно від місця розташування, ці відходи або використовуються для годівлі худоби, або просто викидаються в побутове сміття, що може завдати шкоди навколишньому середовищу [6].

Використання відходів є безпечним і корисним. Головне завдання полягає у відновленні та охороні навколишнього середовища. За допомогою сучасних технологій переробки, з пивної дробини можна виробляти повноцінний корм, який можна використовувати в годівлі тварин. Цей продукт є ідеальним для годівлі риб або великої рогатої худоби. Наприклад, у корів пивна дробина має стимулюючий ефект на виділення молока, підвищуючи надої на більше ніж 10% [7].

На прикладі підприємств Житомирської області розглянемо показники обсягів виробництва і переробки пивної дробини (табл. 1.1.1) [8, 9].

Таблиця 1.1.1 – Показники обсягів виробництва і переробки пивної дробини

Підприємство	Номінальна потужність виробництва відходів харчової галузі за добу, т	Фактичні обсяги переробки відходів харчової галузі за добу, т	Кількість сухої дробини, яка вироблена за добу, т
1	2	3	4
Радомишльський пивзавод	60	-	-

Продовження табл. 1.1.1

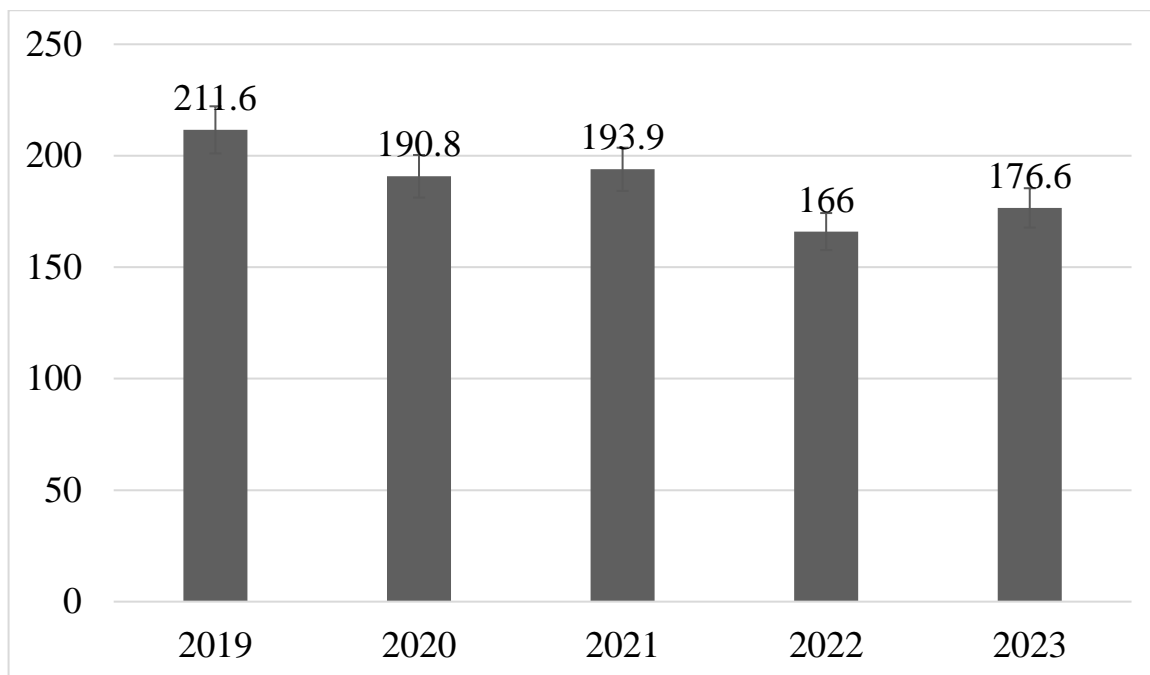
1	2	3	4
Бердичівський пивзавод	15	-	-
ТОВ «СІТ»	-	20	6
ТОВ «Владівік корми»	-	50	10
ТОВ «Бест-Агро»	-	125	25
ТОВ «ЖЕРМ»	-	40	40

Загальний обсяг виробництва сухої пивної дробини у світі майже 30 млн тонн, з яких близько 3,4 млн тонн становить виробництво в Європі. Кожні 10 тонн готового пива у середньому породжує 2,3 тонни сухої пивної дробини, а загальний обсяг українського виробництва перевищує 440 тисяч тонн [10].

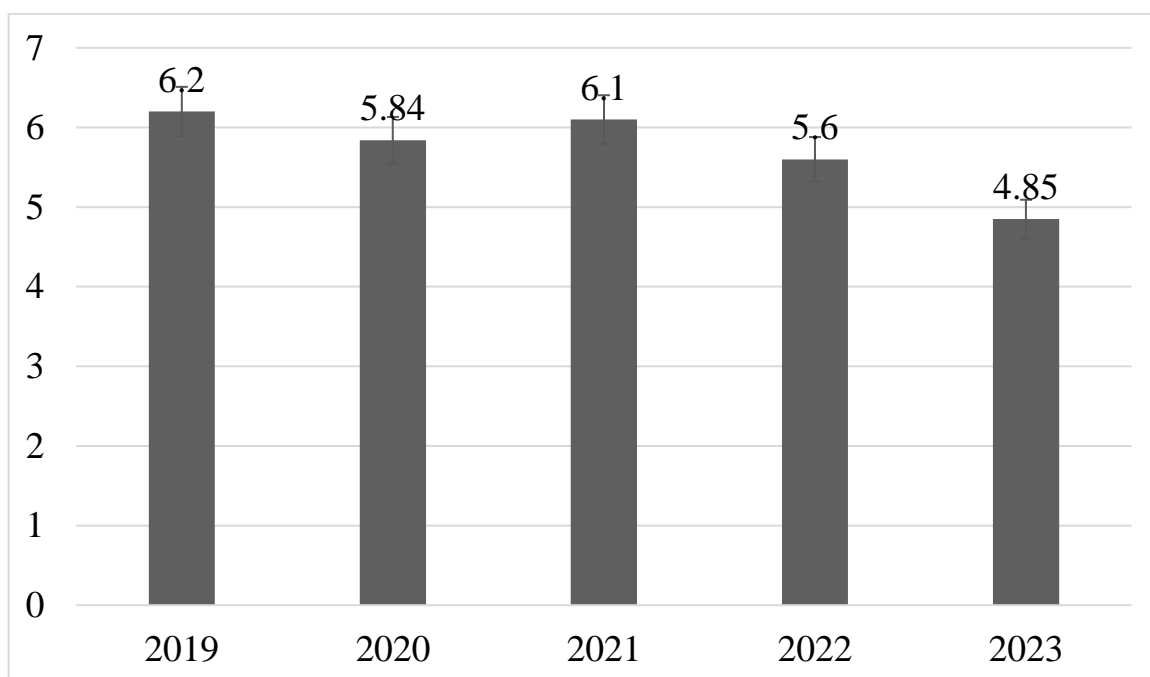
## 1.2 Загальна характеристика ринку комбікормової промисловості в Україні

У 2023 році темпи зростання поголів'я сільськогосподарських тварин мали позитивну динаміку. З початку року поголів'я великої рогатої худоби зросло на 9,9%, свиней – на 4,5%, птиці – на 18,3%. Поголів'я птиці в Україні на 1 травня 2023 року становило 176,6 млн голів [11]. На 1 січня 2024 року поголів'я великої рогатої худоби скоротилося на 3,3%, тобто до 2,23 млн голів. Із них 1,29 млн голів – корови, яких поменшало на 4,9% [12].

Найбільше споживання комбікормів припадає на галузь птахівництва. Станом на травень 2023 року чисельність поголів'я птиці становила 176,6 млн голів (рис.1.1.1). Поголів'я свиней у 2023 році показало найнижчий показник за останні 5 років (рис. 1.1.2).



**Рис. 1.1.1 – Динаміка поголів'я сільськогосподарської птиці в Україні, млн голів**



**Рис. 1.1.2 – Динаміка поголів'я свиней в Україні, млн голів**

Найбільшим споживачем ринку комбікормів в Україні є галузь птахівництва. М'ясо курятини переважає у м'ясному раціоні українців через свою найнижчу ціну порівняно з іншими видами м'яса. Виробництво

комбікормової продукції для сільськогосподарської птиці стабільно зростає. За підсумками 2023 року зростання ємності ринку комбікормів становило 7,36 млн тонн у натуральному вираженні [13].

Багато тваринницьких комплексів організовано у форматі вертикально-інтегрованих холдингів, які включають потужності з виробництва комбікормів і кормових добавок для власних потреб та частково на продаж. Такі виробники разом займають близько 70% від загального обсягу ринку комбікорму в Україні [13].

### **1.3 Економічна мета проєкту**

Завданням кваліфікаційної роботи є розробка технології виробництва екструдованої кормової добавки з сумішшю подрібненого зерна кукурудзи і свіжої пивної дробини, удосконалення рецептів і технології виробництва комбікормів для свиней.

Основними каналами збуту кормової добавки є:

- комбікормові заводи;
- фірмовий склад-магазин на території підприємства – роздрібний продаж фасованої кормової добавки приватним фермерським господарствам;
- інтернет-магазин – роздрібний та оптовий продаж;
- соціальні мережі;
- українські маркетплейси;
- мережа торгових представництв – роздрібний продаж фасованої кормової добавки населенню через та дрібнооптовий продаж.

Підприємство планує використовувати такі маркетингові заходи для залучення покупців та збільшення обсягів виробництва: реклама в інтернеті, зовнішня реклама на конструкціях, реклама у друкованих ЗМІ, участь у ярмарках та виставках.

Підприємство має можливість переробляти пивну дробину, яка залишається після виготовлення пива у пивоварних заводів Житомирської області.

Планується будівництво цеху потужністю 60 т/добу у Житомирській області. Задана продуктивність забезпечить переробку свіжої пивної дробини у кормові добавки та забезпечить потребу у додатковому джерелі білку фермерські господарства.

Економічна мета проєкту:

- використання свіжої пивної дробини для виробництва кормової добавки;
- виробництво конкурентоспроможної продукції за розробленими рецептами повнораціонних комбикормів із використанням кормової добавки;
- збільшення прибутку підприємства за рахунок зростання обсягів реалізації комбикормової продукції.

Очікуваний строк окупності – до 4 років, що свідчить про доцільність та економічну ефективність проєкту.

## Розділ 2. Проблеми використання вторинних ресурсів пивоварної галузі

### 2.1 Характеристика пивоварної галузі

Основними компонентами технологічної сировини для пива є солод, який виготовляється з ячменю пивоварних сортів, і хмелепродукція у вигляді екстракту, гранул та шишкованого хмелю.

Сьогодні пивоварна галузь вважається однією з найбільш сучасних завдяки тому, що виробники стараються виготовляти продукцію, яка відповідає європейським стандартам якості, використовуючи передові технології та обладнання. Однак процес виготовлення пива також супроводжується утворенням значної кількості побічної продукції, такої як пивна дробина (рис. 2.1.1).

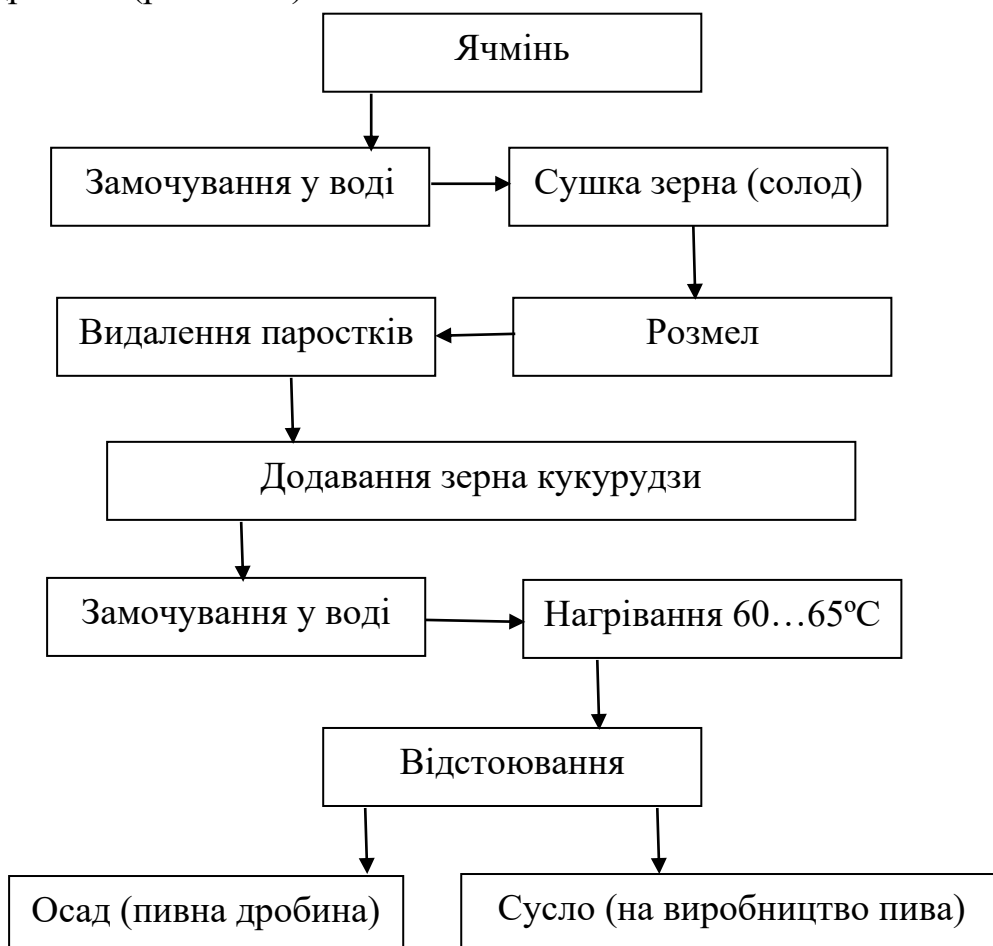


Рис. 2.1.1 – Принципова схема виробництва пива

					КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.25			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Горецький Р.А.			Науково-практичні основи використання пивної дробини при виробництві комбікормів для свиней	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Цюндик О.Г.					14	110
Консульт.						ОНТУ 2024		
Зає.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								

Зерно ячменю замочують, після чого воно розбухає, починаються активні біохімічні процеси із розщепленням крохмалю до солодового цукру. Ячмінний солод проходить солодовий помел, далі його змішують із водою. Для прискорення ферментації масу нагрівають до 65°C, далі фільтрують сусло з відділенням пивної дробини. Тверда фаза пивної дробини (20...30% від маси корму) містить оболонку та нерозчинну частину ендосперму зерна ячменю, має високий рівень клітковини. Поживність корму залежить від якості солоду, кількості нескладеної сировини, сорту пива.

Пивна дробина – це гуща, яка складається із зернових оболонок ячменю та інших речовин, що не розчиняються у воді. Дробина має світло-коричневий колір, солодкуватий смак і запах солоду. Пивна дробина є цінним високопротеїновим кормом з рівнем протеїну 26...30% (на абсолютну суху речовину).

## 2.2 Характеристика пивної дробини

Свіжа пивна дробина є високоякісним джерелом білку для сільськогосподарських тварин і птиці (табл. 2.2.1). Масова частка вологи складає до 80% через що термін зберігання досягає до 48...74 годин при температурі 15...30°C. Обмеження в застосуванні свіжої пивної дробини у раціонах тварин виникають через ризик розвитку мікотоксинів під час її транспортування та зберігання [15].

**Таблиця 2.2.1 – Хімічний склад свіжої пивної дробини, % (літературні дані)**

Показник	Вміст
Суша речовина	23,2
Сирий протеїн	5,8
Сира клітковина	3,9
Сирий жир	1,7
Безазотисті екстрактивні речовини	10,7

Продовження табл. 2.2.1

Показник	Вміст
Сира зола	1,1
Кальцій	0,05
Фосфор	0,11
Лізин	0,22
Метіонін+цистин	0,1
Кормові одиниці	0,21
Обмінна енергія свині, МДж	2,04
Обмінна енергія КРС, МДж	2,35

У свіжій пивній дробині представлені всі десять незамінних амінокислот. З літературних даних у ній міститься від сирого протеїну:

- лізину – 3,5%;
- метіоніну – 1,6%;
- триптофану – 1,4%;
- аргініну – 4,5%;
- гістидину – 2,1%;
- лейцину – 9,4%;
- ізолейцину – 5,2%;
- фенілаланіну – 5,0%;
- треоніну – 3,5%;
- валіну – 3,5%.

Цінною якістю дробини є високий вміст лінолевої кислоти – 3,9%, незамінної для птиці та свиней.

## 2.3 Способи переробки та використання пивної дробини

### Сушіння пивної дробини

Сушіння – процес консервації, завдяки якому вдається збільшити термін придатності пивної дробини. Для того щоб висушити пивну дробину, на сучасних виробництвах використовується спеціалізоване обладнання (рис.2.3.1).

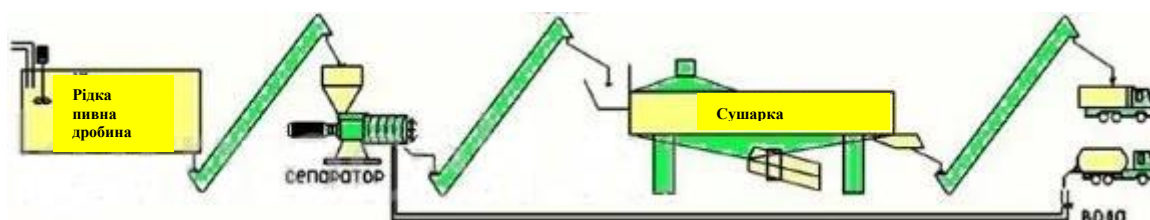


Рис. 2.3.1 – Технологічна схема сушіння пивної дробини

Свіжу пивну дробину вологістю 70...80% віджимають до вологості 65%. Далі подають в сушарку, де висушують при температурі 80°C до вологості 10%.

Суша пивна дробина за вмістом макроелементів (табл. 2.3.1) знаходиться на рівні зернобобових культур, а по мікроелементах значно перевищує їх, але не перевищує гранично допустимих концентрацій [16].

Таблиця 2.3.1 – Хімічний склад сухої пивної дробини, % (літературні дані)

Показник	Вміст
Суша речовина	88,7
Сирий протеїн	21,7
Сира клітковина	16
Сирий жир	6
Безазотисті екстрактивні речовини	40,6
Кальцій	0,3
Фосфор	0,66
Лізин	0,77
Метіонін+цистин	0,35

### Продовження табл. 2.3.1

Показник	Вміст
Кормові одиниці	0,75
Обмінна енергія свині, МДж	7,61
Обмінна енергія КРС, МДж	8,67

Дослідженнями встановлено, що перетравність складових частин сухої пивної дробини свинями становить [16]:

- органічної речовини – 46%;
- протеїну – 78%;
- жиру – 59%;
- клітковини – 47%;
- безазотистих екстрактивних речовин – 27%.

Засвоюваність сухої пивної дробини вище 5%, ніж її сирої форми. Таким чином, суху пивну дробину можна віднести до групи кормових добавок з високим вмістом протеїну, мінеральних речовин.

#### **Силосування пивної дробини**

Свіжу пивну дробину із температурою 55...65°C закладають на силосування протягом 3 діб з виробництва. Можливе силосування в траншеї або полімерному рукаві. Рукава необхідно розташовувати на рівній поверхні, щоб вони не відкочувалися. Закриття рукава здійснюється відразу після наповнення без клапанів, отворів для газів. Стічна рідина не впливає на якість силосування пивної дробини і може перебувати всередині упаковки.

Необхідно швидко заповнювати ємності кормом та надійна герметизація укривною плівкою.

При пакуванні пивної дробини температурою понад 40°C слід використовувати хімічний консервант для анаеробної стабілізації після відкриття рукава. Це пов'язано з тим, що з температурі вище 40 °C молочнокислі бактерії працюватимуть.

Після герметизації мішка відкривати його для згодовування ВРХ бажано не раніше ніж за місяць. Температура зони ядра повинна за цей час опуститися до зовнішньої температури для уповільнення процесу розвитку плісняви і дріжджів. Таким чином, сировина стає менш сприйнятливою до впливу повітря, яке не зможе швидко проникати у глибокі шари упаковки.

Такий метод зберігання пивної дробини у рукаві дозволяє оптимально зберігати високі показники якості та мінімізувати втрати. Термін зберігання – близько 6 місяців [17, 19].

### **Біогаз із пивної дробини**

Біогаз виділяється в процесі життєдіяльності бактерій, що розвиваються в ході бродіння біомаси, і використовується як паливо для виробництва електроенергії, тепла або пари, а також як автомобільне паливо. Найчастіше пивзавод, виробляючи біогаз із відходів власного виробництва – пивної дробини, є його кінцевим споживачем.

Технологія отримання біогазу. Дробина переміщується до резервуара за допомогою насосів. Звідти сировина постійно подається до реактора гідролізу за допомогою помпи. Після цього біомаса переходить до реактора метаноутворення. Реактори є герметичними залізобетонними резервуарами, які повністю ізолюють гази, оскільки в них необхідно підтримувати постійну температуру для мікроорганізмів, що становить мезофільні 35 °С. У реакторі розташований міксер, який використовується для повного перемішування вмісту. Мікроорганізми отримують всі необхідні поживні речовини. Середній час затримки у реакторі становить 35 днів, під час якого органічні речовини в дробині метаболізуються [18].

## 2.4 Використання пивної дробини в раціонах сільськогосподарських тварин і птиці

Пивна дробина – цінний високобілковий корм для сільськогосподарських тварин, особливо для великої рогатої худоби [17]:

- має високий рівень сирого протеїну (25%), який не розщеплюється у рубці на 55...60%. Це говорить про те, що більше половини його засвоюється в тонкому відділі кишечника і разом з мікробіальним білком утворює протеїн, який впливає на вміст білка в молоці;
- позитивний вплив на травлення – консистенція екскрементів;
- знижує вміст сухої речовини в раціонах;
- збільшення споживання корму;
- зниження витрат на корми;
- заміна частини соєвого шроту.

Свіжу пивну дробину згодовують, кг на голову на добу:

- худобі на відгодівлі – 10...15;
- молочним коровам – 10...20;
- дорослим свиням – до 5;
- свиням на відгодівлі – до 3...4;
- ремонтному молодняку – 2...2,5;
- вівцям, коням – 1...2 відповідно у вигляді підгодівлі;
- кролики – до 0,2.

В годівлі птиці пивну дробину використовують у складі комбікормів чи мішанок. У годівлі молодняку – до 5% маси раціону. У годівлі дорослих курей – до 7% від маси раціону, індичок – 3...5%, качок та гусей – 8...10%.

Кількість сухої дробини, що згодовується, зазвичай менша в 3...4 рази. При згодовуванні її бичкам на відгодівлі їх приріст у вазі збільшувався на 14%. Вживання рекомендованих доз не призводить до будь-яких відхилень у здоров'ї тварин. Включення в раціон худоби дробини знижує собівартість приросту поголів'я до 9%.

Консервована пивна дробина – повноцінний корм з протеїновою та енергетичною поживністю. Нею можна замінити 35...40% дорогих високобілкових кормів у раціоні бичків на дорощуванні, знизивши прямі витрати на 14...16% і підвищивши рентабельність виробництва м'яса на 11...35% за допомогою значної різниці вартості цих кормів.

## **2.5 Технологічний процес екструдуювання кормових добавок**

Екструдуювання – складний процес, що відбувається за участю механічних сил у вологому середовищі та високих температурах і має фізико-хімічну природу, спрямований на підвищення якості та поживної цінності кормів для сільськогосподарських тварин і птиці [20].

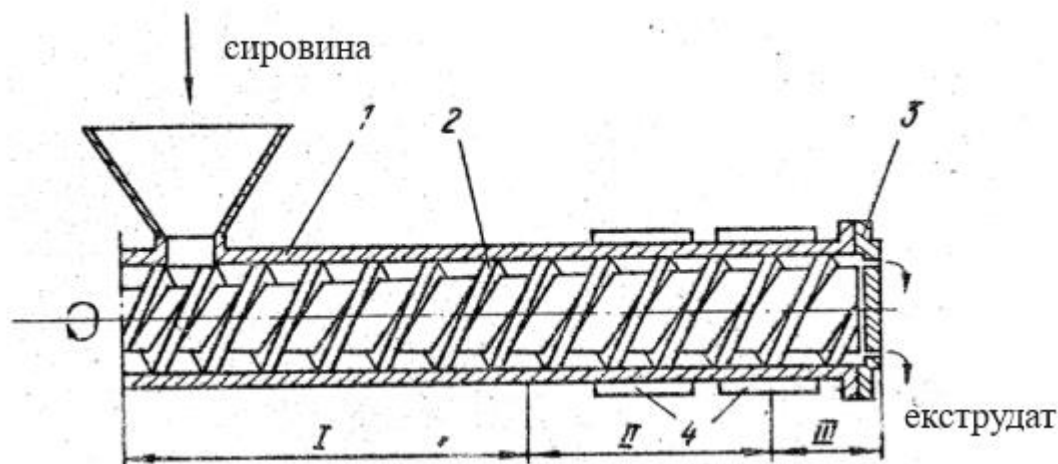
Під час екструдуювання відбуваються значні зміни у структурі поживних речовин: крохмаль розкладається на прості цукри, протеїн піддається денатурації, шкідлива мікрофлора знищується. Таким чином, поживні речовини, які містяться у кормах, стають легко доступними для організмів тварин. При цьому амінокислоти і вітаміни не руйнуються, завдяки короткочасності процесу. Екструдат під час транспортування не розшаровується і не утворює пилу [20].

Екструзія включає в себе кілька етапів обробки сировини в єдиному процесі [21, 22]:

- теплова обробка: сировина нагрівається до температури 120...150 °С, що поліпшує перетравлення поживних речовин, підвищує смакові якості;
- стерилізація: температура та тиск повністю знищують шкідливі мікроорганізми;
- збільшення об'єму: розрив стінок клітин робить поживні речовини більш доступними, що підвищує енергетичну цінність продукту;
- подрібнення та змішування: навіть після попереднього подрібнення та змішування сировини, у камерах екструдера ці процеси тривають, поки продукт не стане повністю однорідним;

– зневоднення: за кілька секунд у екструдері вміст вологи в сировині зменшується на 50% від початкового.

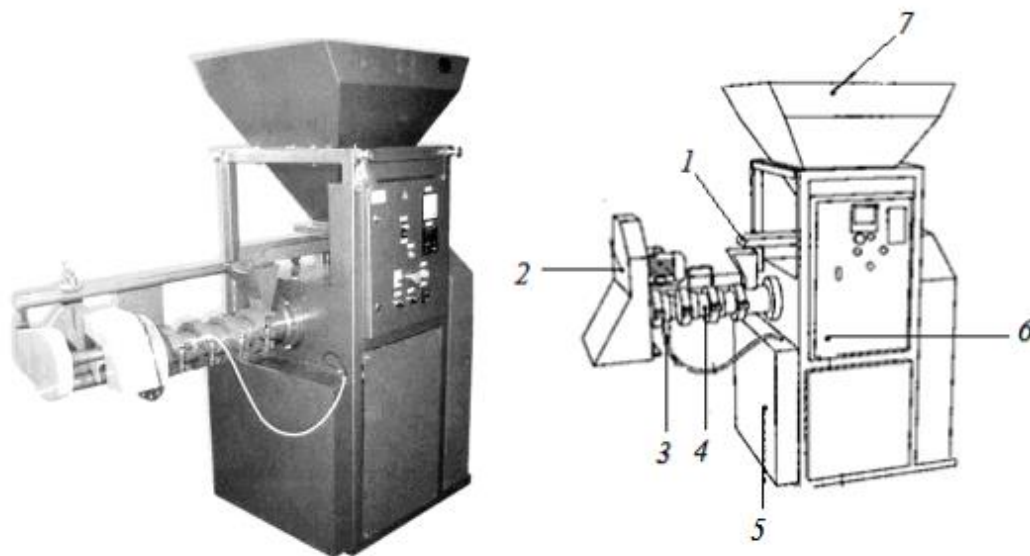
Для виконання процесу екструзії широко застосовується шнековий екструдер, принципова схема якого показана на рис. 2.5.1.



**Рис. 2.5.1 – Схема роботи екструдера**

Шнек спеціальної конструкції (2) обертається всередині нагрітого циліндричного корпусу (1), обладнаного нагрівачами (4). Один кінець корпусу має отвір для завантаження сировини, а на протилежному кінці розташовується матриця (3). Рухаючись, шнек захоплює порошкоподібну сировину з живильника, просуває її до матриці, стискає, пластифікує та випресовує через відповідно розмірені та формовані отвори. Під час обробки матеріал нагрівається, стає пружно-еластичним, а зовнішній вигляд і якість виробу визначаються формою та розміром отворів матриці. Циліндр екструдера можна умовно поділити на три зони: прийому сировини, стиснення і утворення пластичної маси, випресовування. Ефективність роботи екструдера залежить від правильного співвідношення коефіцієнтів тертя між матеріалом та циліндром, а також матеріалом та шнеком. Транспортування порошків з низькою сипкістю та насипною масою ускладнене, особливо у одношнекових екструдерах [20-22].

Одношнекові екструдери (рис. 2.5.2) спеціалізуються на виробництві комбікормів для сільськогосподарських тварин і птиці, з підвищеною засвоюваністю та очищенням від шкідливих мікроорганізмів і речовин.



**Рис. 2.5.2 – Одношнековий екструдер**

1 – віброживильник; 2 – відсікач; 3 – термодатчик; 4 – робочий орган; 5 – електропривід; 6 – шафа керування.

Принцип їх роботи полягає в тому, що зерно з завантажувального бункера через віброживильник потрапляє до робочого органу екструдера. Сировина з бункера подається в приймальну воронку робочого органу за допомогою живильника, а регулювання подачі сировини здійснюється за допомогою зміни частоти коливань в віброживильнику. У воронці встановлений магнітовловлювач металевих частинок. У робочому органі відбувається видавлювання маси через формуючу філь'єру.

Переваги цього типу екструдера включають [20]:

- виробництво високоякісного комбікорму;
- економію до 40% зерна при годуванні тварин;
- ефективне використання доступної сировини;
- контроль якості виготовленого комбікорму;
- очищення некондиційної сировини від мікроорганізмів.

### Розділ 3. Загальна методика досліджень

#### 3.1 Методи дослідження фізичних властивостей

##### Визначення масової частки вологи відходів

Із середньої проби беруть 2 наважки по 2,5...5 г свіжорозмеленого відходу в сухі і зважені бюкси. Потім бюкси закривають кришками і зважують з точністю до 2 мг. Бюкси ставлять в термостат разом зі знятими кришками і сушать 3...4 години при температурі 102...105 °С, потім доводять до постійної маси. Бюкси закривають кришками і охолоджують в ексикаторі, охолоджені бюкси зважують. Після цього знову сушать їх у термостаті 2 години, виймають, охолоджують і зважують. Доведення до постійної маси полягає в тому, що процедуру нагрівання закінчують, коли маса бюксу не змінюється [23].

Обчислення вологості відходів проводять за формулою:

$$\omega = \frac{g_1 - g_2}{g_1 - g_0} \times 100, \%$$

де  $g_0$  – маса пустої бюкси, г

$g_1$  – маса бюкси з наважкою до сушіння, г

$g_2$  – маса бюкси з наважкою після сушіння, г.

##### Визначення масової частки вологи суміші

В попередньо висушені до постійної маси бюкси зважують наважки продукту по 5 г кожна з точністю до 0,01 г. Продукт розсипають тонким шаром по дну бюкси. Відкриті бюкси і кришки від них поміщають в сушильну шафу попередньо нагріту до температури 130 °С. Висушують протягом 40 хвилин, починаючи з моменту фіксації температури. Потім бюкси виймають із сушильної шафи, швидко закривають кришками і поміщають в ексикатор на 20...30 хвилин для охолодження їх до кімнатної

					КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.25			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Горецький Р.А.			Науково-практичні основи використання пивної дробини при виробництві комбікормів для свиней	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Цюндик О.Г.					24	110
Консульт.						ОНТУ 2024		
Зав.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								

температури. Після висушування і охолодження бюкси зважують і за різницею мас до і після сушіння визначають вміст вологи, яку розраховують за формулою [24]:

$$\omega = \frac{g_1 - g_2}{g_1 - g_0} \times 100, \%$$

де  $g_0$  – маса пустої бюкси, г

$g_1$  – маса бюкси з наважкою до сушіння, г

$g_2$  – маса бюкси з наважкою після сушіння, г.

### **Визначення об'ємної маси**

Об'ємну масу визначають за допомогою літрової пурки. Зерно або інші продукти засипають у циліндр до риски. Якщо в циліндрі риска відсутня, то продукт засипають в циліндр не до самого верху, а так щоб між поверхнею продукту і верхнім краєм циліндра залишився проміжок в 1 см. Циліндр закривають лійкою вниз і після висипання продукту циліндр знімають. Ніж швидко, без струсу приладу, виймають із щілини і після того, як тягар та продукт упадуть в мірку, ніж знову обережно вставляють в щілину. Мірку разом з наповнювачем виймають з гнізда, перевертають, підтримуючи ніж і наповнювач. Висипають продукт, який залишився і виймають ніж із щілини. Мірку з продуктом зважують і визначають об'ємну масу [24].

### **Визначення кута насипного схилу**

Кут насипного схилу – це кут між горизонтальною поверхнею і утворюючою конуса при вільному падінні продукту на цю поверхню. Кут насипного схилу відноситься до показників, які характеризують сипучі властивості продуктів. На його величину, в першу чергу, впливають такі показники, як щільність, середній розмір частинок продукту і характер їх розподілення у матеріалі [24].

Для визначення кута насипного ухилу продукт засипають в металеву лійку, яка має кут конуса  $60^\circ$  і трубку діаметром 25 мм. Трубку встановлюють в суміжні стінки приладу таким чином, щоб центр її отвору збігався з лінією перетину внутрішніх площин стінок. Сипучий продукт

через лійку засипають до тих пір, поки вершина насипу не зрівняється по висоті з вертикальними стінками. Кут вимірюють за допомогою транспортира. Для цього транспортир прикладають до утворюючої конуса і визначають по виску кут  $\beta$ . Тоді кут насипного схилу  $\alpha$  знаходять як:  $\alpha = 90 - \beta$

### **Визначення сипкості**

Сипкість характеризується швидкістю витікання продукту крізь отвір визначеного розміру. Продукт засипають в ящик з вихідним отвором, який закривають заслінкою. Для визначення сипкості продукту заслінку відкривають і засікають час висипання продукту крізь вихідний отвір на горизонтальну поверхню. Об'єм висипаного продукту вимірюють циліндром. Сипкість визначають за формулою [24]:

$$V_c = \frac{g}{S \times t}, \text{ см}^3/\text{с}$$

де  $g$  – об'єм продукту, який пройшов через вихідний отвір бункера,  $\text{см}^3$ ;

$S$  – площа поперечного перерізу вихідного отвору,  $\text{см}^2$ ;

$t$  – тривалість висипання продукту, с.

### **Визначення модуля крупності**

Модуль крупності або середньозважений розмір частинок визначають шляхом просіювання продукту масою 100 г на наборі сит протягом 5 хв. Просіювання проводять на лабораторному розсійнику з частотою обертання 1410...1460 об/хв з числом коливань сит за хвилину – 190...210. По закінченні просіювання залишок із кожного сита зважують окремо на технічних вагах із точністю до 0,1 г. допустима норма втрат при просіюванні не повинна перевищувати 1 %. При двох рівнобіжних визначеннях у тому самому зразку припускається розбіжність 0,1 % [24].

Модуль крупності для набору сит з отворами діаметром 4, 3, 2, 1, 056 мм визначають за формулою:

$$M = \frac{4,5m_1 + 3,5m_2 + 2,5m_3 + 1,5m_4 + 0,78m_5 + 0,28m_6}{100}, \text{ мм}$$

де  $m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6$  – маси сходів з сит з отворів діаметром 4, 3, 2, 1, 056, г;

4,5; 3,5; 2,5; 1,5; 0,78; 0,28 – середні розміри частинок, які залишились на ситах з отворами діаметром 4, 3, 2, 1, 056, мм;

100 – маса наважки, взятої для аналізу, г.

### **Визначення коефіцієнта розширення**

Для визначення коефіцієнта розширення продукти до і після екструдуювання попередньо просіюють на ситах ПР № 20 і ПР № 10. Із сходової фракції ПР № 10 на технічних вагах беруть наважки масою по 50 г і за допомогою мірного циліндра визначають об'єм продуктів до і після екструдуювання. Коефіцієнт розширення визначають як відношення об'єму продукту після екструдуювання до об'єму продукту до екструдуювання [24].

$$K = \frac{V_2}{V_1},$$

де  $V_1$  – об'єм продукту до екструдуювання, см<sup>3</sup>;

$V_2$  – об'єм продукту після екструдуювання, см<sup>3</sup>.

## **3.2 Методи дослідження хімічних показників**

### **Визначення сирого протеїну по К'ельдалю**

Метод заснований на мінералізації органічної речовини проби продукту концентрованої сірчаної кислотою в присутності каталізатора з утворенням сірчаноокислого амонію, при перерахунку його в аміак, відгонки останнього в розчин борної кислоти, кількісному обліку аміаку титриметричним методом і розрахунку масової частки азоту в аналізованій пробі продукту з наступним перерахунком результатів на загальний білок, з використанням коефіцієнтів перерахунку азоту на молочний або рослинний білки [25].

Проведення досліду: При вимірі масової частки білка в будь-якому продукті маса сухих речовин, що містяться в пробі, не повинна перевищувати 0,15 г. У стаканчик для зважування або скляну бюксу з кришкою зважують пробу рідкого продукту масою від 1,000 до 2,000 г. Продукт зі стаканчика (бюкси) переливають в колбу К'ельдаля. Порожній стаканчик (бюксу) з кришкою знову зважують і за різницею між масою

стаканчика (бюкси) з кришкою з продуктом і масою порожнього стаканчика (бюкси) з кришкою встановлюють масу взятого продукту. У стаканчик з кришкою і вкладеною в нього скляною паличкою, не виступаючи за його краї, зважують пробу пастоподібного продукту масою від 0,2000 до 0,3000 г. За допомогою палички переносять продукт в колбу К'ельдаля . Порожній стаканчик з кришкою і паличкою знову зважують і за різницею встановлюють масу взятого продукту. У сухій пробірці, яка ввійшла вільно в горло колби К'ельдаля, зважують пробу сухого продукту масою від 0,1000 до 0,2000 г. Вміст пробірки обережно переносять в колбу К'ельдаля. Порожню пробірку знову зважують і за різницею між першим і другим зважуванням визначають масу взятого продукту .

Додають в колбу К'ельдаля 1,50...2,00 г змішаного каталізатора і потім обережно доливають 5 см<sup>3</sup> концентрованої сірчаної кислоти. Колбу прикривають насадкою або скляною лійкою і приступають до нагрівання в похилому положенні під кутом 45 °. Встановлюють регулятор нагріву нагрівального приладу в середнє положення. Стежать за тим, щоб рідина в колбі безперервно кипіла і на стінках колби не залишалося чорних незгорілих часток, змиваючи їх легкими круговими рухами. При наявності чорних частинок на горловині колби, якщо вони не захоплюються конденсатом парів кислоти в період кипіння або кислотою при перемішуванні вмісту колби, слід добре охолодити колбу, змити ці частки в колбу невеликою кількістю води, потім продовжити спалювання. Після того, як рідина в колбі знебарвиться (допускається злегка зеленуватий відтінок), нагрів продовжують ще протягом 30 хв. Дають колбі охолонути до  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ , до вмісту доливають , обмиваючи стінки колби, від 20 до 30 см<sup>3</sup> дистильованої води і приступають до відгонки аміаку. Якщо при мінералізації суміш довго залишається темною або твердне при охолодженні, ймовірно відбувається неповне згорання. В таких випадках використовують більший обсяг сірчаної кислоти (10 см<sup>3</sup> замість 5 см<sup>3</sup>).

Після «пропарювання приладу» відкривають крани та закривають затискач. Під холодильник підставляють замість порожньої колби колбу з 20 см<sup>3</sup> борної кислоти і п'ятьма краплями змішаного індикатора так, щоб кінчик холодильника був занурений в розчин. Замість порожньої колби К'ельдаля приєднують колбу з мінералізованою пробою. Закривають кран б наливають у воронку 20 см<sup>3</sup> розчину гідроксиду натрію і відкриваючи повільно кран б при обережному погойдуванні колби К'ельдаля, вливають гідроксид натрію. Відкриваючи зажим, закривають крани. У холодильнику пари розчину аміаку конденсуються і потрапляють в колбу з розчином борної кислоти. Перегонку продовжують 10 хвилин, рахуючи з того моменту, коли борна кислота в приймальній колбі придбає зелене забарвлення. Після закінчення відгонки кінець трубки холодильника виймають з борної кислоти, обполіскують дистильованою водою і продовжують процес перегонки ще 2 хв. Потім відкривають крани, закривають затискач.

Вміст приймальної колби титрують водним розчином соляної кислоти молярної концентрації  $c(\text{HCl}) = 0,2$  моль/дм<sup>3</sup> до переходу забарвлення індикатора від зеленої до фіолетової. Для внесення відповідної поправки на реактиви в результат вимірювання проводять визначення азоту в контрольній пробі, використовуючи замість продукту 1 см<sup>3</sup> дистильованої води і 0,1 г сахарози. Кількість повторювань контрольної проби повинно бути не менше трьох. Контрольну пробу застосовують при заміні хоча б одного з реактивів.

#### **Визначення сирії клітковини гравіметричним методом**

Клітковину визначають в залишку матеріалу після вилучення геміцелюлоз. Цей залишок промивають водою і обережно висушують до повітряно-сухого стану при температурі не вище 50 °С. Висушений матеріал переносять у колбу, де проводили гідроліз геміцелюлоз, заливають 10 об'ємами 80 %-ної сірчаної кислоти (відносною щільністю – 1,74), і залишають на 2,5 години при кімнатній температурі, періодично розмішуючи осад скляною паличкою для кращого змочування його кислотою [25]. Скляний фільтр, через який відфільтровували гідролізувати геміцелюлоз

промивають тією ж кислотою для повного вилучення частинок клітковини і приєднують її до кислоти, що знаходиться в колбі. Після закінчення 2,5 годин додають 15 об'ємів води на 1 об'єм кислоти, вводячи деяку частину води через фільтр, потім проводять гідроліз клітковини протягом 5 годин у киплячій водній бані. Гідролізат фільтрують через той же скляний фільтр, промивають 3...4 рази водою, об'єм розчину доводять до 200 см<sup>3</sup> і визначають у ньому глюкозу по Бертрону. Вміст клітковини СК у % в твердому матеріалі або г/100 см<sup>3</sup> рідини визначають за рівнянням:

$$СК = \frac{100 \times 0,9 \times b \times V_1}{1000 \times a \times V_2},$$

де а – кількість досліджуваного твердого матеріалу (в г) або рідини (у см<sup>3</sup>);

б – кількість цукру, визначеного при реакції, з розчинами Фелінга, мг;

V<sub>1</sub> – об'єм гідролізату, см<sup>3</sup>;

V<sub>2</sub> – обсяг гідролізату, взятого на визначення цукрів, см<sup>3</sup>;

0,9 – коефіцієнт для перерахунку цукрів в клітковину;

100 – перерахунок у відсотки;

1000 – переведення мг у г.

#### **Визначення сирого жиру екстракційним методом**

Визначення ґрунтується на екстрагуванні жиру з висушеної до постійної маси наважки продукту жиророзчинниками. Наважку сухої речовини зважують на фільтрувальному папері розміром 6x7 см і загортають у пакетик. Цей пакетик поміщають в інший пакетик із фільтрувального паперу розміром 7x8 см. Внутрішній пакетик поміщають так, щоб його шов не збігався зі швом зовнішнього пакетика. Приготований пакетик поміщають у бюкс і висушують у сушильній шафі при температурі 103±2 °С до постійної маси. Потім пакетик переносять у екстрактор апарата Сокслета і заливають етиловим ефіром. Ефіру наливають стільки, щоб він почав переливатися через сифон екстрактора, після чого додають ще 50 см<sup>3</sup> ефіру і з'єднують усі частини приладу. У холодильник пускають холодну воду, а перегінну колбу поміщають на водяну баню (температура не вище 45 °С). Нагрівання треба

регулювати так, щоб ефір зливався з екстрактора через кожні 5...6 хв. При безперервній дії апарата Сокслета для повного екстрагування жиру з добре подрібненої наважки потрібно 5...6 годин, при погано подрібненій наважці екстракцію необхідно проводити 10...12 годин. Повноту екстракції перевіряють на фільтрувальному папері. Для цього беруть 2...3 краплі ефіру, що витікає з екстрактора, папір підігрівають. Якщо на папері після випаровування ефіру не залишається пляма, то екстракцію вважають закінченою. Пакетики виймають з екстрактора, підсушують, після чого поміщають у бюкс і висушують у сушильній шафі при температурі  $103 \pm 2$  °C до постійної маси [25].

Вміст жиру (X) г сухої речовини визначають за формулою (у грамах):

$$X = \frac{A-B}{M},$$

де А – маса пакетика з наважкою сухої речовини до екстракції жиру, г;

В – маса пакетика з наважкою сухої речовини після екстракції жиру, г;

М – наважка сухої речовини, г.

### **Визначення вмісту сирової золи**

Зважують з точністю 0,001 г приблизно 5 г досліджуваної проби в тигель із платиногового чи платиново-золотавого сплаву. Розміщують тигель з наважкою на гарячу плитку чи газовий пальник і нагрівають, поки наважка не обвуглиться. Переносять тигель у муфельну піч, попередньо нагріту до температури 550 °C і витримують протягом 3 год. Візуально визначають, чи є в золі обвуглені частинки. Якщо видно обвуглені частинки чи, якщо є сумнів щодо їх присутності, охолоджують золу, зволожують дистильованою водою, випаровують насухо в сушильній шафі при температурі 103 °C. потім поміщають тигель у піч і нагрівають ще 1 год. Охолоджують тигель в ексикаторі до кімнатної температури. Переносять золу 75 см<sup>3</sup> або 400 см<sup>3</sup>. Обережно нагрівають на гарячій плитці або газовому пальнику до кипіння і кип'ятить 15 хв. Фільтрують гарячий розчин через знезолений паперовий фільтр, промивають залишок з фільтром гарячою водою до тих пір, поки промивні води не звільняться від кислоти. Переносять залишок з фільтром в

тигель, попередньо нагрітий протягом хоча б 30 хвилин у муфельній печі при температурі 550 °С, охолоджений в ексикаторі та зважений з точністю 0,001 г. Сушать тигель і його вміст 2 годин в сушильній шафі при температурі 103 °С, тоді спалюють 30 хвилин в муфельній печі при температурі 550 °С. Охолоджують тигель до кімнатної температури в ексикаторі та швидко зважують з точністю 0,001 г. Проводять два визначення маси наважок з тієї самої проби.

## Розділ 4. Розробка технології виробництва екструдованої кормової добавки з пивною дробиною

В пошуку альтернативних джерел сировини для створення нових кормових добавок закладено ключове завдання для сучасного кормовиробництва. Особливу увагу приділяють цьому питанню у виробництві нових кормових добавок, що виявляється особливо актуальним у останні роки.

### 4.1 Органолептичні показники пивної дробини

Після того, як пивне сушло проходить через фільтр під час варіння пива, утворюються відходи, які складаються з оболонки плодів і зерен ячменю, а також інших кормових компонентів.

Органолептичні показники свіжої пивної дробини наведено в табл. 4.1.1.

**Таблиця 4.1.1 – Органолептичні показники свіжої пивної дробини**

Назва показника	Показник
Консистенція	густа
Колір	світло-коричневий
Запах	солодовий
смак	трохи солодкуватий

### 4.2 Фізичні властивості та хімічні показники пивної дробини

Для дослідження було взято свіжа пивна дробина. Дослідження виконувалися на лабораторному та технологічному обладнанні за встановленими стандартними методиками (розділ 3).

Для визначення можливостей переробки свіжої пивної дробини в

					КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.25			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Горецький Р.А.			Науково-практичні основи використання пивної дробини при виробництві комбікормів для свиней	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Цюндик О.Г.					33	110
Консульт.						ОНТУ 2024		
Зає.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								

кормові добавки та використання її в якості компонента комбікормів були досліджені фізичні властивості за такими показниками, як масова частка вологи, об'ємна маса і густина (табл. 4.2.1).

**Таблиця 4.2.1 – Фізичні властивості свіжої пивної дробини**

Сировина	Показники		
	Масова частка вологи, %	Об'ємна маса, кг/м <sup>3</sup>	Густина, кг/м <sup>3</sup>
Пивна дробина	75	399	1,05

Як можна бачити з таблиці 4.2.1, пивна дробина виявляє незадовільні фізичні властивості, її висока вологість призводить до швидкого псування. Ця проблема ускладнює обробку продукту, збільшує складнощі в транспортуванні і сприяє прилипанню та корозії металевих частин обладнання.

Використання пивної дробини як компонента комбікормів у своєму свіжому стані є нецільовим. Тому ми провели дослідження щодо можливості використання свіжої пивної дробини у виробництві екструдованої кормової добавки.

Перед переробкою пивної дробини на кормові добавки важливо провести аналіз її хімічного складу (табл. 4.2.2).

**Таблиця 4.2.2 – Хімічні показники свіжої пивної дробини, %**

Показники	Вміст
Волога	75
Сирий протеїн	6,1
Сира клітковина	4,2
Сирий жир	1,8
Сира зола	1,2
Безазотисті екстрактивні речовини	10,2
у т.ч. крохмаль	0,9
цукор	0,05
Загальна енергетична цінність, кДж/кг	480,1

Як видно з наведених показників у таблиці 4.2.2, пивна дробина за 75% вологості має достатню кількість поживних речовин. Але через високу вологість пивна дробина характеризується значним мікробним забрудненням, тому переробляти її треба, в перші 48 годин.

### **4.3 Технологія виробництва екструдованої кормової добавки**

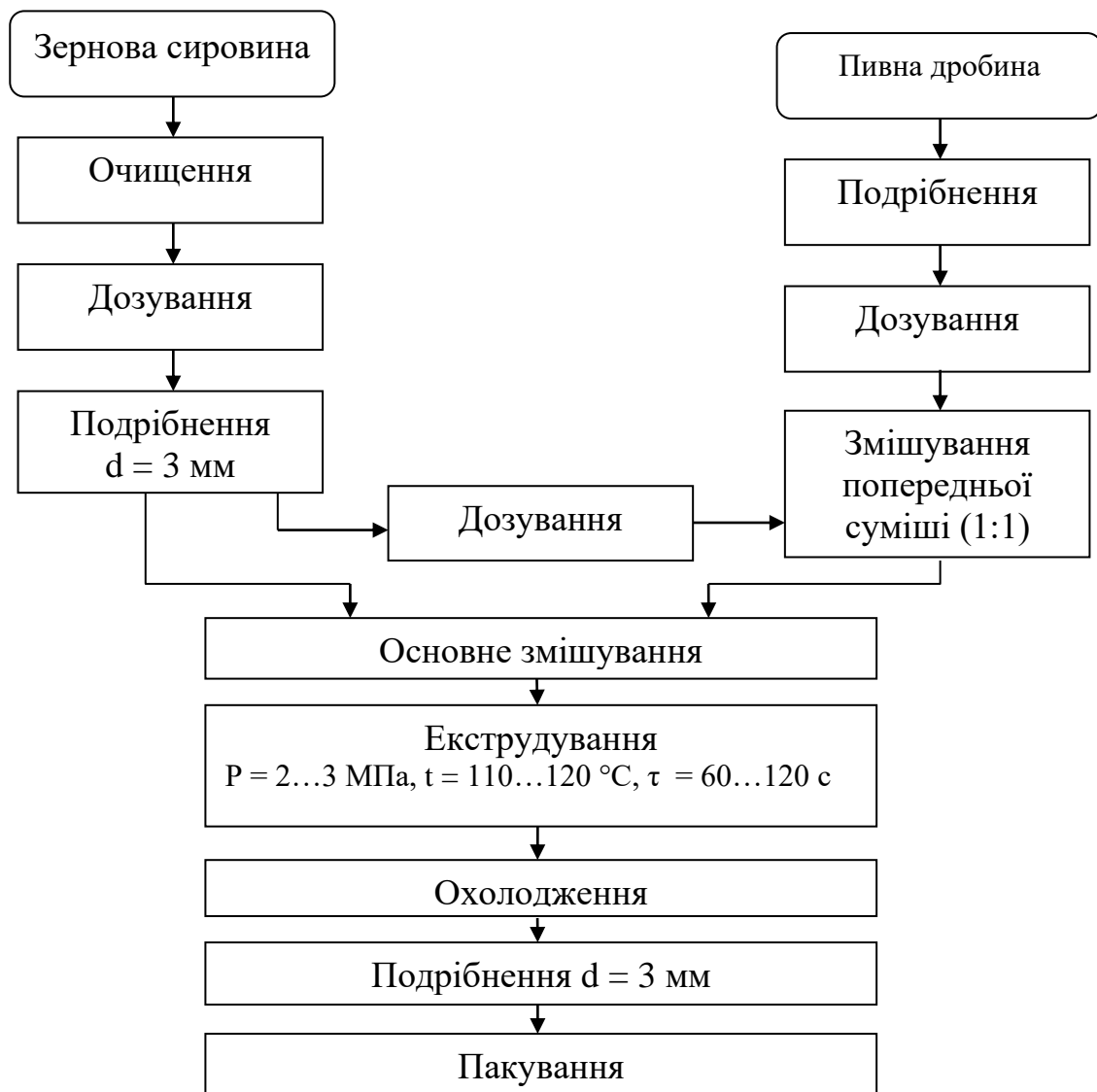
Враховуючи корисні властивості процесу екструдування був розроблений спосіб виробництва кормової добавки з використанням свіжої пивної дробини і подрібненого зерна кукурудзи (рис. 4.3.1). Виробництво кормової добавки здійснюється без додаткового зволоження, завдяки високій вологості пивної дробини. Це знижує витрати на процес екструдування порівняно з традиційною сировиною.

Під час екструдування крохмаль у зерні кукурудзи желатинізується і зневоднюється, що призводить до утворення пористої, розширеної структури. Це робить продукт легшим і хрусткішим. Зерна кукурудзи збільшуються в об'ємі через швидке зниження тиску на виході з екструдера.

#### **Спосіб виробництва кормової добавки**

Виробництво кормової добавки з використанням свіжої пивної дробини та кукурудзи проводили наступним чином.

Зерно кукурудзи очищували від не кормових відходів, дозували та подрібнювали на молотковій дробарці, до розміру частинок діаметром 2...3 мм. Свіжу пивну дробину подрібнювали на ножовому подрібнювачі та дозували. З метою отримання однорідної суміші використовували змішування в два етапи. На першому етапі для отримання попередньої суміші змішування проводили у співвідношенні 1:1. На другому етапі до отриманої попередньої суміші додавали решту зерна кукурудзи. Отриману кормову добавку направляли на екструдування.



**Рис. 4.3.1 – Структурна схема виробництва екстрованої кормової добавки**

Екструдювання проводили при наступних режимах:

- тиск в робочій зоні екструдера 2...3 МПа;
- споживана потужність електродвигуна 4...4,5 кВт;
- температура продукту на виході з екструдера +110...+120 °С;
- тривалість 60...120 с;
- діаметр отвору матриці 10 мм.

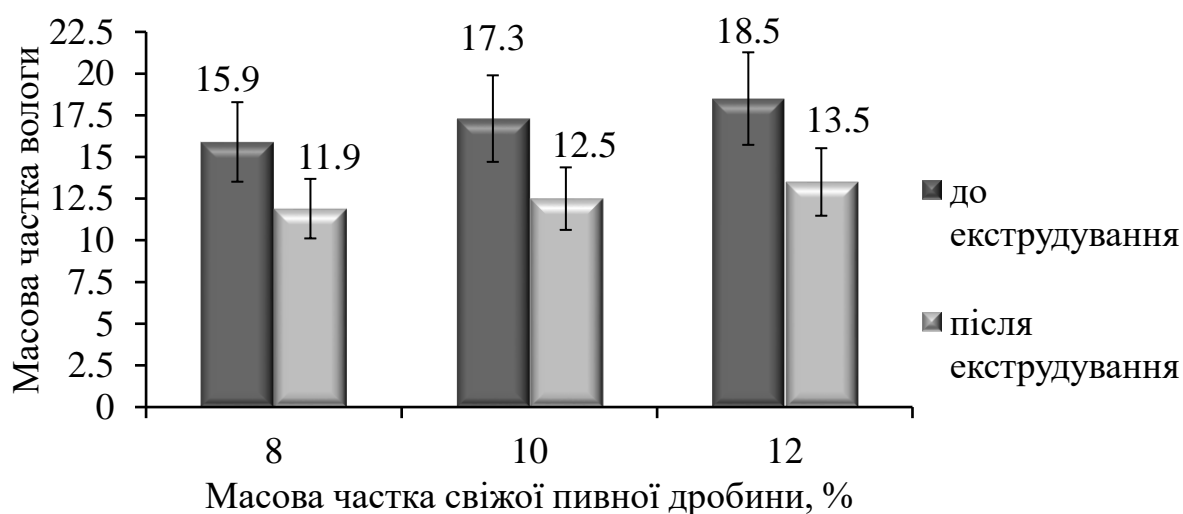
Екстродовану кормову добавку охолоджували до температури, яка не перевищувала температуру навколишнього середовища більш ніж на 10 °С, подрібнювали та направляли на пакування.

#### 4.4 Визначення складу кормової добавки

Для визначення оптимального співвідношення компонентів у кормовій добавці досліджено вплив введення свіжої пивної дробини на ефективність процесу екструдуювання при мінімальних питомих енерговитратах і найкращих якісних показниках суміші. Одним з основних показників оцінки якості екструдату є коефіцієнт розширення. Було сформовано 3 проби кормової добавки:

- 1 – подрібнене зерно кукурудзи та подрібнена пивна дробина у співвідношенні до маси 92:8 відповідно;
- 2 – подрібнене зерно кукурудзи та подрібнена пивна дробина у співвідношенні до маси 90:10 відповідно;
- 3 – подрібнене зерно кукурудзи та подрібнена пивна дробина у співвідношенні до маси 88:12 відповідно.

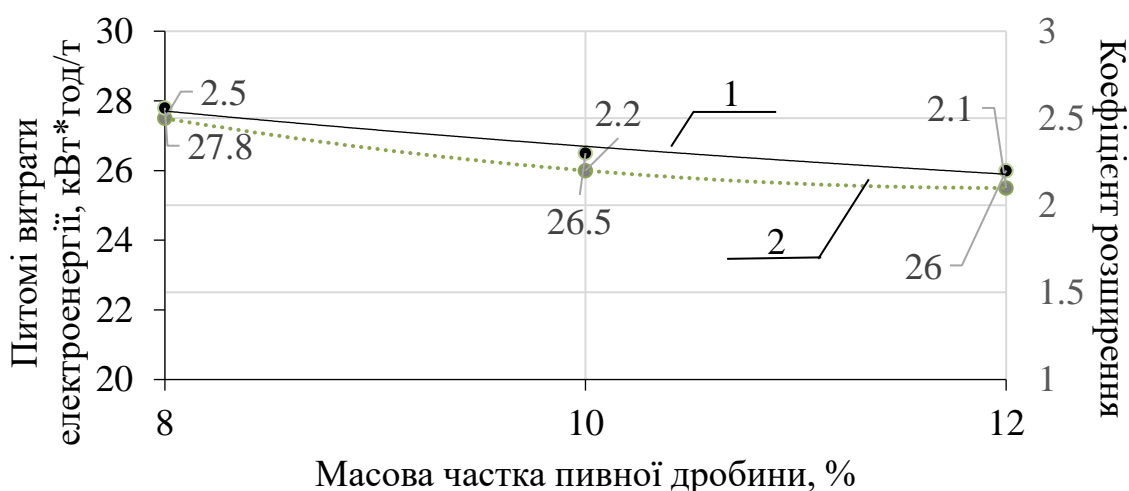
Включення меншої кількості свіжої пивної дробини не повністю забезпечує потребу сільськогосподарських тварин і птиці у біологічно активних речовинах. Це також призводить до додаткових витрат, так як необхідно додатково змочувати суміш водою. Більше додавання пивної дробини підвищує вологість добавки та ускладнює процес екструдуювання. Тому досліджено зміни вологості кормової добавки в процесі екструдуювання залежно від прототипу (рис. 4.4.1).



**Рис. 4.4.1 – Зміни вмісту масової частки вологи в кормовій добавці (до і після екструдуювання)**

Вологість суміші до екструдювання повинна бути не більше 18 %. Вміст вологи в кормовій добавці до екструдювання при введенні 90 % зерна кукурудзи і 10 % свіжої пивної дробини становить 17,3 %. При введенні більшої кількості дробини до складу суміші, збільшується її вологість, і процес екструдювання не проходить повністю.

На рис. 4.4.2 показано залежність питомої витрати електроенергії та показника розширення екструдату від вологості досліджуваних зразків.



**Рис. 4.4.2 – Залежність питомих витрат електроенергії (1) та коефіцієнту розширення екструдату (2) від масової частки свіжої пивної дробини**

Питомі витрати електроенергії на екструдювання із зростанням масової частки вологи знижуються з 27,8 до 26 кВт·год/т, коефіцієнт розширення також знижується з 2,5 до 2,1, в свою чергу коефіцієнт розширення екструдату повинен бути не менший за 2,0. З результатів досліджень питомі витрати електроенергії склали 26,5 кВт·год/т, а коефіцієнт розширення екструдату – 2,2.

Експериментальні дослідження показали, що оптимальне співвідношення між зерном кукурудзи та пивною дробиною у суміші складає 90% кукурудзи та 10% дробини. Це співвідношення дозволяє досягти

вологості суміші на етапі екструдуювання у розмірі 17,3%, забезпечуючи при цьому мінімальні енерговитрати та задовільний коефіцієнт розширення.

Дослідні зразки виготовляли за удосконаленою технологією виробництва кормової добавки з пивною дробиною. Фізичні властивості та хімічний склад кормової добавки визначали до та після екструдуювання.

Кормову добавку досліджували за показниками, які найбільшою мірою характеризують фізичні властивості готового продукту: об'ємна маса, кут природного укосу, сипкість, модуль крупності. Ефективність процесу екструдуювання визначали за питомими витратами електроенергії, коефіцієнтом розширення екструдату та вологістю (табл. 4.4.1).

**Таблиця 4.4.1 – Вплив екструдуювання на фізичні властивості кормової добавки (n=3, P≥0.95)**

Показники	Кормова добавка	
	до екструдуювання	після екструдуювання
Масова частка вологи, %	17,3	12,5
Кут природного укосу, град	35	38
Сипкість, см/с	11,3	7,6
Об'ємна маса, кг/м <sup>3</sup>	655	480
Модуль крупності, мм	1,8	1,2
Коефіцієнт розширення	2,2	
Питомі витрати електроенергії, кВт*год/т	26,5	

Як видно з табл. 4.4.1, фізичні властивості кормової добавки до екструдуювання свідчать про її належність до важкосипких компонентів. У процесі екструдуювання вміст вологи знизився на 38%. Кормова добавка після екструдуювання має задовільні фізичні характеристики. У процесі екструдуювання кут природного укосу збільшився на 8%, а сипкість покращилася на 49%. Про глибокі структурно-механічні зміни, що відбулися в процесі екструдуювання, свідчить зменшення об'ємної маси добавки на 36 %.

Коефіцієнт розширення екструдату становив 2,2, діаметр фільери екструдера – 10 мм. Це пояснюється утворенням у процесі екструдювання амілозо-ліпідних і білково-ліпідних комплексів, які впливають на декстринізацію крохмалю. Питома енерговитрата на екструдювання суміші становила 26,5 кВт\*год/т.

У табл.4.4.2 наведено хімічний склад кормової добавки до і після екструдювання.

**Таблиця 4.4.2 – Хімічний склад кормової добавки до і після екструдювання (у перерахунку на суху речовину) (n=3, P≥0.95)**

Показники	Кормова добавка	
	до екструдювання	після екструдювання
Масова частка, % сухої речовини	82,7	87,5
сирого протеїну	11,7	11
сирого жиру	3,8	3,7
сирої клітковини	2,2	2,1
сирої золи	1,5	1,4
БЕР	64,8	60,7

Аналіз табл. 4.4.2 показує, що в процесі екструдювання кормової добавки вміст сирого протеїну знизився на 6 %. Це пов'язано з перебігом дезамінування і меланоїдної реакції. Також у процесі екструзії вміст сирої клітковини зменшився на 5% за рахунок часткового руйнування целюлозно-лігнінового комплексу. В результаті часткового розщеплення жирів на жирні кислоти його кількість зменшилася на 2,7%.

Також в процесі екструдювання кормової добавки вміст БЕР зменшилися на 7%. Ці зміни зумовлені тим, що під час екструдювання руйнується кристалічна структура зерен нативного крохмалю. Це значно підвищує засвоюваність кормових добавок.

## **Висновки**

1. На основі експериментальних досліджень були вивчені органолептичні показники, фізичні властивості та хімічний склад свіжої пивної дробини. Встановлено, що пивна дробина має незадовільні фізичні властивості: вологість становить 75%, об'ємна маса — 399 кг/м<sup>3</sup>. Результати дослідження хімічного складу показали, що пивна дробина є цінним кормовим продуктом завдяки вмісту основних поживних речовин. Проте вона швидко псується.

2. Для визначення оптимального співвідношення компонентів у кормовій добавці досліджено вплив введення свіжої пивної дробини на ефективність процесу екструдювання. Встановлено, що оптимальне співвідношення подрібненої кукурудзи та пивної дробини за масою становить 90:10. Також враховано результати змін вмісту вологи, питомих витрат електроенергії та коефіцієнта розширення.

3. Визначено вплив процесу екструдювання на фізичні властивості та хімічний склад кормової добавки. Теплова обробка покращує фізичні властивості та підвищує засвоюваність кормових добавок.

## Розділ 5. Технологічна частина

### 5.1 Характеристика сировини та готової продукції

Кукурудза (ДСТУ 4525:2006) є однією з основних кормових культур для сільськогосподарських тварин і птиці завдяки своїй високій енергетичній цінності та багатому складу поживних речовин. Кукурудза містить до 12% протеїну, до 6 % жиру, 2,5 % клітковини, близько 67% безазотистих екстрактивних речовин, 1,4 % золи, 0,04 % кальцію і 0,3 % фосфору [26].

Кукурудза містить велику кількість вуглеводів, переважно у вигляді крохмалю, що забезпечує високий рівень енергії. Це особливо важливо для тварин, які мають високі енергетичні потреби, наприклад, свині та бройлери. Кукурудзяний крохмаль легко перетравлюється і засвоюється, що сприяє ефективному використанню корму тваринами [27].

Кукурудза містить необхідні вітаміни (особливо групи В), мінерали (магній, фосфор) та білки. Хоча білковий склад кукурудзи не є ідеальним через низький вміст лізину та триптофану.

Використання кукурудзи у кормах сприяє покращенню якості м'яса. Наприклад, м'ясо бройлерів стає більш соковитим.

Кукурудза використовується у раціоні свиней як основне джерело енергії. Вона сприяє швидкому набору ваги та покращенню якості свинини. Однак для досягнення оптимального білкового балансу кукурудзу комбінують з іншими кормовими добавками.

Для птиці, особливо бройлерів та курей-несучок, кукурудза є важливим елементом корму. Вона забезпечує необхідну енергію для швидкого росту та високої продуктивності. Кукурудзу можна використовувати як у чистому вигляді, так і у складі комбікормів.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.25			
Розроб.		Горецький Р.А.			Науково-практичні основи використання пивної дробини при виробництві комбікормів для свиней	Літ.	Арк.	
Керівник		Цюндик О.Г.					42	110
Консульт.						ОНТУ 2024		
Зав.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								

Кукурудза є незамінним компонентом у годівлі сільськогосподарських тварин і птиці. Її високий вміст енергії, добре засвоюваність і багатий поживний склад роблять її ідеальним вибором для забезпечення високої продуктивності тварин та якості продукції. Важливо також враховувати баланс поживних речовин, доповнюючи раціон іншими кормовими компонентами для досягнення оптимальних результатів [27].

Пивна дробина (ДСТУ 7345:2021) – це побічний продукт пивоварного виробництва, який залишається після відділення сула. Вона є цінним кормом для сільськогосподарських тварин і птиці завдяки своєму високому вмісту білка, клітковини, вітамінів та мінералів [28].

Пивна дробина містить:

- сирий протеїн (20...30%), що добре засвоюється;
- клітковина (до 20%);
- вітаміни (особливо групи В);
- мінерали (кальцій, фосфор, магній та інші).

В годівлі свиней пивна дробина:

- є джерелом високоякісного білка та енергії;
- позитивно впливає на приріст маси тіла та покращує конверсію корму;
- вводиться в раціон в кількості до 10...15% від загального об'єму корму.

В годівлі сільськогосподарської птиці пивна дробина також є корисним доповненням до раціону:

- забезпечує білком та необхідними амінокислотами;
- позитивно впливає на продуктивність, особливо у несучок та бройлерів;
- вводиться в раціон в кількості до 5...10% від загального об'єму корму.

Пивна дробина є відносно дешевим кормом порівняно з іншими білковими добавками. Використання побічних продуктів пивоваріння зменшує навантаження на довкілля та сприяє раціональному використанню ресурсів.

Пивна дробина є цінним та економічно вигідним кормом для сільськогосподарських тварин і птиці, що сприяє підвищенню

продуктивності та покращенню здоров'я тварин. Проте важливо правильно дозувати та контролювати якість цього корму, щоб забезпечити максимальну користь та безпеку для тварин [29].

Екструдкування – це процес, при якому корм піддається високій температурі та тиску, що призводить до зміни його фізичних та хімічних властивостей, роблячи його більш поживним та легкозасвоюваним [30].

Екструдовані корми в годівлі свиней допомагають:

- підвищити прирости ваги та покращити конверсію корму;
- зменшити ризик захворювань шлунково-кишкового тракту завдяки знищенню патогенів;
- забезпечити стабільне постачання необхідних поживних речовин.

В годівлі птиці екструдовані корми є важливими завдяки:

- підвищенню продуктивності, особливо у бройлерів та несучок;
- покращенню якості яєць та м'яса;
- зниженню ризику захворювань завдяки високій гігієнічності корму.

## **5.2 Розрахунок рецептів комбікормової продукції на ЕОМ**

Розрахунок рецептів комбікормів на електронно-обчислювальних машинах (ЕОМ) є важливим процесом, що дозволяє оптимізувати раціони годівлы для сільськогосподарських тварин і птиці, забезпечуючи їм необхідний баланс поживних речовин. Використання комп'ютерних програм для цієї мети має кілька переваг, таких як точність розрахунків, економія часу та можливість швидкої адаптації рецептів до змін у складі інгредієнтів або потреб тварин.

Основні етапи розрахунку рецептів комбікормів на ЕОМ:

### **1. Збір і підготовка даних**

- необхідно зібрати дані про хімічний склад кожного компоненту комбікорму, включаючи вміст білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінералів та інших важливих компонентів;
- дані про потреби тварин у поживних речовинах, які залежать від виду,

віку, фізіологічного стану та продуктивності.

## 2. Вибір і введення параметрів у програму

- введення інформації про доступні компоненти та їхній хімічний склад у програму;
- зазначення обмежень і цільових значень для поживних речовин, що повинні бути досягнуті у кінцевому рецепті.

## 3. Використання програмного забезпечення

- сучасні програми для розрахунку рецептів комбікормів, використовують методи лінійного програмування для оптимізації складу корму;
- програма аналізує введені дані та розраховує оптимальний рецепт, який відповідає заданим параметрам і обмеженням.

## 4. Аналіз і корекція результатів

- після отримання результатів програми, необхідно провести аналіз отриманого рецепту для забезпечення його відповідності потребам тварин та економічної доцільності;
- при необхідності, проводяться корекції рецепту, зміна інгредієнтів або їх співвідношення.

Розрахунок рецептів комбікормів на ЕОМ дозволяє значно підвищити ефективність виробництва кормів, забезпечуючи оптимальний баланс поживних речовин для тварин. Використання сучасних програм для цих цілей забезпечує точність розрахунків і можливість швидкої адаптації до змінних умов, що робить цей процес незамінним у сучасному тваринництві.

**Висновок:** Розраховані рецепти комбікормів (додаток А) збалансовані за всіма поживним та біологічно активними речовинам, і відповідають нормам годівлі свиней.

## 5.3 Аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу з технічними пропозиціями

При будівництві цеху з виробництва кормової добавки на основі пивної дробини були встановлені такі технологічні лінії:

- лінія очищення зернової сировини;
- лінія підготовки зернової сировини;
- лінія підготовки пивної дробини;
- лінія змішування;
- лінія екструдуювання кормової добавки;
- лінія фасування кормової добавки.

### **Лінія очищення зернової сировини**

Кукурудза з приймальних пристроїв за допомогою скребкового конвеєра марки КСТ-200 №1 та норії марки Е-5 №1 подається на очищення у скальператор марки Р6-БЗО для відділення грубих домішок. Далі подається у сито-повітряний сепаратор марки А1-БЛС-12 для відділення домішок, які відрізняються за геометричними і аеродинамічними властивостями.

Очищена кукурудза подається у склад силосного типу. Звідки за допомогою роторних живильників марки Б6-ДПК №1-№3 подається у ваги марки ВБ-500 №1. Зважена кукурудза подається на лінію підготовки зернової сировини.

### **Лінія підготовки зернової сировини**

Зважена кукурудза за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №3 та норії марки Е-5 №2 подається в магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-00 №1 та через оперативний бункер №5 направляється на подрібнення в молоткову дробарку марки УЗ-ДБМ-10, де встановлюють сито с отворами діаметром 3 мм. Подрібнена зернова сировина за допомогою гвинтового конвеєру марки КВ-160 №4 та норії марки Е-5 №3 подається в оперативний бункер №7. З бункера №7 частина зернової сировини подається у ваги марки ВБ-50 №2. Зважена кукурудза за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №4а подається у змішувач марки УЗ-ДСП-0,1 №1. Інша частина кукурудзи подається у головний змішувач марки УЗ-ДСП-0,5 №2.

### **Лінія підготовки пивної дробини**

Свіжа пивна дробина подається за допомогою вертикального гвинтового конвеєру марки Т401/3 №5 у подрібнювач рослинної сировини

марки ИРС-315. Подрібнену дробину подають у ваги марки ВБ-50 №3. Здозовану дробину за допомогою гвинтового конвеєру марки КВ-160 №6 подають у змішувач марки УЗ-ДСП-0,1 №1, куди також подають кукурудзу. Попереднє змішування проводять з частиною зернової сировини (у співвідношенні 1:1), тривалість змішування 180 с.

#### **Лінія змішування**

Отриману попередню суміш компонентів зі змішувача марки УЗ-ДСП-0,1 №1 подають у головний змішувач марки УЗ-ДСП-0,5 №2, куди подають залишкову зернову сировину та змішують протягом 120...180 с.

#### **Лінія екструдуювання кормової добавки**

Однорідну суміш компонентів за допомогою скребкового конвеєру марки КСТ-200 №7 норії марки Е-5 №4 подають на лінію екструдуювання в магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-00 №2. Далі через оперативний бункер №12 подається в екструдер марки ЕХ-617. Екструдуювання проходить при наступних режимах: тиск в робочій зоні екструдера 2...3 МПа, температура продукту на виході з екструдера 110...120 °С, тривалість 60...120 с, діаметр отвору матриці 10 мм. Екструдуювану кормову добавку охолоджують в охолоджувачі марки VK19X19R до температури, яка не перевищує температуру навколишнього середовища більше ніж на 10 °С. Добавку подрібнюють у валковому подрібнювачі марки Capacity KR 16.2. Після подрібнення кормову добавку за допомогою норії марки Е-10 №5 та скребкового конвеєра марки КСТ-200 №8 подають у магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-00 №4, далі через оперативний бункер №14 подають у виробництво комбікормів або на лінію фасування.

#### **Лінія фасування кормової добавки**

Після подрібнення кормову добавку за допомогою норії марки Е-10 №5 та скребкового конвеєра марки КСТ-200 №8 подають у магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-00 №3, через оперативний бункер №13 подають в модуль дозування і фасування марки МО 25-120Л.

## 5.4 Розрахунок ємності складів для зберігання сировини та готової продукції

Таблиця 5.4.1 – Опосереднені витрати сировини у відсотках від добової продуктивності підприємства

Сировина	Опосереднені витрати, а, %
Зернова (кукурудза)	90

Таблиця 5.4.2 – Опосереднені значення об'ємних мас

Сировина та готова продукція	Опосереднені значення, $\gamma_c$ , т/м <sup>3</sup>
Зернова (кукурудза)	0,65
Екструдат	0,4

Таблиця 5.4.3 – Запаси сировини, готової продукції для комбікормових підприємств продуктивністю менше, ніж 500 т/добу

Сировина, готова продукція	Тривалість зберігання, $Z_1$ , діб
Зернова (кукурудза)	27
Готова продукція	5

Розрахункова маса кожного виду сировини, яка надходить на підприємство та зберігається у складських приміщеннях, т:

$$K_{cp} = \frac{Q \times a \times Z_H}{100}, \quad (5.4.1)$$

де  $K_{cp}$  – розрахункова маса сировини, т;

$Z_H$  – тривалість зберігання сировини, яку приймають в залежності від продуктивності підприємства – нормативна, зокрема  $Z_H = Z_1$  або  $Z_H = Z_2$ , діб.

Визначення загального об'єму силосів, необхідного для зберігання кожного виду сировини, м<sup>3</sup>:

$$U_p = \frac{K_{cp}}{\gamma \times \eta}, \quad (5.4.2)$$

де  $U_p$  – розрахунковий загальний об'єм силосів, необхідний для зберігання

кожного виду сировини, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  – об’ємна маса сировини, т/м<sup>3</sup>;

$\eta$  – коефіцієнт використання об’єму силоса:  $\eta = 0,85$  – для зернової сировини.

Розрахункова кількість силосів, шт.:

$$n_p = \frac{U_p}{U_1}, \quad (5.4.3)$$

де  $n_p$  – розрахункова кількість силосів, шт.;

$U_1$  – об’єм одного силоса, м<sup>3</sup>.

Об’єм одного силоса круглої форми перерізу, м<sup>3</sup>:

$$U_1 = \pi \times R^2 \times h, \quad (5.4.4)$$

де  $R$  – радіус круга, м;

$h$  – висота силоса, м.

Фактична ємність силосів складу силосного типу для зберігання фактичної маси сировини, т:

$$K_{сф} = n_{ф} \times U_1 \times \gamma_c \times \eta, \quad (5.4.5)$$

де  $K_{сф}$  – фактична ємність силосів для зберігання сировини, т.

Фактична тривалість зберігання сировини, готової продукції, діб:

$$Z_{ф} = \frac{100 \times K_{сф}}{Q_3 \times a}, \quad (5.4.6)$$

де  $Z_{ф}$  – фактична тривалість зберігання сировини на підприємстві, діб.

Розрахункова площа складу підлогового типу для зберігання готової продукції в тарі, м<sup>2</sup>:

$$F_p = \frac{K_{ср}}{K_m}, \quad (5.4.7)$$

де  $K_{ср}$  – розрахункова маса готової продукції, т;

$K_m$  – маса готової продукції, яка розташована на 1 м<sup>2</sup> корисної площі складу, т/м<sup>2</sup> ( $K_m = 0,8$  – при зберіганні сировини у мішках).

Фактична площа для готової продукції, яка зберігається в затареному вигляді, т:

$$F_{ф} = B \times L_{ф}, \quad (5.4.8)$$

де  $B$  – ширина складу, м;

$L$  – довжина будівлі складу ( $L_{\max} = 60$  м), м.

Загальна розрахункова корисна площа складу враховує необхідні площі для зберігання готової продукції,  $m^2$

$$\Sigma F_{зр\ кор.} = F_{р\ гп}, \quad (5.4.9)$$

де  $F_{р\ гп}$  – розрахункова площа складу для зберігання готової продукції,  $m^2$ .

Загальна фактична корисна площа складу підлогового типу,  $m^2$ :

$$\Sigma F_{заг.ф.кор.} = \Sigma F_{заг.ф} - 0,20 \times F_{заг.ф}, \quad (5.4.10)$$

де  $\Sigma F_{заг.ф}$  – загальна фактична площа будівлі складу,  $m^2$ ;

0,20 – коефіцієнт, який враховує 20% площі для побутових приміщень від загальної фактичної корисної площі складу.

Визначення необхідної площі для зберігання готової продукції в тарі, т:

$$K_{сф} = F_{ф\ кор} \times K_{м}, \quad (5.4.11)$$

де  $F_{ф\ кор}$  – фактична корисна площа складу підлогового типу для зберігання готової продукції,  $m^2$ ;

$K_{м}$  – маса готової продукції, яка розміщується на 1  $m^2$  корисної площі складу підлогового типу, т/ $m^2$ .

Розрахункову масу зернової сировини знаходимо за формулою 5.4.1

$$K_{ср} = \frac{60 \times 90 \times 27}{100} = 1458 \text{ (т)}$$

Загальний об'єм силосів розраховуємо за формулою 5.4.2

$$U_p = \frac{1458}{0,65 \times 0,85} = 2639 \text{ (м}^3\text{)}$$

Об'єм одного силоса розраховують за формулою 5.4.4

$$U_1 = 3,14 \times 5^2 \times 13 = 1020 \text{ (м}^3\text{)}$$

Кількість силосів розраховують за формулою 5.4.3

$$n_p = \frac{2639}{1020} = 2,6 \text{ (шт)}$$

Приймаємо 3 силоса для кукурудзи.

Фактичну ємність силосів розраховуємо за формулою 5.4.5

$$K_{сф} = 3 \times 1020 \times 0,65 \times 0,85 = 1691 \text{ (т)}$$

Фактичну тривалість зберігання розраховуємо за формулою 5.4.6

$$Z_{\phi} = \frac{100 \times 1691}{60 \times 90} = 31,3 \text{ (доба)}$$

Розрахункову масу готової продукції знаходимо за формулою 5.4.1

$$K_{\text{ср}} = \frac{60 \times 30 \times 5}{100} = 90 \text{ (т)}$$

Площу складу підлогового типу розраховуємо за формулою 5.4.7

$$F_p = \frac{90}{0,8} = 113 \text{ (м}^2\text{)}$$

Встановлюємо склад підлогового типу шириною 10 м та довжиною 10 м.

Фактичну площу для готової продукції в затареному вигляді розраховуємо за формулою 5.4.8

$$F_{\phi} = 10 \times 10 \times 1 = 100 \text{ (м)}$$

Загальну корисну площу складу розраховуємо за формулою 5.4.9

$$\Sigma F_{\text{з п кор.}} = 113 \text{ (м}^2\text{)}$$

Загальну фактичну корисну площу складу підлогового типу розраховуємо за формулою 5.4.10

$$\Sigma F_{\text{заг.ф.кор.}} = 100 - 0,20 \times 100 = 80 \text{ (м}^2\text{)}$$

Необхідну площу для зберігання готової продукції в тарі розраховуємо за формулою 5.4.11

$$K_{\text{сф}} = 113 \times 0,8 = 90 \text{ (т)}$$

Фактичну тривалість зберігання розраховуємо за формулою 5.4.6

$$Z_{\phi} = \frac{100 \times 90}{60 \times 30} = 5 \text{ (діб)}$$

**Таблиця 5.4.4 – Дані розрахунку місткості силосів для зберігання сировини та готової продукції**

Сировина, готова продукція	Опосередні витрати сировини, а, %	Запас сировини, Zн, дб	Об'ємна маса сировини, γс, т/м <sup>3</sup>	Коефіцієнт використання об'єму силоса або площі складів, Кв	Розрахована ємність силосів (корисної площі складів), Кср, т	Фактична ємність силосів (корисної площі складів) на підприємстві, К сф, т	Фактичні запаси сировини після реконструкції, Zф, дб
<b>Склад силосного типу для зберігання сировини</b>							
Кукурудза	90	27	0,65	0,85	1458	1691	31,3
<b>Склад підлогового типу для зберігання готової продукції</b>							
Готова продукція у екструдованому вигляді	30	5	0,4	0,80	90	90	5

**Висновок:** За результатами розрахунків терміни зберігання кукурудзи більші від норм на проектування, що дає можливість зберігати сировину в складі силосного типу.

### 5.5 Розрахунок технологічного обладнання

Продуктивність лінії змішування та екструдкування, т/год:

$$q_{л} = \frac{Q_z}{t}, \quad (5.5.1)$$

де  $q_{л}$  – продуктивність лінії, т/год;

$t$  – тривалість роботи лінії, год.

Розрахункова ємність ванни змішувача, кг:

$$E_p = \frac{q_{л} \times 1000}{n \times K_b}, \quad (5.5.2)$$

де  $E_p$  – розрахункова ємність ванни змішувача, кг;

$K_b$  – коефіцієнт використання технологічного обладнання ( $K_b = 0,9$ );

$n$  – кількість циклів змішування компонентів продукції за годину:

$$n = \frac{60}{\tau_{\text{ц}}}, \quad (5.5.3)$$

де  $\tau_{\text{ц}}$  – тривалість циклу змішування компонентів, хв,

$$\tau_{\text{ц}} = \tau_{\text{зав}} + \tau_{\text{зм}} + \tau_{\text{роз}},$$

де  $\tau_{\text{зав}}$  – тривалість завантаження компонентів у ванну змішувача, хв;

$\tau_{\text{зм}}$  – тривалість змішування компонентів в змішувачі, хв;

$\tau_{\text{роз}}$  – тривалість розвантаження компонентів з ванни змішувача, хв.

Тривалість циклу змішування компонентів дорівнює  $\tau_{\text{ц}} = 6$  хв

$$\tau_{\text{зав}} = 1 \text{ хв}, \tau_{\text{роз}} = 1 \text{ хв}, \tau_{\text{зм}} = 4 \text{ хв}$$

Коефіцієнт завантаження ванни змішувача:

$$K_{\text{з.зм.}} = \frac{E_{\text{р.зм.}}}{E_{\text{ф.зм.}} \times K_{\text{в}}}, \quad (5.5.4)$$

де  $K_{\text{з.зм.}}$  – коефіцієнт завантаження змішувача;

$E_{\text{ф.зм.}}$  – фактична ємність змішувача, кг.

Розрахунок ємності вагів, кг:

$$E_{\text{р.}} = \frac{q_{\text{л}} \times 1000}{n \times K_{\text{в}}}, \quad (5.5.5)$$

де  $E_{\text{р.}}$  – розрахункова ємність вагів, кг.

Коефіцієнт завантаження вагів:

$$K_{\text{з.}} = \frac{E_{\text{р.д.}}}{E_{\text{ф.д.}} \times K_{\text{в}}}, \quad (5.5.6)$$

де  $K_{\text{з.д.}}$  – коефіцієнт завантаження вагів;

$E_{\text{ф.д.}}$  – фактична ємність вагів, кг.

Розрахункова кількість технологічного обладнання, шт.:

$$n_{\text{р}} = \frac{q_{\text{л}}}{q_{\text{п}} \times K_{\text{в}}}, \quad (5.5.7)$$

де  $n_{\text{р}}$  – розрахункова кількість обладнання, шт.;

$q_{\text{п}}$  – паспортна продуктивність обладнання, т/год;

$K_{\text{в}}$  – коефіцієнт використання технологічного обладнання:

$K_{\text{в}} = 0,7$  – технологічного обладнання, яке застосовують для технологічних

процесів подрібнення сировини;

$K_B = 0,8$  – технологічного обладнання, яке застосовують для екструдуювання;

$K_B = 0,9$  – технологічного обладнання, яке застосовують для технологічних процесів дозування, змішування компонентів продукції;

$K_B = 1,0$  – технологічного обладнання, призначеного для технологічних процесів сепарування та інших технологічних процесів підготовки сировини.

Розрахунок коефіцієнта завантаження технологічного обладнання:

$$K_3 = \frac{Q_L}{q_{\Pi} \times n_{\Phi} \times K_B}, \quad (5.5.8)$$

де  $K_3$  – коефіцієнта завантаження машини;

$n_{\Phi}$  – фактична кількість машин, шт.

### **Розрахунок технологічного обладнання лінії очищення зернової сировини**

Продуктивність лінії розраховуємо за формулою 5.2.1

$$q_L = 2,5 \times \frac{90}{100} = 2,25 \text{ (т/год)}$$

Розрахункову кількість скальператорів проводимо за формулою 5.5.7

$$n_p = \frac{2,25}{6 \times 1} = 0,4 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість скальператорів 1 шт.

Обираємо скальператор марки Р6-БЗО (виробник ПАТ Могилів-Подільський машинобудівельний завод), з паспортною продуктивністю 6 т/год.

Коефіцієнт завантаження скальператора розраховуємо за формулою 5.5.8

$$K_3 = \frac{2,25}{6 \times 1 \times 1} = 0,4$$

Розрахункову кількість сито-повітряних сепараторів проводимо за формулою 5.5.7

$$n_p = \frac{2,25}{12 \times 1} = 0,2 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість сито-повітряних сепараторів 1 шт.

Обираємо сито-повітряний сепаратор марки А1-БЛС-12 (виробник ВАТ «Мельінвест»), з паспортною продуктивністю 12 т/год.

Коефіцієнт завантаження сито-повітряного сепаратора розраховуємо за формулою 5.5.8

$$K_3 = \frac{2,25}{12 \times 1 \times 1} = 0,2$$

### **Розрахунок технологічного обладнання лінії підготовки зернової сировини**

Продуктивність лінії розраховуємо за формулою 5.2.1

$$q_{л} = 2,5 \times \frac{90}{100} = 2,25 \text{ (т/год)}$$

Розрахунок ємності вагів проводимо за формулою 5.5.5

$$E_p = \frac{2,25 \times 1000}{10 \times 0,9} = 250 \text{ (кг)}$$

Обираємо ваги марки ВБ-500 (виробник ВАТ «Технекс»), з ємністю 500 кг,  $E_{\phi} = 500$  кг.

Коефіцієнт завантаження вагів розраховуємо за формулою 5.5.6

$$K_{з.д.} = \frac{250}{500 \times 0,9} = 0,6$$

Кількість магнітних сепараторів розраховуємо за формулою 5.5.7

$$n_p = \frac{2,25}{6 \times 1} = 0,4 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 1 шт.

Обираємо магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-00 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з паспортною продуктивністю 6 т/год.

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора розраховуємо за формулою 5.5.8

$$K_3 = \frac{2,25}{6 \times 1 \times 1} = 0,4$$

Кількість молоткових дробарок розраховуємо за формулою 5.5.7

$$n_p = \frac{2,25}{8,8 \times 0,7} = 0,4 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість молоткових дробарок 1 шт.

Обираємо молоткову дробарку марки УЗ-ДБМ-10 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з паспортною продуктивністю 8,8 т/год.

Коефіцієнт завантаження молоткової дробарки розраховуємо за формулою 5.5.8

$$K_3 = \frac{2,25}{8,8 \times 1 \times 0,7} = 0,4$$

Продуктивність лінії зважування розраховуємо за формулою 5.2.1

$$q_{л} = 2,25 \times \frac{10}{100} = 0,225 \text{ (т/год)}$$

Розрахунок ємності вагів проводимо за формулою 5.5.5

$$E_p = \frac{0,225 \times 1000}{10 \times 0,9} = 25 \text{ (кг)}$$

Обираємо ваги марки ВБ-50 (виробник ВАТ «Технекс»), з ємністю 50 кг,  $E_{\phi} = 50$  кг.

Коефіцієнт завантаження вагів розраховуємо за формулою 5.5.6

$$K_{з.д.} = \frac{25}{50 \times 0,9} = 0,6$$

### **Розрахунок технологічного обладнання лінії підготовки пивної дробини**

Продуктивність лінії розраховуємо за формулою 5.5.1

$$q_{л} = 2,5 \times \frac{10}{100} = 0,25 \text{ (т/год)}$$

Кількість подрібнювачів вологої сировини розраховуємо за формулою 5.5.7

$$n_p = \frac{0,25}{1 \times 0,7} = 0,4 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість подрібнювачів 1 шт.

Обираємо подрібнювач марки ИРС-315, з паспортною продуктивністю 1 т/год.

Коефіцієнт завантаження подрібнювача розраховуємо за формулою 5.5.8

$$K_3 = \frac{0,25}{1 \times 1 \times 0,7} = 0,4$$

Ємність вагів розраховуємо за формулою 5.5.5

$$E_p = \frac{0,25 \times 1000}{10 \times 0,9} = 28 \text{ (кг)}$$

Обираємо ваги марки ВБ-50 (виробник ВАТ «Технекс»), з ємністю 50 кг,  $E_\phi = 50$  кг.

Коефіцієнт завантаження вагів розраховують за формулою 5.5.6

$$K_{з.} = \frac{28}{50 \times 0,9} = 0,6$$

Продуктивність лінії змішування розраховуємо за формулою 5.5.1

$$q_{л} = 2,5 \times \frac{20}{100} = 0,5 \text{ (т/год)}$$

Розрахунок ємності ванни змішувача розраховують за формулою 5.5.2

$$E_p = \frac{0,5 \times 1000}{10 \times 0,9} = 56 \text{ (кг)}$$

Обираємо змішувач марки УЗ-ДСП-0,1 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з ємністю ванни 100 кг,  $E_\phi = 100$  кг.

Коефіцієнт завантаження ванни змішувача розраховуємо за формулою 5.5.4

$$K_{з.зм.} = \frac{56}{100 \times 0,9} = 0,6$$

### **Розрахунок технологічного обладнання лінії змішування**

Продуктивність лінії змішування розраховуємо за формулою 5.5.1

$$q_{л} = \frac{60}{24} = 2,5 \text{ (т/год)}$$

Кількість циклів змішування за годину розраховують за формулою 5.5.3

$$n = \frac{60}{6} = 10 \text{ (циклів)}$$

Розрахунок ємності ванни змішувача розраховують за формулою 5.5.2

$$E_p = \frac{2,5 \times 1000}{10 \times 0,9} = 278 \text{ (кг)}$$

Обираємо змішувач марки УЗ-ДСП-0,5 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з ємністю ванни 500 кг,  $E_\phi = 500$  кг.

Коефіцієнт завантаження ванни змішувача розраховуємо за формулою

#### 5.5.4

$$K_{з.зм.} = \frac{278}{500 \times 0,9} = 0,6$$

#### **Розрахунок технологічного обладнання лінії екструдювання**

Продуктивність лінії екструдювання розраховуємо за формулою 5.5.1

$$q_{л} = \frac{60}{24} = 2,5 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних сепараторів розраховуємо за формулою 5.5.7

$$n_p = \frac{2,5}{6 \times 1} = 0,4 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 1 шт.

Обираємо магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-00 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з паспортною продуктивністю 6 т/год.

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора розраховуємо за формулою 5.5.8

$$K_з = \frac{2,5}{6 \times 1 \times 1} = 0,4$$

Кількість екструдерів розраховують за формулою 5.5.7

$$n_p = \frac{2,5}{5 \times 0,8} = 0,6 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість екструдерів 1 шт.

Обираємо екструдер марки EX617 (виробник Andritz Sprout), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Коефіцієнт завантаження екструдера розраховуємо за формулою 5.5.8

$$K_з = \frac{2,5}{5 \times 1 \times 0,8} = 0,6$$

Кількість охолоджувальних колонок розраховуємо за формулою 5.5.7

$$n_p = \frac{2,5}{5 \times 1} = 0,5 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість охолоджувальних колонок 1 шт.

Обираємо охолоджувач марки VK19X19R (виробник Andritz Sprout), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Коефіцієнт завантаження охолоджувача розраховуємо за формулою

5.5.8

$$K_3 = \frac{2,5}{5 \times 1 \times 1} = 0,5$$

Кількість подрібнювачів розраховуємо за формулою 5.5.7

$$n_p = \frac{2,5}{6 \times 0,7} = 0,6 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість подрібнювачів 1 шт.

Обираємо валковий подрібнювач марки Saracity KR 16.2 (виробник Van Aarsen), з паспортною продуктивністю 6 т/год.

Коефіцієнт завантаження подрібнювача розраховуємо за формулою 5.5.8

$$K_3 = \frac{2,5}{6 \times 1 \times 0,7} = 0,6$$

Кількість магнітних сепараторів розраховуємо за формулою 5.5.7

$$n_p = \frac{1,75}{6 \times 1} = 0,3 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 1 шт.

Обираємо магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-00 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з паспортною продуктивністю 6 т/год.

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора розраховуємо за формулою 5.5.8

$$K_3 = \frac{1,75}{6 \times 1 \times 1} = 0,3$$

### **Лінія фасування кормової добавки**

Продуктивність лінії розраховуємо за формулою 5.5.1

$$q_{л} = 2,5 \times \frac{30}{100} = 0,8 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних сепараторів розраховуємо за формулою 5.5.7

$$n_p = \frac{0,8}{6 \times 1} = 0,2 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 1 шт.

Обираємо магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-00 (виробник ВАТ «ВНДІ КП»), з паспортною продуктивністю 6 т/год.

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора розраховуємо за формулою 5.5.8

$$K_3 = \frac{0,8}{6 \times 1 \times 1} = 0,2$$

Ємність модуля дозування та фасування розраховують за формулою 5.5.5

$$E_p = \frac{0,8 \times 1000}{10 \times 0,9} = 89 \text{ (кг)}$$

Обираємо модуль дозування та фасування марки МО 25-120Л (виробник ВАТ «Технекс»);  $E_\phi = 120$  кг.

Коефіцієнт завантаження модуля розраховуємо за формулою 5.5.6

$$K_3 = \frac{89}{120 \times 0,9} = 0,8$$

**Таблиця 5.5.1 – Дані розрахунку технологічного обладнання**

Назва обладнання, номер	Марка обладнання	Кількість $n_\phi$ , шт.	Продуктивність		Коефіцієнт використання, $K_b$	Коефіцієнт завантаження, $K_3$
			Паспортна, $q_p$ , т/ГОД	Експлуатаційна, $q_e$ , т/ГОД		
<b>Лінія очищення зернової сировини</b>						
Скальператор	Р6-БЗО	1	6	6	1	0,4
Сито-повітряний сепаратор	А1-БЛС-12	1	12	12	1	0,2
<b>Лінія підготовки зернової сировини</b>						
Ваги №1	ВБ-500	1	0,5	0,45	0,9	0,6
Магнітний сепаратор №1	УЗ-ДКМ-00	1	6	6	1	0,4
Молоткова дробарка	УЗ-ДБМ-10	1	8,8	6,16	0,7	0,4
Ваги №2	ВБ-50	1	0,05	0,045	0,9	0,6
<b>Лінія підготовки пивної дробини</b>						
Подрібнювач	ИРС-315	1	1	0,7	0,7	0,4
Ваги №3	ВБ-50	1	0,05	0,045	0,9	0,6
Змішувач №1	УЗ-ДСП-0,1	1	0,1	0,09	0,9	0,6
<b>Лінія змішування</b>						
Змішувач №2	УЗ-ДСП-0,5	1	0,5	0,045	0,9	0,6

Продовження табл. 5.5.1

Назва обладнання, номер	Марка обладнан ня	Кіль- кість пф, шт.	Продуктивність		Коефі- цієнт викори стання, К <sub>в</sub>	Коефі- цієнт заванта ження, К <sub>з</sub>
			Паспор тна, q <sub>п</sub> , т/ГОД	Експлуа таційна, q <sub>е</sub> , т/ГОД		
<b>Лінія екструдування</b>						
Магнітний сепаратор №2	УЗ-ДКМ- 00	1	6	6	1	0,4
Екструдер	ЕХ617	1	5	4	0,8	0,6
Охолоджувач	VK19X19 R	1	5	5	1	0,6
Подрібнювач валковий	Saracity KR 16.2	1	6	4,2	0,7	0,6
Магнітний сепаратор №3	УЗ-ДКМ- 00	1	6	6	1	0,3
<b>Лінія фасування кормової добавки</b>						
Магнітний сепаратор №4	УЗ-ДКМ- 00	1	6	6	1	0,2
Модуль дозування та фасування	МО 25- 120Л	1	0,12	0,11	0,9	0,8

### 5.6 Розрахунок ємності оперативних бункерів

Маса сировини, яку розміщують в оперативних бункерах над обладнанням для сепарування, подрібнення, змішування, екструдування, т:

$$E_p = q_{л} \times \tau, \quad (5.6.1)$$

де  $E_p$  – ємність оперативного бункера, т;

$\tau$  – тривалість зберігання сировини в оперативному бункері (1...2 год), год.

Розрахунок об'єму бункера, м<sup>3</sup>:

$$V_6 = \frac{E_p}{\gamma \times \eta}, \quad (5.6.2)$$

де  $V_6$  – ємність бункера, м<sup>3</sup>.

Розрахунок об'єму одного бункера, м<sup>3</sup>:

$$V_1 = a \times b \times h, \quad (5.6.3)$$

де  $V_1$  – об'єм одного бункера, м<sup>3</sup>;

$a, b$  – розміри бункера в плані, м;

$h$  – висота бункера, м.

Фактична ємність бункерів, т:

$$E_{\phi} = n_{\phi} \times V_1 \times \gamma \times \eta, \quad (5.6.4)$$

де  $E_{\phi}$  – фактична ємність бункерів, т;

$n_{\phi}$  – фактична кількість бункерів, шт.

Фактична тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах, год:

$$\tau_{\phi} = \frac{E_{\phi}}{Q_{\text{л}}}, \quad (5.6.5)$$

де  $\tau_{\phi}$  – фактична тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах, год.

### **Лінія підготовки зернової сировини**

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під вагами марки ВБ-500 №1 приймаємо  $E_p = 0,5$  (т)

Об'єм бункера розраховуємо за формулою 5.6.2

$$V_6 = \frac{0,5}{0,65 \times 0,85} = 0,9 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо  $a = 1$  м,  $b = 1$  м,  $h = 1$  м.

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 5.6.3

$$V_1 = 1 \times 1 \times 1 = 1 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 5.6.4

$$E_{\phi} = 1 \times 1 \times 0,65 \times 0,85 = 0,55 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в оперативному бункері за формулою 5.6.5

$$\tau_{\phi} = \frac{0,55}{0,5} = 1,1 \text{ (год)}$$

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-00 №1 розраховуємо за формулою 5.6.1

$$E_p = 0,5 \times 1 = 0,5 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера розраховуємо за формулою 5.6.2

$$V_6 = \frac{0,5}{0,65 \times 0,85} = 0,9 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо  $a = 1$  м,  $b = 1$  м,  $h = 1$  м.

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 5.6.3

$$V_1 = 1 \times 1 \times 1 = 1 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 5.6.4

$$E_\phi = 1 \times 1 \times 0,65 \times 0,85 = 0,55 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в оперативному бункері за формулою 5.6.5

$$\tau_\phi = \frac{0,55}{0,5} = 1,1 \text{ (год)}$$

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під молотковою дробаркою УЗ-ДБМ-10 розраховуємо за формулою 5.6.1

$$E_p = 0,5 \times 1 = 0,5 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера розраховуємо за формулою 5.6.2

$$V_6 = \frac{0,5}{0,65 \times 0,85} = 0,9 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо  $a = 1,4 \text{ м}$ ,  $b = 1,65 \text{ м}$ ,  $h = 1 \text{ м}$ .

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 5.6.3

$$V_1 = 1,4 \times 1,65 \times 1 = 2,3 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 5.6.4

$$E_\phi = 1 \times 2,3 \times 0,65 \times 0,85 = 1,3 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в оперативному бункері за формулою 5.6.5

$$\tau_\phi = \frac{1,3}{0,5} = 2,6 \text{ (год)}$$

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері №7 розраховуємо за формулою 5.6.1

$$E_p = 0,5 \times 1 = 0,5 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера розраховуємо за формулою 5.6.2

$$V_6 = \frac{0,5}{0,65 \times 0,85} = 0,9 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо  $a = 1 \text{ м}$ ,  $b = 1 \text{ м}$ ,  $h = 1 \text{ м}$ .

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 5.6.3

$$V_1 = 1 \times 1 \times 1 = 1 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 5.6.4

$$E_{\phi} = 1 \times 1 \times 0,65 \times 0,85 = 0,55 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в оперативному бункері за формулою 5.6.5

$$\tau_{\phi} = \frac{0,55}{0,5} = 1,1 \text{ (год)}$$

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під вагами марки ВБ-50 №2 приймаємо  $E_p = 0,05$  (т)

Об'єм бункера розраховуємо за формулою 5.6.2

$$V_{\phi} = \frac{0,05}{0,65 \times 0,85} = 0,1 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо  $a = 0,5$  м,  $b = 0,5$  м,  $h = 0,5$  м.

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 5.6.3

$$V_1 = 0,5 \times 0,5 \times 0,5 = 0,13 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 5.6.4

$$E_{\phi} = 1 \times 0,13 \times 0,65 \times 0,85 = 0,07 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в оперативному бункері за формулою 5.6.5

$$\tau_{\phi} = \frac{0,07}{0,05} = 1,4 \text{ (год)}$$

### **Лінія підготовки пивної дробини**

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під вагами марки ВБ-50 №3 приймаємо  $E_p = 0,05$  (т)

Об'єм бункера розраховуємо за формулою 5.6.2

$$V_{\phi} = \frac{0,05}{0,4 \times 0,85} = 0,15 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо  $a = 0,5$  м,  $b = 0,5$  м,  $h = 0,6$  м.

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 5.6.3

$$V_1 = 0,5 \times 0,5 \times 0,6 = 0,15 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 5.6.4

$$E_{\phi} = 1 \times 0,15 \times 0,4 \times 0,85 = 0,05 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в

оперативному бункері за формулою 5.6.5

$$\tau_{\phi} = \frac{0,05}{0,05} = 1 \text{ (год)}$$

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під змішувачем УЗ-ДСП-0,1 №1 приймаємо  $E_p = 0,1$  (т)

Об'єм бункера розраховуємо за формулою 5.6.2

$$V_6 = \frac{0,1}{0,53 \times 0,85} = 0,2 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо  $a = 1,3$  м,  $b = 1$  м,  $h = 0,5$  м.

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 5.6.3

$$V_1 = 1,3 \times 1 \times 0,5 = 0,7 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 5.6.4

$$E_{\phi} = 1 \times 0,7 \times 0,53 \times 0,85 = 0,3 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в оперативному бункері за формулою 5.6.5

$$\tau_{\phi} = \frac{0,3}{0,1} = 3 \text{ (год)}$$

### **Лінія змішування**

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під змішувачем УЗ-ДСП-0,5 №2 приймаємо на 0,67 т.

### **Лінія екструдкування**

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під магнітним сепаратором марки УЗ-ДКМ-00 №2 розраховуємо за формулою 5.6.1

$$E_p = 2,5 \times 1 = 2,5 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера розраховуємо за формулою 5.6.2

$$V_6 = \frac{2,5}{0,5 \times 0,8} = 6,3 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо  $a = 1$  м,  $b = 1$  м,  $h = 1,7$  м.

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 5.6.3

$$V_1 = 1 \times 1 \times 1,7 = 1,7 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 5.6.4

$$E_{\phi} = 1 \times 1,7 \times 0,5 \times 0,8 = 0,68 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в оперативному бункері за формулою 5.6.5

$$\tau_{\phi} = \frac{0,68}{2,5} = 0,3 \text{ (год)}$$

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під магнітним сепаратором марки УЗ-ДКМ-00 №4 розраховуємо за формулою 5.6.1

$$E_p = (2,5 \times \frac{70}{100}) \times 1 = 1,75 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера розраховуємо за формулою 5.6.2

$$V_6 = \frac{1,75}{0,4 \times 0,8} = 5,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо  $a = 1 \text{ м}$ ,  $b = 1 \text{ м}$ ,  $h = 1,5 \text{ м}$ .

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 5.6.3

$$V_1 = 1 \times 1 \times 1,5 = 1,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 5.6.4

$$E_{\phi} = 1 \times 1,5 \times 0,4 \times 0,8 = 0,5 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в оперативному бункері за формулою 5.6.5

$$\tau_{\phi} = \frac{0,5}{1,75} = 0,3 \text{ (год)}$$

### **Лінія фасування кормової добавки**

Масу сировини, яку розміщують в оперативному бункері під магнітним сепаратором марки УЗ-ДКМ-00 №3 розраховуємо за формулою 5.6.1

$$E_p = (2,5 \times \frac{30}{100}) \times 1 = 0,75 \text{ (т)}$$

Об'єм бункера розраховуємо за формулою 5.6.2

$$V_6 = \frac{0,75}{0,4 \times 0,8} = 2,3 \text{ (м}^3\text{)}$$

Приймаємо  $a = 1 \text{ м}$ ,  $b = 1 \text{ м}$ ,  $h = 1,5 \text{ м}$ .

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 5.6.3

$$V_1 = 1 \times 1 \times 1,5 = 1,5 \text{ (м}^3\text{)}$$

Розраховуємо фактичну ємність бункера за формулою 5.6.4

$$E_{\phi} = 1 \times 1,5 \times 0,4 \times 0,8 = 0,5 \text{ (т)}$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в оперативному бункері за формулою 5.6.5

$$\tau_{\phi} = \frac{0,5}{0,75} = 0,7 \text{ (год)}$$

**Таблиця 5.6.1 – Дані розрахунку ємності оперативних бункерів**

Бункери	Об'ємна маса сировини, продукту, $\gamma_c, \text{т/м}^3$	Коефіцієнт використання об'єму бункерів, $K_B$	Фактична ємність бункерів, $E_{\phi}, \text{т}$	Запаси сировини $\tau_p, \text{год}$	Фактичні запаси сировини, продукту, $\tau_{\phi}, \text{год}$
<b>Лінія підготовки зернової сировини</b>					
під вагами ВБ-500 №1	0,65	0,85	0,55	1	1,1
під магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-00 №1	0,65	0,85	0,55	1	1,1
над молотковою дробаркою УЗ-ДБМ-10	0,65	0,85	1,3	1	2,6
Оперативний бункер №7	0,65	0,85	0,55	1	1,1
під вагами марки ВБ-50 №2	0,65	0,85	0,07	1	1,4
<b>Лінія підготовки пивної дробини</b>					
під вагами ВБ-50 №3	0,4	0,8	0,05	1	1
під змішувачем УЗ-ДСП-0,1 №1	0,4	0,8	0,3	1	3
<b>Лінія змішування</b>					
під змішувачем УЗ-ДСП-0,5 №2	0,5	0,8	0,67	1	1
<b>Лінія екструдуння</b>					
під магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-02 №2	0,4	0,8	0,68	1	0,3
під магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-00 №4	0,4	0,8	0,5	1	0,3
<b>Лінія фасування кормової добавки</b>					
під магнітним сепаратором УЗ-ДКМ-00 №3	0,4	0,8	0,5	1	0,7

## 5.7 Розрахунок транспортного обладнання

Експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання, т/год:

$$q_e = \frac{q_{\text{п}} \times \gamma_c \times K_{\text{в}}}{0,75}, \quad (5.7.1)$$

де  $q_e$  – експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання при транспортуванні сировини з об'ємною масою  $\gamma_c < 0,75$  т/м<sup>3</sup>, т/год;

$q_{\text{п}}$  – паспортна продуктивність транспортного обладнання при транспортуванні сировини з об'ємною масою  $\gamma_c < 0,75$  т/м<sup>3</sup>, т/год;

$\gamma_c$  – об'ємна маса сировини, яку переміщує транспортне обладнання, т/м<sup>3</sup>;

$K_{\text{в}}$  – коефіцієнт використання транспортного обладнання ( $K_{\text{в}} = 0,85$  для транспортного обладнання продуктивністю  $q_e \leq 50$  т/год).

### Лінія очищення зернової сировини

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №1-№3 за формулою 5.7.1

$$q_e = \frac{5 \times 0,65 \times 0,85}{0,75} = 3,9 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо скребковий конвеєр марки КСТ-200 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Розраховуємо продуктивність норії №1-№3 за формулою 5.7.1

$$q_e = \frac{5 \times 0,65 \times 0,85}{0,75} = 3,9 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо норію марки Е-5 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Розраховуємо продуктивність гвинтового конвеєру №4 за формулою 5.7.1

$$q_e = \frac{5 \times 0,65 \times 0,85}{0,75} = 3,9 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо гвинтовий конвеєр марки КВ-160 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

### Лінія підготовки пивної дробини

Розраховуємо продуктивність вертикального гвинтового конвеєра №5

за формулою 5.7.1

$$q_e = \frac{5 \times 0,4 \times 0,85}{0,75} = 2,3 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо вертикальний гвинтовий конвеєр марки Т401/3 (виробник M-Rol), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Розраховуємо продуктивність гвинтового конвеєру №6 за формулою 5.7.1

$$q_e = \frac{5 \times 0,4 \times 0,85}{0,75} = 2,3 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо гвинтовий конвеєр марки КВ-160 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

#### **Лінія змішування**

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №7 за формулою 5.7.1

$$q_e = \frac{5 \times 0,5 \times 0,85}{0,75} = 2,8 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо скребковий конвеєр марки КСТ-200 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Розраховуємо продуктивність норії №4 за формулою 5.7.1

$$q_e = \frac{5 \times 0,5 \times 0,85}{0,75} = 2,8 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо норію марки Е-5 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

#### **Лінія екструдування**

Розраховуємо продуктивність норії №5 за формулою 5.7.1

$$q_e = \frac{10 \times 0,4 \times 0,85}{0,75} = 4,5 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо норію марки Е-10 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 10 т/год.

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №8 за формулою 5.7.1

$$q_e = \frac{10 \times 0,4 \times 0,85}{0,75} = 4,5 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо скребковий конвеєр марки КСТ-200 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 10 т/год.

Розраховуємо продуктивність норії №6 за формулою 5.7.1

$$q_e = \frac{5 \times 0,4 \times 0,85}{0,75} = 2,3 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо норію марки Е-5 (виробник ВАТ «Технекс»), з паспортною продуктивністю 5 т/год

### 5.8 Проектування внутрішньоцехової комунікації

Призначення внутрішньоцехової комунікації – ув'язати в єдину виробничу лінію все обладнання, яке визначене розрахунками і розміщене на поверхах будівлі виробничих корпусів, здійснити направлення проміжних продуктів, що передбачено за схемою технологічного процесу виробництва готової продукції [32].

Гранично допустимі мінімальні кути нахилу самопливних труб круглого перерізу наведені в табл. 5.8.1.

**Таблиця 5.8.1 – Мінімальні кути нахилу самопливних труб для різних продуктів**

Сировина, готова продукція	Гранично допустимі кути нахилу самопливних труб, $\alpha$ , град
Зернова сировина	36
Продукти подрібнення	47
Відходи	50
Гранули на виходу із прес-гранулятора	70
Комбікорми в розсипному вигляді	47...60
Комбікорми у вигляді гранульованої крупки	45...47
Комбікорми у вигляді гранул	40...47

Діаметри самопливних труб наведені в табл. 5.8.2

**Таблиця 5.8.2 – Діаметри самопливних труб, мм**

Призначення самопливного трубопроводу	Діаметри самопливних труб при продуктивності лінії, $q_{л}$ , т/год			
	до 5	до 10	до 20	більше 20
Для зернової сировини (виробничий корпус), $\varnothing$ , мм	140	140	180	220
Для інших видів сировини, проміжних продуктів готової продукції (виробничий корпус), $\varnothing$ , мм	140	180	180	220
Для відходів, $\varnothing$ , мм	140	140	140	180

**Висновок:** Фактичні кути нахилу самопливів більше ніж граничні допустимі та забезпечують безперервну роботу технологічного і транспортного обладнання виробничого корпусу комбикормового заводу.

**Таблиця 5.8.3 - Відомість руху продуктів**

Назва, марка технологічного обладнання (ТО), силосів, бункерів	Кількість ТО, шт.	Продукти, які		Назва, марка ТО, на яке подається продукт	Кут нахилу самопливу, α, град							Øсамопливу, мм	Поверх перерізи
		надходять до ТО (до підготовки)	виходять з ТО (після підготовки)		Номер самопливу	Марка і номер норії	Марка і номер = конвеєра	В повздовжньому розрізі	В поперечному розрізі	фактичний	Гранично допустимий		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>Лінія підготовки зернової сировини</b>													
Ваги ВБ-500 №1	1	очищена зернова сировина	здозована зернова сировина	магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-00 №1	1	Е-5 №2	КСТ -200 №3	90	90	90	36	140	1
					2			90	90	90			4
					3			70	90	70			3
магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-00 №1	1	здозована зернова сировина	очищена зернова сировина від ММД	оперативний бункер №5	—	—	—	—	—	—	36	140	3
оперативний бункер №5	1	очищена зернова сировина від ММД	Зернова сировина	Молоткова дробарка УЗ-ДБМ-10	4	—	—	90	90	90			2
Молоткова дробарка УЗ-ДБМ-10	1	Зернова сировина	Подрібнена зернова сировина	Піддробарний бункер №6	—	—	—	—	—	—			2
Піддробарний бункер №6	1	Подрібнена зернова сировина	Подрібнена зернова сировина	оперативний бункер №7	5	Е-5 №3	КВ-160 №4	83	82	80	36	140	1
					6			45	90	45			4

КРМ.ТЗІК.1.607-03.4.25

Продовження табл. 5.8.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лінія підготовки зернової сировини													
оперативний бункер №7	1	Подрібнена зернова сировина	Подрібнена зернова сировина	Ваги ВБ-50 №2	7	-	-	90	90	90	50	140	3
				Змішувач УЗ-ДСП-0,5 №2	8			74	90	74			3
					9			90	57	57			2
Ваги ВБ-50 №2	1	Подрібнена зернова сировина	Здозована зернова сировина	Змішувач УЗ-ДСП-0,1 №1	-	-	КСТ-200 №4а	-	-	-			2
Лінія підготовки пивної дробини													
Пивоварний завод	-	Пивна дробина	Пивна дробина	Подрібнювач ИРС-315	10	-	Т401/3 №5	90	90	90	90	140	1
Подрібнювач ИРС-315	1	Пивна дробина	Подрібнена пивна дробина	Ваги ВБ-50 №3	11	-	-	90	90	90			3
Ваги ВБ-50 №3	1	Подрібнена пивна дробина	Здозована пивна дробина	Змішувач УЗ-ДСП-0,1 №1	-	-	КВ-160 №6	-	-	-			2
Змішувач УЗ-ДСП-0,1 №1	1	Здозована пивна дробина	Однорідна передсуміш	Змішувач УЗ-ДСП-0,5 №2	-	-	-	-	-	-			2
Лінія змішування													
Змішувач УЗ-ДСП-0,5 №2	1	Однорідна передсуміш	Однорідна суміш	Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-00 №2	12	Е-5 №4	КСТ-200 №7	59	90	59	47	140	1
					13			46	90	46	...		дах
					14			90	79	79	60		4

КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.25

КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.25

73

Арк.А

Продовження табл. 5.8.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лінія екструдювання													
Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-00 №2	1	Однорідна суміш	Однорідна суміш очищена від ММД	Оперативний бункер №12	–	–	–	–	–	–	47	140	4
Оперативний бункер №12	1	Однорідна суміш очищена від ММД	Однорідна суміш	Екструдер ЕХ-617	15	–	–	90	90	90	60		3
Екструдер ЕХ-617	1	Однорідна суміш	Екструдат	Охолоджувач VK19X19R	16 17	–	–	90 90	90 90	90 90	40 47		3 2
Охолоджувач VK19X19R	1	Екструдат	Охолоджений екструдат	Подрібнювач Capacity KR 16.2	–	–	–	–	–	–	45	140	2
Подрібнювач Capacity KR 16.2	1	Охолоджений екструдат	Подрібнений екструдат	Лінія фасування кормової добавки	18 19	Е-10 №5	КСТ -200 №8	90 90	73 71	73 71	47		1 3

КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.25

## 5.9 Технохімічний та технологічний контроль виробництва

Технохімічний контроль виробництва комбікормів – це важливий етап у виробництві кормів для сільськогосподарських тварин, який включає в себе різноманітні хімічні та фізичні аналізи, що дозволяють забезпечити високу якість кінцевого продукту. Цей процес включає контроль якості сировини, проміжних продуктів та готових комбікормів [34].

Основні етапи технохімічного контролю:

1. Контроль якості сировини (масова частка вологи, сирого протеїну, сирого жиру, сирі клітковини, кальцію, фосфору);
2. Контроль якості проміжних продуктів;
3. Контроль якості готових комбікормів (органолептичні показники, фізичні властивості, хімічні показники, мікробіологічні показники).

Методи аналізу:

1. Спектрофотометричні методи. Використовуються для визначення вмісту білків, жирів та інших компонентів.
2. Хроматографічні методи. Дозволяють визначити склад жирних кислот та вміст токсичних речовин.
3. Титриметричні методи. Використовуються для визначення вмісту мінеральних речовин.
4. Гравіметричні методи. Застосовуються для визначення вологості та зольності.
5. Мікробіологічні методи. Для оцінки мікробіологічної безпеки комбікормів.

Вимоги до контролю якості:

- Стандартизація;
- Калібрування обладнання;
- Документування.

Технохімічний контроль є невід'ємною частиною виробництва комбікормів, що забезпечує їх високу якість, безпеку та відповідність стандартам. Цей процес включає різні етапи контролю, починаючи від перевірки сировини і закінчуючи аналізом готового продукту. Використання

сучасних методів аналізу та дотримання вимог стандартів забезпечує ефективність та надійність виробництва комбікормів [34].

Технологічний контроль виробництва комбікормів охоплює весь процес виготовлення кормів для тварин і забезпечує дотримання технологічних режимів, оптимізацію процесів та гарантує якість кінцевого продукту. Це включає в себе контроль на всіх етапах виробництва, починаючи від прийому сировини до упаковки готової продукції [35].

Основні етапи технологічного контролю [35]:

1. Прийом і підготовка сировини: вхідний контроль сировини, очищення та подрібнення, попередня обробка.
2. Змішування компонентів: дозування, змішування, контроль однорідності.
3. Екструдкування – обробка суміші під високим тиском і температурою для отримання екструдованих кормів. Контроль параметрів: вимірювання температури, тиску та інших параметрів процесу.
4. Охолодження.
5. Пакування продукту в мішки, контейнери або іншу тару.
6. Контроль якості готової продукції (органолептичні показники, фізичні властивості, хімічні показники, мікробіологічні показники).

Методи та інструменти технологічного контролю:

1. Автоматизовані системи контролю;
2. Лабораторні аналізи;
3. Сенсорні технології;
4. Стандартизація та сертифікація (ISO, HACCP та інші).

Технологічний контроль виробництва комбікормів є ключовим елементом забезпечення якості та безпеки продукції. Він включає моніторинг і регулювання всіх етапів виробництва, використання сучасних методів та технологій для досягнення високих стандартів якості. Це дозволяє виробникам комбікормів забезпечувати стабільну продукцію, яка відповідає всім нормативним вимогам та потребам ринку [36].

## Розділ 6. Охорона праці

### 6.1 Заходи і засоби із забезпечення безпечних умов праці

Забезпечення безпечних умов праці на комбікормовому заводі є критично важливим завданням, яке включає комплекс заходів і засобів, спрямованих на зниження ризиків для здоров'я та безпеки працівників. Основні заходи та засоби включають організаційні, технічні заходи, засоби індивідуального захисту [38].

Організаційні заходи:

1. Розробка та впровадження політики з охорони праці: визначення основних принципів та правил безпеки, затвердження інструкцій та стандартів щодо охорони праці;
2. Навчання та інструктаж працівників: регулярні навчання з охорони праці для всіх працівників, проведення інструктажів перед початком роботи та на регулярній основі, ознайомлення працівників з потенційними небезпеками на робочих місцях;
3. Планування та організація робочих місць: розміщення обладнання відповідно до ергономічних вимог, забезпечення належного освітлення, вентиляції та температурного режиму.

Технічні заходи [37]:

1. Вентиляція та очищення повітря: встановлення системи витяжної вентиляції для видалення пилу та шкідливих газів, регулярне очищення вентиляційних систем;
2. Шумозахист: використання звукоізоляційних матеріалів для зниження рівня шуму, обмеження робочого часу в умовах підвищеного шуму;
3. Освітлення: забезпечення достатнього рівня освітлення на робочих місцях; використання безпечних та енергоефективних джерел світла;

					КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.25			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Горецький Р.А.			Науково-практичні основи використання пивної дробини при виробництві комбікормів для свиней	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		Цюндик О.Г.					77	110
<i>Консульт.</i>						ОНТУ 2024		
<i>Зає.каф.</i>		Макаринська А.В.						
<i>Н.контр.</i>								

4. Безпечне обладнання: використання сучасного та сертифікованого обладнання, регулярне технічне обслуговування та перевірка справності обладнання, встановлення захисних кожухів та огорожень на рухомих частинах машин.

Засоби індивідуального захисту:

1. Спецодяг та спецвзуття: використання захисного одягу, що відповідає умовам праці, спецвзуття з протиударними та антиковзкими властивостями;
2. Засоби захисту органів дихання: маски та респіратори для захисту від пилу та шкідливих газів;
3. Засоби захисту слуху: беруші або навушники для захисту від високого рівня шуму;
4. Засоби захисту очей та обличчя: захисні окуляри або щитки для захисту від механічних частинок та хімічних речовин;
5. Засоби захисту рук: рукавиці для захисту від порізів, опіків та хімічних речовин.

Санітарно-побутові умови:

- забезпечення працівників гардеробними, душовими та місцями для відпочинку;
- регулярне прибирання та дезінфекція приміщень.

Забезпечення безпечних умов праці на комбікормовому заводі вимагає системного підходу та постійної уваги до всіх аспектів виробничого процесу. Комплексні організаційні, технічні, медичні та соціальні заходи дозволяють мінімізувати ризики для здоров'я та безпеки працівників, підвищити продуктивність праці та покращити загальний клімат у колективі [38].

## **6.2 Причини виникнення пожеж і вибухів**

Причини виникнення пожеж і вибухів на комбікормовому заводі можуть бути різноманітними, враховуючи складний виробничий процес, пов'язаний із використанням різних видів сировини та обладнання [39].

Пил і його вибухонебезпека

1. Пилові накопичення:

– у процесі виробництва комбікормів утворюється велика кількість пилу з різних сухих компонентів;

– накопичення пилу в обладнанні та на поверхнях може створити вибухонебезпечну атмосферу;

## 2. Пилові вибухи:

– пил може створювати вибухонебезпечну концентрацію в повітрі. При певних умовах (наявність джерела запалювання та кисню) це може призвести до вибуху.

### Електричні причини

#### 1. Несправне електрообладнання:

– вихід з ладу електричних приладів або неправильне їхнє використання може стати джерелом іскріння та загоряння.

#### 2. Статична електрика:

– накопичення статичної електрики на обладнанні або сировині може викликати іскру, яка стане причиною пожежі або вибуху.

### Технологічні причини

#### 1. Перегрів обладнання:

– високі температури, викликані інтенсивною роботою обладнання, можуть стати причиною загоряння, особливо в зонах з високою концентрацією пилу;

#### 2. Несправність технологічного обладнання:

– відсутність регулярного технічного обслуговування та діагностики обладнання може призвести до його несправності, що збільшує ризик пожежі.

### Людський фактор

#### 1. Недбалість працівників:

– порушення правил безпеки, необережне поводження з вогнем або електрообладнанням можуть стати причиною загорянь;

#### 2. Недостатнє навчання:

– недостатня обізнаність працівників щодо правил безпеки та дій у надзвичайних ситуаціях збільшує ризик виникнення пожежі або вибуху.

## Хімічні причини

### 1. Взаємодія хімічних речовин:

– неправильне зберігання та використання хімічних речовин, які можуть взаємодіяти та створювати вибухонебезпечні або легкозаймісті сполуки;

### 2. Випаровування:

– летючі органічні сполуки, які використовуються у виробництві, можуть випаровуватися та створювати вибухонебезпечні суміші з повітрям.

## Інші причини

### 1. Механічні іскри:

– іскри, що виникають в результаті механічного тертя або ударів металевих частин обладнання, можуть стати причиною загоряння в запилених приміщеннях;

### 2. Природні фактори:

– блискавки або інші природні явища можуть викликати пожежі, особливо при недостатньому захисті будівель і споруд від блискавок.

## Запобігання пожежам і вибухам

Для мінімізації ризиків виникнення пожеж і вибухів на комбікормовому заводі необхідно:

1. Регулярно проводити очищення та видалення пилу з обладнання та приміщень;
2. Забезпечувати справність електрообладнання та своєчасне усунення несправностей;
3. Встановлювати ефективні системи вентиляції для зменшення концентрації пилу в повітрі;
4. Проводити навчання персоналу з правил безпеки та дій у надзвичайних ситуаціях;
5. Забезпечувати наявність засобів пожежогасіння та їхню готовність до використання;
6. Проводити регулярні інспекції та аудит безпеки.

Дотримання цих заходів дозволяє знизити ризик виникнення пожеж і вибухів та забезпечити безпеку працівників і виробництва в цілому [39].

## Розділ 7. Техніко-економічне обґрунтування

### 7.1 Розрахунок необхідної суми інвестицій

Для здійснення проекту необхідні грошові кошти для вкладення в основні засоби і в оборотні кошти – інвестиції. Загальна сума інвестицій (I) складається з:

- первісної вартості впроваджуваного обладнання (ПВ<sub>об</sub>);
- первісної вартості будівельних робіт (ПВ<sub>буд</sub>);
- оборотних коштів, які знадобляться комбикормовому заводу для випуску необхідного обсягу продукції (ОК).

$$I = \text{ПВ}_{\text{об}} + \text{ПВ}_{\text{буд}} + \text{ОК}$$

Інвестиції в основні засоби є первісною вартістю запропонованого до впровадження обладнання та будівельних робіт. До складу первісної вартості впроваджуваного обладнання (ПВ<sub>об</sub>) входять вартість його придбання (B<sub>пр</sub>), транспортні витрати на доставку (T<sub>p</sub>), заготівельно-складські витрати (З<sub>c</sub>) та витрати на монтаж обладнання (M<sub>н</sub>):

$$\text{ПВ}_{\text{об}} = 1,2 * (B_{\text{пр}} + T_p + Z_c + M_n),$$

де T<sub>p</sub> = 8 % від вартості придбання обладнання;

Z<sub>c</sub> = 2 % від вартості придбання обладнання;

1,2 – коефіцієнт, що враховує додаткові витрати у розмірі 20 % від врахованої частини первісної вартості впроваджуваного обладнання.

Загальну суму вартості придбання та монтажу впроваджуваного обладнання необхідно розрахувати за допомогою табл. 7.1.1.

					КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.25			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Горецький Р.А.			Науково-практичні основи використання пивної дробини при виробництві комбикормів для свиней	Літ.	Арк.	Аркушів
Консульт.		Басюркіна Н.Й.					81	110
Керівник		Цюндик О.Г.				ОНТУ 2024		
Зав.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								

**Таблиця 7.1.1 – Кошторисно-фінансовий розрахунок вартості придбання та монтажу впроваджуваного обладнання**

Обладнання	Марка	Кількість шт.	Вартість одиниці, тис. грн з ПДВ	Загальна вартість, тис. грн з ПДВ	Вартість монтажу обладнання, тис. грн
Скальператор	Р6-БЗО	1	180	180	18
Сито-повітряний сепаратор	А1-БЛС-12	1	150	150	15
Ваги №1	ВБ-500	1	100	100	10
Магнітний сепаратор №1	УЗ-ДКМ-00	4	150	600	60
Молоткова дробарка	УЗ-ДБМ-10	1	312	312	31,2
Ваги №2	ВБ-50	2	80	160	16
Подрібнювач	ИРС-315	1	230	230	23
Змішувач №1	УЗ-ДСП-0,1	1	220	220	22
Змішувач №2	УЗ-ДСП-0,5	1	180	180	18
Екструдер	ЕХ617	1	1100	1100	110
Охолоджувач	VK19X19R	1	550	550	55
Подрібнювач валковий	Saracity KR 16.2	1	650	650	65
Модуль дозування та фасування	МО 25-120Л	1	250	250	25
Скребокний конвеєр	КСТ-200	5	135	675	67,5
Норія	Е-5	5	65	325	32,5
Норія	Е-10	1	80	80	8
Гвинтовий конвеєр	КВ-160	2	120	240	24
Вертикальний гвинтовий конвеєр	Т401/3	1	150	150	15
Покупна вартість обладнання				6152	615,2

$$T_p = 6152 \times 0,08 = 492,2 \text{ тис.грн}$$

$$Z_c = 6152 \times 0,02 = 123 \text{ тис.грн}$$

$$ПВ_{об} = 1,2 \times (6152 + 615,2 + 492,2 + 123) = 8858,9 \text{ тис.грн}$$

Розрахунок інвестицій у будівництво проводимо на основі методу питомих капітальних вкладень. Питомі капітальні вкладення на будівництво 1 кв.м. виробничої будівлі заводу складають 7000 грн. Додатково необхідно врахувати капітальні витрати на проведення комунікацій (20 % від інвестицій на будівництво).

Враховуючи загальну площу виробничої будівлі 1620 кв.м інвестиції на будівництво становлять:

$$ПВ_{буд} = 1620 \text{ кв.м} \times 7000 \text{ грн/кв.м} \times 1,2 / 1000 = 13608 \text{ тис.грн}$$

Комбікормовому заводу знадобляться оборотні кошти. Обсяг оборотних коштів визначають за формулою:

$$OK = OB \times T_{об} / 360,$$

де ОК – оборотні кошти підприємства;

OB – обсяг виробництва продукції за рік;

$T_{об}$  – тривалість 1 обороту оборотних коштів (40 днів).

$$OK = 89297,5 \times 40 / 360 = 9921,9 \text{ тис грн.}$$

$$I = 8858,9 + 13608 + 9921,9 = 32388,8 \text{ тис.грн}$$

## 7.2 Розрахунок виробничої програми виробництва кормової добавки

Розрахунок виробничої програми підприємства по виробництву кормової добавки представимо у вигляді таблиці 7.2.1.

**Таблиця 7.2.1 – Розрахунок планового обсягу виробництва кормової добавки**

Показники	Значення
Виробнича потужність підприємства, т/добу	60
Плановий фонд робочого часу підприємства, діб	240
Коефіцієнт використання виробничої потужності	0,8
Плановий обсяг виробництва кормової добавки на рік, тис.т	11,5

### 7.3 Розрахунок собівартості екструдованої кормової добавки

#### Матеріальні витрати

Для кожного виду продукції нами розраховано калькуляцію витрат на сировину (табл. 7.3.1).

**Таблиця 7.3.1 – Витрати на сировину на 1 т кормової добавки**

Назва інгредієнту кормової добавки	В рецепті, %	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			в 1 т кормової добавки, грн	у загальному обсязі виробництва, тис.грн
Кукурудза	90	8550	7695	88492,5
Пивна дробина	10	700	70	805
Всього	100		7765	89297,5

#### Додаткові витрати на паливо й енергію

Витрати на енергію:

$$V_{\text{ел}} = P_{\text{ел.дв.}} \times RP_i \times T_p \times T_{\text{ел}},$$

де  $P_{\text{ел.дв.}}$  – потужність електродвигунів обладнання, кВт;

$RP_i$  – річний період роботи заводу в днях;

$T_p$  – середня тривалість роботи заводу за добу;

$T$  – тариф за 1 кВт×год електроенергії.

$$V_{\text{ел}} = 250 \times 240 \times 24 \times 3,05 / 1000 = 4392 \text{ тис.грн}$$

Витрати на паливо в зв'язку з організацією процесу екструдування кормової добавки на заводі розраховуємо за допомогою табл. 7.3.2.

**Таблиця 7.3.2 – Розрахунок додаткової вартості палива**

Показники	Екструдована кормова добавка
Річний додатковий обсяг екструдування, тис.т	11,5
Норма витрачання умовного палива на екструдування 1 тонни, кг	12
Річна потреба в умовному паливі, т	138
Вид натурального палива	газ
Коефіцієнт переводу умовного палива в натуральне	0,88
Річна потреба в натуральному паливі, т (або куб. м)	121,4
Вартість 1 тонни (або 1 куб. м) натурального палива, грн	8200
Вартість річної потреби натурального палива, тис.грн	995,5

Загальні витрати на паливо та енергію:

$$V_{\text{пе}} = 4392 + 995,5 = 5387,5 \text{ тис.грн}$$

Загальні матеріальні витрати:

$$MВ = V_{\text{сир}} + V_{\text{мат}} + V_{\text{пе}}$$

$$MВ = 89297,5 + 5387,5 = 94675 \text{ тис.грн}$$

### Витрати на оплату праці

**Таблиця 7.3.3 – Розрахунок витрат на оплату праці на 1 зміну**

Склад виробничої зміни	Кількість	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Фонд робочого часу, год/рік	Фонд оплати праці, грн/рік
Начальник зміни	1	6	43,76	2080	91016,64
Оператор	1	5	39,08	2080	81282,24
Вантажник	1	2	24,34	2080	50627,2
Технолог	1	5	39,08	2080	81286,4
Електрик	1	4	33,93	2080	70574,40
Усього основна зар. платня	5				374770,24
Додаткова зар. платня (20 %)					74954,05
Всього основна і додаткова заробітна платня, грн					449724,29

Витрати на оплату праці на одну зміну – 449724,29 грн.

Кількість змін – 2.

Чисельність виробничого персоналу:  $5 \times 2 = 10$  осіб.

Загальні витрати на оплату праці виробничого персоналу – 899448,58 грн.

Чисельність невиконавчого персоналу:  $10 \times 0,3 = 3$  особи.

Загальна чисельність персоналу – 13 осіб.

При середній заробітній платі одного працівника невиконавчого персоналу у 9917 грн, фонд оплати праці невиконавчого персоналу складе:

$$3 \text{ особи} \times 19000 \text{ грн} \times 8 \text{ міс.} / 1000 = 456 \text{ тис. грн.}$$

Загальні річні витрати на оплату праці складають:

$$V_{\text{оп}} = 899,45 + 456 = 1355,45 \text{ тис. грн}$$

### Відрахування до єдиного соціального внеску

Відрахування до єдиного соціального внеску необхідно визначити, використовуючи встановлені ставки відрахувань (22 %):

$$B_{CB} = 1355,45 \times 0,22 = 298,2 \text{ тис.грн}$$

### Витрати з амортизації основних засобів

Амортизаційні відрахування будівель, споруд ( $\Delta A_{\text{буд}}$ ) та обладнання ( $\Delta A_{\text{обл}}$ ) можна розрахувати за формулою:

$$\Delta A_{\text{буд(обл)}} = (ПВ_{\text{буд(обл)}} - БВ_{\text{буд(обл)}}) * H_a / 100,$$

де  $ПВ_{\text{буд}}$  та  $ПВ_{\text{обл}}$  – первісна вартість встановлених будівель, споруд та впроваджуваного обладнання;

$БВ_{\text{буд}}$  та  $БВ_{\text{обл}}$  – балансова (залишкова) вартість демонтованих будівель, споруд та обладнання тощо;

$H_a$  – норма річних амортизаційних відрахувань для основних засобів групи 1, до складу якої входять будівлі та споруди ( $H_a = 5 \%$ ); для основних засобів групи 3 ( $H_a = 20 \%$ ).

$$A_{\text{обл.}} = 8858,9 / 1,2 \times 0,2 = 1476,5 \text{ тис. грн}$$

$$A_{\text{буд.}} = 13608 / 1,2 \times 0,05 = 567 \text{ тис. грн}$$

$$A_{\text{заг}} = 1476,5 + 567 = 2043,5 \text{ тис.грн}$$

Відрахування на ремонт будівель, споруд ( $PM_{\text{буд}}$ ) та обладнання ( $PM_{\text{обл}}$ ) необхідно визначити у розмірі 30 % від вартості будівель, споруд та обладнання відповідно:

$$PM_{\text{обл.}} = 8858,9 \times 0,3 = 2657,7 \text{ тис. грн.}$$

$$PM_{\text{буд}} = 13608 \times 0,3 = 4082,4 \text{ тис. грн.}$$

$$PM_{\text{заг}} = 2657,7 + 4082,4 = 6740,1 \text{ тис. грн.}$$

Загальні витрати за статтею «Амортизація» складають:

$$A = 2043,5 + 6740,1 = 8783,6 \text{ тис. грн.}$$

### Додаткові інші витрати

Інші витрати можна прийняти на рівні 5 % від матеріальних витрат підприємства

$$B_{\text{інші}} = 94675 \times 0,05 = 4733,8 \text{ тис.грн}$$

Всі статті собівартості продукції нового комбикормового заводу необхідно показати в табл. 7.3.4.

**Таблиця 7.3.4 – Розрахунок виробничих витрат кормової добавки**

Елементи економічних витрат	Сума витрат, тис.грн	
	Всього, тис.грн	на 1 т, грн
Матеріальні витрати	94675	8232,6
в тому числі: сировина та матеріали	89287,5	7764,1
паливо та енергія	5387,5	468,5
Витрати на оплату праці	1355,45	117,9
Відрахування до єдиного соціального внеску	298,2	25,9
Амортизація основних засобів	8783,6	763,8
Інші витрати	4733,8	411,6
<b>Всього витрат (собівартість виробленої продукції)</b>	<b>109846,1</b>	<b>9551,8</b>

Повна собівартість виробництва 1 т кормової добавки складає 9551,8 тис.грн.

При плановій рентабельності 20 % ціна 1 т кормової добавки складе:

$$Ц_{1\text{тКД}} = 9551,8 \times 1,2 = 11462,2 \text{ грн.}$$

Прибуток від виробництва та реалізації кормової добавки складає:

$$\Delta\Pi_1 = (11462,2 - 9551,8) \times 11,5 = 21969,6 \text{ тис.грн}$$

#### **7.4 Приріст прибутку від удосконалення рецептури комбикорму**

Використання кормової добавки дозволить удосконалити рецептуру шляхом заміни частки кукурудзи у рецепті на кормову добавку.

Рецепт комбикорму до удосконалення представлений у табл. 7.4.1

**Таблиця 7.4.1 – Рецепт комбікорму до удосконалення**

Назва інгредієнту комбікорму	В рецепті	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			в 1 т комбікорму, грн	у загальному обсязі виробництва, тис.грн
Пшениця	30 %	9000	2700	31050
Ячмінь без плівок	6 %	6400	384	4416
Кукурудза	23 %	8550	1966,5	22614,8
Висівки пшеничні	16,5 %	3900	643,5	7400,3
Шрот соєвий	10,22 %	22000	2248,4	25856,6
Шрот соняшниковий	8,8 %	6500	572	6578
Монохлоргідрат лізину	0,1 %	100000	100	1150
DL-метіонін 98,5%	0,08 %	170000	136	1564
Сіль кухонна	0,5 %	11000	55	632,5
Монокальційфосфат	1,3 %	41000	533	6129,5
Крейда кормова	2,5 %	21000	525	6037,5
Премікс	1 %	49000	490	5635
Всього	100		10353,4	119064,1

Витрати на сировину на 1 т комбікорму складають 10353,4 грн. При матеріалоемності виробництва на рівні 0,85 грн/грн собівартість 1 т комбікорму складає  $10353,4 / 0,85 = 12180,5$  грн.

При рівні рентабельності 20 % оптова ціна 1 т комбікорму складає  $12180,5 \times 1,2 = 14616,6$  грн.

Рецепт комбікорму із використанням екструдованої кормової добавки представлений у табл. 7.4.2.

**Таблиця 7.4.2 – Рецепт комбікорму із використанням кормової  
добавки**

Назва інгредієнту комбікорму	В рецепті	Ціна 1 т інгредієнту, грн	Вартість інгредієнту	
			в 1 т комбікорму, грн	у загальному обсязі виробництва, тис.грн
Пшениця	30 %	9000	2700	31050
Ячмінь без плівок	6 %	6400	384	4416
Екструдована кормова добавка	25 %	11462,2	2865,6	32954,4
Висівки пшеничні	16,5 %	3900	643,5	7400,3
Шрот соєвий	8,22 %	22000	1808,4	20796,6
Шрот соняшниковий	8,8 %	6500	572	6578
Монохлоргідрат лізину	0,1 %	100000	100	1150
DL-метіонін 98,5%	0,08 %	170000	136	1564
Сіль кухонна	0,5 %	11000	55	632,5
Монокальційфосфат	1,3 %	41000	533	6129,5
Крейда кормова	2,5 %	21000	525	6037,5
Премікс	1 %	49000	490	5635
Всього	100		10812,5	124343,8

Прибуток від реалізації комбікорму до удосконалення при обсязі виробництва 46 тис.т рецепту складає:

$$П_{\text{КК1}} = (14616,6 - 12180,5) \times 46 = 112060,6 \text{ тис.грн}$$

Витрати на сировину на 1 т комбікорму складають 10812,5 грн.

Собівартість 1 т удосконаленого комбікорму складає

$$10812,5 / 0,85 = 12720,6 \text{ грн.}$$

При рівні рентабельності 25 % оптова ціна 1 т комбікорму складає

$$12720,6 \times 1,25 = 15900,8 \text{ грн.}$$

Прибуток від реалізації комбікорму із використанням кормової добавки при обсязі виробництва 46 тис.т складає:

$$\Pi_{\text{КК2}} = (15900,8 - 12720,6) \times 46 = 146286,9 \text{ тис.грн}$$

Таким чином, приріст прибутку від удосконалення рецептури складе

$$\Delta\Pi_{\text{КК}} = 146286,9 - 112060,6 = 34226,3 \text{ тис.грн}$$

### 7.5 Розрахунок економічної ефективності проєкту

Загальний приріст прибутку у результаті реалізації проєкту складе:

$$\Delta\Pi = \Delta\Pi_{\text{КК}} + \Delta\Pi_1 = 34226,3 + 21969,6 = 56195,9 \text{ тис.грн}$$

Приріст чистого прибутку при ставці податку 18 % складе

$$\Delta \text{ЧП} = \Delta\Pi \times 0,82 = 56195,9 \times 0,82 = 46080,6 \text{ тис.грн}$$

Оцінку економічної ефективності інвестицій в будівництво комбікормового заводу здійснюють за допомогою показника строку окупності інвестицій ( $T$ ).

Строк їх окупності можна розрахувати за формулою:

$$T = I / (\text{ЧП} + A)$$

де ЧП – чистий прибуток заводу;

$A$  – сума амортизаційних відрахувань.

Власними коштами заводу для інвестування може бути сума чистого прибутку заводу та річної суми амортизації основних засобів заводу.

$$T = 32388,8 / (46080,6 + 2043,5) = 0,7 \text{ роки}$$

Зворотний показник терміну окупності ROI (Return on Investment) – показник, який визначає, за скільки часу інвестиції повернуться у вигляді прибутку чи виручки.

Формула для розрахунку зворотного показника терміну окупності:

$$\text{ROI} = (\Delta\Pi / I) = (56195,9 / 32388,8) = 1,7 \text{ років}$$

Строк окупності менше 4 років, тому проєкт є доцільним.

Основні техніко-економічні показники проєкту відображено в табл. 7.5.1.

**Таблиця 7.5.1 – Основні техніко-економічні показники проекту**

Показники	Значення
Інвестиції в оборотні кошти, тис.грн	32388,8
Інвестиції у обладнання, тис.грн	8858,9
Інвестиції на будівництво, тис.грн	13608
Річний обсяг виробництва екструдованої кормової добавки у натуральному виразі, тис.т	11,5
Річний обсяг виробництва комбікормів у натуральному виразі, тис.т	46
Ціна 1 т кормової добавки, грн	11462,2
Приріст прибутку від реалізації проекту, тис.грн	56195,9
Приріст чистого прибутку від реалізації проекту, тис.грн	46080,6
Строк окупності проекту, років	1,7

**Висновок:** Результати розрахунків свідчать, що на реалізацію інвестиційного проекту необхідні інвестиції у розмірі 32388,8 тис. грн., які будуть окуплені на протязі 1,7 років. Таким чином, можна зробити висновок, що реалізація інвестиційного проекту є економічно доцільною. В результаті реалізації проекту ринок буде забезпечений недорогою якісною вітчизняною продукцією (ціна за 1 т 11462,2 грн), будуть створені нові робочі місця, що сприятиме розвитку комбікормової промисловості в Україні. Саме тому проєкт можна вважати ефективним.

## Висновки та технічні пропозиції

На основі проведених літературних даних і експериментальних досліджень можна зробити наступні висновки:

- обґрунтовані маркетингові дослідження проєкту;
- розглянуті проблеми використання вторинних ресурсів пивоварної галузі;
- були визначені органолептичні показники, фізичні властивості та хімічні показники свіжої пивної дробини;
- з літературних даних зазначено, що свіжа пивна дробина характеризується значним мікробним забрудненням, тому переробляти їх треба, в перші 48 годин;
- розроблено структурну схему виробництва екструдованої кормової добавки з включенням зерна кукурудзи і свіжої пивної дробини;
- найбільш доцільним способом переробки пивної дробини в кормові добавки є їх екструдування в суміші з кукурудзою;
- експериментальним шляхом було встановлено, що оптимальний вміст пивної дробини становить 10 % при задовільних фізичних властивостях і коефіцієнті розширення;
- в результаті проведення процесу екструдування кормової добавки масова частка вологи знижується, кут насипного схилу збільшується, сипкість та об'ємна маса зменшується;
- розраховані рецепти комбікорму з екструдованої кормовою добавкою, включення якої дозволяє зменшити вміст кукурудзи у рецептах комбікормів;
- розроблена технологічна схема виробництва екструдованої кормової добавки;
- результати розрахунків свідчать, що на реалізацію інвестиційного проєкту необхідні інвестиції у розмірі 32388,8 тис. грн., які будуть окуплені на протязі 1,7 років.

## Список літератури

1. Поліщук О.М. Кормова база - один із чинників формування конкурентоспроможності м'ясного скотарства. Ефективна економіка. 2013. №1. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=1914>
2. Відходи тваринництва та рослинні рештки як сировина для біогазового виробництва. AgroBiogas. URL: <https://agrobiogas.com.ua/livestock-waste-and-crop-residues-as-raw-materials-for-biogas-production/>
3. Кошова В.М., Лубяной М.О. Способи переробки пивної дробини. Напитки. Технологии и инновации. 2011. С.74-77.
4. Дунда С.П., Рибачук-Ярова Т.В., Болотіна І.М. Тенденції розвитку підприємств пивоварної галузі. С.76-78. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/0148d7a8-c8d2-4400-a83a-2ee88e54245e/content>
5. Мосорко А. Виробництво пива в Україні від початку року зросло на 11%. Mind. 2023. URL: <https://mind.ua/news/20264087-virobnictvo-piva-v-ukrayini-vid-pochatku-roku-zroslo-na-11>
6. Кошова В.М., Якименко Л.С. Способи переробки пивної дробини. I Міжнародна науково-практична інтернет-конференція. WayScience. 2019. С. 326-331.
7. Як в Україні можна заробити на переробці харчових відходів. 2018. Agravery. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/ak-v-ukraini-mozna-zarobiti-na-pererobci-harcovih-vidhodiv>
8. Тимчак В.С. Економічно технологічна ефективність інновацій використання відходів харчової промисловості. Вісник Одеського національного університету. Серія : Економіка. 2016. Т. 21, Вип. 2. С. 33-37.
9. Бондар Т.Л. Інноваційні технології комплексного використання відходів харчової промисловості. 2020. URL: [http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/11572/1/Bondar\\_T.L.\\_KR\\_201\\_2020.pdf](http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/11572/1/Bondar_T.L._KR_201_2020.pdf)

10. Карунський О.Й., Браженко В.Є., Кроль К.О. Використання сухої пивної дробини у годівлі курчат-бройлерів. Зернові продукти і комбікорми. 2017. Vol.17, I. 2. С.38-42.
11. Бесараб Т. Вплив війни на молочну галузь України: збитки, втрати та виклики в умовах конфлікту. Zaborona. 2023. URL: <https://zaborona.com/vplyv-vijny-na-molochnu-galuz-ukrayiny-zbytku-vtraty-ta-vyklyky/>
12. Бублик О. Поголів'я ВРХ в Україні скоротилося до 2,23 млн голів. AgroTimes. 2024. URL: <https://agrotimes.ua/tvarinnitstvo/pogolivya-vrh-v-ukrayini-skorotylosya-do-223-mln-goliv/>
13. Ринок комбікорму в Україні: актуальна інформація про сферу бізнесу. Pro-Consulting. 2024. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-kombikorma-v-ukraine-aktualnaya-informaciya-o-sfere-biznesa>
14. Котляренко О.В. Облік сировини на підприємствах пивоварної галузі. С.124-127. URL: [http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/7724/1/OAIKVUSK\\_2017\\_4\\_1\\_124-127.PDF](http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/7724/1/OAIKVUSK_2017_4_1_124-127.PDF)
15. Голубєва Т.В. Використання сухої пивної дробини у годівлі молодняку перепелів. URL: [https://nd.nubip.edu.ua/2014\\_7/20.pdf](https://nd.nubip.edu.ua/2014_7/20.pdf)
16. Свідерська О.І., Яровий В.Л. Особливості процесу сушіння пивної дробини. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/3603bfe5-9a43-4aee-b21f-a50b7f34fcf9/content>
17. Бобик С. Технологія зберігання пивної дробини для годівлі ВРХ. 2018. URL: <https://ag-bag.ua/ru/advice/tehnologija-hranenija-pivnoj-drobiny-dlja-kormlenija-krs>
18. Серьогін О., Рябоконь Н. Пивна дробина – альтернативне паливо. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/daf52fb1-1e96-4120-9be2-f047da411f7c/content>
19. Пакування вологої пивної дробини в рукави. Основні сфери застосування та склад пивної дробини. Manupackaging Ukraine. URL: <https://agri.manupackaging.ua/ru/pivnaj-drobina/>

20. Narbutaite V., Makaravicius T., Narbutaite V. The effect of extrusion conditions and cereal types on the functional properties of extrudates as fermentation media. *Foodbalt*. 2008. P. 60-63.
21. Kokić, B., Lević J., Chrenková M. Influence of thermal treatments on starch gelatinization and in vitro organic matter digestibility of corn. *Food & Feed Research*. 2013. Vol. 40. №2. P. 93 – 99.
22. Guy, R. *Extrusion cooking*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2001. 199 p.
23. Крусір Г.В., Шевченко Р.І., Русєва Я.П. Технології поводження з відходами харчових виробництв : навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Одеса: Астропринт, 2014. 400 с.
24. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Технологія комбікормового виробництва" [Електронний ресурс] : для здобувачів освіти спец. 181 "Харчові технології" ("Технологія зберігання і переробки зерна"), СВО "Бакалавр" ден. і заоч. форм навчання / Б. В. Єгоров, А. В. Макаринська, Т. М. Турпурова та ін. ; за ред Б. В. Єгорова ; відп. за вип. А. В. Макаринська ; Каф. технології зерна і комбікормів. — Одеса : ОНТУ, 2023. — 59 с.
25. Довідник. Показники якості об'ємистих кормів. USAID AGRO. URL: [https://issuu.com/ukraineards/docs/final\\_dovidnik](https://issuu.com/ukraineards/docs/final_dovidnik)
26. Owens, F.N., & Zinn, R.A. (2005). "Corn grain for cattle: Influence of processing on site and extent of digestion." *Journal of Animal Science*, 83(E-Suppl), E78-E92.
27. Lardy, G., & Anderson, V. (2009). "Feeding Corn to Beef Cattle." North Dakota State University Extension Service. Available online: NDSU Extension
28. Mussatto, S.I., Dragone, G., & Roberto, I.C. (2006). "Brewers' spent grain: generation, characteristics, and potential applications." *Journal of Cereal Science*, 43(1), 1-14.
29. Faccenda, A., & Zabet, G.L. (2020). "Biotechnological approaches for spent grain valorization." *Food and Bioproducts Processing*, 123, 393-405.

30. D'Souza, R.N., Taylor, C., & Mukhopadhyay, S. (2014). "Extrusion processing: A review of industrial techniques and recent developments." *Trends in Food Science & Technology*, 35(1), 24-34.
31. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Проектування підприємств галузі з КП» та кваліфікаційних робіт для студ. спец. 181 «Харчові технології» ден. і заоч. форм навчання у 3-х частинах [Текст] / Б.В. Єгоров, А.В. Макаринська, Т.В. Бордун, О.Г. Цюндик, В.Ю. Луїна; за ред. А.В. Макаринської; Каф. технології зерна і комбікормів – Одеса: ОНТУ, 2022 р. – 51 с.
32. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Проектування підприємств галузі з КП» та кваліфікаційних робіт для студ. спец. 181 «Харчові технології» ден. і заоч. форм навчання у 3-х частинах [Текст] / Б.В. Єгоров, А.В. Макаринська, Т.В. Бордун, О.Г. Цюндик, В.Ю. Луїна; за ред. А.В. Макаринської; Каф. технології зерна і комбікормів – Одеса: ОНТУ, 2022 р. – 45с.
33. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу «Проектування підприємств галузі з КП» та кваліфікаційних робіт для студ. спец. 181 «Харчові технології» ден. і заоч. форм навчання у 3-х частинах [Текст] / Б.В. Єгоров, А.В. Макаринська, Т.В. Бордун, О.Г. Цюндик, В.Ю. Луїна; за ред. А.В. Макаринської; Каф. технології зерна і комбікормів – Одеса: ОНТУ, 2022 р. – 52 с.
34. Applegate, T.J., & Karcher, D.M. (2009). "Feed Production and Quality Control." *Purdue University Extension*. Available online: [Purdue University Extension](#)
35. McElhiney, R.R., & Hafner, S. (2005). *Feed Manufacturing Technology V*. American Feed Industry Association.
36. De Faria, E.V., Mian, G.R., & Nunes, A.P. (2017). "Technological control of the production process of compound feed for broilers." *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 232, 50-56.

37. Mann, D.D., & Zhou, J. (2003). "Noise exposure of workers in feed mills." *Journal of Agricultural Safety and Health*, 9(2), 99-107.
38. Jiskani, M.M. (2006). "Occupational Health and Safety in the Animal Feed Industry." Sindh Agriculture University Extension. Available online: Sindh Agriculture University
39. Brown, N., & Baxter, G. (2003). "Occupational Safety and Health in the Animal Feed Industry." *Proceedings of the World Conference on Safety in Agriculture*. Saskatoon, Canada.

## Додаток А

### РЕЦЕПТ ПОВНОРАЦІОННОГО КОМБІКОРМУ № ПК-6-1 Для РЕМОНТНИХ СВИНОК 4-8 МІСЯЦІВ ЖИВОЮ МАСОЮ 40 -120 КГ

Вироблення: 1

Вид комбікорму: ГРАНУЛЬОВАНА КРУПКА

Склад	В рецепті
ПШЕНИЦЯ	30,00 %
ЯЧМІНЬ БЕЗ ПЛІВОК	6,00 %
ЕКСТРУДОВАНА КОРМОВА ДОБАВКА	25,00 %
ВИСІВКИ ПШЕНИЧНІ	16,50 %
ШРОТ СОЄВИЙ СП 46%	8,22 %
ШРОТ СОНЯШНИКОВИЙ СП 36%, СК 17%	8,80 %
МОНОХЛОРИДРАТ ЛІЗИНУ 98%	0,10 %
DL-МЕТІОНІН 98,5%	0,08 %
СІЛЬ КУХОННА	0,50 %
МОНОКАЛЬЦІЙФОСФАТ	1,30 %
КРЕЙДА КОРМОВА	2,50 %
ПРЕМІКС	1,00 %

### Показники якості

Найменування	Од. вим.	Розрахунок	Мін.	Макс.
ОБМІННА ЕНЕРГІЯ СВИНЕЙ	МДж/Кг	11,2	11,1	12
СИРИЙ ПРОТЕЇН	%	16,6	16,5	17,5
СИРА КЛІТКОВИНА	%	5		6
ЛІЗИН	%	0,8	0,8	0,9
МЕТІОНІН+ЦИСТИН	%	0,5	0,5	0,7
ТРЕОНІН	%	0,43	0,41	0,5
Са	%	1,19	1	1,2
Р	%	0,8	0,8	0,9
NaCl	%	0,75	0,4	0,9

КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.25

Арк.

98

**РЕЦЕПТ ПОВНОРАЦІОННОГО КОМБІКОРМУ № ПК-6-2**  
**Для РЕМОНТНИХ СВИНОК 4-8 МІСЯЦІВ ЖИВОЮ МАСОЮ 40 -120 КГ**

**Вироблення: 1**

**Вид комбікорму: ГРАНУЛЬОВАНА КРУПКА**

Склад	В рецепті
ПШЕНИЦЯ	<b>32,10 %</b>
ЯЧМИНЬ БЕЗ ПЛІВОК	<b>10,90 %</b>
ЕКСТРУДОВАНА КОРМОВА ДОБАВКА	<b>20,00 %</b>
ВИСІВКИ ПШЕНИЧНІ	<b>18,00 %</b>
ШРОТ СОЄВИЙ СП 46%	<b>7,00 %</b>
СІЛЬ КУХОННА	<b>0,20 %</b>
МОНОКАЛЬЦІЙФОСФАТ	<b>1,60 %</b>
КРЕЙДА КОРМОВА	<b>0,20 %</b>
ЧЕРЕПАШКОВЕ БОРОШНО	<b>9,00 %</b>
ПРЕМІКС	<b>1,00 %</b>

**Показники якості**

Найменування	Од. вим.	Розрахунок	Мін.	Макс.
ОБМІННА ЕНЕРГІЯ СВИНЕЙ	МДж/Кг	<b>11,2</b>	11,1	12
СИРИЙ ПРОТЕЇН	%	<b>16,5</b>	16,5	17,5
СИРА КЛІТКОВИНА	%	<b>5</b>		6
ЛІЗИН	%	<b>0,8</b>	0,8	0,9
МЕТІОНІН+ЦИСТИН	%	<b>0,5</b>	0,5	0,7
ТРЕОНІН	%	<b>0,43</b>	0,41	0,5
Са	%	<b>1,2</b>	1	1,2
Р	%	<b>0,9</b>	0,8	0,9
NaCl	%	<b>0,8</b>	0,4	0,9

Одеський національний технологічний університет  
Кафедра технології зерна і комбікормів



# Науково-практичні основи використання пивної дробини при виробництві комбікормів для свиней

Здобувача **Горецького Р.А.**

Керівник доц. **Цюндик О.Г.**

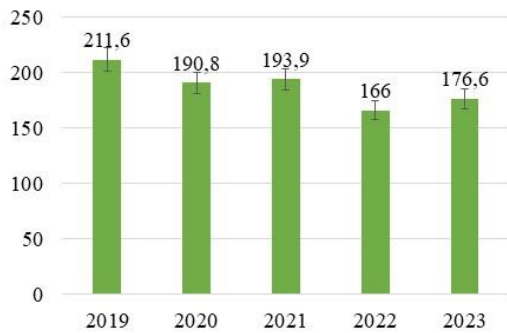


Рис. 1 – Динаміка поголів'я сільськогосподарської птиці в Україні, млн голів

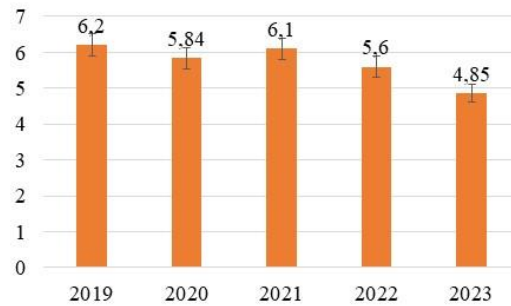


Рис. 2 – Динаміка поголів'я свиней в Україні, млн голів



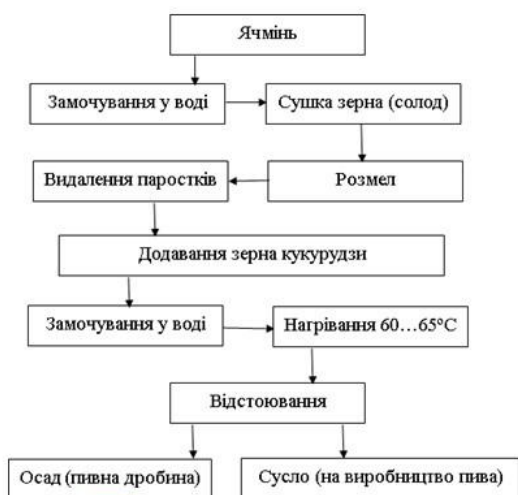
КРМ.ТЗіК.1.607-03.4.25

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Горецький Р.А.			Науково-практичні основи використання пивної дробини при виробництві комбікормів для свиней	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Цюндик О.Г.					100	110
Консульт.						ОНТУ 2024		
Зає.каф.		Макаринська А.В.						
Н.контр.								

Українська галузь пивоваріння налічує близько 125 пивоварень з загальною річною потужністю приблизно 2,5 мільярдів доларів.

Найбільшу частку ринку ділять між собою чотири найбільші компанії:

- **AB InBev Efes** (ТМ «Чернігівське», «Bud», «Янтар», «Рогань», «StellaArtois», «Staropramen», «Beck's» та ін.);
- **Carlsberg Ukraine** (ТМ «Львівське», «Славутич», «Арсенал», «Tuborg», «Holsten», «Carlsberg» та ін.);
- **Оболонь** (ТМ «Оболонь», «Zibert», «Hike», «Zlata Praha», «Carling» та ін.);
- **Альянс ПШБ і Oasis CIS** (ТМ «Перша приватна броварня»).



**Пивна дробина** – гуща, яка складається із зернових оболонок ячменю та інших речовин, що не розчиняються у воді.

**Таблиця 1 – Хімічний склад пивної дробини, % (літературні дані)**

Показник	Вміст	
	Свіжа пивна дробина	Суха пивна дробина
Суша речовина	23,2	88,7
Сирий протеїн	<b>5,8</b>	<b>21,7</b>
Сира клітковина	3,9	16
Сирий жир	1,7	6
Безазотисті екстрактивні речовини	<b>10,7</b>	<b>40,6</b>
Кальцій	0,05	0,3
Фосфор	0,11	0,66
Лізин	0,22	0,77
Метіонін+цистин	0,1	0,35
Кормові одиниці	0,21	0,75
Обмінна енергія свині, МДж	2,04	7,61
Обмінна енергія КРС, МДж	2,35	8,67



**Мета кваліфікаційної роботи:** розробка технології виробництва екструдованої кормової добавки з сумішшю подрібненого зерна кукурудзи і свіжої пивної дробини, удосконалення рецептів і технології виробництва комбікормів для свиней.



**Завдання роботи:**

- розглянути проблеми використання вторинних ресурсів пивоварної галузі;
- проаналізувати способи переробки та використання пивної дробини;
- дослідити органолептичні показники, зміни фізичних властивостей та хімічного складу пивної дробини;
- розробити рецепти комбікормів з включенням кормової добавки з урахуванням потреб у поживних і біологічно активних речовинах;
- розробити схему технологічного процесу виробництва кормової добавки;
- дослідити зміни фізичних властивостей та хімічного складу кормової добавки;
- визначити економічну ефективність виробництва кормової добавки.



**Таблиця 2 – Органолептичні показники свіжої пивної дробини**

Назва показника	Показник
Консистенція	густа
Колір	світло-коричневий
Запах	солодовий
смак	трохи солодкуватий



**Таблиця 3 – Фізичні властивості свіжої пивної дробини**

Сировина	Показники		
	Масова частка вологи, %	Об'ємна маса, кг/м <sup>3</sup>	Густина, кг/м <sup>3</sup>
Пивна дробина	75	399	1,05





**Таблиця 4 – Хімічні показники свіжої пивної дробини, %**

Показники	Вміст
Волога	75
Сирий протеїн	6,1
Сира клітковина	4,2
Сирий жир	1,8
Сира зола	1,2
Безазотисті екстрактивні речовини	10,2
у т.ч. крохмаль	0,9
цукор	0,05
Загальна енергетична цінність, кДж/кг	480,1



**Рис. 2 – Зміни вмісту масової частки вологи в кормовій добавці (до і після екструдування)**



**Рис. 3 – Залежність питомих витрат електроенергії(1) та коефіцієнту розширення екструдату (2) від масової частки свіжої пивної дробини**

**Таблиця 5 – Вплив екструдувannya на фізичні властивості кормової добавки (n=3, P≥0.95)**

Показники	Кормова добавка	
	до екструдувannya	після екструдувannya
Масова частка вологи, %	17,3	12,5
Кут природного укусу, град	35	38
Сипкість, см/с	11,3	7,6
Об'ємна маса, кг/м <sup>3</sup>	655	480
Модуль крупності, мм	1,8	1,2
Коефіцієнт розширення	2,2	
Питомі витрати електроенергії, кВт*год/т	26,5	

**Таблиця 6 – Хімічний склад кормової добавки до і після екструдювання (у перерахунку на суху речовину) (n=3, P≥0.95)**

Показники	Кормова добавка	
	до екструдювання	після екструдювання
Масова частка, %		
сухої речовини	82,7	87,5
сирого протеїну	11,7	11
сирого жиру	3,8	3,7
сирої клітковини	2,2	2,1
сирої золи	1,5	1,4
БЕР	64,8	60,7

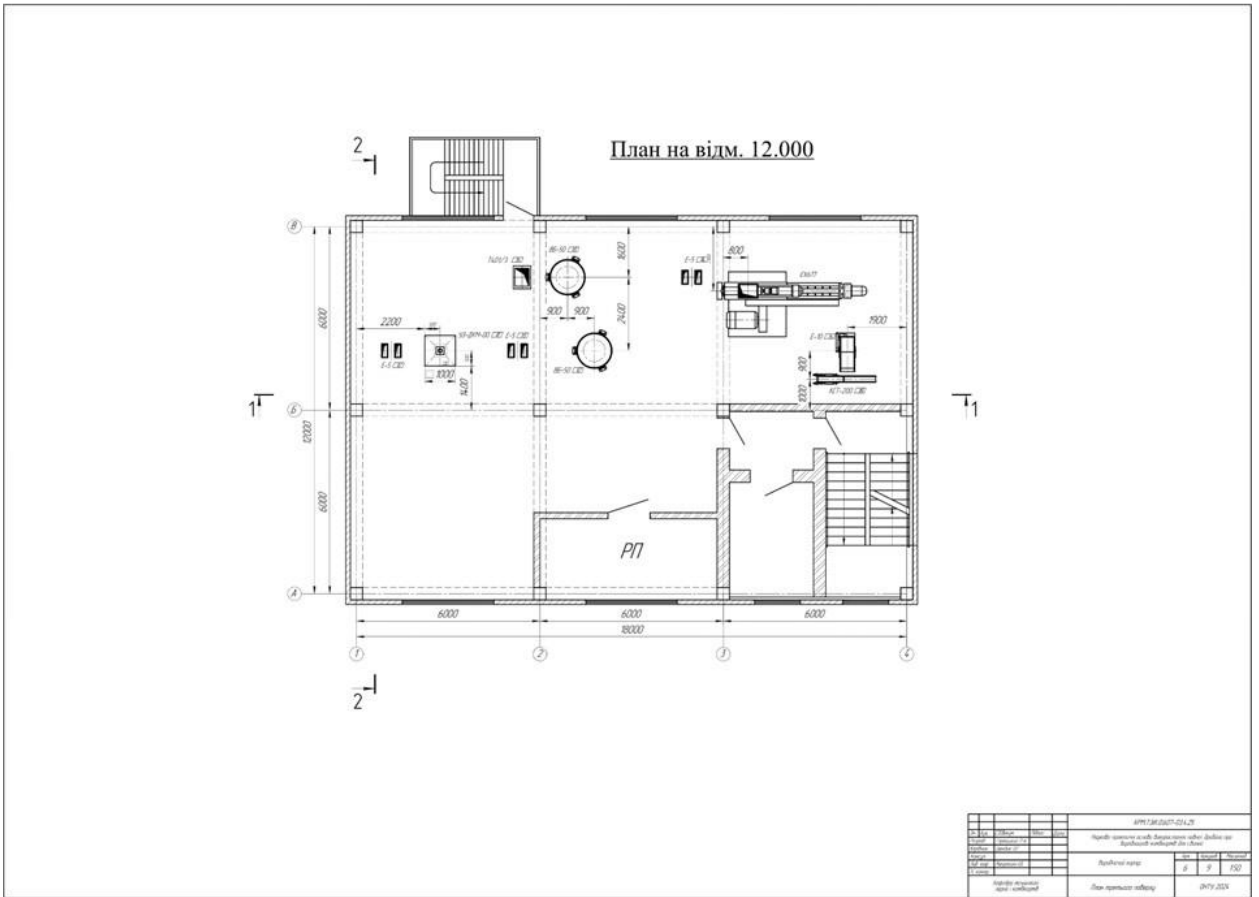
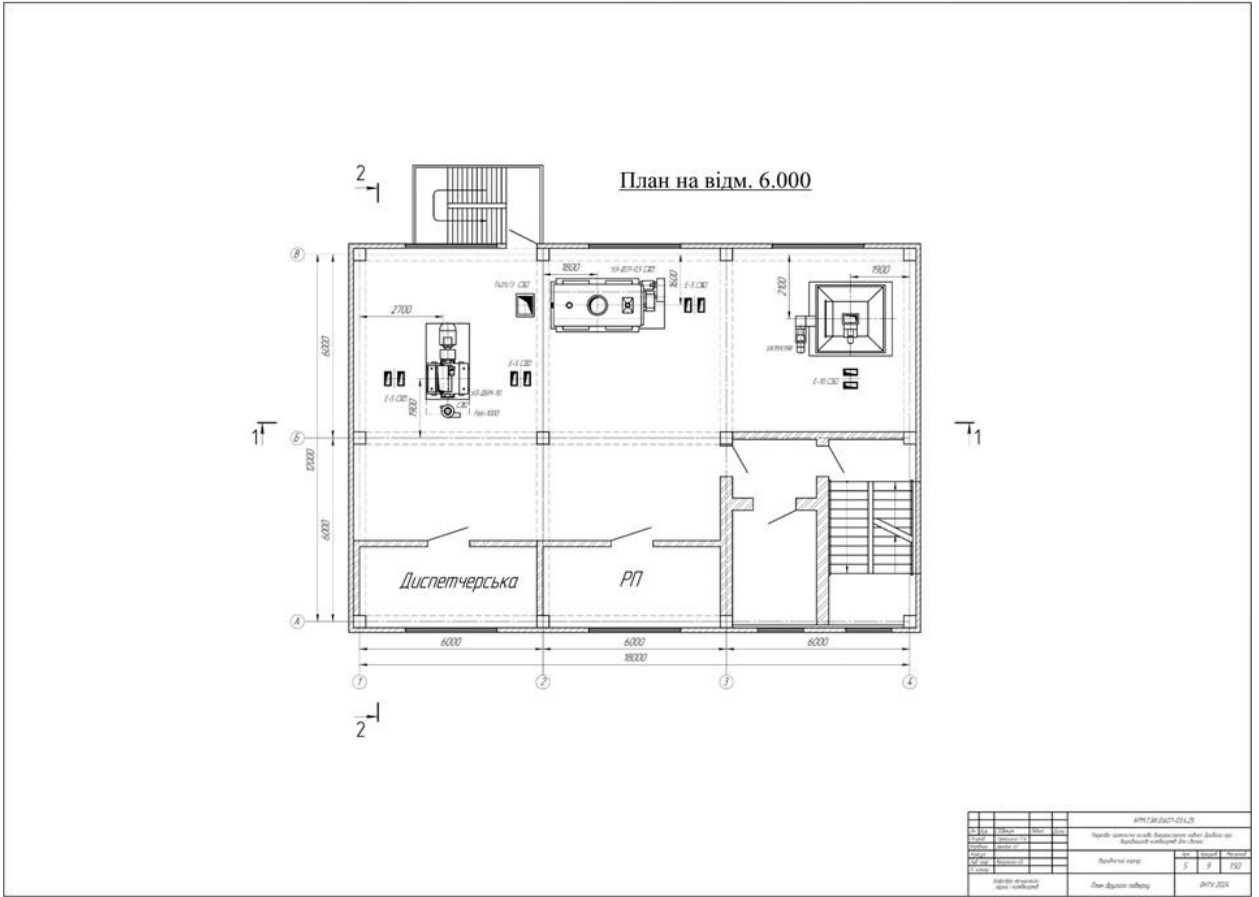
**РЕЦЕПТ ПОВНОРАЦІОННОГО КОМБІКОРМУ ДЛЯ СВИНЕЙ**

Склад	В рецепті
Пшениця	30,00 %
Ячмінь без плівок	6,00 %
Екструдювана кормова добавка	25,00 %
Висівки пшеничні	16,50 %
Шрот соєвий сп 46%	8,22 %
Шрот соняшниковий сп 36%, ск 17%	8,80 %
Монохлоргідрат лізину 98%	0,10 %
Dl-метіонін 98,5%	0,08 %
Сіль кухонна	0,50 %
Монокальційфосфат	1,30 %
Крейда кормова	2,50 %
Премікс	1,00 %

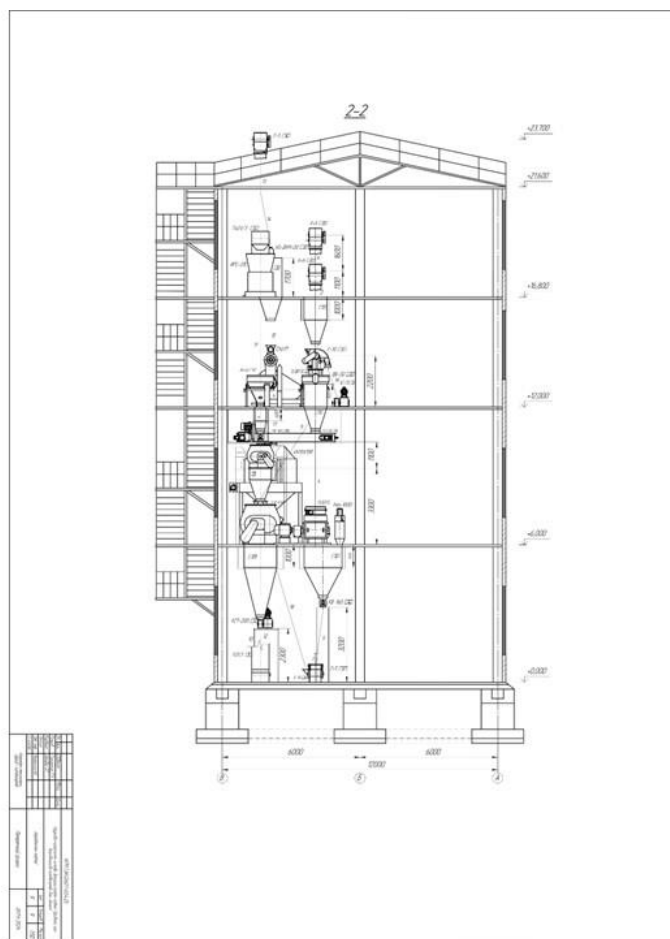
**Показники якості**

Найменування	Од. Вим.	Розраху-нок	Мін.	Макс.
Обмінна енергія свиней	Мдж/кг	11,2	11,1	12
Суша речовина	%	16,6	16,5	17,5
Сирий протеїн	%	5		6
Сира клітковина	%	0,8	0,8	0,9
Лізин	%	0,5	0,5	0,7
Метіонін+цистин	%	0,43	0,41	0,5
Треонін	%	1,19	1	1,2
Са	%	0,8	0,8	0,9
Р	%	0,75	0,4	0,9
Nacl	%	11,2	11,1	12









На основі проведених літературних даних і експериментальних досліджень можна зробити наступні висновки:

- розглянуті проблеми використання вторинних ресурсів пивоварної галузі;
- були визначені органолептичні показники, фізичні властивості та хімічні показники свіжої пивної дробини;
- розроблено структурну схему виробництва екструдованої кормової добавки з включенням зерна кукурудзи і свіжої пивної дробини;
- найбільш доцільним способом переробки пивної дробини в кормові добавки є їх екструдування в суміші з кукурудзою;
- експериментальним шляхом було встановлено, що оптимальний вміст пивної дробини становить 10% при задовільних фізичних властивостях і коефіцієнті розширення;
- розраховані рецепти комбікорму з екструдованої кормовою добавкою, включення якої дозволяє зменшити вміст кукурудзи у рецептах комбікормів;
- розроблена технологічна схема виробництва екструдованої кормової добавки;
- результати розрахунків свідчать, що на реалізацію інвестиційного проєкту необхідні інвестиції у розмірі 32388,8 тис. грн., які будуть окуплені на протязі 1,7 років.