Міністерство освіти і науки України

Одеський національний технологічний університет

Кафедра технології зерна і комбікормів

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

на тему: «Науково-практичні аспекти використання нетрадиційних видів сировини при виробництві комбікормової продукції»

Здобувач Акім А.В.

2 курсу ТЗХ-61(г) групи

Керівник доцент Чернега І.С.

Консультант: професор Басюркіна Н.Й.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 6 грудня 2024 р., протокол №13.

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»
Освітня програма	«Технології зберігання і переробки зерна»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри Макаринська
Алла Василівна
«_24_» січня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Акім Анастасії Віталіївни

1.Тема роботи Науково-практичні аспекти використання нетрадиційних видів сировини при виробництві комбікормової продукції

Затверджена наказом університету від _24.01.2024 р._____наказ ___№20-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи _06 грудня 2024 р._____

3. Вихідні дані роботи

_ матеріали переддипломної практики _____

4.Перелік питань, які потрібно розробити

техніко-економічне обґрунтування, використання побічних продуктів переробки гарбуза при виробництві комбікормів, загальна методика, експериментальне обгрунтування використання побічних продуктів переробки гарбуза при виробництві комбікормів, 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, проєктування 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) – 3 аркуші

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	Чернега І.С., доц., к.т.н.		

7. Дата видачі завдання_24 січня 2024 р._____

Керівник _____ Чернега І.С.

Завдання прийняв до виконання _____ Акім А.В.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Техніко-економічне обґрунтування	23.09.2024 – 27.09.2024	
2.	Науково-дослідна частина	27.09.2024 – 21.10.2024	
3.	Технологічна частина	21.10.2024 – 04.11.2024	
4.	Вибір розташування обладнання, комунікація.	16.10.2024 – 18.11.2024	
5.	Технохімічний та технологічний контроль виробництва	20.11.2024 – 25.11.2024	
6.	Графічне виконання проекту	04.11.2024 – 25.11.2024	
7.	Техніко-економічні показники	20.11.2024 – 29.11.2024	
8.	Затвердження роботи	06.12.2024 – 13.12.2024	
9.	Захист проекту	16.12.2024 – 09.01.2025	

Здобувач – дипломник _____ Акім А.В.

Керівник роботи _____ Чернега І.С.

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 Акім А.В. _____

Анотація

Кваліфікаційна робота включає сім розділів. У першому розділі проведено техніко-економічне обґрунтування використання побічних продуктів переробки гарбуза при виробництві комбікормів.

У другому розділі розглянуто проблеми та перспективи використання побічних продуктів переробки гарбуза при виробництві комбікормів.

У третьому розділі наведено загальну методику досліджень і експериментальну базу.

У четвертому розділі представлені результати дослідження фізико-хімічних характеристик та санітарної якості кормової добавки з додаванням побічних продуктів переробки гарбуза.

У п’ятому розділі розглянута характеристика сировини, яка використовується на підприємстві. Розділ містить відомості про номенклатуру кормових засобів, які використовують для виробництва комбікормів, і джерела їх постачання; коротку оцінку поживної цінності кожного з кормових засобів; технологічну характеристику сировини, номери рецептів; у розділі представлено розрахунок рецептів комбікормів, що випускаються на підприємстві, за допомогою ЕОМ; проведено аналіз схеми технологічного процесу; проведений розрахунок приймально-відпускних пристроїв, ємності складів для зберігання сировини і готової продукції, технологічного обладнання, ємності оперативних бункерів та транспортного обладнання; представлений технохімічний та технологічний контроль виробництва.

У шостому розділі проведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які мають найбільший вплив на працюючих

У сьомому розділі розраховано техніко-економічні показники проекту.

Кваліфікаційна робота викладена на 133 листах пояснювальної записки друкованого тексту, містить 31 таблицю, 5 рисунків, список літератури включає 40 найменувань. Графічна частина проекту представлена на 8 листах формату А1: схема технологічного процесу виробництва кормової добавки – 1 лист (б/м), плани поверхів – 3 листи (М 1:50), розрізи (повздовжній і поперечний) – 2 листи (М 1:50), результати наукових дослідів (демонстраційний матеріал) – 2 листи.

В И Т Я Г

з протоколу засідання кафедри технології зерна і комбікормів
протокол №13 від 6 грудня 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. Чернеги І.С. про перевірку на академічну доброчесність кваліфікаційної роботи здобувача СВО «Магістр» Акім Анастасії Віталіївни, тема: «Науково-практичні аспекти використання нетрадиційних видів сировини при виробництві комбікормової продукції». 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 програми Unicheck. За результатами перевірки унікальність тексту кваліфікаційної роботи становить 84 %.

УХВАЛИЛИ: звіт доц. Чернеги І.С. про перевірку на академічну доброчесність кваліфікаційної роботи здобувача СВО «Магістр» Акім Анастасії Віталіївни, тема: «Науково-практичні аспекти використання нетрадиційних видів сировини при виробництві комбікормової продукції» затвердити та рекомендувати до захисту на засіданні екзаменаційної комісії №19.

Зав. кафедри ТЗіК, Алла МАКАРИНСЬКА
д.т.н., доц

Секретар кафедри ТЗіК, Тетяна ТУРПУРОВА
к.т.н., доц.

ЗМІСТ

с.

Вступ…..…… 7

Розділ 1. Техніко-економічне обґрунтування використання побічних продуктів переробки гарбуза при виробництві комбікормів ……..….. 9

1.1 Загальна характеристика ринку переробки гарбуза …….. 9

1.2 Мета та робоча гіпотеза проєкту, очікувані результати……... 14

Розділ 2. Проблеми та перспективи використання побічних продуктів переробки гарбуза при виробництві комбікормів……...…...…….…….. 15

2.1 Дослідження побічних продуктів переробки гарбуза та способів їх переробки ……... 18

2.2. Використання побічних продуктів переробки гарбуза в раціонах сільськогосподарських тварин і птиці …….. 22

Розділ 3. Загальна методика досліджень…….. 29

3.1 Методи дослідження фізичних властивостей..……..……. 29

3.2 Методи дослідження мікробіологічних властивостей..…… 33

3.3 Методи дослідження хімічних властивостей……...…… 35

Розділ 4. Експериментальне обґрунтування умов виробництва кормової добавки……..……..…… 41

4.1 Дослідження властивостей гарбузових вичавок…… 41

4.2 Обґрунтування вибору оптимального складу кормової добавки……..……... 44

4.3 Дослідження властивостей кормової добавки…… 49

Розділ 5. Технологічна частина……...……. 53

5.1 Характеристика сировини ……...……. 53

5.2 Розрахунок рецепту комбікормової продукції на ЕОМ……. 58

5.3 Аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу…… 60

5.4 Розрахунок обладнання приймально-відпускних пристроїв..... 63

5.5 Розрахунок ємності складів для зберігання сировини та готової продукції……... 67

5.6 Розрахунок технологічного обладнання……. 75
5.7 Розрахунок ємності оперативних бункерів……..……. 85
5.8 Розрахунок транспортного обладнання…….. 90
5.9 Проєктування внутрішньоцехової комунікації ……. 93
5.10 Технохімічний та технологічний контроль виробництва…….. 98
Розділ 6. Охорона праці……..……..…….. 101
Розділ 7. Розрахунок техніко-економічних показників……..……. 103
7.1 Розрахунок необхідної суми інвестицій..……. 104
7.2 Розрахунок виробничої програми виробництва кормової добавки…...……... 105
7.3 Розрахунок собівартості кормової добавки.……... 105
7.4 Приріст прибутку від удосконалення рецептури комбікорму. 109
7.5 Основні техніко-економічні показники проекту…… 110
Висновки……..…… 111
Список літератури……. 112
Додатки…… 118
Додаток А Рецепти комбікорму……. 118
Додаток Б Презентація …… 122

Вступ

Зростання населення та подальше зростання урбанізації призвели до зростання попиту на якісні харчові продукти тваринного походження, включаючи м’ясо, молоко та яйця, що сприяє тваринництву в регіоні. Це допоможе фермерам інвестувати у тваринництво, а отже, підтримати ринок комбікормів. Крім того, зміна споживчої схильності до дієтичного харчування та високого споживання білка позитивно вплине на попит на продукти тваринного походження. Таким чином, щоб отримати прибуток від розширення ринку комбікормів, фермери збільшуватимуть свої виробничі потужності, удосконалюючи рецептуру продуктів тваринництва, використовуючи комбікорми [1].

Крім цього, зростаюча свідомість щодо здоров’я тварин сприятиме зростанню попиту на корми для худоби, тим самим сприяючи зростанню ринку комбікормів. Зростаюча обізнаність і занепокоєння щодо хвороб худоби прискорили потребу в безпечних методах годівлі худоби для правильного харчування для зміцнення її здоров’я та захисту від різних хвороб. Перенаселені та брудні умови на фермах можуть призвести до збільшення кількості захворювань серед тварин. Ці захворювання можуть підвищити ризик зараження людей, тим самим підвищуючи важливість комбікорму для підвищення імунітету тварин і покращення їхнього здоров’я [1-2].

За даними FEFAC (Європейської федерації виробників комбікормів), промислове виробництво комбікормів у 27 країнах ЄС скоротиться на 0,3 % у 2024 р. до 147 млн т, що пов’язано з різними тенденціями в секторах тваринництва, зумовленими економічними, регуляторними та екологічними факторами. Єдиним сектором, який прогнозується зростання, є корми для птиці, тоді як сектори кормів для свиней і великої рогатої худоби стикаються з проблемами [3].

Загальний нижчий попит на корм частково пояснюється більш ефективним використанням кормів, що стало можливим завдяки системам

інтенсивного виробництва, які зосереджені на використанні годівлі тварин, управлінні фермою та інших технологіях для зниження споживання корму при виробництві тієї ж кількості протеїну, або більше. Уповільнення загального виробництва тваринного білка у відповідь на низьку маржу, з якою стикаються багато компаній, що займаються кормами та тваринним білком, також сприяє зниженню попиту на корми. Зміна моделей споживання, викликана інфляцією та дієтичними тенденціями, вищими витратами на виробництво та геополітичною напругою, також впливає на виробництво кормів [4-5].

У Європі виробники молочних продуктів продовжуватимуть боротися із суворішою екологічною політикою в наступні роки, і їм потрібно буде знайти нові шляхи продовження зростання. Тому необхідно збільшити і об’єми виробництва комбікормової продукції для великої рогатої худоби [3].

Розділ 1. Техніко-економічне обґрунтування використання побічних продуктів переробки гарбуза при виробництві комбікормів

1.1 Загальна характеристика ринку переробки гарбуза

Загальна характеристика ринку переробки гарбуза у світі включає аналіз основних тенденцій, обсягів виробництва та споживання, а також ключових напрямів переробки цього продукту. Гарбуз є важливим сільськогосподарським продуктом, який широко використовується не тільки у харчовій промисловості, а й для виробництва кормів, олії та інших побічних продуктів.

Основними країнами, які займаються переробкою гарбуза, є США, Китай, Індія, а також ряд європейських країн, таких як Україна та Польща. У США, зокрема, велика частина переробленого гарбуза йде на виробництво консервованих продуктів (наприклад, гарбузового пюре та супів), а також на виробництво насіння та олії. Водночас в Азії активно використовуються як харчові продукти, так і кормові добавки для тварин.

Оскільки попит на здорове харчування та органічні продукти зростає, ринок переробки гарбуза має значний потенціал для розвитку, включаючи нові інноваційні продукти, такі як замінники м'яса, харчові добавки та напої. Окрім цього, побічні продукти переробки гарбуза, такі як волокна та насіння, використовуються для виробництва кормів для тварин, що додатково розширює можливості ринку.

Загалом ринок переробки гарбуза продовжує розвиватися завдяки зростанню попиту на натуральні продукти, підвищенню екологічних стандартів та інноваційним технологіям у переробній галузі.

Ще до недавна Україна була третьою за обсягом виробництва гарбуза країною у світі з обсягом виробництва 1,32 млн т на рік (рис. 1.1.1-1.1.2) [8].

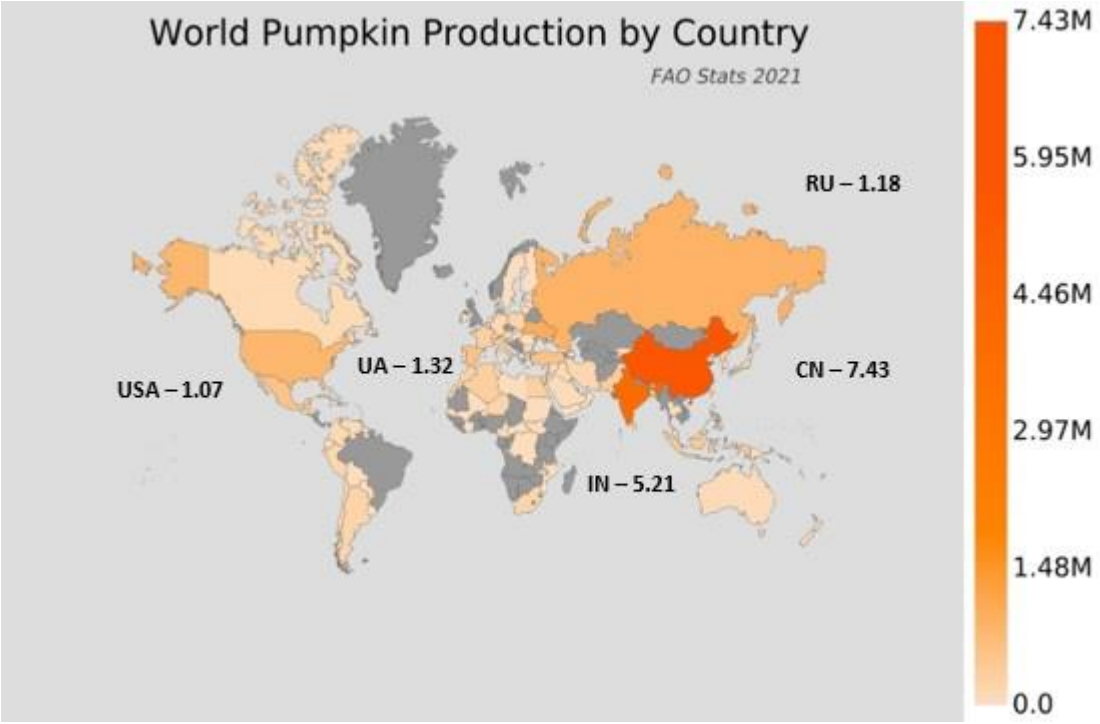


Рис. 1.1.1 – Світове виробництво гарбуза по країнах, млн т (станом на 2021 р.) [8]

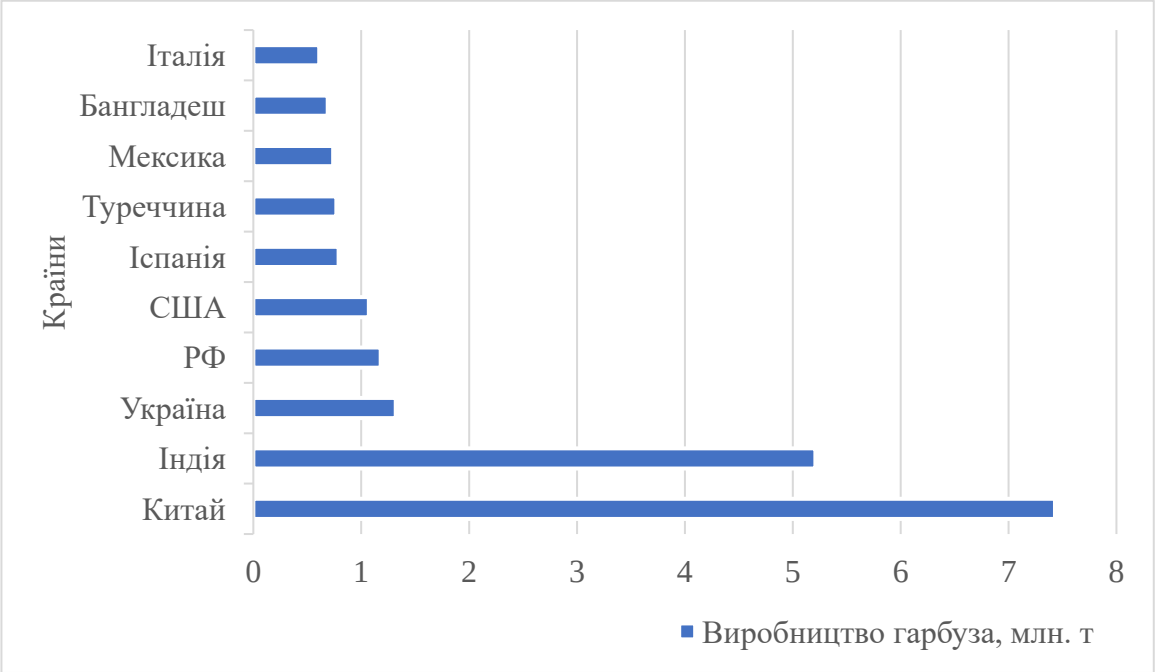


Рис. 1.1.2 – Топ-10 країн світу з виробництва гарбуза (станом на 2021 р.) [8].

Проте, війна в Україні, що почалася в 2022 році, мала значний вплив на сільське господарство в країні. Знищення або захоплення аграрних земель, руйнування інфраструктури, зниження кількості робочої сили та перебої в

поставках ресурсів призвели до зниження загального обсягу сільськогосподарського виробництва, у тому числі і гарбуза.

На сьогоднішній день світове виробництво гарбуза досягає 23 млн т на рік. Китай лідирує в цьому виробництві, приносячи 32 % загального світового виробництва. Це підкреслює значну роль Китаю у світовій гарбузовій промисловості та його величезний сільськогосподарський потенціал. Великі сільськогосподарські угіддя країни та сприятливий клімат дозволяють масово вирощувати гарбуз, що робить її ключовим гравцем у світовій гарбузовій промисловості.

Індія є другим за величиною виробником гарбуза з річним виробництвом 3,1 млн т. Цей овоч є основним продуктом індійської кухні, а різноманітні кліматичні умови в країні сприяють значному вирощуванню гарбуза.

Україна посідає четверте місце у світі за обсягом виробництва гарбуза, який складає 1,2 млн т. Це зумовлено помірно-континентальним кліматом, що сприяє ефективному вирощуванню гарбуза, значним експортним потенціалом та розвитком харчової промисловості. Ці фактори забезпечують стабільне місце України серед найбільших виробників гарбуза у світі [6].

Заключає п’ятірку країн найбільших виробників гарбуза в світі США з об’ємом виробництва гарбуза 1,1 млн т. У США гарбуз має важливе місце в культурних традиціях та заходах, таких як Хеллоуїн, коли вони використовуються для виготовлення декоративних ліхтарів, що також сприяє великому обсягу вирощування гарбуза. США мають різноманітні кліматичні зони, що дозволяє вирощувати гарбузи в багатьох штатах, зокрема в таких, як Іллінойс, Каліфорнія, Техас і Мічиган, де клімат і ґрунти сприяють високим врожаям. Окрім цього, країна активно використовує новітні агротехнології для підвищення врожайності, що дозволяє збільшити обсяги виробництва.

Повний перелік 10 найбільших країн виробників гарбуза в світі наведено в таблиці 1.1.1.

Європейський імпорт гарбуза зріс з 663 тис. т у 2019 р. до 740 тис. т у 2023 р. Це означає сукупний річний темп зростання (CAGR) на 2,8 %. Це

сталося в основному через відносно сильне зростання імпорту в 2020 р., після якого імпорт, здається, стабілізувався на рівні приблизно 720…740 тис. т.

Таблиця 1.1.1 – Топ-10 країн світу з виробництва гарбуза (станом на серпень 2024 р.) [6].

Рейтинг	**Країни**	**Виробництво гарбуза, млн. т**
1	Китай	8,4
2	Індія	3,1
3	Росія	1,8
4	Україна	1,2
5	США	1,1
6	Іран	1,0
7	Єгипет	0,8
8	Туреччина	0,7
9	Узбекистан	0,7
10	Румунія	0,6

Гарбузи також широко вирощуються в Європі, як комерційно, так і приватно. Це вітчизняне виробництво доповнюється імпортом. У середньому явне річне споживання в Європі зросло з 4,0 кг на людину в 2019 р. до 5,1 кг в 2023 р..

Франція є провідним європейським імпортером гарбузів з часткою ринку 22 %. Далі йдуть Німеччина з 15 %, а потім Велика Британія та Нідерланди з 12 % кожна. Разом на ці країни припадає понад 60 % загального європейського імпорту.

Варто звернути увагу, що мова йде лише про обсяги імпорту. Не були взяті до уваги споживання як показник для вибору ринку, оскільки обсяги імпорту є ключовими для експортерів гарбуза з країн, що розвиваються, для вибору пріоритетних ринків.

Це споживання, ймовірно, продовжить зростати в найближчі кілька років, що спонукає тенденції на користь здорових і екологічно чистих овочів,

таких як гарбузи. Це призведе до збільшення місцевого виробництва та зростання міжсезонного імпорту гарбузів з-за меж Європи в середньому щонайменше на 5 %. Найбільше це зростання буде в органіко-сертифікованому сегменті (до 7 % на рік) [7].

Щороку в Україні спостерігається зростання попиту на гарбуз. Збільшення обсягів його вирощування цього року пов'язано з підвищеним інтересом до здорового харчування [9]. Крім того, урожай гарбузів цього року був сприятливим завдяки стабільним погодним умовам у ключових регіонах вирощування – на Закарпатті та в західних і південних областях України [10].

Попит на столові гарбузи та насіння гарбуза продовжує збільшуватись, особливо серед тих споживачів, які віддають перевагу здоровим сезонним продуктам. Гарбузове насіння стає популярним як корисний перекус і кулінарний інгредієнт, а також є цінним ресурсом для переробки та виробництва олії.

На українському ринку представлені різні види гарбузів, серед яких найбільш популярним для приготування страв є мускатний гарбуз, а також сорти з твердою та м'якою шкіркою. В період підготовки та святкування Хелловіну зростає попит на декоративні гарбузи, які використовуються для оформлення. Крім того, активно продаються гарбузи для переробки, зокрема для виготовлення олії та насіння.

Гарбузи та насіння постачають як великі агропідприємства, так і малі фермерські господарства. Закарпаття відоме вирощуванням столових гарбузів, Одеська та Херсонська області спеціалізуються на виробництві гарбузового насіння, а Волинь і Рівненщина забезпечують органічну продукцію. Розвиток фермерських господарств, орієнтованих на виробництво нішевих продуктів, таких як гарбуз та його похідні, сприяє зростанню попиту та пропозиції на ринку. [9].

В Україні гарбуз обробляють для виробництва соків та дитячого харчування на таких підприємствах: ТОВ «Вітмарк-Україна», ВАТ «Одеський консервний завод дитячого харчування» (Одеська обл.), агрохолдинг ТОВ

«Епіцентр Агро» (Хмельницька обл.), ФГ «Гадз» (Тернопільська обл.), ТОВ «Спориш» (Житомирська обл.), ТОВ «Асоціація дитячого харчування» (Дніпропетровська обл.), ФХ «Владам» (Миколаївська обл.), ВАТ «Вінніфрут» (Вінницька обл.) [11-14]. Варто зазначити, що в процесі переробки утворюється велика кількість побічних продуктів у вигляді гарбузових вичавок, які становлять до 30 % при виробництві соків і містять різноманітні цінні поживні та біологічно активні компоненти.

Виробництво кормової добавки на основі гарбузових вичавок для комбікормів дозволить знизити частку зернової сировини в їх рецептурах, зменшити собівартість комбікормів та знизити негативний вплив шкідливих відходів на навколишнє середовище.

Тому, одним із шляхів збільшення прибутку та вирішення проблеми утилізації відходів на підприємстві ВАТ «Одеський консервний завод дитячого харчування» (Одеська обл.) може бути за рахунок будівництва цеху виробництва кормової добавки із включенням гарбузових вичавок.

1.2 Мета та робоча гіпотеза проєкту, очікувані результати

У рамках запропонованого проєкту планується впровадити технологію волого-теплової обробки гарбузових вичавок для виробництва кормових добавок, а також їх включення до комбікорму за удосконаленими рецептами.

На підприємстві передбачено встановлення лінії волого-теплової обробки кормової добавки продуктивністю 48 т/добу, яка буде використовуватися для виробництва комбікорму за новими рецептами.

Мета проєкту:

– збільшити обсяги виробництва продукції та прибуток підприємства;

– підвищити якість кінцевого продукту;

– розширити асортимент продукції, виробляючи конкурентоспроможну готову продукцію за новими рецептами;

Очікувані результати: строк окупності інвестицій має бути до 5 років, що підтвердить економічну доцільність і ефективність проєкту.

Розділ 2. Проблеми та перспективи використання побічних продуктів переробки гарбуза при виробництві комбікормів

Україна займає 4 місце у Топ-10 країн світу з виробництва гарбуза завдяки кільком **ключовим факторам**, які сприяють високим обсягам виробництва цього продукту:

1. Підходящі кліматичні умови. Україна має помірно-континентальний клімат, що є ідеальним для вирощування гарбуза. Рослина потребує тепла і достатньої кількості сонячного світла, що сприяє високим врожаям. Гарбуз добре адаптується до різних типів ґрунтів, що робить його популярною культурою серед українських фермерів.

2. Зростаючий попит на здорові продукти. В Україні, як і у світі, спостерігається збільшення попиту на здорове харчування, а гарбуз є одним з основних компонентів у складі органічних і натуральних продуктів. Це стимулює розвиток виробництва як для внутрішнього споживання, так і для експорту.

3. Експортний потенціал. Україна є важливим експортером аграрної продукції, і гарбуз є однією з культур, яку активно експортують, особливо до Європейського Союзу. Високий попит на українські гарбузи в ряді європейських країн також сприяє зростанню виробництва.

4. Підвищення ефективності сільського господарства. Останні роки в Україні активно впроваджуються нові агротехнології, що дозволяють збільшити врожайність гарбуза. Різні стратегії вирощування, застосування сучасних засобів захисту рослин і добрив дозволяють досягати високих результатів.

5. Розширення площ під гарбуз. З огляду на високу рентабельність цієї культури, фермери почали активно збільшувати площі під вирощуванням гарбуза, що також вплинуло на збільшення виробництва.

6. Розвиток харчової промисловості. Гарбуз активно використовують в харчовій промисловості – його переробляють на пюре, консерви, сік, а також використовують для виготовлення насіння та олії. Це також стимулює попит на вирощування цієї культури.

Ці фактори дозволяють Україні займати стабільне місце серед найбільших виробників гарбуза у світі.

Проте, при переробці гарбуза на соки та дитяче харчування утворюються у великій кількості побічні продукти та вторинні ресурси, ефективній утилізації і переробці яких варто приділити увагу.

Використання побічних продуктів переробки гарбуза при виробництві комбікормів є перспективним напрямом у сільському господарстві, але також несе певні **проблеми:**

1. Низька стабільність та швидке псування. Побічні продукти переробки гарбуза (наприклад, шкірка, насіння, м'якоть після віджиму соку) можуть швидко псуватись, що ускладнює їх зберігання і транспортування. Висока вологість цих продуктів створює умови для розвитку мікроорганізмів, що може призвести до втрати поживних властивостей.

2. Необхідність додаткової обробки. Для ефективного використання побічних продуктів гарбуза в комбікормах часто потрібна додаткова обробка (сушіння, подрібнення, ферментація тощо), що потребує додаткових затрат енергії і часу.

3. Низька біологічна доступність деяких компонентів. Деякі компоненти гарбуза, такі як клітковина, можуть бути важко засвоюваними для тварин. Потрібно знаходити способи покращення їх біологічної доступності через відповідні технологічні процеси.

4. Високий вміст антипоживних речовин. Насіння гарбуза, хоча і містить корисні жири та білки, може містити і такі речовини, як фітати, які знижують засвоюваність мікроелементів. Для тварин це може бути обмеженням у використанні таких продуктів у великих кількостях без додаткових обробок.

5. Неоднорідність складу. Побічні продукти переробки гарбуза можуть мати різну поживну цінність в залежності від виду гарбуза, умов вирощування, часу збору тощо. Це ускладнює стандартизацію складу комбікормів.

Перспективи використання побічних продуктів переробки гарбуза:

1. Підвищення кормової цінності через обробку. Використання технологій ферментації, сушки, екструзії може покращити доступність поживних речовин та знизити кількість шкідливих компонентів, таких як фітати або токсини.

2. Збагачення комбікормів вітамінами та мінералами. Гарбузові побічні продукти містять багато каротину (провітаміну А), вітаміну С, мікроелементів (калій, магній), що можуть бути корисними для тварин. Це дозволяє використовувати їх як джерело додаткових поживних речовин в комбікормах.

3. Екологічний аспект та зменшення відходів. Використання побічних продуктів переробки гарбуза в комбікормах дозволяє зменшити кількість відходів, переробляючи їх в кормові добавки. Це відповідає принципам сталого розвитку та збереження навколишнього середовища.

4. Покращення протеїнової складової комбікормів. Насіння гарбуза є хорошим джерелом білка та жирів. За рахунок переробки насіння в кормові добавки можна покращити протеїнову складову комбікормів, що особливо важливо для годівлі високопродуктивних тварин, таких як свині та птиця.

5. Розширення ринку кормових добавок. Враховуючи зростання попиту на альтернативні джерела білка для тварин, побічні продукти переробки гарбуза можуть стати важливою складовою комбікормів, особливо в умовах дефіциту традиційних кормових ресурсів.

Використання побічних продуктів переробки гарбуза в комбікормах має багато потенціалу, але для цього потрібно подолати певні проблеми, такі як зберігання та обробка, а також покращення біологічної доступності поживних речовин. Проте в перспективі це може стати важливим напрямом у

виробництві кормів, особливо з огляду на зменшення відходів, покращення екологічної ситуації та забезпечення тварин корисними поживними та біологічно активними речовинами.

2.1 Дослідження побічних продуктів переробки гарбуза та способів їх переробки

Гарбузи є важливою товарною культурою, яка широко вирощується та споживається по всьому світу. Гарбуз є одним із найбільших джерел біологічно активних сполук, і сучасні дослідження функціональних харчових продуктів все більше зосереджуються на них. Свіжі гарбузи можна споживати, варити, запікати або переробляти на маринади, смузі, супи та соки. У харчовій промисловості гарбуз використовується як інгредієнт для випічки, хлібобулочних виробів, печива, хліба, цукерок і дитячого харчування.

Хімічний склад плодів гарбуза значною мірою визначається технологією вирощування, видом і сортом, ґрунтово-кліматичними умовами та іншими чинниками. Зокрема, дослідниками НУХТ були здійснені комплексні наукові дослідження, спрямовані на розробку нових вітамінних збагачувачів на основі гарбуза та моркви. На основі аналізу літературних джерел були відібрані сорти з високою врожайністю та зручністю при збиранні (табл. 2.1.1) [16].

Таблиця 2.1.1 – Хімічний склад різних сортів гарбуза [16]

Сорт	Вміст цукрів, %	Вміст каротину, мг/100 г
Зорька	4,7	6,8
Веснянка	3,5	5,2
Алтайський	3,9	5,4
Грибовський зимовий	4,4	7,5

Побічні продукти, які утворюються при переробці гарбуза, містять різні частини, такі як насіння, шкірка та залишки м’якоті, з їх біоактивним складом і багатьма потенційними перевагами, які недостатньо вивчені

харчовою промисловістю. Гарбуз та його побічні продукти містять широкий спектр фітохімічних речовин, включаючи каротиноїди, поліфеноли, токофероли, вітаміни, мінерали та поживні речовини. Ці сполуки в побічних продуктах гарбуза виявляють антиоксидантні, протиракові, протизапальні, протидіабетичні та антимікробні властивості та можуть знизити ризик хронічних захворювань.

Комбікормова промисловість зацікавилася відходами гарбуза, отриманими в результаті індустріалізації, зокрема насінням, шкіркою та вичавками, через їх корисні компоненти та високий рівень каротиноїдів, харчових волокон і поліфенолів [15].

При переробці гарбуза утворюється значна кількість відходів у вигляді (3,1…4,4 %) і шкірки (2,6…16 %), а м'якоть після переробки становить 72…76 %.

Гарбузові вичавки

Вичавки, що утворюється як побічний продукт, коли гарбузи використовують для виробництва соків та пюре, складається з різних фракцій подрібненої шкірки, насіння та мезги разом.

Гарбузові вичавки є хорошим джерелом харчових волокон, вітамінів, мінералів і вуглеводів. Порошок гарбузових вичавок виділяється високим вмістом каротиноїдів 35,55 мг/100 г сухої речовини. Крім того, він має високий рівень мінеральних речовин (кальцій – 90 мг/100 г; фосфор – 14 мг/100 г, целюлоза – 19,6 %, геміцелюлоза – 3,5 % і пектин – 5,4 %).

Хлібобулочні та кондитерські вироби можна збагачувати порошком з гарбузових вичавок. У минулому кілька вчених додавали гарбузовий порошок до різних хлібобулочних виробів, щоб перевірити ступінь придатності, зміни фізико-хімічного складу, вплив на сенсорні параметри та харчову цінність хлібобулочних виробів. Коли гарбузова шкірка та м’якоть були перетворені на борошно, їх фізико-хімічні дослідження показали, що вони є хорошими джерелами поживних речовин, і їх використання у виготовленні печива значно вплинуло на бісквітну промисловість [17-19].

Таблиця 2.1.2 – Хімічний склад вичавок, шкірки та насіння (г/кг сировини) видів гарбуза [19]

Хімічний склад	Побічні продукти	*Cucurbita pepo*	*Cucurbita moschata*	*Cucurbita maxima*
Вуглеводи	Шкірка	43.76	96.29	206.78
	Вичавки	26.23	43.39	133.53
	Насіння	122.20	140.19	129.08
Білок	Шкірка	9.25	11.30	16.54
	Вичавки	2.08	3.05	11.31
	Насіння	308.83	298.11	274.85
Жир	Шкірка	4.71	6.59	8.59
	Вичавки	0.55	0.89	4.20
	Насіння	439.88	456.76	524.34
Клітковина	Шкірка	12.28	34.28	22.35
	Вичавки	3.72	7.41	10.88
	Насіння	148.42	108.51	161.54
Вміст води	Шкірка	935.98	871.86	756.79
	Вичавки	967.70	942.31	840.43
	Насіння	74.06	51.79	27.51

Шкірка гарбуза

Шкірка гарбуза багата біологічно активними компонентами і містить значну кількість клітковини, білка, а також мінералів, таких як кальцій і магній. Тим не менш, поживний склад гарбузової шкірки містить менше вуглеводів, ліпідів і калію порівняно з гарбузовою м’якоттю. Шкірка гарбуза містить високу концентрацію каротиноїдів, які є пігментними хімічними речовинами, які можуть сприяти здоров’ю.

Шкірка гарбуза містить найбільшу кількість загальних каротиноїдів (неоксантин, β-каротин, віолаксантин, повністю транслютеїн) та ізомерів (9-цис-β-каротин, β-іонон, β-циклоцитраль, 13-цис-β-каротин, α-іонон,

дигідропсевдоіонон, токоферол) серед усіх фракцій, але в різні кількості в різних сортах. За даними різних вчених, шкірка гарбуза містить 10…40 % від загального вмісту каротиноїдів у гарбузі. Крім того, вони служать цінним ресурсом провітаміну А. На вміст каротиноїдів у гарбузових продуктах і побічних продуктах можуть впливати різні фактори, такі як варіації у стадії дозрівання, погодні умови, збирання та післязбиральна обробка. Крім того, до складу шкірки входить клітковина, яка переважно складається з целюлози, білок (9…17 %), пектин та амінокислоти. Доведено, що харчові волокна, такі як пектин, отриманий із шкірки гарбуза, уповільнюють перетравлення крохмалю, сприяючи лікуванню та профілактиці захворювань, пов'язаних з дієтою, включаючи діабет. Лютеїн, α-каротин, β-каротин і зеаксантин є одними з каротиноїдів, які містяться в гарбузовій шкірці і можуть використовуватися в харчовій промисловості. Багато вчених проводили дослідження, щоб проаналізувати харчовий склад гарбузової шкірки. Вони виявили, що шкірка містить 11,89 мг/100 г β-каротину, 18,90 мг/100 г аскорбінової кислоти, 42,99 мг/100 г заліза та 319,13 мг/100 г фосфору [15, 18].

Дослідники виявили, що пектиновий компонент, отриманий з гарбузової шкірки, має здатність посилювати ріст кишкових бактерій і сповільнювати всмоктування глюкози та жовчних кислот. Це свідчить про те, що гарбузова шкірка може бути цінним матеріалом для виробництва функціональної їжі.

Насіння гарбуза

Насіння гарбуза є найважливішим компонентом завдяки високому вмісту білка та низькому вмісту жиру. Плоскі, овальної форми та блідо-зелені характеризують насіння. Крім того, що гарбузове насіння використовується як в їжу, так і в медицині, воно використовується для виробництва олії та їдиться сирим, вареним і смаженим у багатьох країнах. Насіння гарбуза широко цінується як делікатес у багатьох культурах, а олія насіння має кулінарне та терапевтичне застосування завдяки високій

концентрації біологічно активних сполук, включаючи поліненасичені жирні кислоти, незамінні амінокислоти, лютеїн, вітаміни, фітостероли, γ-токофероли та β -каротинові пігменти, волокна, значні кількості мікроелементів (P, Mg, Mn, K та Ca) [38]. Багато різних вчених проводили дослідження, які виявили, що гарбузове насіння містить високий рівень сирого протеїну, сирої клітковини та сирої олії. Насіння гарбуза містить значну кількість поліненасичених жирних кислот, подібних до складу жирних кислот, що спостерігається в соєвій і соняшниковій олії. За даними загального дослідження різних сортів гарбузового насіння вміст сирого протеїну коливався від 14,05 до 33,29 %, сирої клітковини від 11,69 до 24,85 %, сирого жиру від 31,9 до 41,37 %, сирих вуглеводів від 8,66 до 27,35 %. Аналіз екстрактів гарбузового насіння показав, що вони містять значну кількість ненасичених жирних кислот, зокрема лінолевої кислоти (26,18…81,21 %), стеаринової кислоти (0,16…5,56 %), олеїнової кислоти (15,56…30,79 %) і пальмітинової кислоти (1,16…20,81 %), які були найчисельнішими [15, 19].

Дослідження показали, що гарбузова олія має позитивний вплив на проблеми з сечовипусканням, а також на регуляцію тиску в сечовому міхурі та уретрі, запобігає гіпертонії та зменшує запалення простати. Гарбузове насіння та гарбузова олія також містять значну кількість вітаміну Е, антиоксиданту. Олія насіння гарбуза з вмістом жиру 41,59 % і вмістом білка 25,4% є багатим джерелом як білка, так і харчової олії. При ретельному аналізі гарбузового насіння встановлено, що вологість – 5,2 %, сирої клітковини – 5,34 %, загальної золи – 2,49 %, вуглеводів – 25,19 %.

2.2 Використання побічних продуктів переробки гарбуза в раціонах сільськогосподарських тварин і птиці

Використання побічних продуктів переробки гарбуза в раціонах сільськогосподарських тварин і птиці є важливою практикою для забезпечення ефективного використання всіх частин рослини та зниження витрат на корм. Ці побічні продукти можуть бути корисними для тварин,

зокрема для великої рогатої худоби, свиней, овець і птиці, оскільки вони містять важливі поживні речовини, такі як білки, жири, вуглеводи, вітаміни та мінерали.

Бройлери

Відомий досвід використання кубинськими та мексиканськими вченими шроту з насіння гарбуза у годівлі курчат-бройлерів. Експеримент проводився на Кубі, де шротом з насіння гарбуза частково замінили соєву макуху та олію, у раціоні курчат Кобб-500 одноденного віку. Протягом 49 днів вони були розподілені відповідно до повністю рандомізованого плану на дві групи. Годівля включала раціони з рівнем включення 0 (I група) і 10 % (II група) шроту з гарбузового насіння. В результаті не спостерігалося суттєвих відмінностей між I і II групами: життєздатність – 95 %, кінцева жива маса – 2268 і 2265 г, споживання корму – 4837 і 4831 г/кг, конверсія корму – 2,13, маса туші 0,1634 і 1625 г, вихід грудей – 23,73 і 23,52 % і вага стегна + ніжка – 511 і 519 г відповідно. Надмірний абдомінальний жир зменшився при введенні шроту з насіння гарбуза. Жодних відмінностей у сенсорній якості м’яса з грудки та стегна не спостерігалося. Отримані результати свідчать про використання до 10 % шроту гарбузового насіння в раціонах курчат-бройлерів без зміни продуктивності та сенсорних якостей м’яса [20].

Кури-несучки

Румунські вчені проводили дослідження з впливу борошна з насіння гарбуза (Cucurbita moschata) на несучість, якість, жирні кислоти, холестерин, антиоксидантні сполуки та термін зберігання яєць. У дослідженні брали участь вісімдесят курей-несучок Tetra SL віком 50 тижнів випадковим чином розділених на дві рівні групи з 10 екземплярами. Контрольну групу годували основним раціоном, тоді як експериментальну групу годували раціоном з 9 % борошна з гарбузового насіння (БГН) протягом 6 тижнів. В результаті БГН значно знизило середньодобове споживання корму, без істотного впливу на інші параметри продуктивності. Також БГН збагатило яйця поліненасиченими жирними кислотами, особливо α-ліноленовою кислотою

(0,33 проти 0,21 г/100 г) та лінолевою кислотою (20,65 проти 18,37 г/100 г), тоді як воно зменшило кількість арахідонової кислоти на 3,91%. Включення 9 % БГН значно знизило концентрацію холестерину в жовтку на 11,31 % і в яйці на 10,38 % відносно зразків контрольної групи. Достовірно більш висока концентрація поліфенолів та антиоксидантних сполук, визначена в яйцях БГН, виявилася ефективною для терміну зберігання яєць, збережених у холодильнику (5°C) та кімнатній температурі (21°C) протягом 28 днів, уповільнення окислення ліпідів і денатурації білка.

Отже, додавання БГН була значною ефективнішою щодо середньодобового споживання корму та якості яєць завдяки збільшенню деяких жирних кислот при одночасному зниженні концентрації холестерину. Крім того, БГН виявилося ефективнішим, покращуючи термін зберігання яєць протягом 28 днів [21].

Велика рогата худоба (ВРХ)

Польські вчені проводили дослідження використання гарбуза в годівлі жуйних. Експеримент проводили на 40 коровах симентальської породи, розділених на чотири групи. І група отримувала раціон із трав'яного силосу, кукурудзяного силосу та концентрату. ІІ групу годували так само, як і І групу, плюс 400 мг β-каротину на день на 1 корову. У ІІІ групі 40 % кукурудзяного силосу було замінено гарбузовим силосом, щоб забезпечити на 400 мг більше споживання β-каротину порівняно з І групою. У IV групі 60 % кукурудзяного силосу було замінено гарбузовим силосом без балансування β-каротину . Зразки молока відбирали через 4 і 8 тижнів експерименту. Молоко аналізували на основний склад, каротиноїди, загальний антиоксидантний статус і склад жирних кислот. В обох вимірюваннях найвищий вміст α-каротину, β-каротину, лютеїну, був у молоці IV групи, а найнижчий – у І групі. У молоці ІІІ та IV груп вищий вміст поліненасичених жирних кислот. У всіх пробах молока в І групі була вірогідно нижчою порівняно з ІІІ та IV групами. В результаті, заміна 17 % кукурудзяного силосу гарбузовим силосом Cucurbita maxima, привело до

збільшення молока приблизно на 6 кг/день (20,7 кг/день проти 26,5 кг/день відповідно) [22].

Відомий також досвід дослідження використання гарбузового силосу у годівлі ВРХ іранськими вченими. Був проведений експеримент для вивчення впливу заміни фуражної частини раціону різними рівнями силосу з гарбуза (Cucurbita Pepo) на продуктивність відгодівлі телят буйволів. Двадцять чотири телята з масою тіла 203 + 27,9 кг годували експериментальними раціонами в повністю випадковому плані з 4 групами та 6 повторами. Чотири групи (I, II, III і IV) включали 0 (контроль), 20, 40 і 60 % заміни кормової частини раціону на гарбузовий силос відповідно в основному раціоні. Результати показали, що споживання сухої речовини істотно не відрізнялося між групами, найвищий і найнижчий її рівень був у I і IV групах відповідно. Добовий приріст маси тіла істотно не відрізнявся між групами, найвищий і найнижчий він був у III і II групах відповідно. Коефіцієнт конверсії корму істотно не відрізнявся між групами, але найкращим він був у I групі. Можна зробити висновок, що кормову частину раціону можна замінити гарбузовий силос на рівні 60 % без негативного впливу на продуктивність відгодівлі буйволів [23].

Кози

Хорватські та німецькі дослідники вивчали вплив макухи насіння гарбуза на продуктивність молока та жирнокислотний профіль молока у альпійських кіз. Загалом 28 дійних кіз розділили на три групи. Їх годували концентрованими сумішами, що містили соєвий шрот (контроль), екструдоване насіння льону (I група) або макуху гарбузового насіння (II група) як основні джерела білка під час випробування, яке тривало 75 днів. Додавання екструдованого насіння льону або макухи гарбузового насіння не впливало на надої та валовий склад молока на відміну від профілю жирних кислот порівняно з контролем. Споживання раціону, що містив макуху гарбузового насіння знизило загальний вміст омега-6 жирних кислот порівняно з контролем (2,96 проти 3,54 г/100 г жирних кислот). Макуха

гарбузового насіння повністю замінила соєвий шрот (16 %) у раціоні молочних кіз без будь-якого зниження продуктивності молока чи різких змін жирнокислотного профілю, які можуть мати комерційне значення чи здоров’я людини [24].

Вівці

Хорватські вчені вивчали часткову заміну соєвого шроту макухою з гарбузового насіння в раціонах баранини, та її вплив на властивості туші, гематохімічні параметри та жирні кислоти в м’ясі

Дослідження проводили на ягнятах мериноландшафської породи 70-денного віку. Тридцять шість ягнят було згруповано за статтю та розподілено на три групи, які отримували один з трьох раціонів: контрольний раціон без макухи гарбузового насіння; раціони, в яких 10 % і 15 % соєвого шроту було замінено макухою гарбузового насіння відповідно. Дослідний період годівлі становив 30 днів. Характеристики туші та колір м’яса ягняти не відрізнялися в дослідних групах. Значні відмінності спостерігалися в концентраціях деяких біохімічних параметрів, які вказували на хороший енергетичний і білковий баланс, а також зміни в метаболізмі жирів, які не погіршували антиоксидантний статус. Порівняно з контролем концентрація лінолевої кислоти була вищою в раціонах, що містили 10 % і 15 % замінників макухи гарбузового насіння. Результати показали, що часткова заміна соєвого шроту на 10 % або 15 % макухи гарбузового насіння може бути реалізована в годівлі ягняти в органічному землеробстві без істотних змін у властивостях туші, гематохімічних параметрах і профілі жирних кислот у м’ясі [25].

Свині

Іспанські вчені дослідували вплив ферментованого гарбуза (*Cucúrbita pepo*) на показники продуктивності та здоров'я свиней на відгодівлі.

Використовували 30 поросят на відгодівлі йоркширську породу ландрас середньою масою 7 кг протягом 42 днів, що збігалися з 33 до 76 днів віку свиней, з метою заміни 0 (контроль); 15 і 30 % традиційного корму для ферментованого гарбуза, відповідно до повністю рандомізованого плану з

трьома обробками та десятьма повтореннями. Визначали концентрацію дріжджів у гарбузовій заквасці, де видиму стабільність концентрації цих мікроорганізмів спостерігали через 21 добу після вироблення закваски, а у свиней кінцеву живу масу (27,30, 28,00 та 27,50 кг), середню добові прирости (483, 502 і 488 г/добу), витрата сухої речовини (30,37, 30,38 і 30,33 кг) і перетворення сухої речовини (1,50, 1,44 і 1,48 кг сухої речовини/кг відповідно) не показали істотної різниці між оціненими обробками; однак у контрольній обробці було більше тварин з діареєю і смертність досягла 10 %; в той час як при годівлі, яке включало ферментований гарбуз, частота діареї була мінімальною, а смертність – нульовою. Зроблено висновок, що введення ферментованого гарбуза (30 %) не вплинуло на продуктивні показники свиней на відгодівлі, зменшивши при цьому частоту діареї та уникнувши загибелі у цій технологічній категорії [26].

Отже, гарбузи мають переваги в продуктивності худоби, коли вони є частиною раціону. Крім того, завдяки високому вмісту антиоксидантів і жирних кислот, присутніх у фруктах і насінні відповідно, деякі характеристики м’яса, молока або яєць покращуються, сприяючи доступу людини до більш здорового харчування. Ідея, у будь-якому випадку, полягає не в зборі врожаю гарбуза на корм тваринам, а у використанні побічних продуктів переробки гаруза, непридатних для споживання людиною, або відходів, які утворюються після збору врожаю чи подальшої обробки. Таким чином, зменшується вплив тваринництва на навколишнє середовище, що сприяє стійкості систем тваринництва та покриває попит на продукти харчування тваринного походження, що впливає на фізичне та психічне здоров’я людини.

Через значний вміст клітковини гарбузові вичавки можуть бути більш ефективно засвоєні жуйними тваринами в порівнянні з нежуйними. Значна кількість сирої клітковини та обмінної енергії робить їх цінним побічним продуктом для годівлі жуйних тварин. Однак перед включенням гарбузових вичавок у раціон необхідно провести відповідні дослідження, забезпечити

правильну обробку та зберігання продукту, а також врахувати особливості харчових потреб конкретного виду тварин.

Таким чином, побічні продукти переробки гарбуза є цінним ресурсом для сільського господарства. Вони дозволяють знижувати витрати на корми, підвищувати ефективність виробництва та поліпшувати здоров'я тварин. Однак важливо правильно комбінувати ці продукти з іншими кормами для забезпечення балансу поживних речовин у раціоні.

Розділ 3. Загальна методика досліджень

3.1 Методи дослідження фізичних властивостей

Визначення масової частки вологи

Сутність методу полягає у висушуванні наважки продуту в сушильній шафі при температурі 130°С протягом 40 хв.

В попередньо висушені до постійної маси бюкси зважують дві наважки продукту по 5 г кожну з точністю ± 0,01 г. Продукт розсипають тонким шаром по дну бюкси. Відкриті бюкси і кришки від них поміщають в сушильну шафу, попередньо нагріту до t = 130 ± 2 °С. Висушують протягом 40 хв, починаючи з моменту фіксації температури (вимикання лампочки). Потім бюкси виймають із сушильної шафи, швидко закривають кришками і поміщають в ексикатор на 20…30 хв для охолодження їх до кімнатної температури.

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

$$W = \frac{q_1 - q_2}{q_1 - q_o} \cdot 100, \%,$$

де q_o – маса пустої бюкси, г;

q_1 – маса бюкси з наважкою до сушіння, г;

q_2 – маса бюкси з наважкою після сушіння, г.

За кінцевий результат приймають середнє арифметичне двох визначень Розбіжність між двома паралельними визначеннями не повинна перевищувати ± 0,2 % [30].

Визначення об’ємної маси

Об'ємну масу визначають за допомогою літрової пурки. Зерно або інші продукти засипають у циліндр до риски. Циліндр закривають лійкою, установлюють на наповнювач 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 із гнізда, перевертають, підтримуючи ніж і наповнювач. Висипають продукт, який залишився і виймають ніж із щілини. Мірку з продуктом зважують і визначають об'ємну масу.

Розбіжність між двома паралельними дослідами для всіх культур – не більше 5 г, а для вівса – не більше 10 г.

Зважування зерна, або інших сипучих матеріалів при визначенні об'ємної маси на літровій пурці проводять з точністю до ± 0,5 г, а результати визначення – з точністю до ± 1,0 г продуктів.

Визначення кута природного укосу

Кут природного укосу – це кут між горизонтальною поверхнею і утворюючою конуса при вільному падінні продукту на цю поверхню. Кут природного укосу 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.

Для визначення кута природного укосу продукт засипають в металеву лійку, яка має кут конуса 60° і трубку діаметром 25 мм. Трубку вставляють 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 β. Тоді кут природного укосу α 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 виміряють циліндром. Сипкість визначають за формулою:

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

де q– об'єм продукту, який пройшов через вихідний отвір бункера, см^3;

S – площа поперечного перерізу вихідного отвору, 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 0,1г. допустима норма втрат при просіюванні не повина перевищувати 1 %. При двох рівнобіжних визначеннях у тому самому зразку припускається розбіжність 0,1 %.

Модуль крупності для набору сит з отворами *ø 3, ø 2, ø 1,* ø 0,56 мм визначають за формулою

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

де m_1, m_2, m_3, m_4 – маси сходів з сит з отворами ø 3, ø 2, ø 1, ø 0,56 мм, г;

m_5 – маса проходу сита з отворами ø 0,56 мм, г;

3,5; 2,5; 1,5; 0,78 – середні розміри частинок, які залишились на ситах з отворами ø 3, ø 2, ø 1, ø 0,56 мм;

0,28 – середній розмір проходу через сито з отворами ø 0,56 мм;

100 – маса наважки, взятої для аналізу, г [30].

Методика визначення коефіцієнта розширення

Для визначення коефіцієнта розширення зразки продукту до і після екструдування попередньо просіюють на наборі сит, який складається з двох сит: верхнє – полотно решітне ПР № 20 з круглими отворами діаметром 2 мм, а нижнє – полотно решітне ПР № 10. Просіювання проводять на лабораторному розсійнику з частотою обертання 1410...1460 об/хв і числом коливань сит за хвилину 190...210 протягом 5…8 хв. Можливе просіювання ручним способом. Із сходової фракції ПР № 10 на технічних вагах беруть по дві наважки масою по 50 г і за допомогою мірного циліндра визначають об'єм продуктів. Коефіцієнт розширення визначають як відношення об'єму продукту після екструдування до об'єму продукту до екструдування:

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

де V_1 – об'єм продукту до екструдування, см^3;

V_2 – об'єм продукту після екструдування, см^3.

Методика визначення вмісту зруйнованого крохмалю

Продукт масою 10 г, попередньо просіяний через сито з діаметром отворів 1 мм, зважують на електронних вагах і переносять у мірний циліндр ємкістю 250 см^3. Додають 200 мл дистильованої води температурою 20…25 ^{o}C, перемішують скляною паличкою і відстоюють при кімнатній температурі протягом 30 хв.

Вміст зруйнованого крохмалю розраховують за формулою:

$$H = \frac{V}{V_1} \cdot 100,\%,$$

де V – об'єм колоїдного осаду, см^3;

V_1 – загальний об’єм колоїдного осаду з розчином, см^3 [30].

3.2 Методи дослідження мікробіологічних властивостей

Приготування змиву мікроорганізмів [30]

В стерильні колби місткістю 250 см3 поміщають 10 г досліджувального продукту і 90 см3 дистильованої води. Можливо зробити по другому: до стерилізації в колби налити по 95 см3 води и стерилізувати. В процесі стерилізації приблизно 5 см3 води упарюється і в колбі остається потрібна кількість води в яку потрібно внести продукт. Якщо використовується вже дистильована вода то її відмірюють циліндром.

Вміст колби перемішують круговими рухами в продовж 5 хв. Потім відстоюють 15 хв. Розчин над осадом є змивом мікроорганізмів з продукту, продукт розведений 1:10. Це розведення вважається першим десятикратним. Для посіву підбирають таке розведення змиву, щоб в 1 см3 містилося від 50 до 250 мікробних тіл. Так як в 1 г комбікорму міститься багато тисяч мікробних кліток готують 2,3 и більше розведень.

Приготування десятикратних розведень змиву [30]

В ряд стерильних пробірок стерильною піпеткою вносять по 9 см^3 стерильної водопровідної води.

1 см^3 з першого розведення вносять в першу пробірку з 9 см^3 води і ретельно перемішують, набираючи в піпетку і видуваючи назад, рідина в пробірці. Отримують 2 десятикратне розведення.

З 2 розведення 1 см^3 другою піпеткою переносять у другу пробірку з 9 см3 води, перемішують, отримують 3 розведення і т.д.

Для отримання більш точних результатів рекомендується, приготувати чергове розведення, відібрати з нього 1 см^3 для наступного розведення, а потім робити посіви з уже приготованого.

Визначення загальної кількості бактерій [30]

Залежно від передбачуваного забруднення продукту посів роблять з 1, 3 або 2 розведення. Для цього по 1 см^3 обраного розведення змиву вносять у дві стерильні чашки Петрі і заливають попередньо розплавленим і

охолодженим до 45-43° С МПА. Вміст чашок обережно і швидко перемішують круговими рухами, не піднімаючи їх зі столу, і залишають до повного застигання середовища. Після цього чашки перевертають догори дном і поміщають в термостат на 37° С. Посіви вирощують 24 або 48 годин, але протягом всієї роботи завжди однаковий час.

Після термостатування посівів підраховують число колоній в чашках, вважаючи при цьому, що кожна колонія розвинулася з однієї мікробної клітини. При підрахунку користуються лупою і враховують всі колонії, в тому числі і дуже дрібні.

Якщо посіви вийшли занадто густими, а колонії – дуже дрібними і злитими, рекомендується повторити посів з використанням наступних розведень. Якщо колоній мало, посів повторюють з менших розведень.

Для зручності рахунку склографом ділять дно чашки на 4-8 секторів, підраховують колонії в кожному з них, підсумовують і отримують кількість бактерій в 1 см^3 засіяного десятикратного розведення змиву.

Облік виробляють на обох чашках, обчислюють середнє число колоній і роблять перерахунок на 1 г продукту:

$$X = a * 10^n \text{ клітин/г}$$

де a – число колоній в чашці;

n – порядковий номер десятикратного розведення з якого зроблений висів.

Визначення кількості дріжджів [30]

Як правило, дріжджів в комбікормах міститься невелика кількість, тому висів виробляють з 2 або 1 розведень. Висівають по 1 см^3 в дві чашки Петрі під СА. Термостатують добу при 27° С і підраховують колонії, проводячи перерахунок на 1 г продукту.

Визначення кількості мікроміцетів [30]

Кількість мікроміцетів враховується так само, як і дріжджів. Проте слід врахувати, що дріжджі виростають швидко і утворюють великі і вологі

колонії, позбавляючи тим самим суперечки цвілевих грибів доступу кисню, до якого вони ці гриби дуже вимогливі.

Тому для пригнічення росту дріжджів зрушують pH сусло - агару в кислу сторону додаванням 1 краплі HCI в пробірку з розплавленої середовищем безпосередньо перед висіву.

Посіви інкубують при 27-29 С 5 діб, щодня відзначаючи центри освіти колоній восковим олівцем на денці чашок.

Підраховують число однотипних колоній і встановлюють їх родову приналежність мікроскопією при малому збільшенні. По можливості розмежовують «польові» цвілі від «плісеней зберігання».

3.3 Методи дослідження хімічних властивостей

Визначення білка (сирого протеїну) по К'єльдалю

Білки – високомолекулярні азотовмісні органічні сполуки, молекули яких побудовані із залишків амінокислот.

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

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'єльдаля. 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'єльдаля . 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'єльдаля, зважують пробу сухого продукту масою від 0,1000 до 0,2000 г. Вміст пробірки обережно переносять в колбу К'єльдаля. Порожню пробірку знову зважують і за різницею між першим і другим зважуванням визначають масу взятого продукту .

Додають в колбу К'єльдаля 1,50-2,00 г змішаного каталізатора і потім обережно доливають 5 $см^3$ 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 ± 5) °С, до вмісту доливають , обмиваючи стінки колби, від 20 до 30 $см^3$ 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 $см^3$ замість 5 $см^3$).

Після «пропарювання приладу» відкривають крани та закривають затискач. Під холодильник підставляють замість порожньої колби колбу з 20 $см^3$ борної кислоти і п'ятьма краплями змішаного індикатора так, щоб кінчик холодильника був занурений в розчин. Замість порожньої колби К'єльдаля приєднують колбу з мінералізованою пробою.

Закривають кран 6 наливають у воронку 20 $см^3$ розчину гідроксиду натрію і відкриваючи повільно кран 6 при обережному погойдуванні колби

К'єльдаля, вливають гідроксид натрію. Відкриваючи зажим, закривають крани. У холодильнику пари розчину аміаку конденсуються і потрапляють в колбу з розчином борної кислоти. Перегонку продовжують 10 хв, рахуючи з того моменту, коли борна кислота в приймальні 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 с (НС1) = 0,2 моль/$дм^3$ 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 $см^3$ 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 сирої клітковини гравіметричним методом

Клітковину визначають в залишку матеріалу після вилучення геміцеллюлоз. 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 геміцеллюлоз, заливають 10 об'ємами 80%-ної сірчаної кислоти (відносною щільністю − 1,74), і залишають на 2,5 год при кімнатній температурі, періодично розмішуючи

осад скляною паличкою для кращого змочування його кислотою. Скляний фільтр, через який відфільтровували гідролізат геміцеллюлоз промивають тією ж кислотою для повного вилучення частинок клітковини і приєднують її до кислоти, що знаходиться в колбі .

Після закінчення 2,5 год додають 15 об'ємів води на 1 об'єм кислоти, вводячи деяку частину води через фільтр, потім проводять гідроліз клітковини протягом 5 год у киплячій водяній бані. Гідролізат фільтрують через той же скляний фільтр, промивають 3-4 рази водою, об'єм розчину доводять до 200 см^3 і визначають у ньому глюкозу по Бертрану.

Вміст клітковини СК у % в твердому матеріалі або г/100 см^3 рідини визначають за рівнянням:

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

Де *a* - кількість досліджуваного твердого матеріалу (в г) або рідини (у см^3);

b - кількість сахара, визначеного при реакції, з розчинами Фелінга, мг;

V_1-об'єм гідролізату, см^3;

V_2 - обсяг гідролізату, взятого на визначення сахарів, см^3;

0,9 - коефіцієнт для перерахунку сухарів в клітковину;

100-перерахунок у відсотки;

1000 - переведення мг у г.

Визначення жиру екстракційним методом

Визначення грунтується на екстрагуванні жиру з висушеної до постійної маси наважки продукту жиророзчинниками. Наважку сухої речовини зважують на фільтрувальному папері розміром 6х7 см і загортають у пакетик. Цей пакетик поміщають в інший пакетик із фільтрувального паперу розміром 7 х 8 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 см3 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 год., при погано подрібненій наважці екстракцію необхідно проводити 10-12 год. 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 закінченої. Пакетики виймають з екстрактора, підсушують, після чого поміщають у бюкс і висушують у сушильній шафі при температурі і 103±2 °С до постійної маси.

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

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

Де A - маса пакетика з наважкою сухої речовини до екстракції жиру, г;

B - маса пакетика з наважкою сухої речовини після екстракції жиру, г;

M -наважка сухої речовини, г.

Визначення вмісту сирої золи

Зважують з точністю 0,001 г приблизно 5 г досліджуваної проби в тигель із платинового 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 550°С 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°С. потім

поміщають тигель у піч і нагрівають ще 1 год. Охолоджують тигель в ексикаторі до кімнатної температури.

Переносять золу 75 $см^3$ або 400 $см^3$. 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 хв у муфельній печі при температурі 550°С, охолоджений в ексикаторі та зважений з точністю 0,001 г. Сушать тигель і його вміст 2 год в сушильній шафі при температурі 103°С, тоді спалюють 30 хв в муфельній печі при температурі 550°С. Охолоджують тигель до кімнатної температурі в ексикаторі та швидко зважують з точністю 0,001 г. Проводять два визначення маси наважок з тієї самої проби.

Розділ 4. Експериментальне обґрунтування умов виробництва кормової добавки

4.1 Дослідження властивостей гарбузових вичавок

Вивчення фізичних властивостей допомагає прийняти обґрунтовані рішення щодо впровадження нових видів сировини в комбікорми, забезпечуючи їх якість та ефективність. Фізичні властивості визначають, наскільки ефективно нова сировина може бути використана в комбікормах, а також її сумісність з іншими інгредієнтами, дозволяє налаштувати технологічні процеси виробництва комбікормів, можуть впливати на її засвоюваність тваринами та безпеку корму для здоров'я тварин. Окрім цього оцінка фізичних властивостей допомагає визначити економічну доцільність використання нової сировини, що може знизити витрати на виробництво комбікорму та підвищити ефективність використання сировини.

Для оцінки потенціалу використання гарбузових вичавок у складі кормових добавок і їх застосування в комбікормах для сільськогосподарських тварин було проведено дослідження фізичних характеристик цих вичавок, зокрема вологості, об'ємної маси та густини (табл. 4.1.1).

Для проведення дослідів та подальшого виробництва продукції був обраний сорт гарбуза «Арабатка». Цей сорт доступний на вітчизняному ринку і має помірну ціну. Крім того, він відзначається хорошими органолептичними властивостями: яскравим кольором м’якоті, помірною товщиною та твердистю шкірки, яку легко очистити. Плоди сорту «Арабатка» мають форму схожу на грушу, середню вагу 5…8 кг, приємний солодкий смак і аромат, а також насичено-жовтий колір пюре м’якоті.

Таблиця 4.1.1 - Фізичні показники гарбузових вичавок

Продукт	Показник		
	Масова частка вологи, %	Об'ємна маса, кг/м^3	Густина, кг/м^3
Гарбузові вичавки	76	422	1,14

Отримані результати вказують на незадовільні фізичні властивості гарбузових вичавок. Високий рівень вологості ускладнює обробку гарбузових побічних продуктів, оскільки така сировина важко транспортується, схильна до утворення грудок і злипання. Крім того, вона нестабільна під час зберігання, швидко нагрівається, що призводить до її закисання та псування. Також підвищена вологість є однією з причин корозії металевих частин обладнання.

Отже, зрозуміло що використання гарбузових вичавок у свіжому вигляді як складової комбікормів є не досить ефективним, ми здійснили аналіз їх можливості застосування при виробництві кормових добавок.

Склад гарбузових вичавок вивчали різні дослідники, і відповідно до літературних даних, він значно варіюється через різні сорти томатів, ступінь їх дозрівання і відмінне співвідношення між шкіркою, насінням і м'якоттю в даному побічному продукті.

Склад гарбузових вичавок вивчався численними дослідниками, і згідно з літературними джерелами, він значно варіюється в залежності від сорту гарбуза, умов вирощування, ступеня його дозрівання та різного співвідношення між шкіркою, насінням і м’якоттю в цьому побічному продукті.

Отримані дані з вивчення хімічних характеристик гарбузових вичавок наведені в таблиці 4.1.2.

Аналіз даних показує, що гарбузові вичавки містять необхідні поживні компоненти для тварин і мають високу кормову цінність. Крім того,

гарбузові побічні продукти відзначаються високим вмістом безазотисто екстрактивних речовин, сирої клітковини та каротину.

Таблиця 4.1.2 - Хімічні показники гарбузових вичавок, %

Показник	Вміст
Масова частка вологи	76,00
Сирий протеїн	5,20
Сирий жир	0,45
Сира клітковина	4,47
Сира зола	1,08
Безазотисті екстрактивні речовини	12,6
в тому числі цукри	10,2
пектинові речовини	2,4
Фосфор	0,12
Кальцій	0,09
Каротин	0,50

Гарбузові вичавки з масовою часткою вологи більше 70 % створюють умови для розвитку мікрофлори, яка викликає процеси бродіння. В побічних продуктах переробки гарбуза було проведено аналіз таких показників: вміст мезофільних аеробних та факультативних анаеробних мікроорганізмів (МАФАнМ), виявлення бактерій паратифозної групи (сальмонели), наявність ентеропатогенних штамів кишкової палички (БГКП), кількість мікроміцетів (гриби та дріжджі) (табл. 4.1.3).

Таблиця 4.1.3 –Мікробіологічні показники гарбузових вичавок

Показник	Вміст
МАФАнМ, КУО/г	$4,1*10^3$
Міцеліальні гриби, КУО/г	$0,6*10^3$
Дріжджі, КУО/г	Не було виявлено
Salmonella	Не було виявлено
БГКП титр, г	Не було виявлено

Необхідно враховувати високий вміст вологи в гарбузових вичавках та температуру, яка є оптимальною для переробки гарбуза на соки та пюре в певний сезон. Таким чином, важливим етапом подальших досліджень щодо

використання гарбузових вичавок у кормових добавках є оцінка максимально допустимого терміну їх зберігання.

Гарбузові вичавки зберігали у сирому вигляді при температурі +18±2 ºС. Результати досліджень представлені в таблиці 4.1.4.

Таблиця 4.1.4 – Зміни мікробіологічних показників гарбузових вичавок під час їх зберігання

Період зберігання, год	МАФАнМ, КУО/г	Міцеліальні гриби, КУО/г	Дріжджі, КУО/г	Salmonella	БГКП титр, г
0	$4{,}1*10^3$	$0{,}6*10^3$	Не було виявлено		
24	$98*10^3$	$7*10^3$	Не було виявлено		
48	Починається псування продукту				

Отримані експериментальні дані показують, що на протязі перших 48 год зберігання загальний вміст мікроорганізмів збільшився до $98*10^3$ КУО/г, а вміст міцеліальних грибів виріс до $7*10^3$ КУО/г відповідно. Дріжджів, БГКП і Salmonella в сирих гарбузових вичавках не було виявлено. Початок псування спостерігається після 48 годин, тому рекомендується обробляти продукт протягом першої доби зберігання.

4.2 Обґрунтування вибору оптимального складу кормової добавки

Переробка гарбузових побічних продуктів разом з іншими зерновими видами сировини комбікормів стала необхідною через їх незадовільні фізичні властивості, які приводять до самосортування та злипання продуктів. Це викликало потребу в удосконаленні процесу переробки та вивченні технологій, які можуть покращити ці фізичні характеристики.

До недавна вважалося, що одним з найпоширеніших методів переробки гарбузових вичавок є перетворення їх на муку шляхом сушіння до масової частки вологи 10…12 %. Проте сушіння – це енерговитратний процес, тому потрібно використовувати технології, що дозволяють поліпшити цей процес. Екструдування – це більш енергоефективний метод обробки вологих продуктів, оскільки дає змогу використовувати гарбузові вичавки як зволожувач для зернової суміші до екструдування.

Наші дослідження стосувались екструдування суміші подрібненого зерна ячменю та свіжих гарбузових вичавок при різних співвідношеннях для вибору оптимальних умов. Ці умови характеризувалися мінімальними питомими витратами електроенергії та кращими показниками якості кормової добавки.

Подальші експериментальні дослідження були спрямовані на екструдуванні суміші подрібненого ячміню та сирих гарбузових вичавок при різних пропорціях для визначення оптимальних умов. Оптимальні умови спрямовані на отриманні мінімальниих питомих витрат електроенергії та найкращих якісних показників кормової добавки.

Було сформовано чотири зразки з різним вмістом гарбузових вичавок: перший зразок – контрольний (ячмінь, без гарбузових вичавок) та зразки №2…5 із вмістом гарбузових вичавок 5, 10, 15 та 20 % відповідно. та один Контрольний зразок №1 зволожували водою до 16 %. Решту зразків (№2…5) зволожували за рахунок використання гарбузових вичавок (табл. 4.2.1).

З підвищенням кількості гарбузових вичавок у дослідних зразках збільшується масова частка вологи, а це призводить до ускладнення процесу подальшої переробку та зберігання кормової добавки, вологість якої повинна становити 16…18 % перед процесом екструдування.

Таблиця 4.2.1 – Вміст інгредієнтів у зразках досліджуваної кормової добавки

Компонент	Вміст, %				
	№1	№2	№3	№4	№5
Ячмінь	100	95	90	85	80
Гарбузові вичавки	-	5	10	15	20
Всього,%	100	100	100	100	100

Процес виробництва кормової добавки здійснювався наступним чином (рис. 4.2.1): ячмінь очистили від не кормових домішок, подрібнили на дробарці до часток діаметром 3 мм і дозували. Сирі гарбузові вичавки подрібнили на ножовому подрібнювачі та направили на дозування. Для

отримання більш однорідної суміші змішували в два етапи. На I етапі змішали інгредієнти в пропорції 1:1 для створення попередньої суміші. На II етапі до попередньої суміші додали решту ячменю. Далі кормову добавку відправили на екструдування. Охолодили готову добавку до температури, яка не більше ніж 10 °С від навколишньої, подрібнили та спакували.

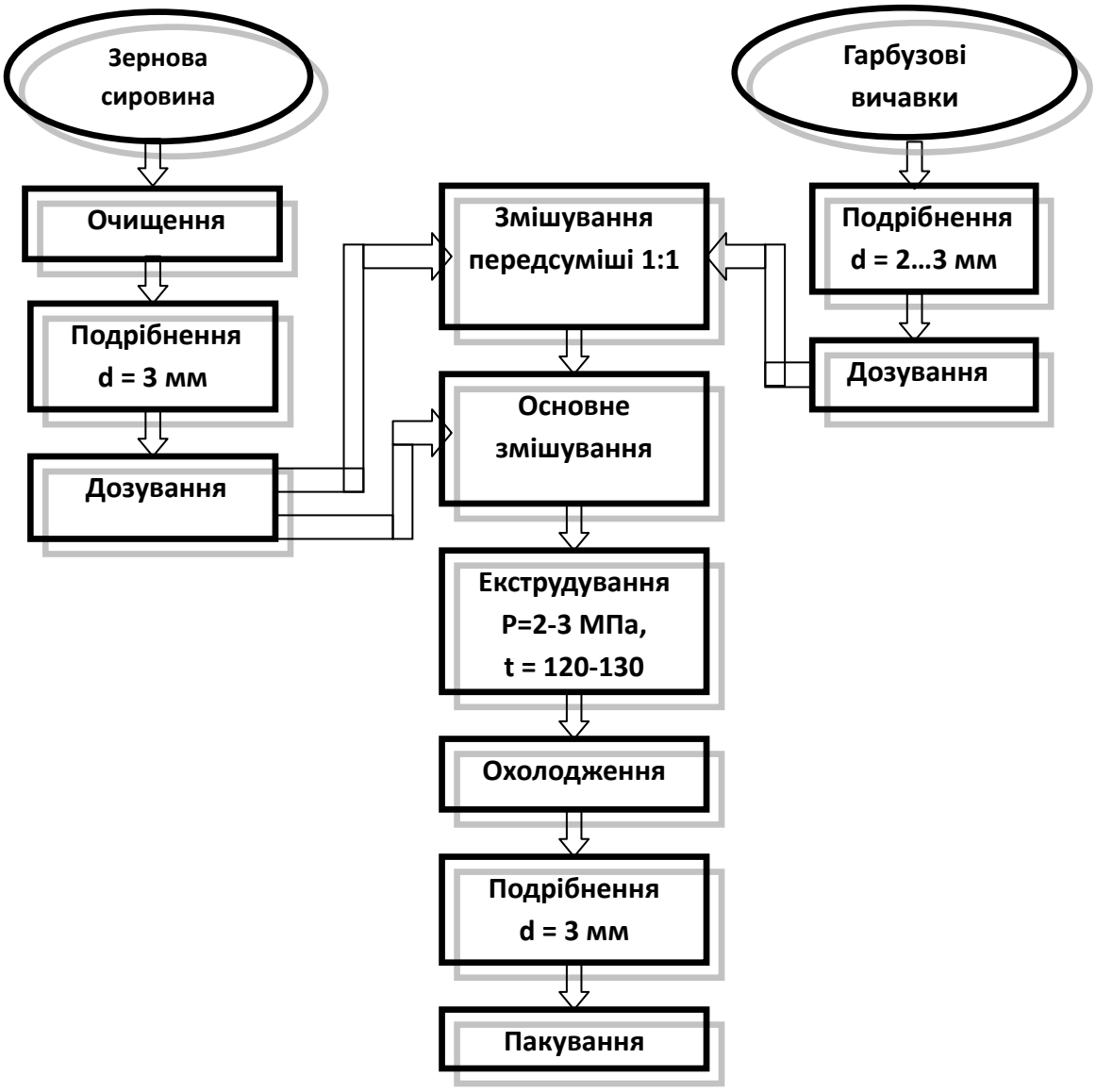


Рис. 4.2.1 – Структурна схема виробництва кормової добавки

В експериментальних зразках кормової добавки було досліджено фізичні показники до та після екструдування, результати яких представлені в таблицях 4.2.2 і 4.2.3 відповідно.

Таблиця 4.2.2 – Фізичні показники кормової добавки до екструдування

Показник	Дослідні зразки				
	№1	№2	№3	№4	№5
Сипкість, $см^3/с$	11,3	10,7	9,5	7,7	6,5
Об’ємна маса, г/л	674	645	623	584	540
Кут насипного схилу, °	47	48	48	46	45
Масова частка вологи, %	15,9	15,7	16,5	18,6	20,7
Модуль крупності, мм	1,84	1,82	1,92	1,96	2,12

Таблиця 4.2.3 – Фізичні показники кормової добавки після екструдування

Показник	Дослідні зразки				
	№1	№2	№3	№4	№5
Сипкість, $см^3/с$	9,6	8,7	7,6	6,1	5,2
Об’ємна маса, г/л	518	510	498	475	453
Кут насипного схилу, °	52	52	51	48	46
Масова частка вологи, %	10,1	10,2	12,1	14,5	16,5
Модуль крупності, мм	1,12	1,18	1,21	1,35	1,46

Як показано в таблицях 4.2.2 і 4.2.3, під час екструдування спостерігається збільшення кута насипного схилу. Проте з підвищенням вмісту гарбузоових вичавок цей кут зменшується, що пов'язано з підвищенням вологого вмісту та модуля крупності зразків. Сипкість зразків знижується під час екструдування з ростом вмісту гарбузоових вичавок, що ускладнює висипання продукту. Об'ємна маса досягає мінімуму в зразку № 5, і подальше збільшення вмісту гарбузоових вичавок веде до зменшення цього показника. При додаванні більше 10 % гарбузоових вичавок до складу кормової суміші спостерігається зниження питомих витрат електроенергії, однак процес екструзії не відбувається через високий вміст вологи, що призводить до формування продукту. Це також спричиняє підвищення вологості добавки за межі рекомендованих норм.

Як видно, під час екструдування спостерігається зниження вологості, при цьому найменші зміни відбуваються у зразка №5, до складу якого було додано 20 % вичавок. Після обробки вологість зразка №5 становить 16,5 %, що перевищує допустимі норми для екструдованих продуктів (рис. 4.2.2).

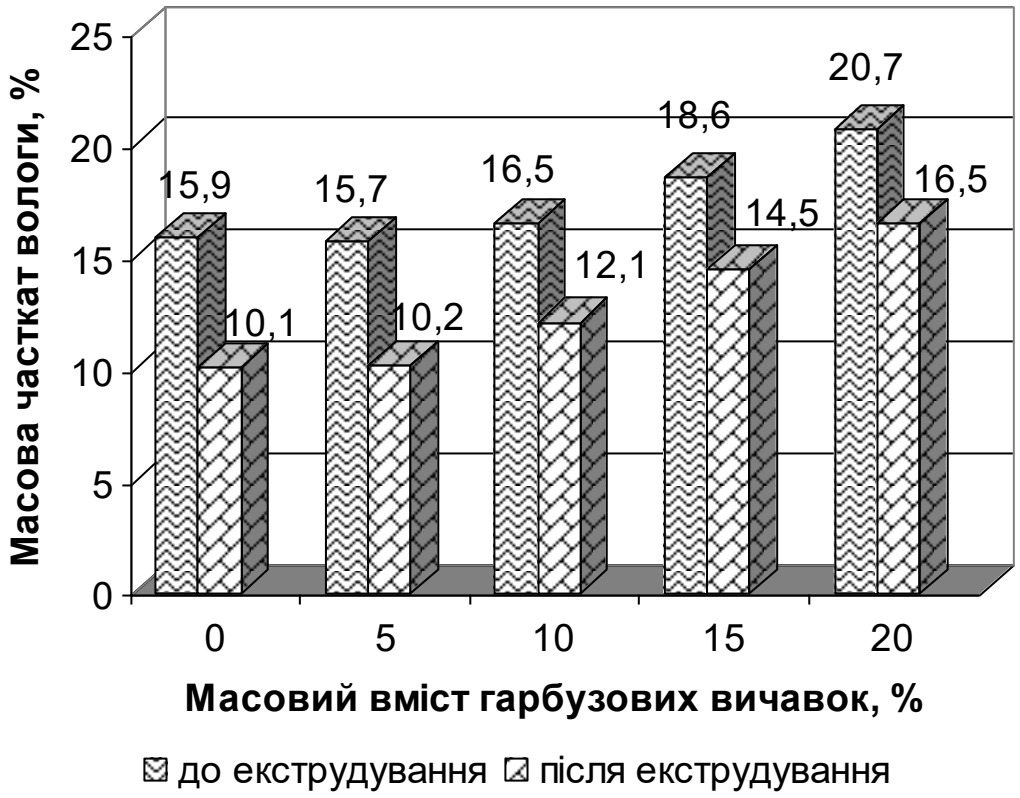


Рис. 4.2.2 – Зміни масової частки вологи в процесі

Так як і вологість, коефіцієнт розширення теж зменшився з 2,5 до 1 у зразка № 2 на 20 %, у зразка № 3 на 37 %, у № 4 на 54 %, у № 5 на 62 % у порівнянні із контрольним зразком. Ступінь декстринізації крохмалю зменшився з 62,5 % у зразку № 1 до 44,8 % у зразку № 5 з масовим вмістом гарбузових вичавок 20 %, що менше рекомендованих норм (рис. 4.2.3).

Отже, в ході експериментальних досліджень було визначено, що оптимальним є вміст гарбузових вичавок у суміші з подрібненим ячменем на рівні 10 %. Це забезпечує найменші питомі витрати електроенергії при виробництві та досягає найкращих показників якості екструдованої кормової добавки.

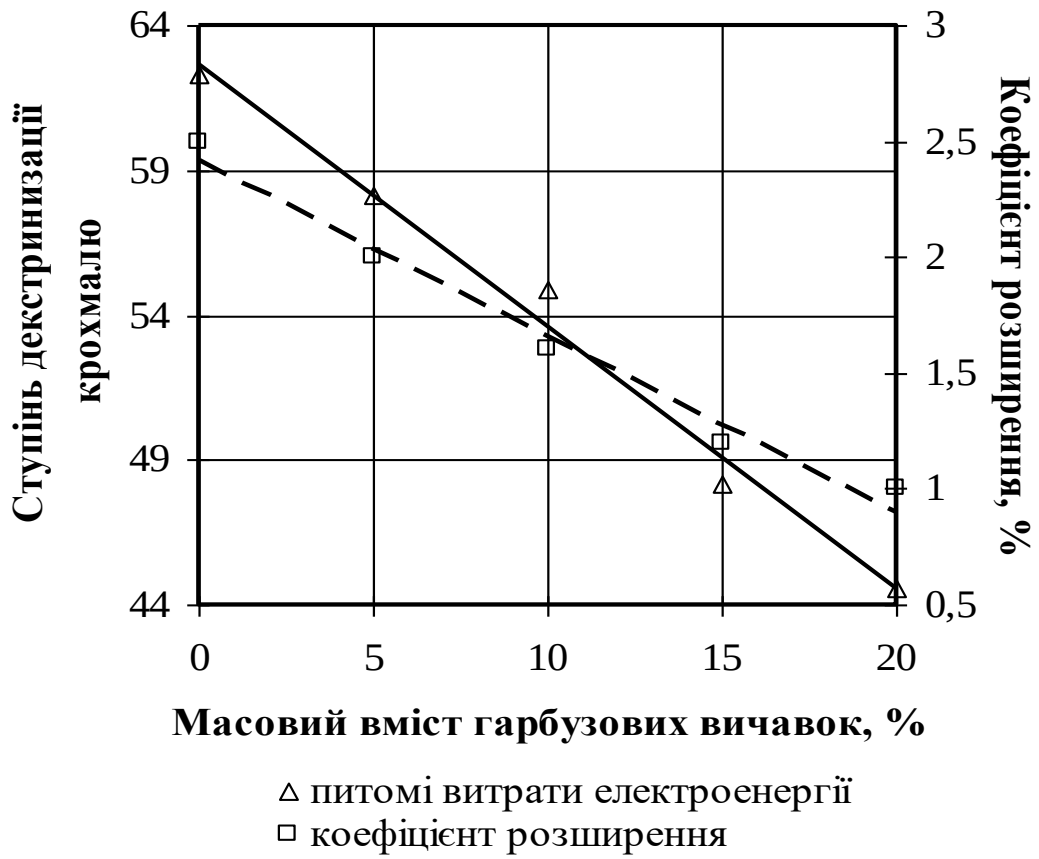


Рис. 4.2.3 – Залежність ступеню декстринізації крохмалю та коефіцієнту розширення від вмісту гарбузових вичавок

4.3 Дослідження властивостей кормової добавки

Фізичні показники експериментальних зразків кормової добавки визначили до та після екструдування, результати представлені в табл. 4.3.1.

Сипкість кормової добавки залежить від розміру, форми та однорідності часток сировини. Великі або нерівні частки зазвичай мають меншу сипкість, оскільки утворюють більше порожнин між частками, що ускладнює їх рух. Також на сипкість продукту впливає вологість в кормовій сировині, адже продукт з високим вмістом вологи може ставати липким, що знижує його сипкість, а сухі частки, навпаки, зазвичай більш сипучі. Як показано в табл. 4.3.1, в процесі екструдування сипкість зразків № 1 та № 3 під час екструдування знижується на 15,1 % та 20 % відповідно.

Об'ємна маса та модуль крупності також зменшились при екструдуванні та додаванні гарбузових вичавок. Масова частка вологи зменшилась в контрольному зразку на 36,5 % і в зразку №3 на 26,6 %.

Кут насипного схилу продукту залежить від розміру і форми часток: чим більші і більш рівні частки кормової сировини, тим більший кут насипного схилу. Також він залежить від текстури та структури часток: гладкі частки, які легко ковзають одна по одній, зазвичай утворюють менший кут насипного схилу. На кут насипного схилу впливає теж вологість: зміна вмісту вологи в кормовій сировині впливає на її здатність утримувати форму при складанні. Високий вміст вологи може змінити фізичні властивості часток, збільшуючи їх схильність до злипання, що знижує кут насипного схилу. В процесі екструдування кут насипного схилу збільшується на 10,6 % в контрольному зразку і на 6,3 % у зразку №3.

Таблиця 4.3.1 – Фізичні властивості кормової добавки

Показник	Спосіб підготовки	Дослідні зразки	
		№ 1 (контроль)	№ 3 (із введенням 10 % гарбузових вичавок)
Масова частка вологи, %	до обробки після обробки зміни, %	15,9 10,1 36,5	16,5 12,1 26,6
Кут насипного схилу, град	до обробки після обробки зміни, %	47 52 10,6	48 51 6,3
Сипкість, см/с	до обробки після обробки зміни, %	11,3 9,6 15,1	9,5 7,6 20,0
Об’ємна маса, кг/м^3	до обробки після обробки зміни, %	674 518 23,2	623 498 20,1
Модуль крупності, мм	до обробки після обробки зміни, %	1,84 1,12 39,1	1,92 1,21 36,9

У процесі наукових досліджень було проведено аналіз хімічного складу кормової добавки після екструдування (табл. 4.3.2).

Санітарний стан кормової добавки в основному залежить від мікрофлори складових її компонентів. Тому для правильної оцінки безпеки кормової добавки з вмістом гарбузових вичавок було проведено мікробіологічний контроль як до, так і після теплової обробки (табл. 4.3.3).

Таблиця 4.3.2 – Хімічні показники кормової добавки

Продукт	Сирий протеїн, %	Сирий жир, %	Сира клітковина, %	Сира зола, %	БЕР, %
Кормова добавка	8,84	3,42	2,12	1,42	71,35

Згідно з даними таблиці 4.3.3, можна зазначити зниження кількості МАФАнМ на 88,4 %, а також зменшення кількості міцеліальних грибів на 86,7 %. Дріжджі, БГКП та Salmonella не виявлені.

Таблиця 4.3.3 – Дослідження мікробіологічних показників якості кормової добавки у результаті теплової обробки

Показники	Зразки				
	До обробки			Після обробки	
	Ячмінь	Гарбузові вичавки	Кормова добавка	Кормова добавка	Зміни, %
МАФАнМ, (КУО/г)·10^2	1,9	41	36	3,9	-88,4
Міцеліальні гриби, КУО/г·10^2	0,4	6,0	0,8	0,1	-86,7
Дріжджі, КУО/г	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено	–
БГКП титр, г	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено	–
Salmonella	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено	–

Кормову добавку із введенням 10 % гарбузових вичавок зберігали протягом 4 місяців при температурі +15±5 °С та відносній вологості повітря 65…75% (табл. 4.3.4).

Таблиця 4.3.4 – Динаміка розвитку мікрофлори кормової добавки у процесі зберігання

Період зберігання, діб	МАФАнМ, (КУО/г)·10^2	Міцеліальні гриби, КУО/г·10^2	Дріжджі, КУО/г	БГКП титр, г	Salmonella
0	3,9	0,1	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено
30	3,8	0,1	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено

60	3,7	0,1	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено
90	3,6	0,1	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено
120	3,6	0,1	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено

В результаті отриманих експериментальних даних, видно, що зберігання екструдованої кормової добавки не супроводжується значним погіршенням санітарної якості. Це означає, що екструдовану кормову добавку із введенням гарбузових вичавок (10 %) рекомендовано зберігати на протязі 4 місяців при температурі +15 °С.

Отже кормова добавка із введенням 10 % гарбузових вичавок та 90 % зерна ячменю може бути використана для різних видів сільськогосподарських тварин завдяки своїм поживним властивостям. Враховуючи високий вміст сирої клітковини, рекомендується включати до рецептів комбікормів для великої та дрібної рогатої худоби.

Розділ 5. Технологічна частина

5.1. Характеристика сировини

Ячмінь (ДСТУ 3769-98) – дуже цінна в кормовому відношенні злакова зернова культура. За винятком невеликого числа видів тварин (хутрові звірі, кролі) ячмінь включають до складу комбікормів без обмежень, частіше від 20 до 60 %. У комбікормах для відгодівлі свиней він складає до 80 %, особливо цінний в кінці відгодівлі, коли потрібно отримати високоякісне м'ясо і сало. У передстартові і стартові комбікорми ячмінь включають до 60% після відділення плівок. У зерні недостатньо протеїну (60…67 %), який дефіцитний по метіоніну, триптофану, лізину і гістидину. Ячмінь добре поїдають в цілому вигляді коні і птиця, але в сплющеному або розмеленому виді перетравність поживних речовин вище [49]. Для поросят-сосунів ячмінь відокремлюють від плівок і підсмажують, після чого він набуває приємний запах, а його крохмаль декстринізується. Декстрини добре розчиняються у воді і, таким чином, розщеплення крохмалю до моносахаридів відбувається з меншими витратами обмінної енергії [16].

Пшениця (ДСТУ 3768:2004) – одна з найбільш часто використовуваних зернових культур в рецептах комбікормів для більшості сільськогосподарських тварин, птиці, ставкових риб та хутрових звірів. Її зміст в комбікормах становить від 10 до 70%. Склад і поживність зерна пшениці коливається і залежить від умов вирощування (ґрунт, клімат, волога, добрива, сорт і т. д.) [45, 46].

Кормову цінність пшениці знижує наявність клейковини, яка покращує хлібопекарські якості пшениці. Однак при згодовування подрібненої пшениці у ротовій порожнині і зобі птахів, частки дрібного помелу утворюють клейку масу, яка склеює дзьоб птахів. Інші види тварин тонко розмелену пшеницю

поїдають неохоче. Тому перед згодовуванням пшениці зерно потрібно подрібнити до величини частинок 1,0…1,2 мм. Хімічний склад і поживність пшениці близькі до складу ячменю і вівса, але її білки бідніші лізином і метіоніном [47].

Більш ефективний спосіб обробки зерна пшениці при виробництві комбікормів для свиней і птиці – екструдування, для жуйних тварин – вологотеплова обробка з подальшим плющенням. Підготовлену таким чином пшеницю можна вводити до складу комбікормів у кількості до 50% [48].

Кукурудза (ГОСТ 13634-90) має хорошу перетравність. Вона містить багато органічних речовин і володіє високою живильною цінністю. Поживна цінність 100 кг кукурудзи становить 130 к.о. [46].

Кукурудза володіє гарними смаковими якостями завдяки порівняно високому вмісту жирів. Однак вони мають низьку точку плавлення, що призводить до зниження якості сала та м'яса свиней при згодовуванні кукурудзи у фазу заключного періоду відгодівлі. До складу комбікормів для свиней зерно кукурудзи вводять в середньому до 35…45 % [45, 16.

Норма введення кукурудзи в комбікорми для зростаючих відгодовуваних свиней – 30…40 %, для поросят молодшого віку її можна включати до 75 %. Жовті пігменти кукурудзи роблять привабливими тушки бройлерів і надають жовтку яєць жовтий колір [45].

Висівки пшеничні (ГОСТ 3016-95) – отримують у вигляді побічного продукту при сортових і оббивних помелах пшениці. Висівками є оболонкові продукти, частково містять частинки ендосперму. Відмінною характеристикою є підвищений вміст сирого протеїну (до 15 %) і сирої клітковини (до 9…10 %). В 1 кг висівок міститься 0,75 к.о. [4].

Висівки – хороший корм для всіх сільськогосподарських тварин і птиці, вони надають травленню послаблюючу дію. До складу комбікормів їх включають від 10 % (кнури-виробники) до 60 % (корови, вівці, відгодівля молодняку, які старше 6 місяців) до складу БВД (для ВРХ). Курам-несучкам, індичкам і качкам висівки включають до складу комбікормів, замінюючи зернові

корми в розмірах 10, 15 і 25 % [4].

Соняшникові макуха (ГОСТ 80-96) і ***шрот*** (ГОСТ 11246-96) представляють собою, відходи при виробництві соняшникового олії. В залежності від якості попереднього очищення насіння, макуха може бути з низьким вмістом лузги (близько 4 % лузги) і звичайним (до 15,5% лузги), а шрот високобілковим (з відділенням основної кількості лушпиння) і звичайним (з частковим видаленням лузги).

У складі комбікормів соняшникові макуха і шрот становлять від 10 (для більшості рецептів) до 50 % (для ставкових риб).

Соєва макуха і шрот за своєю біологічною цінністю відносяться до кращих білковим кормів, наближеними за амінокислотним складом до білків тваринного походження. Залишкові жири представляють не тільки енергетичну цінність, але і те, що вони містять ненасичені жирні кислоти [16].

На відміну від макухи та шротів після ВТО вони не містять антипоживних речовин і можуть бути включені до складу рецептів для більшості сільськогосподарських тварин без обмежень (для ставкових риб – не більше 50 %, для кроликів не більше 10 %, для птахів не більше 20 %) [16].

Мікосорб представляє собою унікальне поєднання етерифікованих глюкоманів, виділених із клітинних стінок дріжджів Saccharomyces cerevisiae. Мікосорб зв’язує широкий спектр мікотоксинів; застосовується в невеликій концентрації; не зв’язує вітаміни і мікроелементи; не містить глини. Мікосорб не зв’язує K, Fe, Mn, Zn. Зв’язує менше 2 % Mg і Ca, і не більше 6 % Cu. Для порівняння, бентоніти зв’язують більше 18 % Cu.

Мікосорб адсорбує широкий спектр мікотоксинів (Афлотоксин, Зеараленон, Вомітоксин, Цитринін, Охратоксин, Т-2 токсин, Ніваленол, Фузаріотоксин, ДАС). Адсорбуюча здатність мікосорба не залежить від pH і травних ферментів.

Кронроцид-Л – це підкислювач, прозорий зелено-голубий розчин, що містить у водному розчині ортофосфорну, лимонну, молочну, бурштинову та

бензойну кислоти у кількості 15% за масою, а також 2,4 % хелатних сполук мікроелементів, таких як залізо, цинк, марганець та мідь.

При використанні цього препарату важливо слідкувати за рівнем pH води, який має бути не менше 4,5. Термін придатності - три роки. Препарат вводять шляхом додавання 2-3 кг (або 2-3 літри) на тонну води для напою тварин. Дозування залежить від мінералізації води і у деяких випадках може бути збільшено, щоб досягти потрібного рівня pH=4,5 [17].

Ендокс – це препарат, який зазвичай використовується в сільському господарстві для підвищення ефективності перетравлення кормів у тварин, а також для поліпшення загального стану їх здоров'я. Він є біологічно активною добавкою, яка може включати ензими, пробіотики або інші активні компоненти для сприяння засвоєнню поживних речовин. Зазвичай ендокс кормовий випускається у вигляді порошку, який додається безпосередньо до корму. Дозування препарату залежить від виду тварин і їх потреб, а також від складу корму. Зазвичай його використовують у раціонах великої рогатої худоби, свиней, птиці, а також у кормі для домашніх тварин.

Олія соєва є одним із найбільш поширених рослинних жирів, які використовуються в якості компонента корму для сільськогосподарських тварин. Вона є важливим джерелом енергії та корисних жирних кислот, що позитивно впливає на продуктивність тварин. Соєва олія багата на жирні кислоти, зокрема лінолеву (омега-6) та олеїнову (омега-9) кислоти, що є важливими для енергетичного балансу тварин. Олія соєва має високу калорійність, що робить її відмінним джерелом енергії для тварин, особливо в періоди підвищених енергетичних потреб. Вживання олії соєвої може поліпшити жирнокислотний склад молока (особливо у корів) і м'яса, підвищуючи його харчову цінність.

Сіль кухонна (ГОСТ 13830-97) – кристалічний природний хлористий натрій білого кольору, масова частка хлористого натрію не менш 99,7 % вологи нерозчинних у воді речовин кальцію, магнію, сульфатів (не більше 6 %) відповідно: 0,1; 0,03; 0,02; 0,01; 0,16 [50].

Сіль є обов'язковим компонентом більшості рецептів комбікормів. Допустима вологість солі екстра – не більше 0,5 %, вищого сорту не більше 0,8 %. Перевищення дози солі в комбікормах може викликати отруєння організму особливо у птахів і свиней. Введенням кухонної солі оптимізують співвідношення калію і натрію в раціонах тварин, яке повинно складати 3:5:1 [16].

При нестачі натрію та хлору у тварин усіх видів погіршується апетит, розвивається лизуха, тварини стають похнюпленими, шерсть у них скуйовджена,

очі тьмяніють, використання поживних речовин корму, особливо протеїну, погіршується; молочна продуктивність, приріст живої маси і жирність молока знижуються. Можливі порушення відтворювальних функцій (нерегулярна охота, безпліддя, погана заплідненість) [16].

Монокальційфосфат (ГОСТ 23999-80) – обезфторенний кормовий фосфат, використовуваний в якості харчової добавки до раціону тварин і птиці. Монокальційфосфат заповнює брак поголів'я в мінеральних речовинах (фосфорі і кальції). Забезпечує необхідний обмін речовин в організмі тварини, зміцнюючи його імунну і репродуктивну системи [51].

Сільськогосподарські тварини і домашня птиця, як правило, недоотримують фосфор. Вміст фосфору в рослинних кормах досягає всього 30 % від потреби, але навіть ця кількість засвоюється лише наполовину, оскільки організми тварин вимагають різних форм фосфору. Монокальційфосфат, що додається в кормові суміші, забезпечує приріст живої маси тварин і птиці на 5…12% [50].

Премікс – це однорідна суміш подрібнених до необхідної крупності біологічно активних речовин (вітамінів, кормових форм мікроелементів, амінокислот, ферментів та інших препаратів біологічно активних речовин) та наповнювача, яка виробляється за науково обґрунтованими рецептами і застосовується для збагачення комбікормів, кормосумішей, білково-вітамінних добавок та інших кормових добавок [52].

Підвищення концентрації преміксів призводить до більш інтенсивного руйнування вітамінів при контакті з мінеральними та іншими біологічно активними речовинами в процесі зберігання. У зв'язку з цим широкого розповсюдження набуває роздільне виробництво мінеральних та вітамінних преміксів з нормами введення до 0,5 %. При нормі введення попередніх сумішей 0,5 % та вище значно зручніше використовувати комплексні премікси, до складу яких входить весь набір необхідних біологічно активних речовин [16].

5.2 Розрахунок рецепту комбікормової продукції на ЕОМ

Рецепт комбікорму є письмовим розпорядженням виробнику про склад та співвідношення компонентів. На стадії виробництва рецепт повинен містити відомості щодо вмісту енергії, поживності та вмісту біологічно активних речовин. На стадії реалізації рецепт комбікорму може містити відомості тільки про набір компонентів, але обов’язковими є відомості щодо дати виробництва, терміну зберігання та порядку використання.

Від правильності розрахунку рецепта багато у чому залежить продуктивна дія комбікорму та економічна доцільність його застосування.

В Україні при розрахунку рецепта комбікорму враховуються такі показники, як кормові одиниці, обмінна енергія, сирий протеїн, перетравний протеїн, сира клітковина, сирий жир, лізин, лізин перетравний, метіонін, метіонін+цистин, метіонін+цистин перетравний, треонін, триптофан, лінолева кислота, фосфор, фосфор перетравний, натрій.

Чим більше показників якості підлягають оптимізації при розрахунку рецепта комбікорму, тим точніше можна розрахувати рецепт комбікорму, який би в більш повній мірі відповідав фізіологічним і продуктивним потребам тварин.

Визначення хімічного складу кормових засобів – це трудомістка, копітка і дорога робота, без якої неможливо правильно розрахувати рецепт комбікорму.

Під час розрахунку рецептів комбікормів слід враховувати цілий ряд

особливостей, які можуть істотно впливати на продуктивність тварин і птахів, а також на якість отриманої продукції. Так, наприклад, у рецепті комбікорму особливе значення має не тільки дотримання перевищення необхідних норм вмісту сирого і перетравного протеїну і обмінної енергії, але і енерго-протеїнове співвідношення. Обов'язково необхідно враховувати вміст перетравного фосфору, тому що в основному фосфор, що міститься у компонентах комбікорму – фітатний фосфор, який погано засвоюється організмом тварини. Ще більш важливо дотримувати співвідношення кальцій:фосфор, тому що його порушення спричиняє погіршення якості продукції, особливо курячих яєць, а також порушує вітамінне годування тварин. Необхідно також враховувати і такі обставини, як стреси тварин.

Наприклад, тепловий стрес у сільськогосподарської птиці легше переноситься, якщо у складі комбікорму міститься підвищена доза вітаміну Е, вітаміну С і вітаміну B_5. Більше того, завищені, на перший погляд, кількості вітаміну Е у складі комбікорму забезпечують кращі смакові якості м'яса, триваліше його збереження і знижують втрати при виморожуванні. Дуже важливо при розрахунку рецептів комбікормів враховувати дійсний вміст поживних і БАР в початкових компонентах. Так, наприклад, недооблік вмісту міді у складі соняшникового шроту може призвести до передозування міді у складі комбікорму, оскільки до складу преміксу вводиться звичайна норма. Справа в тому, що для прискорення дозрівання соняшнику часто використовують такий прийом, як десикація – обробка сульфовмісними препаратами.

Не менш важливо враховувати і походження компонентів комбікормової продукції. Так, наприклад, для балансування комбікормів за таким мікроелементом, як натрій, до складу комбікормів вводять сіль кухонну. Проте сіль кухонна містить і хлор, перевищення дози якого може призвести до отруєння. Щоб уникнути цього до складу комбікормів вводять як сіль кухонну, так і карбонат натрію як джерело натрію. Перевищення дози хлору може бути досягнуте, якщо до складу комбікормів або преміксів вводять препарат синтетичної амінокислоти – лізину монохлоргідрат. Цієї проблеми

легко уникнути, якщо як препарат лізину використовувати біоліз.

Однаковий за поживністю рецепт комбікорму може складатися з різних компонентів, які мають різну вартість. Компоненти ці можуть бути дефіцитними, або бути відсутніми з різних причин. Завдання програми полягає у підборі оптимального складу кормових засобів, що забезпечує відповідність розрахункових показників якості заданим, а також мінімальну вартість комбікорму.

Розрахунок рецепта комбікорму, як правило, виконує спеціаліст виробничо- технологічної лабораторії комбікормового заводу.

5.3 Аналіз і обґрунтування схеми технологічного процесу

Проектом передбачено будівництво цеху для виробництва кормової добавки на території підприємстві ВАТ «Одеський консервний завод дитячого харчування». Схема технологічного процесу виробництва кормової добавки складається з наступних ліній:

- лінія підготовки зерна;
- лінія підготовки гарбузових вичавок;
- лінія попереднього змішування;
- лінія основного змішування;
- лінія екструдування кормової добавки.

Лінія підготовки зерна

Зерно кукурудзи очищене від сторонніх домішок подається в склад силосного типу з елеватора, який знаходиться на території заводу.

За допомогою норії НМ-5 №1 та транспортеру Р1-КС-160 №1 з наддозаторних бункерів №1, №2 зерно кукурудзи за допомогою роторних живильників Б6-ДПК №1, №2 подаються в багатокомпонентний ваговий дозатор ВБ-250 №1 ємністю 250 кг. Після зважування зерно за допомогою транспортеру Р1-КС-160 №2, з паспортною продуктивністю 15 т/год та за допомогою норії НМ-5 №2, з паспортною продуктивністю 5 т/год подається для очищення від металомагнітних домішок у магнітну колонку УЗ-ДКМ-00 №1 продуктивністю 5 т/год. Після очищення від домішок зерно потрапляє у в

оперативний бункер №4, далі в просіювальну машину марки VZ 800x2000, з паспортною продуктивністю 20 т/год, в яке встановлюють полотно решітне №30-40. Прохід сита (дрібна фракція) направляють в піддробарний бункер №5, схід (крупна фракція) – на подрібнення в молоткову дробарку марки Multimill-315, з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Далі з піддробарного бункеру №5 подрібнене зерно через перекидний клапан направляється або в дозатор №2 марки ВБ-50 ємністю 50 кг. Після дозування зерно за допомогою транспортеру Р1-КС-160 №3, з паспортною продуктивністю 15 т/год та за допомогою норії НМ-5 №3, з паспортною продуктивністю 5 т/год подається у змішувач №1 СП-100 з ємністю ванни 100 кг, де воно змішується з гарбузовими вичавками у кількості 1:1 для отримання попередньої суміші.

Решта подрібненого зерна через перекидний клапан за допомогою норії НМ-5 №4, з паспортною продуктивністю 5 т/год та за допомогою транспортеру Р1-КС-160 №4, з паспортною продуктивністю 15 т/год подається у змішувач №2 УЗ-ДСП-0,5 з ємністю ванни 1000 кг, де воно змішується з попередньою сумішю.

Лінія підготовки гарбузових вичавок

Свіжі гарбузові вичавки за допомогою вертикального конвеєра Т401/3 №5 з паспортною продуктивністю 10 т/год подаються в подрібнювач для вологих продуктів ПРСТС-П-350-2 продуктивністю 10 т/год для подрібнення, далі подаються в дозатор №3 ВБ-50 ємністю 50 кг. Здозовані гарбузові вичавки за допомогою конвеєра Р1-КС-160 №6 направляється в змішувач СП-100 №1 ємністю 100 кг, де вони змішуються з зерном кукурудзи у кількості 1:1 для отримання попередньої суміші.

Лінія попереднього змішування

Здозоване зерно кукурудзи та гарбузові вичавки подаються в змішувач СП-100 №1 ємністю 100 кг, де вони змішуються у кількості 1:1 для отримання попередньої суміші. Отримана попередня суміш подається в у змішувач №2 УЗ-ДСП-0,5 з ємністю ванни 1000 кг.

Лінія основного змішування

Решта здозованого зерна кукурудзи та попередня суміш подаються в у змішувач №2 УЗ-ДСП-0,5 з ємністю ванни 1000 кг, де вони змішуються до отримання основної суміші. Далі основна суміш із під змішувального бункера №9 за допомогою транспортеру Р1-КС-160 №7, з паспортною продуктивністю 15 т/год та за допомогою норії НМ-5 №5, з паспортною продуктивністю 5 т/год подається для очищення від металомагнітних домішок у магнітну колонку УЗ-ДКМ-00 №2 продуктивністю 5 т/год.

Лінія екструдування кормової добавки

Основна суміш за допомогою норії НМ-5 №5 та конвеєра Р1-КС-160 №7 подається для очищення від металомагнітних домішок у магнітну колонку УЗ-ДКМ-00 №2 продуктивністю 5 т/год, а далі в оперативний бункер №10. Очищена суміш подається в екструдер ЕХ-617 з продуктивністю 5 т/год, де відбувається екструдування суміші при температурі 120…130°С та тиску 2…3 МПа. Гарячий екструдат охолоджують в охолоджувачі VK 14x14 R з продуктивністю 5 т/год до температури ±10 °С від навколишнього середовища. Охолоджений екструдат далі направляють в валковий подрібнювач марки CPM 855 SS з паспортною продуктивністю 10 т/год. Потім екструдовану кормову добавку за допомогою конвеєру КВ-160 №8, з паспортною продуктивністю 11,3 т/год, норії НМ-5 №6, з продуктивністю 5 т/год та за допомогою транспортеру Р1-КС-160 №9, з паспортною продуктивністю 15 т/год направляють оперативні бункери №11, №12. Далі за допомогою транспортеру Р1-КС-160 №10, з паспортною продуктивністю 15 т/год отриману кормову добавку направляють у виробничий корпус комбікормового заводу або на відпуск на автотранспорт.

5.4. Розрахунок обладнання приймально-відпускних пристроїв

На підприємстві приймання сировини та відпуск готової продукції здійснюється тільки автотранспортом.

Вихідні дані:

Q_z – 240 т/добу;

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

Сировина	Для виробництва комбікормів
Зернова	75
Мучниста	16
Шроти	20
Кормові продукти харчових виробництв (КПХВ)	7
Мінеральна	8
Премікс, БАР	1,5

Для розвантаження зернових (мучнистих) видів сировини, розраховуємо продуктивність обладнання приймального пристрою із автомобільного транспорту, т/добу:

$$G_{пр} = \frac{Q_z \, x \, a \, x \, A_н \, x \, K_д}{100 \, x \, 100} \qquad (5.4.1)$$

де, Q_z – продуктивність заводу, т/добу;

a – опосереднені витрати сировини (табл. 2.4.1), %;

$A_н$ – масова частка сировини, яка надходить залізничним (автомобільним) транспортом, від добової продуктивності підприємства, %;

$K_Д$ – коефіцієнт добової нерівномірності надходження сировини залізничним (автомобільним) транспорту:

– для залізниці $K_Д$ =1,5;

– для автотранспорту $K_Д$ =1,45.

$$G_{пр.зерн.} = \frac{240 \text{ x } 75 \text{ x } 100 \text{ x } 1{,}45}{100 \text{ x } 100} = 261 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{пр.мучн.} = \frac{240 \text{ x } 16 \text{ x } 100 \text{ x } 1,45}{100 \text{ x } 100} = 55,68 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{пр.шрот.} = \frac{240 \text{ x } 20 \text{ x } 100 \text{ x } 1,45}{100 \text{ x } 100} = 69,6 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{пр.затар.} = \frac{240 \text{ x } 8,5 \text{ x } 100 \text{ x } 1,45}{100 \text{ x } 100} = 29,58 \text{ (т/добу)}$$

$$G_{пр.мін.} = \frac{240 \text{ x } 8 \text{ x } 100 \text{ x } 1,45}{100 \text{ x } 100} = 27,84 \text{ (т/добу)}$$

Таблиця 5.4.2 – Опосереднені значення об'ємних мас сировини та готової продукції

Сировина, готова продукція	Опосереднені значення об'ємних мас, γ_c , т/м^3
Зернова	0,65
Мучниста	0,30
Шроти	0,50
Кормові продукти харчових виробництв (КПХВ)	0,50
Мінеральна (сіль, крейда)	1,20
Вапнякова мука	1,40
Премікси (наповнювач – висівки)	0,30
Жир	0,95
Розсипний комбікорм	0,50
Гранульований комбікормі	0,63

На комбікормовому заводі використовують наступні приймальні пристрої: транспортери, норії з великою продуктивністю.

Розрахуємо експлуатаційну продуктивність транспортного обладнання т/год:

$$q_{ет} = \frac{q_п \times \gamma_c \times K_в}{0,75} \qquad (5.4.2)$$

де, $q_{ет}$ – експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання для різних видів сировини, т/год;

$q_п$ – паспортна продуктивність транспортного обладнання, т/год;

$K_в$ – коефіцієнт використання транспортного обладнання (табл. 5.4.3).

Таблиця 5.4.3 – Коефіцієнти використання транспортного обладнання приймально-відпускних пристроїв

Вид транспорту	Паспортна продуктивність транспортного обладнання, т/год			
	50	100	175	350
Автомобільний	0,90	0,85	0,80	0,75
Залізничний	0,85	0,80	0,70	0,70

Вибираємо норію НМ – 50; $q_п$ – 50 т/год.

$$q_{ет.\ зерн.} = \frac{50 \times 0,65 \times 0,9}{0,75} = 39 \text{ т/год}$$

$$\tau_{зерн.} = \frac{261}{39} = 6,6 \text{ т/год} > 2,8 \text{ год}$$

При розвантажені сировини, якщо $\tau_{ф.} > \tau_{заг.}$, тоді встановлюємо норію II – 350; $q_п$ – 350 т/год і транспортер 350 т/год.

$$q_{ет\ зерн.} = \frac{175 \times 0,65 \times 0,7}{0,75} = 106,2 \text{ т/год}$$

$$\tau_{зерн.} = \frac{261}{106,2} = 2,45 \text{ т/год} > 2,8 \text{ год}$$

Висновок: Продуктивність діючих приймальних пристроїв підприємства забезпечує безперервну роботу при розвантажені всіх видів сировини, тому що $\tau_{розв.}$ кожної з них не перевищує загальний час ($\tau_{заг.}$ = 2,8 год).

Розрахунок транспортного обладнання відпуску готової продукції на автотранспорт

Відпуск на автотранспорт здійснюється в обсязі 100 %. Продуктивність відпускного пристрою повинна забезпечити добовий відпуск протягом зміни ($\tau_{зміни}$ = 24 год).

Розраховуємо продуктивність лінії відвантажування, т/год:

$$q_{л.} = \frac{240}{24} = 10 \text{ т/год}$$

Вибираємо транспортер марки К4-УТФ-200 (q_n = 50 т/год) та норію НМ-50 (q_n = 50 т/год):

$$q_e = \frac{50 \times 0,5 \times 0,85}{0,75} = 28,3 \text{ т/год}$$

На ТОВ «КОШ-1» існує 3 точки відпуску готової продукції, тоді експлуатаційна продуктивність пристроїв буде:

$$q_e = 3 \times 28,3 = 84,3 \text{ т/год}$$

Визначаємо за який час відбудеться неперервний відпуск готової продукції:

$$\tau = \frac{240}{84,3} = 2,8 \text{год}$$

Висновок: Продуктивність діючих відпускних пристроїв підприємства, забезпечує безперервну роботу підприємства.

5.5. Розрахунок ємності складів для зберігання зернової сировини та комбікормової продукції

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

$$K_{ср} = \frac{Qz \times a \times Zн}{100}, \quad (5.5.1)$$

де $K_{ср}$ – розрахункова маса кожного виду сировини, т;

Q_z – продуктивність підприємства, т/добу;

a – опосереднені витрати сировини (табл. 5.5.1), готової продукції a =100, %;

$Z_н$ – тривалість зберігання сировини, яку приймають в залежності від продуктивності підприємства – нормативна, зокрема $Z_н = Z_1$ або $Z_н = Z_2$, діб (табл.5.5.2).

Таблиця 5.5.1 – Опосереднені витрати сировини у відсотках від добової продуктивності підприємства

Сировина	Витрати, %
Зернова	75
Мучниста (висівки, мучки)	16
Кормові продукти харчових виробництв, трав'яне борошно	7
Шроти	20
Мінеральна	8
Премікс	1
Інші компоненти	0,5

Таблиця 5.5.2– Запаси сировини для комбікормових підприємств продуктивністю менше, ніж 500 т/добу

Сировина	Тривалість зберігання, *Z1*, діб
Зернова	27
Мучниста (висівки, мучки)	16
Шроти	31
Мінеральна	43
Премікси	28
Мікрокомпоненти	28
Олія рослинна	28

$$Кср_{зерн.}=\frac{240\times75\times27}{100}=4860(т)$$

$$Кср_{мучн.}=\frac{240\times16\times16}{100}=614{,}4(т)$$

$$Кср_{шрот.}=\frac{240\times20\times31}{100}=1488(т)$$

$$Кср_{кпхв}=\frac{240\times7\times27}{100}=453{,}6(т)$$

$$Кср_{мін.}=\frac{240\times8\times43}{100}=825{,}6(т)$$

$$Кср_{п}=\frac{240\times1\times28}{100}=67{,}2(т)$$

$$Кср_{ін}=\frac{240\times0{,}5\times27}{100}=32{,}4(т)$$

$$Кср_{гп}=240\times5=1200\ (т)$$

При зберіганні сировини в складі силосного типу визначають загальний об'єм силосів, необхідний для зберігання кожного виду сировини, м^3:

$$U_p=\frac{K_{ср}}{\gamma\times\eta}, \qquad (5.5.2)$$

де U_p – розрахунковий загальний об'єм силосів, необхідний для зберігання кожного виду сировини, м^3;

$K_{ср}$ – розрахункова маса кожного виду сировини, за значенням якої визначають ємність складського приміщення, т;

γ – об'ємна маса сировини (табл. 5.5.3), т/м^3;

η – коефіцієнт використання об'єму силоса:

η = 0,85 для зернової, гранульованої сировини, готової продукції у гранульованому вигляді;

η = 0,80 для інших видів сировини.

Загальний об`єм силосів розраховуємо за формулою (5.5.2):

$$U_{р\ зерн.}=\frac{4860}{0{,}65\times0{,}85}=8796{,}4(м^3)$$

$$U_{р\ мучн.}=\frac{614{,}4}{0{,}30\times0{,}80}=2560(м^3)$$

$$U_{р\ шрот.}=\frac{1488}{0{,}50\times0{,}80}=3720(м^3)$$

$$U_{р\ мін.}=\frac{412{,}8}{0{,}50\times0{,}80}=1032(м^3)$$

$$U_{p\,гп} = \frac{1200}{0{,}63 \times 0{,}85} = 2240{,}8(м^3)$$

Таблиця 5.5.3 – Опосереднені значення об'ємних мас сировини, готової продукції

Сировина, готова продукція	Опосереднені значення об'ємних мас, *γс*, т/м3
Зернова	0,65
Мучниста (висівки, мучки)	0,30
Шроти	0,50
Мінеральна (сіль кухонна кормова, крейда)	1,20
Премікси (наповнювач – висівки)	0,30
Розсипні комбікорми, БВД	0,50
Пресовані комбікорми, БВД (у вигляді гранул, крупки)	0,63

Розрахункова кількість силосів (шт.):

$$n_p = \frac{U_p}{U_1}, \qquad (5.5.3)$$

де n_p – розрахункова кількість силосів, шт.;

U_p – загальний розрахунковий об'єм силосів, необхідних для зберігання кожного виду сировини, м^3;

U_1 – об'єм одного силоса, м^3.

Об'єм одного силоса (м^3) прямокутної форми перерізу (а×в, м^2):

$$U_1 = S \times h, \qquad (5.5.4)$$

де S – площа силоса, м^2;

h – висота силоса, м.

$$U_1 = 6{,}15 \times 8{,}74 = 53{,}75\ (м^3)$$

За фактичними даними підприємства ТОВ «КОШ 1», загальна кількість силосів для зернової сировини 15 (шт.), для готової продукції 8 (шт.).

Приймаємо: для зберігання зернової сировини - 5 силосів, для мучнистої сировини – 4, для шротів – 4, для мінеральної сировини -1 і один силос – резервний.

Фактичний об`єм для зберігання сировини, м^3

$$U_ф = n_ф \times U_1 , \quad (5.5.5)$$

де $n_ф$ - фактична кількість силосів,шт.;

U_1 – об`єм одного силоса, м^3.

$$U_{ф.\ зерн.} = 53,75 \times 5 = 270\ (м^3);$$

$$U_{ф.мучн.} = 53,75 \times 4 = 215\ (м^3);$$

$$U_{ф.шр.} = 53,75 \times 4 = 215\ (м^3);$$

$$U_{ф.мін.} = 53,75 \times 1 = 53,75\ (м^3).$$

Фактична ємність силосів складу силосного типу для зберігання фактичної маси кожного виду сировини та готової продукції, т:

$$K_{сф} = n_ф \times U_1 \times \gamma_c \times \eta, \quad (5.5.6)$$

де $K_{сф}$ – фактична ємність силосів для зберігання кожного виду сировини, комбікормової продукції, т;

U_1 – об’єм одного силоса для зберігання кожного виду сировини, комбікормової продукції, м^3;

γ – об’ємна маса сировини, т/ м^3;

n - фактична кількість силосів для зберігання сировини, шт.;

η – коефіцієнт використання об’єму силоса:

η = 0,85 для зернової, гранульованої сировини, готової продукції у гранульованому вигляді;

η = 0,80 для інших видів сировини.

$$K_{сф.зерн.} = 53,75 \times 5 \times 0,65 \times 0,85 = 268,2\ (т);$$

$$K_{сф.\ мучн.} = 53,75 \times 4 \times 0,3 \times 0,8 = 51,6\ (т);$$

$$K_{сф.\ шр.} = 53,75 \times 4 \times 0,8 \times 0,5 = 86\ (т);$$

$$K_{сф.\ мін.} = 53,75 \times 1 \times 0,8 \times 1,2 = 51,6\ (т);$$

$K_{сф\ гот.\ прод.}$= 53,75×8×0,63×0,85= 231,3 (т).

Фактична тривалість зберігання кожного виду сировини, діб:

$$Z_{ф} = \frac{100 \times K_{сф}}{Q_з \times a}, \qquad (5.5.7)$$

де $Z_ф$ – фактична тривалість зберігання сировини, на підприємстві;

$K_{сф}$ – фактична маса кожного виду сировини, готової продукції, т;

Q_z – продуктивність підприємства, т/добу;

a – опосереднені витрати сировини, готової продукції a =100, %.

$$Z_{фзер.сир.} = \frac{100 \times 268,2}{240 \times 75} = 1,49 \text{ (діб)};$$

$$Z_{фмуч.сир}. = \frac{100 \times 51,6}{240 \times 16} = 1,34 \text{ (діб)};$$

$$Z_{фшр.} = \frac{100 \times 86}{240 \times 20} = 1,79 \text{ (діб)};$$

$$Z_{ф\ мін.сир} = \frac{100 \times 51,6}{240 \times 8} = 2,68 \text{ (діб)};$$

$$Z_{ф\ гот.\ прод.} = \frac{100 \times 231,3}{240 \times 100} = 0,96 \text{ (діб)};$$

Розрахункова площа складів підлогового типу для зберігання сировини та готової продукції в тарі, м^2:

$$F_{р} = \frac{K_{ср}}{K_м}, \qquad (5.5.8)$$

де $F_р$ – розрахункова площа складу, м^2;

$K_{ср}$ – розрахункова маса кожного виду сировини, т;

$K_м$ – маса сировини, яка розташована на 1 м^2 корисної площі складу.

– при зберіганні сировини в мішках, пакетах $K_М$ = 0,8 т/м^2;

– при зберіганні сировини в контейнерах $K_М$ =1,2 т/м^2.

$$F_{р.мін.сир} = \frac{412,8}{0,8} = 516 \text{ (м}^2\text{)};$$

$$F_{р.прем} = \frac{67,2}{0,8} = 84 \ (м^2).$$

$$F_{р.інш} = \frac{32,4}{0,8} = 40,5 \ (м^2).$$

На підприємстві розташований склад підло- гового типу таких розмірів 18×36 м^2, висотою 6м. Виконуємо перерозподіл площі для зберігання сировини:

- інші види $F_ф$= 36 м^2;
- мінеральна сировина $F_ф$=468 м^2;
- премікси $F_ф$= 72 м^2.

Фактична ємність складу підлогового типу для зберігання фактичної маси кожного виду сировини та готової продукції (в тарі, мішках):

$$К_{сф} = F_{фкор} \times К_м, \qquad (5.5.9)$$

де $К_{сф}$ – фактична ємність складу підлогового типу для зберігання фактичної маси кожного виду сировини та готової продукції, т;

$F_{фкор}$ – фактична корисна площа складу підлогового типу для зберігання кожного виду сировини, готової продукції, м^2;

$К_м$ – маса сировини, яка розташована на 1 м^2 корисної площі складу підлогового типу, т/м^2:

– при зберіганні сировини, продукції в мішках, пакетах $К_м$ = 0,8 т/м^2;

– при зберіганні сировини, продукції в контейнерах $К_м$ =1,2 т/м^2.

За фактичними даними ТОВ «КОШ 1» ємність складу підлогового типу для зберігання фактичної маси кожного виду сировини (в тарі, мішках):

$$К_{сф\ інш} = 36 \times 0,8 = 28,8 \ (м^2);$$

$$К_{сф\ мін.ср} = 468 \times 0,8 = 374,4 \ (м^2);$$

$$К_{сф\ прем.} = 72 \times 0,8 = 57,6 \ (м^2).$$

Фактична тривалість зберігання кожного виду сировини, діб:

$$Z_{ф} = \frac{100 \times K_{сф}}{Q_з \times a}, \qquad (5.5.10)$$

де $Z_ф$ – фактична тривалість зберігання сировини, на підприємстві;

$K_{сф}$ – фактична маса кожного виду сировини, готової продукції, т;

Q_z – продуктивність підприємства, т/добу;

a – опосереднені витрати сировини, готової продукції a =100, %.

$$Z_{ф\ інш.} = \frac{100 \times 28{,}8}{240 \times 0{,}5} = 24 \text{ (діб)};$$

$$Z_{ф\ мін.} = \frac{100 \times 374{,}4}{240 \times 4} = 39 \text{ (діб)};$$

$$Z_{ф\ прем.} = \frac{100 \times 57{,}6}{240 \times 1} = 24 \text{ (діб)};$$

При зберіганні готової продукції в складах підлогового типу визначають загальний об`єм складу, необхідний для зберігання за формулою:

$$U_{р.розс} = \frac{240}{0{,}5 \times 0{,}8} = 600 (м^3).$$

Фактична ємність складу підлогового типу:

$$K_{ср.розс.} = 144 \times 0{,}8 = 115{,}2 \ (м^3)$$

Фактичну тривалість зберігання готової продукції в складі силосного типу розраховуємо за формулою:

$$Z_{ф.розс.} = \frac{100 \times 115{,}2}{240 \times 20} = 2{,}4 \approx 3 \text{ (діб)}.$$

Таблиця 5.5.4 – Дані розрахунку ємності складів для зберігання сировини, готової продукції

Сировина, готова продукція	Опосередні витрати сировини,а, %	Запас сировини, $Z_н$, діб	Об'ємна маса сировини, γ_c, т/м^3	Коефіцієнт використання об'єм силоса або площі складів $К_в$	Розрахована ємність силосів (корисної площі складів,$К_{ср}$, т	Фактична ємність силосів (корисної площі складів) на підприємстві, $К_{пр.ф}$, т	Дефіцит (-), надлишок (+) ємності силосів (корисної площі складів), т	Фактичні запаси сировини після реконструкції, *Zф*, діб
Склад силосного типу для зберігання сировини								
Зернова	75	27	0,65	0,85	4860	268,2	-4591,8	1,49
Мучниста	16	16	0,3	0,8	614,4	51,6	-562,8	1,34
Шроти	20	31	0,5	0,8	1488	86	-1402	1,79
КПХВ	7	27	0,5	0,8	453,6	86	-367,6	1,79
Мінеральна	8	43	1,2	0,8	412,8	51,6	-361,2	2,68
Склад підлогового типу для зберігання сировини								
Премікс	1	28	0,3	0,8	67,2	57,6	-9,6	24
Мінеральна	8	43	1,2	0,8	412,8	374,4	-38,4	39
Інші	0,5	28	1,2	0,8	32,4	28,8	-3,6	24
Склад силосного типу для зберігання готової продукції								
Комбікорм	100	5	0,63	0,85	1200	231,3	-968,7	0,96

Висновок: фактичні запаси сировини на підприємстві дещо менші за розрахункові, але вони забезпечують безперервну роботу підприємства завдяки тому, що на території розташовано елеватор для зберігання сировини.

5.6. Розрахунок технологічного обладнання

Розрахунок технологічного обладнання ведуть по технологічних лініях згідно з принциповою схемою.

Для розрахунку продуктивності технологічних ліній приймають максимальні витрати від добової продуктивності підприємства.

Для розрахунку продуктивності технологічного обладнання ліній підготовки сировини приймають максимальні витрати сировини (%), які визначають при аналізі масових часток компонентів у складі рецептів готової продукції або за даними «Норм технологічного проектування комбикормових підприємств».

Лінія екструдування кормової добавки

Встановлення лінії екструдування на підприємстві передбачаємо з метою виробництва кормової добавки у кількості 20 % від продуктивності заводу.

Визначимо продуктивність лінії екструдування кормової добавки за формулою 5.6.4:

$$q_{лп3}=\frac{Q_z \times b_{пор}}{t \times 100}, \qquad (5.6.4)$$

$$q_л = \frac{240 \times 20}{24 \times 100} = 2 \text{ (т/год)}$$

Кількість магнітних сепараторів розраховують за формулою 5.6.2:

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

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 1 шт.

Обираємо магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-00 №2 (ПАТ «Хорольський механічний завод») з паспортною продуктивністю $q_п$= 5 т/год.

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора розраховуємо за формулою 5.6.3:

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

Обираємо екструдер EX-617 з паспортною продуктивністю $q_п$ = 5 т/год.

Визначаємо кількість екструдерів за формулою 5.6.2:

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

Фактична кількість екструдерів $n_ф$ = 1шт.

Визначаємо коефіцієнт завантаження екструдера за формулою 5.6.3:

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

Обираємо охолоджувач з протитечійним потоком повітря марки VK 14x14 R виробника California Pellet Mill, CPM з паспортною продук- тивністю $q_п$ = 5 т/год.

Визначаємо кількість охолоджувачів за формулою 5.6.2:

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

Приймаємо фактичну кількість охолоджувачів $n_ф$ = 1шт.

Визначаємо коефіцієнт завантаження охолоджувача за формулою 5.6.3:

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

Обираємо валковий подрібнювач марки CPM 855 SS виробника California Pellet Mill, CPM з паспортною продуктивністю $q_п$=10 (т/год).

Визначаємо кількість валкових подрібнювачів за формулою 5.6.2:

$$n_p = \frac{2}{10 \times 0,7} = 0,28 \text{(шт)}.$$

Приймаємо фактичну кількість валкових подрібнювачів $n_ф$ = 1шт.

Коефіцієнт завантаження подрібнювача розраховуємо за формулою 5.6.3:

$$K_з = \frac{2}{10 \times 1 \times 0,7} = 0,28.$$

Лінія підготовки зерна

Продуктивність лінії підготовки зерна розраховують за формулою 5.6.4:

$$q_{лп1} = \frac{48\times90}{24\times100} = 1{,}8 \text{ (т/год)}$$

Розрахунок маси порції зернової, білкової та борошнистої сировини, кг:

$$M_{n1} = E_{р.пор1} = \frac{q_л\times1000}{n\times K_В}, \qquad (5.6.6)$$

де $q_л$– продуктивність лінії підготовки порції, т/год;

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

n– кількість циклів.

$$M_{n1} = E_{р.пор1} = \frac{1{,}8\times1000}{10\times0{,}9} = 200 \text{ (кг)}$$

Розрахунок ємності дозатора, кг:

$$E_{р.д.} = \frac{q_л\times1000}{n\times K_В}, \qquad (5.6.7)$$

де $E_р$ – розрахункова ємність дозатора, кг;

$q_л$– продуктивність лінії підготовки порції, т/год;

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

n– кількість циклів.

$$E_{р.д.} = \frac{1{,}8\times1000}{10\times0{,}9} = 200 \text{ (кг)}$$

Обираємо багатокомпонентний ваговий дозатор ВБ-250 з ємністю 250 кг, $E_ф$ = 250 кг.

Коефіцієнт завантаження дозатора:

$$K_{з.д.} = \frac{E_{р.д.}}{E_{ф.д.}\times K_В}, \qquad (5.6.8)$$

де $K_{з.д.}$ - коефіцієнт завантаження дозатора;

$E_{р.д.}$ – розрахункова маса порції компонентів для дозатора, кг;

$K_в$ - коефіцієнт використання дозатора ($K_в$ =0,9);

$E_{ф.зм.}$ – фактична ємність дозатора, кг.

$$K_{з.д.} = \frac{200}{250 \times 0,9} = 0,8$$

Кількість магнітних сепараторів розраховують за формулою 5.6.2:

$$n_p = \frac{1,8}{5 \times 1} = 0,36 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість магнітних сепараторів 1 шт.

Обираємо магнітний сепаратор марки УЗ-ДКМ-00 №1 виробник ПАТ «Хорольський механічний завод» з паспортною продуктивністю $q_п = 5$ т/год.

Коефіцієнт завантаження магнітного сепаратора розраховуємо за формулою 5.6.3:

$$K_з = \frac{1,8}{5 \times 1 \times 1} = 0,36$$

Розрахункова кількість просіювальних машин розраховується за формулою 5.6.2:

$$n_p = \frac{1,8}{20 \times 1} = 0,1 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість просіювальних машини 1 шт.

Обираємо просіювальну машину марки VZ 800x2000 (виробник VanAarsen), з паспортною продуктивністю 20 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження розраховують за формулою 5.6.3:

$$K_з = \frac{1,8}{20 \times 1 \times 1} = 0,1$$

Продуктивність лінії після просіювання продукту для підготовки кожної фракції, т/год:

$$q_м = q_л \times \frac{b_ф}{100}, \qquad (5.6.9)$$

де $q_м$ – продуктивність технологічної лінії підготовки сировини після просіювання продукту (для підготовки сходової, проходової фракції),т/год;

$q_л$– продуктивність технологічної лінії підготовки сировини до просіювання продукту, т/год;

$b_ф$– масова частка фракції продукту, %.

Прохід сита – 30% направляється в бункер під дробаркою, а схід – 70% направляється в молоткову дробарку.

$$q_м = 0,7 \times 1,8 = 1,26 \text{ (т/год)}$$

Розрахунок кількості молоткових дробарок розраховуємо за формулою 5.6.2:

$$n_р = \frac{1,26}{5 \times 0,7} = 0,36 \text{ (шт.)}$$

Приймаємо кількість молоткових дробарок 1 шт.

Обираємо молоткову дробарку марки Multimill-315 (виробник Van Arsen) з паспортною продуктивністю $q_п$ = 5 т/год.

Розрахунок коефіцієнта завантаження молоткової дробарки розраховують за формулою 5.6.3:

$$K_з = \frac{1.26}{5 \times 1 \times 0,7} = 0,36$$

Лінія підготовки гарбузових вичавок

Визначаємо кількість подрібнювачів для вологих продуктів за формулою 5.6.2:

$$n_р = \frac{2}{10 \times 0,7} = 0,28 \text{(шт).}$$

Приймаємо фактичну кількість подрібнювачів для вологих продуктів $n_ф$ = 1шт.

Коефіцієнт завантаження подрібнювача розраховуємо за формулою 5.6.3:

$$K_з = \frac{2}{10 \times 1 \times 0,7} = 0,28.$$

Обираємо подрібнювач для вологих продуктів марки ПРТС-П-350-2 вітчизняного виробника з паспортною продуктивністю $q_п$=10 (т/год).

$$b_{бур.жом} = 10 \ \%.$$

Продуктивність лінії екструдування кормової добавки при підготовці гарбузових вичавок, т/год розраховують за формулою 5.6.4:

$$q_{лп3} = \frac{240\times10}{24\times100} = 1 \text{ (т/год)}$$

Розрахунок маси порції, кг:

$$M_n = \frac{q_л\times1000}{n\times K_в}, \qquad (5.6.11)$$

де$q_л$– продуктивність лінії підготовки порції, т /год;

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

n– кількість циклів.

$$M = E_{р.пор} = \frac{0,12\times1000}{10\times0,9} = 12,1 \text{ (кг)}$$

Розрахунок ємності дозатора розраховують за формулою 5.6.7:

$$E_{р.д.} = \frac{0,12\times1000}{10\times0,9} = 12,1 \text{ (кг)}$$

Для дозування томатних вичавок обираємо ваговий автоматичний дозатор ВБ-50 №3 із фактичною вантожопідємністю дозатора $E_ф$ =50кг.

Коефіцієнт завантаження дозатора розраховують за формулою 5.6.8:

$$K_{з.д.} = \frac{12,1}{50\times0,9} = 0,28$$

Лінія попереднього змішування

При розміщені одного змішувача періодичної дії на лінії дозування і змішування тривалість циклу змішування компонентів дорівнює $\tau_ц$ = 6 хв

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

Кількість циклів змішування за годину розраховують за формулою:

$$n=\frac{60}{\tau_ц}, \qquad (5.6.12)$$

де $\tau_ц$ – тривалість циклу змішування компонентів, хв,

$$\tau_ц=\tau_{зав}+ \tau_{зм}+ \tau_{роз} \qquad (5.6.13)$$

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

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

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

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

Розрахункова ємність ванни змішувача, кг:

$$E_p = \frac{q_л \times 1000}{n \times K_В}, \qquad (5.6.14)$$

де E_p- розрахункова ємність ванни змішувача, кг;

$q_л$– продуктивність технологічної лінії дозування і змішування компонентів продукції, т /год;

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

n– кількість циклів змішування компонентів продукції за годину:

$$E_p = \frac{0{,}6 \times 1000}{10 \times 0{,}9} = 66{,}6 \text{ (кг)}$$

Обираємо змішувач періодичної дії СП-100 №1 з ємністю ванни 100 кг, $E_ф$ =100 кг.

Коефіцієнт завантаження змішувача розраховують за формулою:

$$K_{з.зм.} = \frac{E_{р.зм.}}{E_{ф.зм.} \times K_В}, \qquad (5.6.15)$$

де $K_{з.зм}$ - коефіцієнт завантаження змішувача;

$E_{р.зм.}$ – розрахункова маса порції компонентів для змішування, кг;

$K_в$ - коефіцієнт використання змішувача ($K_в$ =0,9);

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

Значення коефіцієнта завантаження ванни змішувача $0{,}6 < K_{з.зм} < 0{,}75$.

$$K_{з.зм.} = \frac{66{,}6}{100 \times 0{,}9} = 0{,}74$$

Лінія основного змішування

При розміщені одного змішувача періодичної дії на лінії дозування і змішування тривалість циклу змішування компонентів дорівнює $\tau_ц$ = 6 хв

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

Кількість циклів змішування за годину розраховують за формулою:

$$n=\frac{60}{\tau_ц}, \qquad (5.6.12)$$

де $\tau_ц$ – тривалість циклу змішування компонентів, хв,

$$\tau_ц=\tau_{зав}+\tau_{зм}+\tau_{роз} \qquad (5.6.13)$$

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

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

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

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

Розрахункова ємність ванни змішувача, кг:

$$E_р=\frac{q_л\times1000}{n\times K_В}, \qquad (5.6.14)$$

де $E_р$- розрахункова ємність ванни змішувача, кг;

$q_л$– продуктивність технологічної лінії дозування і змішування компонентів продукції, т /год;

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

n– кількість циклів змішування компонентів продукції за годину:

$$E_р=\frac{6{,}6\times1000}{10\times0{,}9}=666{,}6 \text{ (кг)}$$

Обираємо змішувач періодичної дії УЗ-ДСП-0,5 №2 з ємністю ванни 1000 кг, $E_ф$ =1000 кг.

Коефіцієнт завантаження змішувача розраховують за формулою:

$$K_{з.зм.}=\frac{E_{р.зм.}}{E_{ф.зм.}\times K_В}, \qquad (5.6.15)$$

де $K_{з.зм}$ - коефіцієнт завантаження змішувача;

$E_{р.зм.}$ – розрахункова маса порції компонентів для змішування, кг;

$K_в$ - коефіцієнт використання змішувача ($K_в$ =0,9);

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

Значення коефіцієнта завантаження ванни змішувача $0{,}6<K_{з.зм}<0{,}75$.

$$K_{з.зм.}=\frac{666{,}6}{1000\times0{,}9}=0{,}74$$

Таблиця 5.6.1. – Дані розрахунку технологічного обладнання

Назва обладнання, машини, номер	Марка обладнання,машини	Кількість, $n_ф$, шт.	Продуктивність		Коефіцієнт використання машини, $K_в$	Коефіцієнт завантаження машини, $K_з$
			Паспортна, $q_п$, т/год	Експлуатаційна, $q_е$, т/год		
Лінія підготовки зерна						
Багатокомпонентний ваговий дозатор №1	ВБ-250	1	250	225	0,9	0,80
Магнітний сепаратор №1	УЗ-ДКМ-00	1	5	5	1	0,36
Просіювальна машина	VZ 800x2000	1	20	20	1	0,10
Молоткова дробарка	Multimill-315	1	5	3.5	0,7	0,36
Дозатор №2	ВБ-50	1	50	45	0,9	0,28
Лінія підготовки гарбузових вичавок						
Подрібнювач для вологих продуктів	ПРСТС-П-350-2	1	10	7	0,7	0,28
Дозатор №3	ВБ-50	1	50	45	0,9	0,28
Лінія попереднього змішування						
Змішувач №1	СП-100	1	100	90	0,9	0,74
Лінія основного змішування						
Змішувач №2	УЗ-ДСП-0,5	1	1000	900	0,9	0,74
Лінія екструдування кормової добавки						
Магнітний сепаратор №2	УЗ-ДКМ-00	1	5	5	1	0,40

Продовдення табл. 5.6.1

Екструдер	EX-617	1	5	4	0,8	0,5
Охолоджувач	VK 14x14 R	1	5	5	1	0,4
Подрібнювач	CPM 855 SS	1	10	7	0,7	0,28

5.7 Розрахунок ємності оперативних бункерів

Для забезпечення роботи комбікормового заводу, передбачаємо оперативні бункери над здрібнюючими машинами, ваговими дозаторами та пресами-грануляторами.

Запас сировини в бункерах повинен забезпечувати роботу подрібнюючих машин на протязі 2-4 годин, вагових дозаторів – 8 годин, пресів – 2 години. Кількість окремих видів сировини $Е_б$, що розміщується в наддозаторних бункерах розрахуємо за формулою:

$$Е_б = \frac{Q \times a \times \tau}{100 \times t} \qquad (5.7.1)$$

де: Q – продуктивність заводу, т/добу;

τ – час зберігання сировини, год;

t – час роботи лінії, год;

a – опосереднені витрати сировини, %

Маса продукту, що розміщується в наддробарних, надпресових бункерах, т:

$$Е_м = q \times \tau \qquad (5.7.2)$$

Об'єм бункерів, м^3:

$$V = \frac{Е_м}{\gamma \times \eta} \qquad (5.7.3)$$

де: $Е_м$ – маса сировини, що розміщується в бункерах, т

γ – об'ємна маса сировини, т/м^3;

η – коефіцієнт використання об'єму (0,80-0,85).

Об'єм одного бункера розраховуємо:

$$V_1 = a \times b \times h, м^3 \qquad (5.7.4)$$

де: a, b, h – розміри бункерів в плані, м

Розрахункова кількість бункерів:

$$n = \frac{V}{V_1} \qquad (5.7.5)$$

Фактичний об'єм бункерів:

$$V_ф = n \times V_1, м^3 \qquad (5.7.6)$$

Фактична місткість бункеру:

$$Е_ф = V_ф \times \gamma \times \eta \qquad (5.7.7)$$

де: γ – об'ємна маса сировини, т/м³;

η – коефіцієнт використання об'єму (0,8-0,85).

Запас сировини в бункерах розраховуємо за формулою:

$$\tau_ф = \frac{E_ф \times 100 \times t}{Q \times a} \qquad (5.7.8)$$

де: $E_ф$ - фактична ємність бункерів, т;

t – тривалість роботи лінії дозування та змішування, год;

$Q_з$ - продуктивність підприємства, т/добу;

a - опосереднені витрати сировини, готової продукції a = 100, %.

Лінія підготовки зерна

Наддозаторні бункери лінії підготовки порції зернової, мучнистої, мінеральної сировини та шротів розміщені в складі силосного типу.

Масу *зернової* сировини в наддозаторних бункерах розраховуємо за формулою 5.7.1:

$$E_б = \frac{48 \times 80 \times 8}{100 \times 24} = 12{,}8 \text{ т (зернова сировини)}$$

Об'єм бункерів розраховуємо за формулою 5.7.3.:

$$V = \frac{12{,}8}{0{,}65 \times 0{,}85} = 24{,}6 \ (м^3)$$

Об'єм одного бункера розраховуємо за формулою 5.7.4.:

V_1 = 1,25 х 1,25 х 2,5= 3,9 (м³)

Розрахункову кількість бункерів розраховуємо за формулою 5.7.5.:

$$n = \frac{24{,}6}{3{,}9} = 6{,}3, \ n_ф = 2$$

Приймаємо 2 бункера (2 – кукурудза).

Фактичний об'єм бункерів розраховуємо за формулою 5.7.6.:

$V_ф$= 2 х 3,9 = 7,8 (м³)

Фактична місткість бункеру розраховуємо за формулою 5.7.7.:

$E_ф$ = 7,8 х 0,65 х 0,85 = 4,3(т)

Запас сировини в бункерах розраховуємо за формулою 5.7.8.:

$$\tau_ф = \frac{4,3 \text{ x } 100 \text{ x } 24}{48 \text{ x } 80} = 2,6 \text{ (год)}$$

Оперативні бункери на лінії підготовки зерна

Встановлюємо оперативний бункер №4 над просіювальною машиною VZ 800x2000 і оперативний бункер №5 під дробаркою Multimill-315.

Розрахунок об'єму бункера, м^3:

$$V_б = \frac{E_р}{\gamma \times \eta}, \quad (5.7.3)$$

де $V_б$ – ємкість бункера, м^3;

$E_р$– ємність оперативного бункера, т;

γ – об'ємна маса сировини, т/м^3;

η – коефіцієнт використання об'єму бункера:

η = 0,85 – для зернової і гранульованої сировини, готової продукції у гранульованому вигляді;

η =0,80 – для інших видів сировини.

Об'єм бункера для порції зернової, мучнистої сировини та шротів розраховують за формулою 5.7.3:

$$V_б = \frac{0,2}{0,65 \times 0,85} = 0,36 (м^3)$$

Розрахунок об'єму одного бункера, м^3:

$$V_1 = a \times b \times h, \quad (5.7.4)$$

де V_1 - об'єм одного бункера, м^3;

a, b - розміри бункера в плані, м;

h - висота силоса, м.

Приймаємо *a* = 1 м, *b* = 1 м, *h* = 1,5 м.

Об'єм одного бункера для порції зернової, мучнистої сировини та шротів розраховують за формулою 5.7.4:

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

Приймаємо 1 бункер для зернової, мучнистої сировини та шротів.

Фактична ємність бункерів, $E_ф$, т:

$$E_ф = n_ф \times V_1 \times \gamma \times \eta, \quad (5.7.9)$$

де $E_ф$ - фактична ємність бункерів, т;

$n_ф$ – фактична кількість бункерів, шт.;

γ – об'ємна маса сировини (табл.2), т/м^3;

η – коефіцієнт використання об'єму бункера:

η = 0,85 – для зернової і гранульованої сировини, готової продукції у гранульованому вигляді;

η =0,80 – для інших видів сировини.

Розраховуємо фактичну ємність бункеру над просіювальною машиною VZ 800x2000 за формулою 5.7.9:

$$E_ф = 1\times1,5\times0,48\times0,85 = 0,6(т)$$

Фактична тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах, год:

$$\tau_ф = \frac{E_ф}{q_м}, \qquad (5.7.10)$$

де $\tau_ф$– фактична тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах, год;

$E_ф$ - фактична ємність бункерів, т;

$q_м$– продуктивність лінії підготовки сировини, т/год.

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання зернової, мучнистої сировини та шротів в оперативному бункері над просіювальною машиною VZ 800x2000 за формулою 5.7.10:

$$\tau_ф = \frac{0,6}{0,36} = 1,6 \text{ (год)}$$

Об'єм одного бункера під дробаркою розраховуємо за формулою 5.7.4.:

$$V_1 = 1\times1\times1,5 = 1,5(м^3)$$

Об'єм бункерів розраховуємо за формулою 5.7.3:

$$V_б = \frac{0,2}{0,65\times0,85} = 0,36(м^3)$$

Фактична місткість бункеру розраховуємо за формулою 5.7.7.:

$$E_ф = 1\times1,5\times0,48\times0,85 = 0,6(т)$$

Запас сировини в бункерах розраховуємо за формулою 5.7.10:

$$\tau_ф = \frac{0,6}{0,36} = 1,6 \text{ (год)}$$

Лінія основного змішування

Встановлюємо оперативний бункер №9 під змішувачем марки УЗ-ДСП-0,5 №2 ємністю на одну порцію $E_{порц.}$ = 0,8 т.

Лінія екструдування кормової добавки

Розраховуємо необхідний об`єм для зберігання сировини за формулою:

$$U = \frac{0,2}{0,65 \times 0,8} = 3,6\ (м^3)$$

Розміри бункера для нормального зерна в плані приймаємо: a = 1 м, b = 1 м, h = 1,5м.

Об`єм одного бункера:

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

Приймаємо 1 бункер над екструдером.

Розраховуємо фактичну ємність бункерів за формулою :

$$E_ф = 1 \times 1,5 \times 0,65 \times 0,8 = 0,8\ (т)$$

Розраховуємо фактичну тривалість зберігання сировини в оперативних бункерах за формулою:

$$\tau_ф = \frac{0,8}{0,36} = 2,2\ (год)$$

Висновок: фактична ємність наддозаторних і оперативних бункерів забезпечує відповідно задані запаси сировини протягом необхідного проміжку часу.

5.8. Розрахунок транспортного обладнання

Експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання, т/год:

$$q_e = \frac{q_п \times \gamma_c \times К_в}{0,75}, \quad (5.8.1)$$

де q_e - експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання при транспортуванні сировини з об'ємною масою γ_c<0,75 т/м^3, т/год;

$q_п$ - паспортна продуктивність транспортного обладнання при транспортуванні сировини з об'ємною масою γ_c<0,75 т/м^3, т/год;

γ_c – об'ємна маса сировини, яку переміщує транспортне обладнання, т/м^3;

$К_в$ – коефіцієнт використання транспортного обладнання ($К_в$ = 0,85 для транспортного обладнання продуктивністю $q_e \leq 50$ т/год).

Коефіцієнт завантаження транспортного обладнання:

$$К_з = \frac{q_л}{q_e}, \quad (5.8.2)$$

де $К_з$ - коефіцієнт завантаження транспортного обладнання;

$q_л$ – продуктивність лінії, т/год;

q_e - експлуатаційна продуктивність транспортного обладнання, т/год.

Лінія підготовки зерна

Розраховуємо продуктивність норій №1-4 за формулою 5.8.1:

$$q_e = \frac{5 \times 0,48 \times 0,85}{0,75} = 2,72 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо норію НМ-5 (виробник ТОВ «Мельінвест»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норій НМ-5 №1-4 за форм 5.8.2:

$$К_з = \frac{1,8}{2,72} = 0,66$$

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №1-4 за форм. 5.8.1:

$$q_e = \frac{15 \times 0,48 \times 0,85}{0,75} = 8,16 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо скребковий конвеєр Р1-КС-160, з паспортною продуктивністю 15 т/год.

Розраховуємо коефіцієнт завантаження скребкових конвеєрів Р1-КС-160 №1-4 за формулою 5.8.2:

$$К_з = \frac{1,8}{8,16} = 0,22$$

Лінія підготовки гарбузових вичавок

Розраховуємо продуктивність вертикального конвеєра №5 за формулою 5.8.1:

$$q_e = \frac{10 \times 0,48 \times 0,85}{0,75} = 5,44 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо вертикальний конвеєр Т 401/3 №5, з паспортною продуктивністю 10 т/год.

Розраховуємо коефіцієнт завантаження скребкових конвеєрів Т 401/3 №5 за формулою 5.8.2:

$$К_з = \frac{1}{5,44} = 0,18$$

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №6 за форм. 5.8.1:

$$q_e = \frac{15 \times 0,48 \times 0,85}{0,75} = 8,16 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо скребковий конвеєр Р1-КС-160, з паспортною продуктивністю 15 т/год.

Розраховуємо коефіцієнт завантаження скребкових конвеєрів Р1-КС-160 №6 за формулою 5.8.2:

$$К_з = \frac{1}{8,16} = 0,12$$

Лінія основного змішування

Розраховуємо продуктивність скребкового конвеєра №7 за форм. 5.8.1:

$$q_e = \frac{15 \times 0,48 \times 0,85}{0,75} = 8,16 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо скребковий конвеєр Р1-КС-160, з паспортною продуктивністю 15 т/год.

Розраховуємо коефіцієнт завантаження скребкових конвеєрів Р1-КС-160 №7 за формулою 5.8.2:

$$К_з = \frac{1,8}{8,16} = 0,22$$

Лінія екструдування кормової добавки

Розраховуємо продуктивність норій №5, 6 за формулою 5.8.1:

$$q_e = \frac{5 \times 0,5 \times 0,85}{0,75} = 2,83 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо норію НМ-5 (виробник ТОВ «Мельінвест»), з паспортною продуктивністю 5 т/год.

Розраховуємо коефіцієнт завантаження норій НМ-5 №5, 6 за формулою 5.8.2:

$$К_з = \frac{2}{2,83} = 0,7$$

Розраховуємо продуктивність скребкових конвеєрів №9, 10 за формулою 5.8.1:

$$q_e = \frac{15 \times 0,5 \times 0,85}{0,75} = 8,5 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо скребковий конвеєр Р1-КС-160, з паспортною продуктивністю 15 т/год.

Розраховуємо коефіцієнт завантаження скребкових конвеєрів №9, 10 за формулою 5.8.2:

$$К_з = \frac{2}{8,5} = 0,25$$

Розраховуємо продуктивність гвинтового конвеєра №8 за формулою 5.8.1:

$$q_e = \frac{11,3 \times 0,5 \times 0,85}{0,75} = 6,4 \text{ (т/год)}$$

Приймаємо гвинтовий конвеєр КВ-160, з паспортною продуктивністю 11,3 т/год.

Розраховуємо коефіцієнт завантаження гвинтового конвеєра КВ-160 №8 за формулою 5.8.2:

$$К_з = \frac{2}{6,4} = 0,32$$

Висновок: встановлене транспортне обладнання забезпечує задану продуктивність технологічних ліній.

5.9 Оформлення відомості руху продуктів за схемою технологічного процесу виробництва комбікормової продукції

Таблиця 5.9.1 - Мінімальні кути нахилу самопливних труб для різних продуктів

Сировина, продукт, компоненти, готова продукція	Гранично допустимі кути нахилу самопливних труб, α, град.
Зернова сировина	36
Висівки	47
Продукти подрібнення	47
Мучки, шроти	50
Кормові продукти харчових виробництв	50
Сировина мінерального походження	50
Відходи	50
Відноси аспіраційних мереж	55
Лузга ячмінна, вівсяна, просяна	40
Гранули на виходу із прес-гранулятора	70
Комбікорми в розсипному вигляді	47…60
Комбікорми у вигляді гранульованої крупки	45…47° (залежить від розміру крупки)
Комбікорми у вигляді гранул	40…47° (залежить від розміру гранул)

Таблиця 5.9.2 – 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
1.Приймання сировини (приймальні пристрої корпусу сировини) і відпуску готової продукції (відпускні пристрої корпусу готової продукції), Ø, мм	220	220	220	300

Продовження табл. 5.9.2

Призначення самопливного трубопроводу	Діаметри самопливних труб при продуктивності лінії, $q_л$, т/год			
	до 5	до 10	до 20	більше 20
2.Для зернової сировини (виробничий корпус), Ø, мм	140	140	180	220
3.Для інших видів сировини, проміжних продуктів готової продукції (виробничий корпус), Ø, мм	140	180	180	220
4. Для відходів, Ø, мм	140	140	140	180

Таблиця 5.9.3 – Відомість руху продуктів

Назва, марка технологічного обладнання (ТО), силосів, бункерів	Кількість ТО, шт.	Продукти, які		Назва, марка ТО, на яке подається продукт	Транспортне обладнання			Кут нахилу самопливу, α, град				Діаметр самопливу, мм	Поверх перевірки кута нахилу самопливу
		надходять до ТО (до підготовки)	виходять з ТО (після підготовки)		Номер самопливу	Марка і номер норії	Марка і номер транспортера	В повздовжньому розрізі	В поперечному розрізі	Ффактичний	Гранично допустимий		
Лінія підготовки зерна													
Склад силосного типу	1	Зерно кукурудзи	Зерно кукурудзи	Наддозаторні бункери №1, №2	1 2 3а 3б	НМ-5 №1	Р1-КС-160 №1	70 75 90 90	78 82 77 77	68 74 77 77	Не менше 36	180	1 4 3 3
Наддозаторні бункери №1, №2	1	Зерно кукурудзи	Зерно кукурудзи	Багатокомпонентний ваговий дозатор ВБ-250 №1	4а 4б		Б6-ДПК №1, №2	78 78	90 90	78 78			2 2
Багатокомпонентний ваговий дозатор ВБ-250 №1	1	Зерно кукурудзи	Здозоване зерно кукурудзи	Піддозаторний бункер №3	-								
Піддозаторний бункер №3	1	Здозоване зерно кукурудзи	Здозоване зерно кукурудзи	Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-00 №1	5 6	НМ-5 №2	Р1-КС-160 №2	75 70	78 87	74 68			1 4
Магнітний сепаратор УЗ-ДКМ-00 №1	1	Здозоване зерно кукурудзи	Зерно кукурудзи очищене від ММД	Оперативний бункер №4	-								
Оперативний бункер №4	1	Зерно кукурудзи очищене від ММД	Зерно кукурудзи очищене від ММД	Просіювальна машина VZ 800x2000	7			90	88	88			3
Просіювальна машина VZ 800x2000	1	Зерно кукурудзи очищене від ММД	Крупна фракція	Молоткова дробарка Multimill-315	8			77	88	75			2

Продовження табл. 5.9.3

Просіювальна машина VZ 800x2000	1	Зерно кукурудзи очищене від ММД	Дрібна фракція	Піддробарний бункер №5	9			76	85	74	Не менше 36	180	2
Піддробарний бункер №5	1	Подрібнене зерно кукурудзи	Подрібнене зерно кукурудзи	Дозатор ВБ-50 №2	10			90	65	65			1
Піддробарний бункер №5	1	Подрібнене зерно кукурудзи	Подрібнене зерно кукурудзи	Змішувач УЗ-ДСП-0,5 №2	11 14 15а 15б	НМ-5 №4	Р1-КС-160 №4	80 78 90 90	86 75 75 62	85 74 75 62			1 2 2 1
Дозатор ВБ-50 №2	1	Подрібнене зерно кукурудзи	Здозоване подрібнене зерно кукурудзи	Змішувач СП-100 №1	12 13	НМ-5 №3	Р1-КС-160 №3	80 82	86 70	79 69			1 2
Лінія підготовки гарбузових вичавок													
Склад підлогового типу	1	Свіжі гарбузові вичавки	Свіжі гарбузові вичавки м	Подрібнювач для вологих продуктів ИРСТС-П-350-2	16 17		Т401/3 №5	77 90	78 63	76 63	Не менше 47	180	1 3
Подрібнювач для вологих продуктів ПРСТС-П-350-2	1	Свіжі гарбузові вичавки	Подрібнені гарбузові вичавки	Дозатор ВБ-50 №3	18			69	85	67			2
Дозатор ВБ-50 №3	1	Подрібнені гарбузові вичавки	Здозовані гарбузові вичавки	Піддозаторний бункер №7	-								
Під дозаторний бункер №7	1	Здозовані гарбузові вичавки	Здозовані гарбузові вичавки	Змішувач СП-100 №1	19		Р1-КС-160 №6	83	75	73			2
Лінія попереднього змішування													
Змішувач СП-100 №1	1	Здозовані гарбузові вичавки та зерно кукурудзи	Попередня суміш	Піддозаторний бункер №8	-						Не менше 47	180	

Продовження табл. 5.9.3

Піддозаторний бункер №8	1	Попередня суміш	Попередня суміш	Змішувач УЗ-ДСП-0,5 №2	20			76	80	74	Не мен-ше 47	180	1
Лінія основного змішування													
Змішувач УЗ-ДСП-0,5 №2	1	Попередня суміш та подрібнене зерно куку-рудзи	Основна суміш	Підзмішуваль-ний бункер №9	-						Не мен-ше 47	180	
Підзмішуваль-ний бункер №9	1	Основна суміш	Основна суміш	Магнітний се-паратор УЗ-ДКМ-00 №2	21 22	НМ-5 №5	Р1-КС-160 №7	82 66	85 68	81 65			1 4
Лінія екструдування кормової добавки													
Магнітний се-паратор УЗ-ДКМ-00 №2	1	Основна суміш	Основна суміш очищена від ММД	Оперативний бункер №10	-						Не мен-ше 47	180	
Оперативний бункер №10	1	Основна суміш очи-щена від ММД	Основна суміш очищена від ММД	Екструдер ЕХ-617	23			86	88	85			3
Екструдер ЕХ-617	1	Основна суміш очи-щена від ММД	Екструдат	Охолоджуюча колонка VK 14x14 R	24			90	90	90	Не мен-ше 70		2
Охолоджуюча колонка VK 14x14 R	1	Гарячий екс-трудат	Охолоджений екструдат	Подрібнювач валковий CPM 855 SS	25а 25б			86 84	90 83	86 82			2 1
Подрібнювач валковий CPM 855 SS	1	Охолоджений екструдат	Подрібнений екструдат	Наддозаторні бункери №11, №12	26 27 28а 28б	НМ-5 №6	КВ-160 №8, Р1-КС-160 №9	78 72 87 89	79 68 83 83	77 66 82 82	Не мен-ше 47		1 4 3 3
Наддозаторні бункери №11, №12	1	Екструдована кормова до-бавка	Екструдована кормова добав-ка	На комбікормо-вий завод або на автотранспорт	29		Р1-КС-160 №10	78	82	76			2

5.10 Технохімічний та технологічний контроль виробництва

Технохімічний контроль на комбікормовому заводі є важливою складовою процесу виробництва комбікормів. Він включає аналіз хімічного складу сировини, кормових сумішей та готової продукції для забезпечення якісного виробництва комбікормів, які відповідають потребам тварин і стандартам безпеки харчових продуктів.

Основні етапи технохімічного контролю на комбікормовому заводі включають:

1. Аналіз сировини. Лабораторія повинна перевірити якість сировини, що використовується у виробництві комбікормів. Перш за все, проводиться аналіз хімічного складу сировини, по таким показникам як, жири, білки та вуглеводи, клітковина тощо. Це допомагає визначити якість сировини та її придатність для виробництва комбікормів.

2. Контроль якості кормових добавок, які використовуються при виробництві комбікормів, такі як концентрати, вітамінно-мінеральні добавки тощо, також підлягають технохімічному контролю. Вони аналізуються на вміст поживних речовин, вітамінів, мінералів та інших складників, щоб забезпечити відповідну якість та консистенцію.

3. Контроль процесу виробництва. Під час виробництва комбікормів важливо забезпечувати стабільність та однорідність якості продукції. Технохімічний контроль включає моніторинг параметрів виробництва, таких як температура, вологість, тривалість процесів, змішування тощо. Регулярний аналіз цих параметрів допомагає забезпечити стабільність якості комбікормів.

4. Аналіз готової продукції на комбікормових підприємствах може включати оцінку якісних та кількісних параметрів кормів.

Основні аспекти, які можуть бути враховані при такому аналізі, включають:

– хімічний склад – це оцінка вмісту основних поживних речовин, таких як білки, жири, вуглеводи, вітаміни та мінерали. Порівняння фактичних значень з нормативними вимогами допомагає встановити, наскільки корм задовольняє потреби тварин;

– фізичні властивості – це оцінка текстури, форми та структури кормів. Вона може включати в себе аналіз розмірів часток, кольору, запаху та

консистенції корму. Ці параметри можуть впливати на споживання корму тваринами;

– показники поживної цінності: Це оцінка споживання корму тваринами та їхньої продуктивності. Вона включає в себе аналіз показників, таких як перетравлюваність, коефіцієнт перетравлення, приріст ваги та вміст продуктивних речовин у тварин;

– визначення якості жирів – оцінка кислотного числа, перекисного числа та інших параметрів жирів, які використовуються у складі комбікорму. Це допоможе визначити ступінь окислення та якість жирів, що може впливати на тривалість зберігання комбікорму;

– мікробіологічна безпека – це оцінка вмісту мікроорганізмів, таких як бактерії, пліснява та дріжджі, у готовому кормі. Цей аспект важливий для забезпечення безпечності споживання корму тваринами та запобігання поширенню захворювань;

– контроль за домішками – це оцінка вмісту небажаних речовин, таких як забруднення металами, пестицидами або іншими хімічними речовинами. Моніторинг рівнів домішок в готовому кормі важливий для забезпечення безпечності годівлі тварин;

У таблиці 5.10.1 наведена схема контролю технологічного процесу, в якій мають наводитися періодичність контролю, показники, які контролюються, і місце відбору проб для аналізів, норми та показники якості, яких необхідно дотримуватись, а також хто здійснює контроль тощо.

Таблиця 5.10.1 – Схема технохімічного контролю виробництва комбікормової продукції

Об’єкт контролю	Назва обладнання	Контрольні показники і параметри	Періодичність контролю	Хто здійснює контроль
Виробництво комбікормів	Очисні сепаратори	Вміст побічних і крупних домішок в компонентах	Не менше 1 разу за зміну	Виробничий персонал
		Вміст цілого зерна у відходах	2 рази на зміну	
		Цілісність сита	Не менше 1 разу на зміну	
	Магнітні сепаратори	Технічний стан установок і якість очищення магнітів	1 раз на зміну	
		Здача металомагнітних домішок у ВТЛ	В кінці зміни	
		Вантажопідйомність магнітів	1 раз на рік	Головний технолог

Продовження табл. 5.10.1

Об'єкт контролю	Назва обладнання	Контрольні показники і параметри	Періодичність контролю	Хто здійснює контроль
Виробництво комбікормів	Молоткова дробарка	Технічний стан	Кожні 2 години	Виробничий персонал
		Вміст цілих зерен в подрібненій суміші		Виробничий персонал
		Крупність		ВТЛ
	Багатокомпонентний ваговий дозатор	Перевірка відповідності фактичної маси за зростаючим підсумком за технологічною картою	2 рази на зміну 1 раз на зміну	Виробничий персонал ВТЛ
		Визначення точності дозування згідно із заданою рецептурою	2 рази на зміну 1 раз на зміну	
	Змішувач	Перевірка параметрів змішувача	1 раз на зміну	
	Прес-гранулятор	Визначення відповідності тиску і температури пари нормативним параметрам	Кожні 2 години роботи	Виробничий персонал
	Охолоджувач гранул	Температура гранул на виході із охолоджувача	Кожні 2 години роботи	Виробничий персонал
		Розмір гранул	В кожній середньо-змінній пробі	ВТЛ
		Прохід через сито з отворами діаметром 2,0 мм		
		Крихкість гранул		
		Водостійкість гранул		
		Вміст вологи в гранулах		
	Подрібнювач гранул і просіювальна машина	Відбирання проб	Кожна партія	Виробничий персонал
		Визначення залишку на ситі певного діаметра і проходу крізь дане сито	2 рази на зміну	ВТЛ

Розділ 6. Охорона праці

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які мають найбільший вплив на працюючих

Аналіз технологічної схеми комбікормового заводу показує, що в процесі роботи можуть виникнути наступні потенційно небезпечні й шкідливі виробничі фактори (НШВФ) (за НАОП 8.1.00.01-88):

– рухливі частини технологічного обладнання (конвеєри – 1, 2, 5 поверхи, просіювальні машини – 4, 5 поверхи, змішувач – 2, 3 поверхи, прес-гранулятор – 3 поверх, молоткова дробарка – 2 поверх, подрібнювач – 1 поверх);

– конструкції, які руйнуються (вибухорозрядні труби норій – 5 поверх), вікна та двері на всіх поверхах;

– рухомі матеріали (вихідна сировина, розсипний комбікорм, гранульований комбікорм, що переміщується по самопливах і конвеєрах);

– підвищена запиленість повітря робочої зони (молоткова дробарка – 2 поверх, валковий подрібнювач – 1 поверх, просіювальні машини – 4, 5 поверхи, конвеєри – 1, 2, 5 поверхи, норії –5 поверх); ГДК пилу складає 4 мг/м^3 за ГОСТ 121.005 – 88 (домішка двоокису кремнію складає 2…10 %);

– підвищена температура поверхні обладнання (кондиціонер – 4 поверх, прес-гранулятор – 3 поверх, охолоджувач – 2 поверх);

– підвищена температура повітря робочої зони (кондиціонер – 4 поверх, прес-гранулятор – 3 поверх, охолоджувач – 2 поверх). Норма 15…21 ^{o}C, температура повітря за постійними робочими місцями 13…24 ^{o}C за НАОП 8.1.00.01-88;

– підвищений рівень шуму на робочому місці (кондиціонер – 4 поверх, прес-гранулятор – 3 поверх, дробарка – 2 поверх, подрібнювач – 1 поверх, транспортне обладнання); нормативне значення на постійному робочому місті дорівнює 80 дБА (згідно ГОСТ 12.1.003-83);

– підвищений рівень вібрації на робочому місці (дробарка – 2 поверх, подрібнювач – 1 поверх, кондиціонер – 4 поверх, прес-гранулятор – 3 поверх, просіювальні машини – 4, 5 поверхи). Нормативне значення віброшвидкості – 92

дБ при частоті вібрації технологічного обладнання 60-63 Гц (ГОСТ 3.3.6.037-99);

– підвищена чи понижена вологість повітря (кондиціонер – 4 поверх, пресгранулятор 3 поверх, охолоджувач – 2 поверх). По нормі відносна вологість не вище 75 % в холодний період, в теплий – 75 % при температурі 24 ºС

(згідно ГОСТ 12.1.005-88);

– підвищена або понижена рухливість повітря – зони обслуговування технологічного обладнання в теплий чи холодний періоди року в залежності від погодних умов, влітку – протяги. Згідно ГОСТ 12.1.005-88, швидкість руху повітря не більше 0,4 м/с, температура повітря приміщень на робочих місцях 13…24 ºС;

– підвищене значення напруги в електричному колі, замикання якої може пройти через тіло людини (все технологічне і транспортне обладнання підключене до мережі з напругою 380 В);

– підвищений рівень статичної електрики (транспортне обладнання, поверхня просіювальної машини, дробарка, самопливні труби, бункера, аспіраційні установки);

– відсутність чи нестача природного освітлення (особливо у холодний період); так як в виробничому приміщенні виконуються роботи четвертого розряду зорової роботи, тому коефіцієнт природного освітлення повинен бути не менше 1,5 % [ГОСТ 3.3.6.042-99];

– гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхні інструментів, обладнання (обладнання з рухомими деталями, різне допоміжне обладнання);

– розташування обладнання на висоті відносно підлоги (конвеєри, головки норій (висота не менше 2 м) – 1, 2, 5 поверхи, обслуговування бункерів – 2, 4 поверхи виробничого корпусу – висота до 3 м;

– хімічні фактори – премікси, БВД (вузол мікродозування – 4-5 поверхи) як складові частини комбікормів (шляхи проникнення – через органи дихання, шкіру, слизові оболонки; в великих кількостях викликають інтоксикацію організму людини);

– біологічні фактори – бактерії, віруси, гриби, патогенні мікроорганізми, що перебувають на зерні, а також гризуни (пацюки), як макроорганізми;

– психофізіологічні (монотонність праці, фізичне, динамічне та емоційнеперевантаження, перенапруга аналізаторів слуху, нюху).

Розділ 7. Техніко-економічні показники

7.1 Розрахунок необхідної суми інвестицій

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

– первісної вартості впроваджуваного обладнання ($ПВ_{об}$);

– первісної вартості будівельних робіт ($ПВ_{буд}$);

– оборотних коштів, які знадобляться комбікормовому заводу для випуску необхідного обсягу продукції (ОК).

$$І = ПВ_{об} + ПВ_{буд} + ОК$$

Інвестиції в основні фонди є первісною вартістю запропонованого до впровадження обладнання та будівельних робіт. До складу первісної вартості впроваджуваного обладнання *($ПВ_{об}$)* входять вартість його придбання *($В_{пр}$)*, транспортні витрати на доставку *($Т_р$)*, заготівельно-складські витрати *($З_с$)* та витрати на монтаж обладнання *($М_н$):*

$$ПВоб = 1{,}2 * (Впр + Тр + Зс + Мн),$$

де $Т_р$ = 8 % від вартості придбання обладнання;

$З_с$ = 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.

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
Магнітний сепаратор	УЗ-ДКМ-00	2	225	450	45
Просіювальна машина	VZ 800x2000	1	300	300	30
Подрібнювач для рідких компонентів	ПРСТС-П-350-2	1	350	350	35
Екструдер	EX617	1	870	870	87
Молоткова дробарка	Multimill- 315	1	620	620	62
Ваги бункерні	ВБ-50	2	75	150	15
Змішувач	СП-100	1	270	270	27
Охолоджувач	VK 14x14 R	1	370	370	37
Ваги бункерні	ВБ-250	1	170	170	17
Змішувач	УЗ-ДСП-0,5	1	450	450	45
Подрібнювач	CPM 855 SS	1	720	720	72
Скребковий конвеєр	Р1-КС-160	8	160	1280	128
Гвинтовий конвеєр	КВ-160	2	135	270	27
Вертикальний гвинтовий конвеєр	Т401/3	1	170	170	17
Норія	НМ-5	6	125	750	75
Покупна вартість обладнання				7190	719

$$Т_р = 7190 \times 0{,}08 = 575{,}2 \text{ тис. грн}$$

$$З_с = 7190 \times 0{,}02 = 143{,}8 \text{ тис. грн}$$

$$ПВ_{об} = 1{,}2 \times (7190 + 719 + 575{,}2 + 143{,}8) = 10353{,}6 \text{ тис. грн}$$

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 2160 кв. м інвестиції на будівництво становлять:

ПВбуд = 2160 кв.м × 7000 грн/кв.м × 1,2 / 1000 = 18144 тис. грн Комбікормовому заводу знадобляться оборотні кошти. Обсяг

оборотних коштів визначають за формулою:

$$ОК = ОВ \times Тоб / 360,$$

де ОК – оборотні кошти підприємства; ОВ – обсяг виробництва продукції за рік;

Т об – тривалість 1 обороту оборотних коштів (40 днів).

$$ОК = 75800 \times 40 / 360 = 8422,2 \text{ тис грн.}$$

$$I = 10353,6 + 18144 + 8422,2 = 36919,8 \text{ тис. грн}$$

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	48
Плановий фонд робочого часу підприємства, діб	280
Коефіцієнт використання виробничої потужності	0,75
Плановий обсяг виробництва к/к на рік, тис. т	10

Таким чином, плановий обсяг виробництва кормової добавки становитиме 10 тис. т на рік.

7.3 Розрахунок собівартості 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

Компоненти кормової добавки	В рецепті, %	Ціна за 1 т, грн	Вартість компоненту	
			В 1 т кормової добавки, грн	У загальному обсязі виробництва, тис. грн
Ячмінь	90	8400	7560	75600
Гарбузові вичавки	10	200	20	200
Всього	100		7580	75800

Додаткові витрати на паливо й енергію

Витрати на енергію:

$$В_{ел} = П_{ел.дв.} \times РП_i \times Т_р \times Т_{ел},$$

де $П_{ел.дв.}$ – потужність електродвигунів обладнання, кВт;

$РП_i$ – річний період роботи заводу в днях;

$Т_р$ – середня тривалість роботи заводу за добу;

Т – тариф за 1 кВт×год електроенергії.

$$В_{ел} = 370 \times 280 \times 24 \times 5,6 /1000 = 13923,84 \text{ тис. грн}$$

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	Екструдування добавки
Річний додатковий обсяг екструдування, тис. т	10
Норма витрачання умовного палива на екструдування 1 т, кг	12
Річна потреба в умовному паливі, т	120
Вид натурального палива	газ
Коефіцієнт переводу умовного палива в натуральне	0,88
Річна потреба в натуральному паливі, т (або куб. м)	105,6
Вартість 1 тонни (або 1 куб. м) натурального палива, грн	8200
Вартість річної потреби натурального палива, тис. грн	865,92

Загальні витрати на паливо та енергію:

$$В_{пе} = 13923,84 + 865,92 = 14789,76 \text{ тис. грн}$$

Загальні матеріальні витрати:

$$МВ = В_{сир} + В_{мат} + В_{пе}$$

$$МВ = 75800 + 14789,76 = 90589,76 \text{ тис. грн}$$

Витрати на оплату праці

Таблиця 7.3.3 – Розрахунок витрат на оплату праці на 1 зміну

Склад виробничої зміни	Кіль-кість	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Фонд робочого часу, год/рік	Фонд оплати праці, грн/рік
Начальник зміни	1	6	70,56	2080	146764,8
Оператор	1	5	63,36	2080	131788,8
Вантажник	1	2	40,34	2080	83907,2
Технолог	1	5	63,36	2080	131788,8
Електрик	1	4	54,72	2080	113817,6
Усього основна зар. платня	5				608067,2
Додаткова зар. платня (20 %)					121613,4
Всього основна і додаткова заробітна платня, грн					729680,6

Кількість змін – 2.

Чисельність виробничого персоналу: 5 × 2 = 10 осіб.

Загальні витрати на оплату праці виробничого персоналу – 899448,58 грн. Чисельність невиробничого персоналу: 10 × 0,3 = 3 особи.

Загальна чисельність персоналу – 13 осіб.

При середній заробітній платі одного працівника невиробничого персоналу у 8500 грн, фонд оплати праці невиробничого персоналу складе:

3 ос.×8500 грн×9 міс. / 1000 = 229,5 тис. грн.

Загальні річні витрати на оплату праці складають:

$$В_{оп} = 1459,4 + 229,5 = 1688,9 \text{ тис. грн}$$

Відрахування до єдиного соціального внеску

Відрахування до єдиного соціального внеску необхідно визначити,

використовуючи встановлені ставки відрахувань (22 %):

$$В_{св} = 1688,9 \times 0,22 = 371,56 \text{ тис.грн}$$

Витрати з амортизації основних фондів

Амортизаційні відрахування будівель, споруд *($ДА_{буд}$)* та обладнання *($ДА_{обл}$)* можна розрахувати за формулою:

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

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

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

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

$$А_{обл.} = 10353,6 / 1,2 * 0,2 = 1725,6 \text{ тис. грн}$$

$$А_{буд.} = 18144 / 1,2 * 0,05 = 756 \text{ тис. грн}$$

$$А_{заг} = 1725,6 + 756 = 2481,6 \text{ тис. грн}$$

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

$$РМ_{обл.} = 10353,6 \times 0,3 = 3106,08 \text{ тис. грн.}$$

$$РМ_{буд} = 18144 \times 0,3 = 5443,2 \text{ тис. грн.}$$

$$РМ_{заг} = 3106,08 + 5443,2 = 8549,28 \text{ тис. грн.}$$

Загальні витрати за статтею «Амортизація» складають:

$$А = 2481,6 + 8549,28 = 11030,88 \text{ тис. грн.}$$

Додаткові інші витрати

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

$$В_{інші} = 90589,76 \times 0,05 = 4529,48 \text{ тис. грн}$$

Всі статті собівартості продукції нового комбікормового 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	90589,76	9058,97
в тому числі: сировина та матеріали	75800	7580
паливо та енергія	14789,76	1478,97
Витрати на оплату праці	1688,9	168,89
Відрахування до єдиного соціального внеску	371,56	37,15
Амортизація основних фондів	11030,88	1103,08
Інші витрати	4529,48	452,95
Всього витрат (собівартість виробленої продукції)	**108210,58**	**10821,06**

Повна собівартість виробництва 1 т кормової добавки складає 10821,06 тис. грн.

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

$Ц_{1\,т\,КД}$ = 10821,06 × 1,2 = 12985,27 грн

7.4 Приріст прибутку від реалізації проекту

Прибуток від виробництва та реалізації кормової добавки складає:

$\Delta П_1$ = (12985,27 – 10821,06) × 10 = 21642,12 тис. грн

Приріст чистого прибутку при ставці податку 18 % складе

Δ ЧП = ΔП × 0,82 = 21642,12 × 0,82 = 17746,54 тис. грн

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

Строк їх окупності можна розрахувати за формулою:

$$Т = І / (ЧП + А)$$

де ЧП – чистий прибуток заводу;

А – сума амортизаційних відрахувань.

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

$$Т = 36919,8 / (17746,54 + 2481,6) = 1,8 \text{ рік}$$

Строк окупності менше 4 років, тому проект є доцільним.

Зворотний показник терміну окупності ROI (Return on Investment) – це показник, який визначає, за скільки часу інвестиції повернуться вам у вигляді прибутку чи виручки. Це один з ключових показників ефективності інвестиційного проекту.

Формула для розрахунку зворотного показника терміну окупності така:

$$ROI = (\Delta П / I) = (21642,12 / 36919,8) = 0,58$$

Основні техніко-економічні показники проекту представлені в табл. 7.5.1.

Таблиця 7.5.1 – Основні техніко-економічні показники проекту

Показники	Значення
Інвестиції на реалізацію проекту, тис. грн	36919,8
Інвестиції у обладнання, тис. грн	11139,12
Інвестиції на будівництво, тис. грн	18144
Річний обсяг виробництва екструдованої кормової добавки у натуральному виразі, тис. т	10
Середньооблікова чисельність персоналу за основною діяльністю, осіб	13
Ціна 1 т кормової добавки, грн	12314,74
ROI	0,58
Приріст прибутку від реалізації проекту, тис. грн	21642,12
Приріст чистого прибутку від реалізації проекту, тис. грн	17746,54
Строк окупності проекту, років	1,8

Висновок: проєкт є інвестиційно привабливим, інвестиції у розмірі майже 37 млн грн окупаються майже за 2 роки з рентабельністю 55 %. Щорічно підприємство отримуватиме чистий прибуток у розмірі 17,7 млн грн.

В результаті реалізації проєкту буде випускатись 10 тис. т високоякісної екструдованої кормової добавки, яка є порівняно недорогою - 12,3 грн за кг. Будуть облаштовані нові робочі місця, що наддасть можливість залучити 13 фахівців, і є свідоцтвом соціальної значущості проєкту. Підприємство є нешкідливим з точки зору екології, навпаки, мова йде про досконалу переробку відходів харчових виробництв.

Все це свідчить господарську значущість і економічну ефективність проєкту.

Висновки:

На основі узагальнення теоретичного матеріалу та експериментальних досліджень обґрунтовано доцільність використання кормової добавки для виробництва комбікормів для великої рогатої худоби.

Експериментальним шляхом було обґрунтовано склад кормової добавки з використанням подрібненого зерна ячменю і гарбузових вичавок у співвідношенні 90:10.

На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень обґрунтовано режими технологічних процесів виробництва кормової добавки: тиск у робочій зоні екструдера 2,0…3,0 МПа, температура продукту на виході 110…120 ºС, діаметр отворів матриці 10 мм.

Досліджено вплив процесу екструдування на фізичні властивості, хімічний склад, мікробіологічні показники якості та досліджено допустимі терміни зберігання готової кормової добавки.

Розроблено рецепти комбікормів для телят у віці від 76 до 115 днів, в яких частину зерна ячменю та висівок замінили кормовою добавкою. Готові рецепти відповідають нормам годівлі і обмеженням по введенню компонентів.

Встановлено, що комбікорм, до складу якого введено кормову добавку, має меншу вартість за рахунок введення гарбузових вичавок.

Розроблена схема технологічного процесу виробництва кормової добавки, яка включає переробку гарбузових вичавок у суміші з подрібненим зерном ячменю із застосуванням формування попередньої суміші компонентів.

При розробці технології було дотримано всі норми проєктування та правила з охорони праці.

На реалізацію інвестиційного проекту необхідні інвестиції у розмірі 36919,8 тис. грн., які будуть окуплені на протязі 1,8 року, тому реалізація інвестиційного проекту є економічно доцільною.

Список літератури

1. Compound Feed Market Size [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.gminsights.com/industry-analysis/compound-feed-market
2. Compound Feed Manufacturing [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.globalgap.org/what-we-offer/solutions/compound-feed-manufacturing/
3. EU feed production forecast shows mixed outlook for 2024 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://feedplanetmagazine.com/blog/eu-feed-production-forecast-shows-mixed-outlook-for-2024-4115
4. 2024 Alltech Agri-Food Outlook shares global feed production survey data and influential trends in agriculture [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.alltech.com/press-release/2024-alltech-agri-food-outlook-shares-global-feed-production-survey-data-and
5. 2024 Agri-Food Outlook by Alltech Released Top 10 feed-producing countries [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dairynews.today/global/news/2024-agri-food-outlook-by-alltech-released-top-10-feed-producing-countries.html
6. Top-10 Pumpkin Producing Countries in the World [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://currentaffairs.adda247.com/top-10-pumpkin-producing-countries-in-the-world/
7. The European market potential for pumpkins and squash [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.cbi.eu/market-information/fresh-fruit-vegetables/pumpkins-and-squash/market-potential
8. World Pumpkin Production by Country [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.atlasbig.com/en-us/countries-pumpkin-production
9. В Україні зростає попит на мускатний гарбуз, а також на сорти для переробки [Електронний ресурс]. // Режим доступу: https://agravery.com/uk/posts/show/v-ukraini-zrostae-popit-na-muskatnij-garbuz-a-takoz-na-sorti-dla-pererobki

10. Гарбузи: вільна ніша та шанс на виживання для малих аграріїв [Електронний ресурс]. // Режим доступу: https://agroportal.ua/publishing/idei-dlya-biznesa/garbuzi-vilna-nisha-ta-shans-na-vizhivannya-dlya-malih-agrarijiv
11. "Епіцентр Агро" у 2024 р. відновить роботу насіннєвого заводу в Хмельницькій області [Електронний ресурс]. // Режим доступу: https://interfax.com.ua/news/economic/970895.html
12. Українське підприємство виробляє 13 видів напоїв з гарбузового соку [Електронний ресурс]. // Режим доступу: https://shotam.info/ukrains-ke-pidpryiemstvo-vyrobliaie-13-vydiv-napoiv-z-harbuzovoho-soku/
13. Не яблуком єдиним: Гадз вирощуватиме гарбуз і займеться переробкою [Електронний ресурс]. // Режим доступу: https://agroportal.ua/news/eksklyuzivy/ne-yablukom-yedinim-gadz-viroshchuvatime-garbuz-i-zaymetsya-pererobkoyu
14. ВАТ «Одеський консервний завод дитячого харчування» випустив преміальні моно-пюре для малюків [Електронний ресурс]. // Режим доступу: https://vitmark.com/news/vat-odeskiy-konservniy-zavod-dityach/
15. Pumpkin and Pumpkin By-Products: A Comprehensive Overview of Phytochemicals, Extraction, Health Benefits, and Food Applications [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.mdpi.com/2304-8158/13/17/2694
16. Левківська Т. Перспективи використання вітамінних збагачувачів на основі каротиновмісних овочів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6291a8d8-49ab-4712-ba45-5e902c3a591f/content
17. Pumpkin and Pumpkin Byproducts: Phytochemical Constitutes, Food Application and Health Benefits [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsomega.3c02176
18. Byproduct from pumpkin (Cucurbita moschata Duchesne ex poiret) as a substrate and vegetable matrix to contain Lactobacillus casei [Електронний

ресурс]. – Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1756464616000864

19. Effect of supplemental flax and pumpkin pomace on meat performance and quality of Ross 308 broiler chickens meat [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/360117530_Effect_of_supplemental_flax_and_pumpkin_pomace_on_meat_performance_and_quality_of_Ross_308_broiler_chickens_meat
20. Utilization of pumpkin (Cucurbita moschata) seed in broiler chicken diets [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/228939630_Utilization_of_pumpkin_Cucurbita_moschata_seed_in_broiler_chicken_diets
21. Effect of dietary pumpkin (Cucurbita moschata) seed meal on layer performance and egg quality characteristics [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/352713798_Effect_of_dietary_pumpkin_Cucurbita_moschata_seed_meal_on_layer_performance_and_egg_quality_characteristics
22. Halik G., Lozicki A., Wilczak J., Arkuszewska E., Makarski M. Pumpkin (Cucurbita Maxima D.) Silage as a Feed That Improves Nutritional Properties of Cow's Milk. J. Agric. Sci. Technol [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://jast.modares.ac.ir/browse.php?a_id=16916&sid=23&slc_lang=fa
23. Razzaghzadeh S., Amini-Jabalkandi J., Hashemi A. Effects of different levels of pumpkin (Cucurbita pepo) residue silage replacement with forage part of ration on male buffalo calves fattening performance. Ital. J. Anim. Sci. 2007 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.4081/ijas.2007.s2.575
24. Klir Ž., Castro-Montoya J.M., Novoselec J., Molkentin J., Domacinovic M., Mioc B., Dickhoefer U., Antunovic Z. Influence of pumpkin seed cake and

extruded linseed on milk production and milk fatty acid profile in Alpine goats [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S175173111700060X?via%3Dihub

25. Antunovic Z., Klir Ž., Šperanda M., Sičja V., Čolović D., Mioč B., Novoselec J. Partial replacement of soybean meal with pumpkin seed cake in lamb diets: Effects on carcass traits, haemato-chemical parameters and fatty acids in meat [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.ajol.info/index.php/sajas/article/view/178331

26. Medina-González R., Ortiz-Milán A., Elias-Iglesias A., Álvarez-Villar V.M., Brea-Maure O. Efecto de la calabaza fermentada (Cucurbita pepo) en los parámetros productivos y de salud en cerdos en preceba [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_agricultura/article/view/8835

27. Єгоров, Б.В. Контроль якості та безпека продукції в галузі (комбікормова галузь): Підручник [Текст] / Єгоров Б.В., Кочетова А.О., Величко Т.О., Хоренжий Н.В., Сусло В.В., Ісламов В.А., Турпурова Т.М. – Херсон: Олді-плюс, 2013. – 446 с.

28. Єгоров, Б. В. Технологія виробництва комбікормів [Текст] / Б.В.Єгоров. – Одеса: Друкарський дім, 2011. – 448 с.

29. Характеристика відходів технічних виробництв [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://ukrbukva.net/print:page,1,58826-Harakteristika-othodov-tehnicheskih-proizvodstv.html

30. Єгоров, Б.В. Технологія виробництва преміксів [Текст] / Б.В. Єгоров, О.І. Шаповаленко, А.В. Макаринська. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 288с.

31. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Науково-технічний прогрес у зернопереробній галузі (комбікормова промисловість)» для студентів спеціальності 7.05170101 денної і заочної форм навчання в 2-х частинах. Частина 1./ Укладачі: Б.В. Єгоров, А.В.

Макаринська, О.Є. Воєцька / За ред. Б.В. Єгорова – Одеса: ОНАХТ, 2011. – 48 с.

32. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу "Проектування підприємств галузі з КП" та кваліфікаційних робіт у 3-х частинах. Ч. 1 [Електронний ресурс] : для здобувачів вищої освіти спец. 181 "Харчові технології", ("Технології зберігання і переробки зерна"), СВО "Бакалавр" ден. і заоч. форм навчання / Б. В. Єгоров, А. В. Макаринська, Т. В. Бордун та ін. ; за ред. А. В. Макаринської ; відп. за вип. А. В. Макаринська ; Каф. технології зерна і комбікормів. – Одеса : ОНТУ, 2022. – 51 с.
33. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу "Проектування підприємств галузі з КП" та кваліфікаційних робіт у 3-х частинах. Ч. 2 [Електронний ресурс] : для здобувачів вищої освіти спец. 181 "Харчові технології", ("Технології зберігання і переробки зерна"), СВО "Бакалавр" ден. і заоч. форм навчання / Б. В. Єгоров, А. В. Макаринська, Т. В. Бордун та ін. ; за ред. А. В. Макаринської ; відп. за вип. А. В. Макаринська ; Каф. технології зерна і комбікормів. – Одеса : ОНТУ, 2022. – 45 с.
34. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з курсу "Проектування підприємств галузі з КП" та кваліфікаційних робіт у 3-х частинах. Ч. 3 [Електронний ресурс] : для здобувачів вищої освіти спец. 181 "Харчові технології", ("Технології зберігання і переробки зерна"), СВО "Бакалавр" ден. і заоч. форм навчання / Б. В. Єгоров, А. В. Макаринська, Т. В. Бордун та ін. ; за ред. А. В. Макаринської ; відп. за вип. А. В. Макаринська ; Каф. технології зерна і комбікормів. – Одеса : ОНТУ, 2022. – 52 с.
35. Браженко, В.Є. Особливості компонування обладнання та вимоги безпеки до його розміщення на комбікормових підприємствах [Текст] / В.Є. Браженко, О.О. Фесенко // Наук. пр. / ОНАХТ. – О., 2014. – Вип. 46, т. 1. – С. 100–106.

36. Правила організації і ведення технологічного процесу виробництва комбікормової продукції [Текст]: затв. наказом Агропромислового комплексу України 20.03.98 – Київ: МАКУ і КІХ, 1998. – 256 с.
37. Методичні вказівки до практичних робіт з курсу «Охорона праці в галузі» для студентів всіх напрямів підготовки денної та заочної форм навчання / Укл. О.А. Нетребський, І.А. Дюдіна, З.М.Сахарова / ¬Одеса: ОНАХТ, 2011. – 33 с.
38. Правила проектування аспіраційних установок підприємств по зберіганню і переробці зерна [Текст] / Одеса-Київ 1995 р.
39. Монтік П.М. Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник [Текст] / П.М. Монтік. – Львів: «Новий світ – 2000», 2007. – 500 с.
40. Методичні вказівки до виконання розділу дипломного проекту «Електрозабеспечення та енергозбереження» для студентів професійного напряму Монтік, Є.П. Штепа. – Одеса : ОНАХТ, 2008. – 15 с.

Додатки

Додаток А – Рецепти комбікорму

Одеський національний технологічний університет
+38 (048) 300-00-33
м. Одеса, вул. Канатна, 112

РЕЦЕПТ ПОВНОРАЦІОННОГО КОМБІКОРМУ № КК-60-88
ДЛЯ ТЕЛЯТ У ВІЦІ ВІД 76 ДО 115 ДНІВ

Дата друку: 10.10.2024 19:46

Склад	У рецепті
ЯЧМІНЬ	35,000 %
ПШЕНИЦЯ	4,619 %
КУКУРУДЗА	21,243 %
ВИСІВКИ ПШЕНИЧНІ	15,000 %
ШРОТ СОНЯШНИКОВИЙ СП 38%, СК 19%	22,791 %
МІКОСОРБ	0,050 %
КРОНОЦИД Д	0,100 %
ЕНДОКС	0,012 %
ОЛІЯ СОЄВА	0,361 %
СІЛЬ КУХОННА	0,300 %
МОНОКАЛЬЦІЙФОСФАТ	0,024 %
ПКР-2 ТЕЛЯТ 75-400 днів	0,500 %

Найменування	Од. зм.	Розрахунок
ОЕ ВРХ	МДж/Кг	11,20
КОРМОВІ ОДИНИЦІ	%	106
СИРИЙ ПРОТЕЇН	%	16
СИРА КЛІТКОВИНА Р	%	7,40
лізин	%	0,50
МЕТИОНИН+ЦИСТИН	%	0,57
Ca	%	0,13
P	%	0,50
NaCl	%	0,38

_____ Ворона Н.В.

Одеський національний технологічний університет

+38 (048) 300-00-33
м. Одеса, вул. Канатна, 112

РЕЦЕПТ ПОВНОРАЦІОННОГО КОМБІКОРМУ № КК-60-88
ДЛЯ ТЕЛЯТ У ВІЦІ ВІД 76 ДО 115 ДНІВ

Дата друку: 10.10.2024 19:46

Склад	У рецепті
ЯЧМІНЬ	12,440 %
ПШЕНИЦЯ	4,619 %
КУКУРУДЗА	21,243 %
КОРМОВА ДОБАВКА	25,122 %
ВИСІВКИ ПШЕНИЧНІ	12,438 %
ШРОТ СОНЯШНИКОВИЙ СП 38%, СК 19%	22,791 %
МІКОСОРБ	0,050 %
КРОНОЦИД Д	0,100 %
ЕНДОКС	0,012 %
ОЛІЯ СОЄВА	0,361 %
СІЛЬ КУХОННА	0,300 %
МОНОКАЛЬЦІЙФОСФАТ	0,024 %
ПКР-2 ТЕЛЯТ 75-400 днів	0,500 %

Найменування	Од. зм.	Розрахунок
ОЕ ВРХ	МДж/Кг	11,20
КОРМОВІ ОДИНИЦІ	%	106
СИРИЙ ПРОТЕЇН	%	16
СИРА КЛІТКОВИНА Р	%	7,40
лізин	%	0,50
МЕТИОНИН+ЦИСТИН	%	0,57
Ca	%	0,13
P	%	0,50
NaCl	%	0,38

_____ Ворона Н.В.

Одеський національний технологічний університет
+38 (048) 300-00-33
м. Одеса, вул. Канатна, 112

РЕЦЕПТ ПОВНОРАЦІОННОГО КОМБІКОРМУ № КК-60-88-2
ДЛЯ ТЕЛЯТ У ВІЦІ ВІД 116 ДО 400 ДНІВ

Дата друку: 10.10.2024 20:26

Склад	У рецепті
ПШЕНИЦЯ	35,000 %
ЯЧМІНЬ	22,521 %
ВИСІВКИ ПШЕНИЧНІ	20,000 %
МАКУХА СОНЯШНИКОВа СП 34%, СК 22%	18,317 %
МІКОСОРБ	0,050 %
КРОНОЦИД Д	0,100 %
ЕНДОКС	0,012 %
СІЛЬ КУХОННА	1,000 %
ВАПНЯКОВА МУКА	2,000 %
П63-1/1 для телят и коров 1%	1,000 %

Найменування	Од. зм.	Розрахунок
ОЕ ВРХ	МДж/Кг	10,61
КОРМОВ ОДИНИЦІ	%	104,54
СИРИЙ ПРОТЕЇН	%	14,04
СИРА КЛІТКОВИНА	%	7,35
Ca	%	0,84
P	%	0,51
NaCl	%	1,04

_____ Ворона Н.В.

Одеський національний технологічний університет
+38 (048) 300-00-33
м. Одеса, вул. Канатна, 112

РЕЦЕПТ ПОВНОРАЦІОННОГО КОМБІКОРМУ № КК-65-142
Для ВІДГОДІВЛЯ ВРХ СТІЙЛОВИЙ ПЕРІОД

Дата друку: 11.10.2024 12:10

Склад	У рецепті
ВИСІВКИ ПШЕНИЧНІ	40 %
МУЧКА КОРМОВА ПШЕНИЧНА	18,7 %
МАКУХА СОНЯШНИКОВА СП 34%, СК 18%	20 %
ШРОТ СОНЯШНИКОВИЙ СП 38%, СК 17%	3 %
БОРОШНО ТРАВ'ЯНЕ ЛЮЦЕРНОВА СП 17%	15 %
СІЛЬ КУХОННА	1 %
ВАПНЯКОВЕ БОРОШНО	1,3 %
ВИСОКОПРОДУКТИВНІ КОРОВИ З УДОЄМ ПОНАД	1 %

Найменування	Од. зм.	Розрахунок
ОЕ ВРХ	МДж/Кг	11,0
СУХА РЕЧОВИНА	%	89,06
СИРИЙ ПРОТЕЇН	%	18,91
СИРИЙ ЖИР	%	6,12
СИРА КЛІТКОВИНА	%	12,01
СИРА ЗОЛА	%	7,54
Ca	%	0,75
P	%	0,78
NaCl	%	1,07

_____ Ворона Н.В.

Додаток Б - Презентація

Міністерство освіти і науки України
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗЕРНОВОГО,
ПЕРЕРОБНОГО І ХЛІБОПЕКАРСЬКОГО БІЗНЕСУ ІМ. К.А. БОГОМАЗА
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ ЗЕРНА І КОМБІКОРМІВ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
на тему:

«Науково-практичні аспекти використання нетрадиційних видів сировини при виробництві комбікормової продукції »

Виконала: Акім А.В.
Керівник: к.т.н., доц. Чернега І.С.

CN - Китай
IN - Індія
UA - Україна
RU - РФ
USA - США

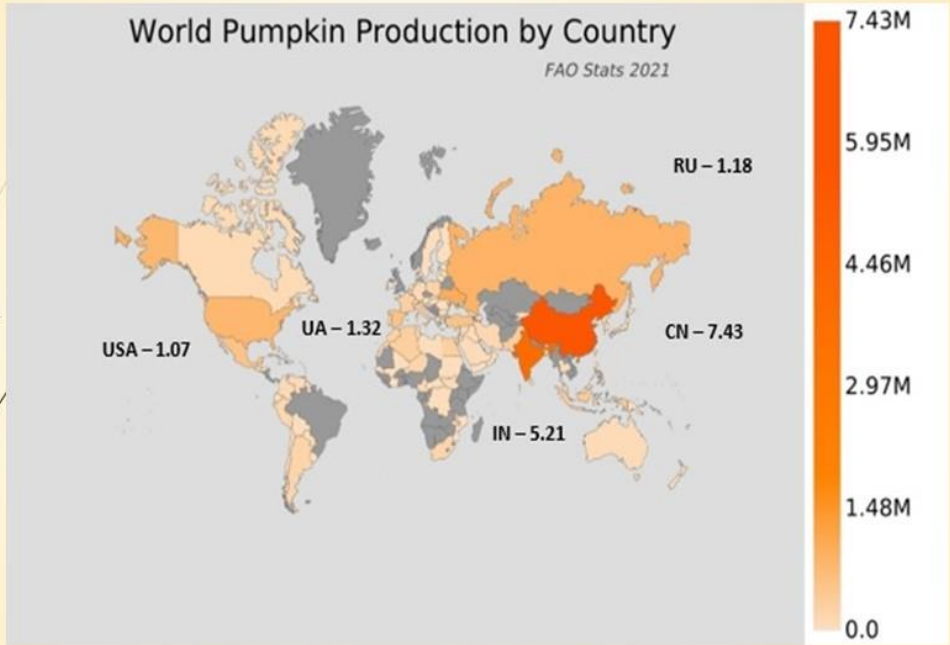


Рис. 1 – Світове виробництво гарбуза по країнах, млн т
(станом на 2021 р.)

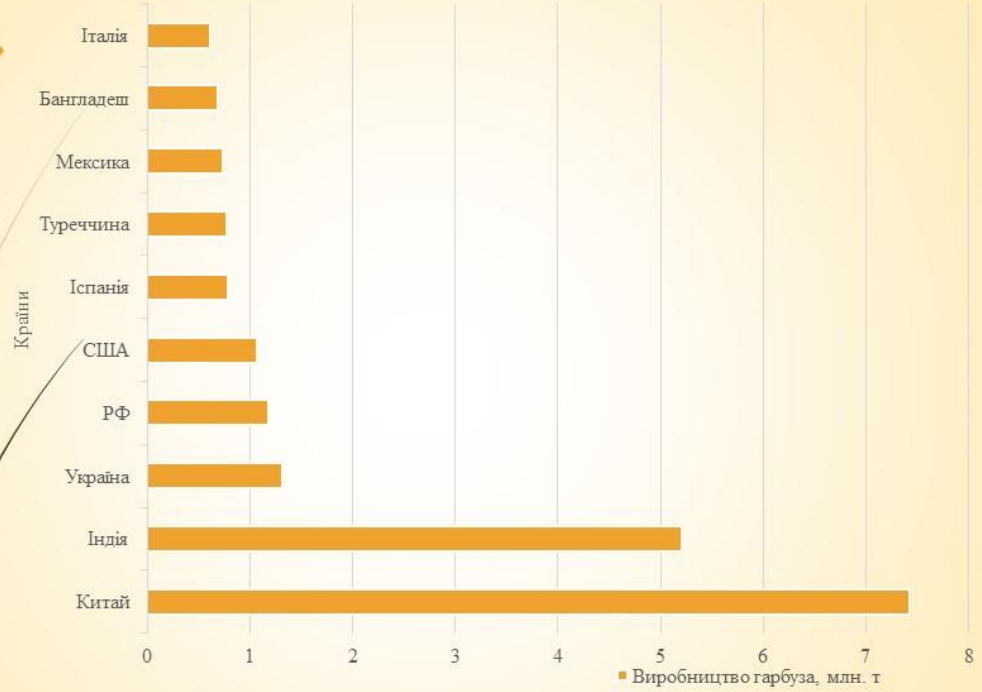


Рис. 2 – Топ-10 країн світу з виробництва гарбуза, млн т
(станом на 2021 р.)

Таблиця 1 – Топ-10 країн світу з виробництва гарбуза, млн т
(станом на серпень 2024 р.)

Рейтинг	Країни	Виробництво гарбуза, млн. т
1	Китай	8,4
2	Індія	3,1
3	Росія	1,8
4	Україна	1,2
5	США	1,1
6	Іран	1,0
7	Єгипет	0,8
8	Туреччина	0,7
9	Узбекистан	0,7
10	Румунія	0,6

Таблиця 1 – Топ-10 країн світу з виробництва гарбуза, млн т
(станом на серпень 2024 р.)

Рейтинг	Країни	Виробництво гарбуза, млн. т
1	Китай	8,4
2	Індія	3,1
3	Росія	1,8
4	Україна	1,2
5	США	1,1
6	Іран	1,0
7	Єгипет	0,8
8	Туреччина	0,7
9	Узбекистан	0,7
10	Румунія	0,6

Проблеми,
які виникають при використанні побічних продуктів переробки гарбуза при виробництві комбікормів

- Низька стабільність та швидке псування.
- Необхідність додаткової обробки.
- Низька біологічна доступність деяких компонентів.
- Високий вміст антипоживних речовин.
- Неоднорідність складу.

Перспективи використання побічних продуктів переробки гарбуза

- ✓ Підвищення кормової цінності через обробку.
- ✓ Збагачення комбікормів вітамінами та мінералами.
- ✓ Екологічний аспект та зменшення відходів.
- ✓ Покращення протеїнової складової комбікормів.
- ✓ Розширення ринку кормових добавок.

МЕТА РОБОТИ: ***розширення асортименту та підвищення якості комбікормової продукції шляхом використання гарбузових вичавок.***

ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ:

- ***дослідити хімічні показники, фізичні властивості, мікробіологічний стан та зміну розвитку мікрофлори гарбузових вичавок в процесі їх зберігання ;***
- ***розробити структурну схему виробництва кормової добавки із введенням гарбузових вичавок;***
- ***визначити оптимальні норми введення гарбузових вичавок та склад кормової добавки;***
- ***дослідити фізичні властивості, хімічні та мікробіологічні показники кормової добавки до та після екструдування;***
- ***дослідити зміну розвитку мікрофлори гарбузових вичавок в процесі їх зберігання;***
- ***розрахувати рецепти повнораціонного комбікорму з використанням кормової добавки;***
- ***розробити технологічну схему виробництва кормової добавки із введенням гарбузових вичавок.***

Таблиця 2 – Хімічний склад різних сортів гарбуза

[Літературні дані]

Сорт	Вміст цукрів, %	Вміст каротину, мг/100 г
Зорька	4,7	6,8
Веснянка	3,5	5,2
Алтайський	3,9	5,4
Грибовський зимовий	4,4	7,5

Таблиця 3 – Хімічний склад вичавок, шкірки та насіння (г/кг сировини) різних видів гарбуза [Літературні дані]

Хімічний склад	Побічні продукти	*Cucurbita pepo*	*Cucurbita moschata*	*Cucurbita maxima*
Вуглеводи	Шкірка	43.76	96.29	206.78
	Вичавки	26.23	43.39	133.53
	Насіння	122.20	140.19	129.08
Білок	Шкірка	9.25	11.30	16.54
	Вичавки	2.08	3.05	11.31
	Насіння	308.83	298.11	274.85
Жир	Шкірка	4.71	6.59	8.59
	Вичавки	0.55	0.89	4.20
	Насіння	439.88	456.76	524.34
Клітковина	Шкірка	12.28	34.28	22.35
	Вичавки	3.72	7.41	10.88
	Насіння	148.42	108.51	161.54
Вміст води	Шкірка	935.98	871.86	756.79
	Вичавки	967.70	942.31	840.43
	Насіння	74.06	51.79	27.51

Таблиця 4 - Фізичні показники гарбузових вичавок

Продукт	Показник		
	Масова частка вологи, %	Об'ємна маса, кг/м^3	Густина, кг/м^3
Гарбузові вичавки	76	422	1,14

Таблиця 5 - Хімічні показники гарбузових вичавок, %

Показник	Вміст
Масова частка вологи	76,00
Сирий протеїн	5,20
Сирий жир	0,45
Сира клітковина	4,47
Сира зола	1,08
Безазотисті екстрактивні речовини	12,6
в тому числі цукри	10,2
пектинові речовини	2,4
Фосфор	0,12
Кальцій	0,09
Каротин	0,50

Таблиця 6 – Мікробіологічні показники гарбузових вичавок

Показник	Вміст
МАФАнМ, КУО/г	4,1*10^3
Міцеліальні гриби, КУО/г	0,6*10^3
Дріжджі, КУО/г	Не було виявлено
Salmonella	Не було виявлено
БГКП титр, г	Не було виявлено

Таблиця 7 – Зміни мікробіологічних показників гарбузових вичавок під час їх зберігання

Період зберігання, год	МАФАнМ, КУО/г	Міцеліальні гриби, КУО/г	Дріжджі, КУО/г	Salmonella	БГКП титр, г
0	4,1*10^3	0,6*10^3	Не було виявлено		
24	98*10^3	7*10^3	Не було виявлено		
48	Починається псування продукту				

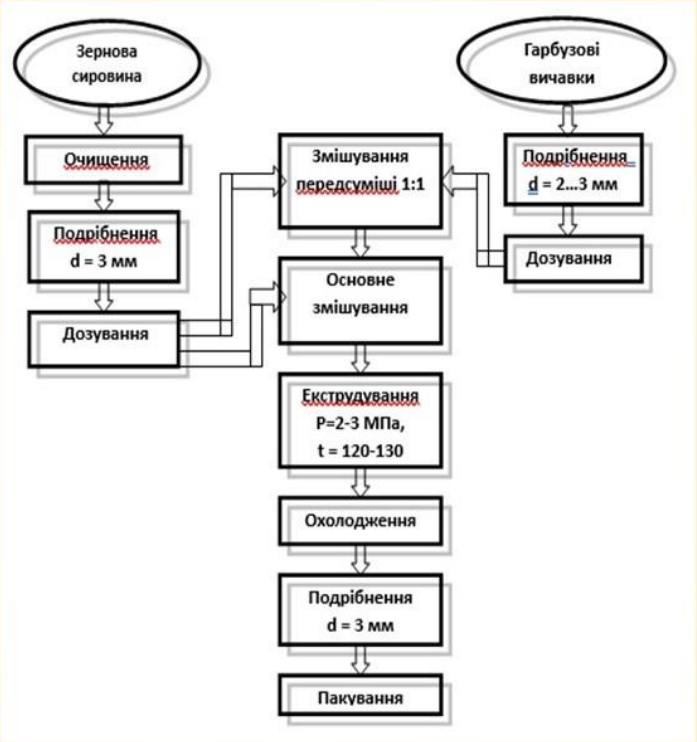


Рис. 3 – Структурна схема виробництва кормової добавки

Таблиця 8 – Вміст інгредієнтів у зразках досліджуваної кормової добавки

Компонент	Вміст, %				
	№1	№2	№3	№4	№5
Ячмінь	100	95	90	85	80
Гарбузові вичавки	-	5	10	15	20
Всього,%	100	100	100	100	100

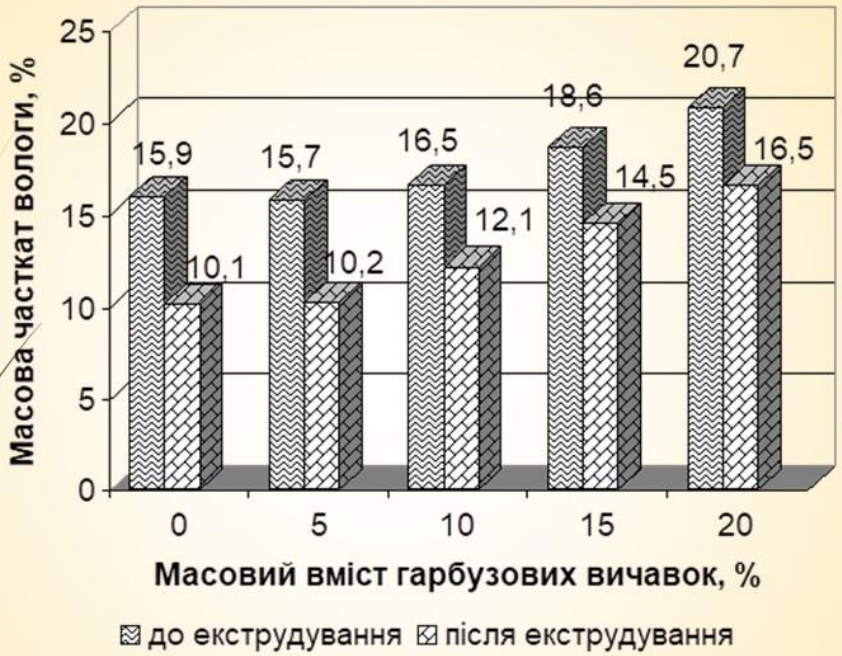


Рис. 4 – Зміни масової частки вологи в процесі екструдування

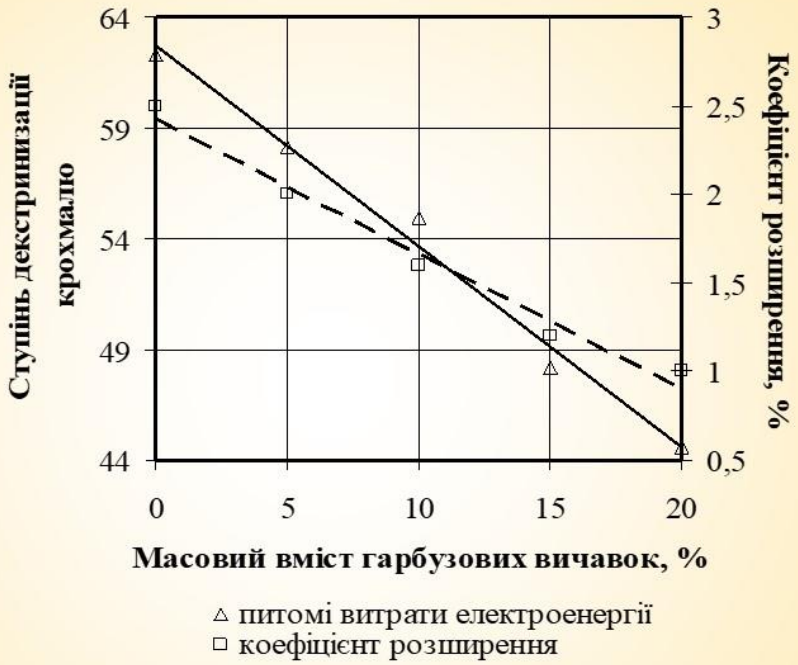


Рис. 5 – Залежність ступеню декстринізації крохмалю та коефіцієнту розширення від вмісту гарбузових вичавок

Таблиця 9 – Фізичні показники зразків кормової добавки до екструдування

Показник	Дослідні зразки				
	№1	№2	№3	№4	№5
Сипкість, $см^3/с$	11,3	10,7	9,5	7,7	6,5
Об'ємна маса, г/л	674	645	623	584	540
Кут насипного схилу, °	47	48	48	46	45
Масова частка вологи, %	15,9	15,7	16,5	18,6	20,7
Модуль крупності, мм	1,84	1,82	1,92	1,96	2,12

Таблиця 10 – Фізичні показники зразків кормової добавки після екструдування

Показник	Дослідні зразки				
	№1	№2	№3	№4	№5
Сипкість, $см^3/с$	9,6	8,7	7,6	6,1	5,2
Об'ємна маса, г/л	518	510	498	475	453
Кут насипного схилу, °	52	52	51	48	46
Масова частка вологи, %	10,1	10,2	12,1	14,5	16,5
Модуль крупності, мм	1,12	1,18	1,21	1,35	1,46

Таблиця 11 – Фізичні показники кормової добавки

Показник	Спосіб підготовки	Дослідні зразки	
		№ 1 (контроль)	№ 3 (із введенням 10 % гарбузових вичавок)
Масова частка вологи, %	до обробки	15,9	16,5
	після обробки	10,1	12,1
	зміни, %	36,5	26,6
Кут насипного схилу, град	до обробки	47	48
	після обробки	52	51
	зміни, %	10,6	6,3
Сипкість, см/с	до обробки	11,3	9,5
	після обробки	9,6	7,6
	зміни, %	15,1	20,0
Об'ємна маса, $кг/м^3$	до обробки	674	623
	після обробки	518	498
	зміни, %	23,2	20,1
Модуль крупності, мм	до обробки	1,84	1,92
	після обробки	1,12	1,21
	зміни, %	39,1	36,9

Таблиця 12 – Хімічні показники кормової добавки

Продукт	Сирий протеїн, %	Сирий жир, %	Сира клітковина, %	Сира зола, %	БЕР, %
Кормова добавка	8,84	3,42	2,12	1,42	71,35

Таблиця 13 – Дослідження мікробіологічних показників якості кормової добавки у результаті теплової обробки

Показники	Зразки				
	До обробки			Після обробки	
	Ячмінь	Гарбузові вичавки	Кормова добавка	Кормова добавка	Зміни, %
МАФАнМ, (КУО/г)·10^2	1,9	41	36	3,9	-88,4
Міцеліальні гриби, КУО/г·10^2	0,4	6,0	0,8	0,1	-86,7
Дріжджі, КУО/г	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено	–
БГКП титр, г	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено	–
Salmonella	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено	–

Таблиця 14 – Динаміка розвитку мікрофлори кормової добавки у процесі зберігання

Період зберігання, діб	МАФАнМ, (КУО/г)·10^2	Міцеліальні гриби, КУО/г·10^2	Дріжджі, КУО/г	БГКП титр, г	Salmonella
0	3,9	0,1	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено
30	3,8	0,1	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено
60	3,7	0,1	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено
90	3,6	0,1	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено
120	3,6	0,1	не було виявлено	не було виявлено	не було виявлено

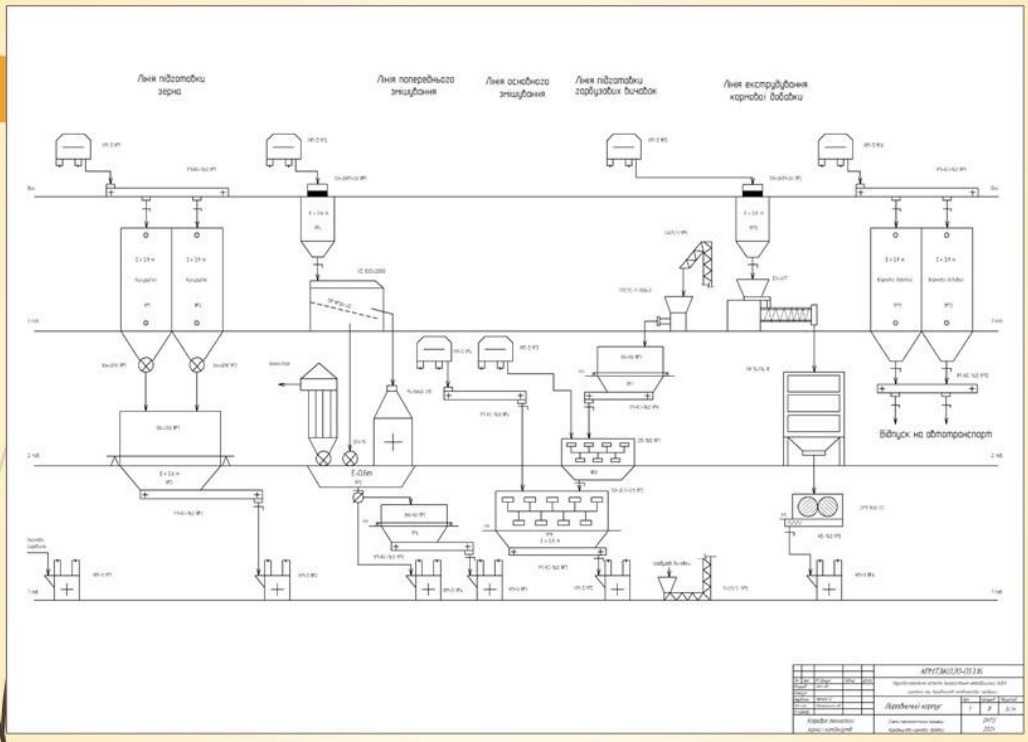
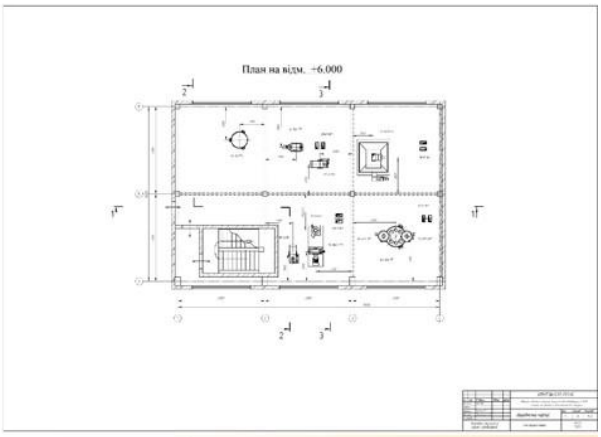


Рис. 6 – Схема технологічного процесу виробництва кормової добавки



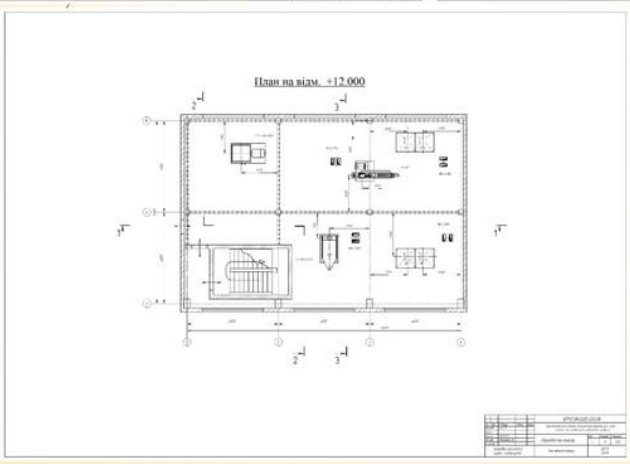


Рис. 7 – Плани поверхів

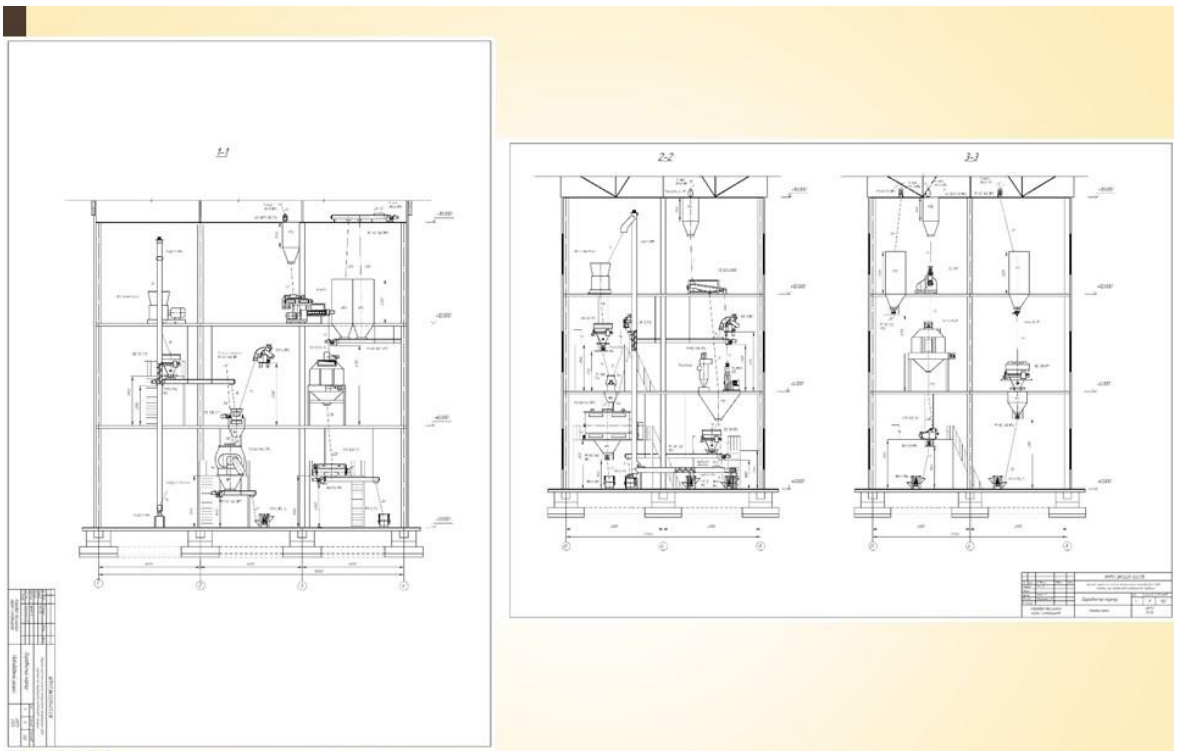


Рис. 8 – Повздовжній та поперечні розрізи

ВИСНОВКИ:

- *обґрунтовано склад кормової добавки з використанням подрібненого зерна ячменю і гарбузових вичавок у співвідношенні 90:10.*
- *на основі проведених теоретичних та експериментальних дослідів обґрунтовано режими технологічних процесів виробництва кормової добавки: тиск у робочій зоні екструдера 2,0…3,0 МПа, температура продукту на виході 110…120 °С, діаметр отворів матриці 10 мм.*
- *встановлено вплив процесу екструдування на фізичні властивості, хімічні та мікробіологічні показники якості та досліджено терміни зберігання кормової добавки.*
- *розроблено рецепти комбікормів, які відповідають нормам годівлі, обмеженням по введенню компонентів і можуть бути використані для їх повноцінної годівлі .*
- *комбікорми, до складу яких введено кормову добавку, мають меншу вартість за рахунок введення гарбузових вичавок.*
- *розроблена схема технологічного процесу виробництва кормової добавки, яка включає переробку гарбузових вичавок у суміші з подрібненим зерном ячменю із застосуванням формування попередньої суміші компонентів.*
- *при розробці технології дотримувались всіх норм проектування та правил з охорони праці.*
- *термін окупності проекту майже 2 роки, тому реалізація інвестиційного проекту є економічно доцільною.*