

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

ВОЛОШКО ОЛЕКСІЙ ДМИТРОВИЧ

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ  
В.о. завідувача кафедри механізації  
сільського господарства  
канд. техн. наук, доцент  
\_\_\_\_\_ Анатолій ПОЛЯКОВ  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2023\_ р.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА  
КОМБІКОРМІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПТИЦІ

Спеціальність 208 Агроінженерія

Кваліфікаційна робота  
на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Керівник:  
канд. с.-г. наук, доцент  
Євген ЧАПЛИГІН  
\_\_\_\_\_

Оцінка: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
бали/за шкалою ЄКТС/за національною шкалою

Київ – 2023

## Зміст

Вступ	4
РОЗДІЛ 1. ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ КОМБІКОРМІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПТИЦІ	6
1.1 Розвиток сучасного птахівництва в господарствах України	6
1.2 Сучасні породи сільськогосподарської птиці	8
1.3 Особливості кормів при вирощуванні сільськогосподарської птиці на м'ясо	10
1.4. Аналіз механізованої технології виробництва комбікормів для молодняка сільськогосподарської птиці	16
1.5 Висновки до розділу	26
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМБІКОРМІВ	27
2.1 Загальна методика досліджень	27
2.2 Методика досліджень фізико механічних властивостей комбікормової сировини	28
2.3. Методи дослідження зоотехнічних показників кормової сировини і комбікормів	29
2.4. Методи дослідження зоотехнічної ефективності функціональних комбікормів	29
2.5. Методика обробки результатів досліджень	30
2.5. Обґрунтування експериментальних досліджень	32
2.6. Висновки до другого розділу	37
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	38
3.1. Обґрунтування поняття кормової сировини	38
3.2. Обґрунтування технології виробництва екструдованої кормової добавки	40
3.3. Обґрунтування моделі технологічного процесу екструдування кормового продукту	46

3.4. Узагальнення технології виробництва функціональних комбікормів для птиці	56
3.5. Висновки до третього розділу	64
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА НА ВИРОБНИЦТВІ КОМБІКОРМІВ	65
4.1. Заходи з безпеки праці на виробництва комбікормів	65
4.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях на сільськогосподарському підприємстві	68
РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМБІКОРМІВ	73
5.1. Обґрунтування обсягу виробництва комбікормової продукції	73
5.2. Економічна ефективність впровадження функціональних комбікормів у раціон годівлі курчат бройлерів	73
5.3. Розрахунок впровадження інвестицій у виробництво функціональних комбікормів	75
5.4. Розрахунок собівартості виробництва комбікормової продукції	77
5.5. Розрахунок економічної ефективності виробництва функціональних комбікормів	80
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	82
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	83

## ВСТУП

### **Актуальність теми.**

«Інтенсивний розвиток промислового птахівництва в Україні став можливим завдяки підвищенню науки у вирішенні проблем птахівництва: утримання, розведення та годівля птиці, удосконаленню технічного оснащення птахівничих підприємств, виробництву повноцінних комбікормів.

Птахівництво досить ефективно реагує на розвиток інтенсифікації виробництва і належить до числа галузей, які мають можливість здійснювати розширене відтворення за рахунок впровадження прогресивних технологій, застосування інновацій і випуску конкурентоспроможної продукції.

Поряд з високопротеїновими і високоенергетичними кормами виробництво комбікормів дозволяє ефективно використовувати широкий асортимент нових кормових добавок» [2].

«Можливість виготовлення комбікормів у вигляді гранул дозволяє уникнути самосортування компонентів, а також механізувати і автоматизувати роздавання кормів.

Для виробництва комбікормів основною сировиною у нашій країні є зерно, частка якого складає до 90 %, і лише незначна частина рецептури кормів представлена відходами переробки продукції рослинництва і тваринництва та преміксами, хоча у зарубіжних країнах зернові компоненти займають 50–55%» [3].

Таким чином, є необхідність пошуку нової ефективної концепції годівлі молодняка сільськогосподарської птиці, а також удосконалення існуючої технології виробництва якісних комбікормів, які б дозволили вирішити основні проблеми, що виникли у птахівництві.

**Метою роботи** є розробка технології виробництва функціональних комбікормів для курчат-бройлерів шляхом збагачення їх екструдованою сумішшю після ферментативного гідролізу зерна ячменю та кукурудзи з метою забезпечення підвищення ефективності технології виробництва, що

відповідають кращим якісним показникам.

**Задачі дослідження:**

- провести аналіз літературних і патентних джерел інформації та здійснити вибір показників якості комбікормів для курчат-бройлерів і вибір сировини для їх виробництва;
- розробити спосіб переробки осаду після ферментативного гідролізу зерна ячменю та складу екструдованої кормової добавки (ЕКД);
- визначити фізичні властивості, санітарну якість та допустимі терміни зберігання функціональних комбікормів для курчат-бройлерів;
- визначити економічну ефективність впровадження (ЕКД) для вирощування курчат-бройлерів.

**Предмет та об'єкт дослідження.**

*Об'єкт дослідження* – обладнання для виробництва комбікормів і технологічні процеси його виробництва.

*Предмет дослідження* – комбікормова сировина, екструдована кормова добавка, функціональні комбікорми, комбікорми для курчат-бройлерів.

**Особистий внесок здобувача.** Кваліфікаційна магістерська робота є самостійно виконаним завершеним науковим дослідженням. Наукові положення, розробки та пропозиції щодо вдосконалення технологічного процесу виробництва комбікормів для сільськогосподарської птиці, одержані автором самостійно.

**Публікації.** За темою кваліфікаційної магістерської роботи опубліковані тези у збірнику студентських наукових робіт.

**Структура і обсяг магістерської роботи.** Робота складається із вступу, шести розділів, висновків та пропозицій, списку використаної літератури. Дипломна робота виконана комп'ютерним набором. Загальний обсяг становить 82 сторінки основного тексту, з використанням 35 літературних джерела, ілюстрована 13 таблицями та 25 рисунками.

## РОЗДІЛ 1

### ОБГРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ КОМБІКОРМІВ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПТИЦІ

#### 1.1. Розвиток сучасного птахівництва в Україні

«Найбільшу долю кормового ринку в Україні за даними державного комітету статистики займають комбікорми для сільськогосподарської птиці (більше 40 %), яка є найвимогливішою до збалансованості та якості кормів (рисунок 1.1).

Птахівництво досить ефективно реагує на технічний розвиток виробництва і належить до числа галузей, які мають можливість здійснювати швидке відтворення за рахунок застосування інновацій, впровадження прогресивних технологій і виробництво конкурентоспроможної продукції.

Сучасний стан вітчизняного птахівництва характеризується зростаючою потребою в освоєнні науково-технічного прогресу, подальшим розвитком відносин та підвищенні ефективності виробництва. Українське птахівництво із розвитком зовнішньоекономічних відносин все більше стає складовою частиною світового птахівництва» [3].



Рисунок 1.1 – Структурна схема розподілу виробництва в Україні комбікормів.

«В Україні ринок продукції птахівництва відіграє досить важливу роль. Птахівництво – це одна з галузей тваринництва, що характеризується швидкими темпами відтворення поголів'я, найменшими затратами людської праці та витратами матеріальних засобів на одиницю виготовленої продукції. Птиця характеризується високою продуктивністю, інтенсивним ростом, відтворювальними можливостями, здатністю за її пристосованості до промислових умов утримання до найвищої конверсії корму» [5].

«Основними проблемами птахівництва на сьогоднішній день є:

- використання застарілих норм годівлі сільськогосподарської птиці;
- висока вартість комбікормів;
- відсутність племінних ресурсів вітчизняного виробництва;
- проблема дефіциту якісного кормового білка» [6].

«В даний час розвиток галузі птахівництва передбачає пошук шляхів подальшого підвищення продуктивності птиці за рахунок широкого впровадження в практику сучасних інноваційних технологій утримання і годівлі. Новітні технології приготування кормів засновані на використанні нетрадиційних, дешевих, наявних у надлишку джерел енергії, поживних, мінеральних і біологічно активних речовин» [7].

«Впровадження у практику високопродуктивних порід сільськогосподарської птиці дає поштовх для розробки таких норм годівлі, які враховують генетичні, індивідуальні та вікові особливості птиці. Це створює умови для швидкого росту молодняку птиці, отримання продукції високої якості та низької вартості при мінімальних витратах корму» [7].

«Подальший розвиток вітчизняного птахівництва має розвиватися на основі:

- впровадження ресурсозберігаючих природоохоронних технологій виробництва продукції птахівництва;
- максимального використання генетичного потенціалу птиці та науково-обґрунтованої системи годівлі птиці;
- використання функціональних високопродуктивних комбікормів, які

виготовлені за енергоефективними технологіями» [7].

## **1.2. Сучасні породи сільськогосподарської птиці в Україні**

«Породи сільськогосподарських курей класифікують за напрямком продуктивності: м'ясні, яєчні, м'ясо-яєчні, бійцівські, декоративні. Кури класифікуються крім того за географічною ознакою, тобто за районом або по країні виведення. Для придбання та використання того чи іншого кросу визначальним фактором є не тільки його конкурентоспроможність, а й програми реалізації генетичного потенціалу птиці» [8].

«Для отримання продовольчих яєць в Україні використовують кроси птиці як вітчизняної так і зарубіжної селекції. В Україні згідно зі статистичними даними поширені 17 кросів яєчних курей (6 кросів – з білою шкаралупою, 11 кросів – з коричневою), з них 14 кросів – закордонного походження. Найбільшою популярністю користуються кури породи плімутрок і леггорн» [9].

«Для виробництва яєць і м'яса птиці використовують гібриди, які отримують при схрещуванні поєднаних спеціалізованих ліній м'ясних або яєчних порід. В умовах виробництва продукції птахівництва в основному поширені трьох- і чотирьохлінійні кроси. Більш поширеними є Росс-308, Росс-708, Кобб-500, Кобб-700, бройлер-61, род-айланд, нью-Гемпшир, плімутрок, полтавська глиняста та інші» [10].

«Бройлерний крос Кобб-500 – однією із властивостей цього кросу є жовтий колір шкіри тушки. Пір'я у цих бройлерів біле. Бройлерний крос «Кобб-500» дуже продуктивний у вирощуванні за короткий термін відгодівлі. Оптимальний період забою 35...42 дні. Середня маса тушки бройлера в 35 днів близько 2,0 кг, а у віці 42 дня середня маса становить 2,5 кг. Великою популярністю курчата цього кросу користуються серед фермерів, так як показують високі результати за швидкістю зростання і м'язової маси» [12].

«Бройлерний крос Росс-308 – бройлер цього кросу досягає високого



середньодобового приросту (від 55 до 58 г). М'язова потужна маса бройлерів формується у ранньому віці. Вважається оптимальним період забою з 5-ти до 7-ми тижневого віку. У цей період бройлер важить від 1,9 до 2,4 кг. Дорослі кури цього кросу дають велику кількість яєць, які мають досить високий показник виводу курчат при інкубації» [12].

«Бройлерний крос Росс-708 – дана порода приці, так само як і інші кроси, є гібридом. Зовні і за характеристиками курчата цієї породи дуже схожі на крос Кобб-500 – висока конверсія корму та жовта шкіра тушки. Основною особливістю курей кросу Росс-708 – скоростиглість. За наявності якісного комбікорму, при правильному годуванні і умовах утримання, термін вирощування становить 33...35 днів. У цей період жива маса птиці буде в межах від 2,6 до 3,0 кг» [12].

«Крос Бройлер-61. Курчата характеризуються відносно високою швидкістю отримання маси при малих витратах корму. Середня жива маса у півторамісячному віці становить близько 2,0 кг, що є не досить високим показником порівняно з іншими кросами і породами. Збереженість кросу становить – 98 %. Часто буває, що при великій швидкості росту курчат кісткяк молодняку недостатньо міцний та виникають дефекти лап. До швидкості дозрівання кури кросу Бройлер-61 володіють непоганою яйцєносністю» [12].

«На сьогоднішній день жодна країна з розвинутим птахівництвом, для виробництва яєць і м'яса використовує кроси лише однієї селекційної фірми. Постійно розширюються ринки збуту племінної продукції. В окремих країнах птахівництво базується одночасно на п'яти і більше кросах» [13].

«Використання сучасних технологій і кросів дозволило яєчним птахівничим підприємствам вийти на рівень 300...320 штук яєць від кожної курки-несучки за рік та можливість при вирощуванні курчат бройлерів знизити термін відгодівлі до 35 днів, створити середньодобовий приріст понад 55 г при конверсії корму 1,55 кг» [14].

### **1.3. Особливості кормів при вирощуванні сільськогосподарської птиці на м'ясо**

«Використання високопродуктивних кросів і ліній вимагає постійного вдосконалення та вивчення норм забезпечення птиці збалансованими комбікормами, які забезпечують максимальну продуктивність і високу якість продукцію» [14].

«Сучасні знання в організації раціональної годівлі сільськогосподарської птиці та потреб в поживних речовинах і енергії, дозволяють значно підвищити ефективність та продуктивність використання кормів.

На сучасному етапі у годівлі птиці визначальною є мета – забезпечення здоров'я, яка обумовлює наступні напрямки:

- підвищення якості комбікормів;
- зниження в раціоні частки кормів тваринних, а також злакових;
- розширення в рецептурі нетрадиційних кормів;
- створення ринку для компонентів функціональних комбікормів;
- розробка рецептур комбікормів для окремих груп сільськогосподарської птиці, що містять функціональні компоненти з урахуванням індивідуальних потреб;
- отримання функціональної продукції птахівництва для дієтичного, профілактичного і лікувального харчування» [15].

«Розрізняють дві класифікації кормових засобів:

- за вмістом поживних речовин;
- за походженням складових.

Розділяючи комбікормову сировину за вмістом поживних речовин, можна виділити корми крохмалисті (зерно злакових культур), білкові корми (рибна мука, дріжджі, м'ясо-кісткова мука), корми з підвищеною кількістю клітковини (лузга плівчастих культур), корми кальцієвмісні (вапняк, крейда, трикальційфосфат)» [15].

«Сировину для виробництва комбікормів, можна поділити на сировину рослинного походження, відходи переробки тваринної сировини, сировину мінерального походження, відходи переробки риби і морепродуктів, продукти біохімічних і мікробіологічних виробництв» [15].

«До групи рослинної сировини належать фуражне зерно, побічні продукти переробки зерна в борошно, крупу, крохмаль.

Фуражне зерно в свою чергу підрозділяють на вуглеводисті, високобілкові, крохмалисті та олійні. До складу високобілкових видів зерна належить: соя, горох, люпин. Характерною рисою цих видів зерна поряд з високим вмістом білка є високий вміст різних антипоживних речовин. Наприклад, в зерні бобових культур містяться інгібітори (трипсин і хімотрипсин), уреаза, фітогемаглютинін, які знешкоджуються в процесі теплової обробки. Тому не можна використовувати зерно бобових культур при виробництві комбікормів без попередньої обробки» [15].

«Найбільшого поширення у птахівництві серед злакових культур здобула кукурудза, яка перевершує усі зернові злакові корми як джерело енергії (обмінна енергія 1,382 МДж, але в ній менше протеїну (6...9 %). В зерні кукурудзи міститься від 4 до 6 % жиру, крохмалю 60...70 % та клітковини 2...3 %. Крім того, жовті пігменти кукурудзи (каротин) роблять привабливішими тушки бройлерів і додають жовтку яєць натуральний яскравий жовтий колір» [15].

«Ячмінь використовують у птахівництві у малій кількості, оскільки він містить високий рівень сирої клітковини. Вона стримує використання ячменю у складі комбікорму для птиці. На комбікормових заводах для переробки ячменю застосовують технологічні лінії відділення плівок» [16].

«Соняшникові шрот та макуха є джерелом білку. За амінокислотним складом протеїни соняшnikового шроту схожі з протеїнами макухи, але розчинність протеїну макухи вища, ніж шроту. Через високий вміст клітковини соняшникові шрот та макуху переважно використовують для дорослої птиці при виробництві комбікормів. Соеві шрот і макуха

відрізняються високим вмістом протеїну (40...43 %) і використовуються для годування молодняку та дорослої птиці» [16].

«До кормів тваринного походження належать м'ясна, м'ясо-кісткова, м'ясо-пир'яна, пир'яна та рибна мука, сухе знежирене молоко, кормовий жир. Корми тваринного походження мають високу біологічну цінність зі значним вмістом незамінних амінокислот, перетравного протеїну, вітамінів та мінеральних речовин. Протеїн кормової сировини тваринного походження відрізняється більш високою повноцінністю у порівнянні з кормовою сировинною рослинного походження. До кормової сировини, які містять значну кількість доступного фосфору, відноситься м'ясокісткова, рибна та кісткова мука» [17].

«Також до складу комбікормів вводять мінеральну сировину: вапняки, крейду кормову, ракушняк, сіль поварену, трикальційфосфат, ячну шкаралупу, кісткову муку. Ця кормова добавка забезпечує наявність у складі комбікормів необхідних макро- і мікроелементів. Для життєдіяльності птиці особливо важливими є такі мінеральні речовини, як натрій, фосфор і кальцій. Кальцій необхідний птиці для формування скелета та шкаралупи яєць. Кальцій засвоюється разом з фосфором при співвідношенні між ними 1,2...1,5:1. Нестачу фосфору у комбікормах для вирощування птиці доповнюють введенням моно- або трикальційфосфату» [17].

«Для збагачення комбікормів та іншої комбікормової продукції вітамінами, макро- і мікроелементами, ферментами, амінокислотами та іншими біологічно активними речовинами (БАР) використовують також премікси, або вітамінні та мінеральні бленди» [18].

«Роль біологічних каталізаторів в організмі птиці виконують речовинами які називають - ферменти. Застосування ферментних препаратів у птахівництві знижує витрати кормів та збільшує прирости живої маси у бройлерів. На сьогоднішній день існує широкий вибір ферментних препаратів, які вводять до складу комбікорму для вирощування та утримання птиці» [19].

«Застосування комбікормів у птахівництві дозволяє регулювати споживання біологічно активних і поживних речовин птицею у залежності від її статі, віку та умов утримання. Для вирощування молодняка сільськогосподарської птиці застосовують передстартові, стартові і функціональні комбікорми.

Комбікорми передстартові – це комбікорми, які згодовують сільськогосподарській птиці у перші дні життя. Як правило, передстартові комбікорми мають підвищену концентрацію енергії і покращені смакові властивості, містять компоненти з легкоперетравними біологічно активними і поживними речовинами та відрізняються високою санітарною якістю» [20].

«Комбікорми стартові – це комбікорми, які згодовують сільськогосподарській птиці, у період стабілізації всіх життєво важливих функцій. Тривалість цього періоду залежить від породи, напряму продуктивності, а також прийнятої технології вирощування.

Комбікорми функціональні – це комбікорми, які забезпечують фізіологічні потреби організму птиці в поживних і біологічно активних речовинах, енергії та задовільний стан здоров'я з метою отримання високоякісної та безпечної продукції птахівництва» [20].

«Для сучасних кросів сільськогосподарської птиці потрібні корми, які повністю задовольняють їх потреби в поживних речовинах для підтримки розвитку, життя, відтворення і отримання високої продуктивності.

Годівля впливає на якісну і кількісну сторону обміну речовин. Зменшення або надлишок в кормі необхідних поживних речовин знижує продуктивність, змінює біохімічні процеси і навіть може стати причиною захворювань.

Потреба птиці в поживних речовинах створює як вимоги до поживної цінності комбікормів, так і до норм їх добової кількості» [21].

«У сучасному понятті нетоксичний високоякісний комбікорм має поживну цінність відповідну потребам тварин та однорідний стан, тобто характеризується постійністю вмісту поживних речовин в будь-якій точці

одиниці об'єму або маси» [22].

«Насамперед, отримання високоякісного комбікорму передбачає наявність високоефективного рецепту, в якому забезпечені всі необхідні біологічно активні речовини і показники поживності. На підприємстві для перетворення рецепту в реальний комбікорм необхідні високоякісні компоненти, високо технологічне обладнання для підготовки компонентів, точне дозування і однорідне змішування» [23].

«Розрахунок рецептів комбікормів, а також розрахунок раціонів, преміксів та концентратів проводять за допомогою спеціальних комп'ютерних програм.

В залежності, яким чином побудований алгоритм пошуку рішення варіантів, програми поділяються на два класи: оптимізаційні і неоптимізаційні» [24].

«Оптимізаційні програми використовують певні математичні алгоритми пошуку, тобто з нескінченної кількості рішень знаходять щоразу такий варіант або таку комбінацію відсотків введення компонентів, який мінімізує функціонал виду [25]:

$$Z = F(X_1, X_2 \dots X_n) \times C_1X_1 + C_2X_2 + C_nX_n, \quad (1.1)$$

де:  $X_n$  – введення n-го компоненту в рецепт комбікорму,

$C_n$  – коефіцієнт, що характеризує певні властивості n-го компонента.

Варіант рецептури, який здатний мінімізувати функціонал, називається оптимальним. Він і є єдиним за даних обмежень. Неоптимізаційні програми знаходять одне з можливих рішень і всі розв'язання щодо подальшого поліпшення рецепта покладають на працівника та його досвід.

Зрозумілий і найпоширеніший критерій оптимізації рецептів комбікормів – це мінімізація ціни комбікорму. З усієї комбінації варіантів знаходиться найдешевший рецепт. Тоді коефіцієнт  $C_n$  являє собою ціну n-го компонента. В іншій комбінації можна мінімізувати не вартість комбікорму, а добовий раціон годівлі птиці:

$$Z = M \times C, \quad (1.2)$$

де: М – маса добової порції корму;

С – вартість комбікорму.

При використанні такого підходу закладається рецепт комбікорму з меншою поживною цінністю, але здатний задовольнити добову потребу птиці за рахунок збільшення споживання комбікорму» [25].

«Вибирати варіант рецепта потрібно враховуючи стан птиці, передбачувану масу споживання корму, засвоєння поживних речовин з використаних компонентів. Рецепт необхідно правильно збалансувати за співвідношенням основних показників поживності, якщо розглядається більш низька концентрація поживних речовин» [25].

«Вибір програми годівлі птиці залежить від комерційних цілей. Наприклад, напрямок підприємства на збільшення прибутковості виживання птиці, оптимізація використання тушки або несучості. Рекомендовані програма годівлі птиці і поживність раціонів кормів наводяться в специфікації раціонів. Специфікація містить наступну інформацію:

- вибір програми годівлі для різних ринкових умов і типів виробництва;
- оптимальний рівень засвоюваних амінокислот, необхідних для прибутковості виробництва та зростання продуктивності» [25].

«Мета раннього періоду вирощування – це розвиток гарного апетиту і максимального раннього дозрівання для досягнення нормативної живої маси у віці 7 днів. Застосовувати стартовий раціон рекомендується при досягненні віку 10 днів. Стартовий корм несе невелику пропорцію загальної вартості кормів, тому рішення по структурі компонентів стартового раціону повинні бути засновані на продуктивності та прибутковості виробництва» [25].

«Після стартового раціону протягом 14...16 днів застосовується основний раціон (ростовий). Перехід від стартового до основного раціону пов'язаний із зміною фізичної форми корму від крупки до гранульованого комбікорму. Залежно від розміру гранул, можливо перетворити першу партію ростового корму в крупку. Протягом цього періоду вирощування

молодняка птиці продовжує бути динамічним. Це вирощування необхідно підтримувати правильною поживністю корму. Для оптимального споживання корму, росту і конверсії корму, критичним є забезпечення необхідної поживної цінності, амінокислот і рівня обмінної енергії» [25].

«Вирощування птиці та ефективність використання комбікормів будуть кращими, якщо стартовий комбікорм має форму мілкої гранули або крупки, а ростовий і фінішний корм – у формі гранули. Низька якість гранули або крупки знижує продуктивність птиці і зменшує споживання корму» [25].

#### **1.4. Аналіз механізованої технології виробництва комбікормів для молодняка сільськогосподарської птиці**

«Основи реконструкції діючих та будівництва нових комбікормових заводів ґрунтуються на принципах харчової та екологічної безпеки, забезпечення та контролю якості готової продукції, ресурсо- та енергозбереження, які є основоположним та прибуткоформуючими стартом сучасного птахівництва» [25].

«Аналіз побудови технологічного процесу виробництва комбікормів для молодняка сільськогосподарської птиці показав, що основними технологічними процесами є подрібнення, дозування, змішування, екструдкування та гранулювання» [26].

«При виробництві комбікормів для молодняка сільськогосподарської птиці подрібненню піддають зернові компоненти, які входять до основних компонентів рецептури. Подрібнення зернових та крупно кускових компонентів необхідне для досягнення найбільш рівномірного гранулометричного складу продукту та кращого засвоювання кормів, за рахунок збільшення загальної площі поверхні частинок корму. Крім того, у зернових культур під час подрібнення руйнується оболонка, яка перешкоджає дії ферментів на інші частини зерна. Отже, засвоюваність комбікормів знаходиться у прямій залежності від крупності частинок



компонентів, які входять до складу комбікормів. Відмічено, що при різній крупності подрібнення якість комбікорму вважається тим кращим, чим менше в його складі мучнистого продукту. В молоткових дробарках для подрібнення зернової сировини при виробництві комбікормів для молодняка сільськогосподарської птиці рекомендовано встановлювати сита з розміром отворів 3...4 мм. Занадто подрібнені зернові компоненти комбікорму неохоче поїдаються птицею та призводять до залипання дзьобу» [26].

«При проведенні гранулометричної підготовки комбікормової сировини для сільськогосподарської птиці необхідно враховувати вік та породу птиці, вплив розмірності зернових частинок на ефективність процесів теплової обробки зерна, питомі витрати електроенергії, стандартизовані вимоги до якості готової продукції та фізико механічні властивості сировини. Може привести до погіршення якості комбікорму саме недотримання всіх цих вимог» [26].

«Оскільки процес подрібнення складових комбікормів є енерговитратним процесом, витрати електроенергії складають в межах 40...70 %, тому необхідно використовувати такі способи подрібнення, які дозволяють зменшити витрати електроенергії та покращити якість готової кормової продукції. Таким способом є двох етапне та порційне подрібнення.

Технологічний процес виробництва комбікормів для молодняка сільськогосподарської птиці передбачає застосування процесів дозування та змішування компонентів кормової суміші. Ці процеси повинні забезпечити рівномірний розподіл компонентів. Процеси дозування та змішування компонентів є найважливішим етапом формування якості та продуктивної дії кормів» [26].

«Точність дозування компонентів і однорідність розподілення компонентів в суміші комбікормів є основою отримання стабільного результату годівлі сільськогосподарської птиці. На комбікормових підприємствах використовують вагове дозування, яке дозволяє найточніше дозувати компоненти, на відміну від об'ємного дозування. При використанні

в рецептурі комбікормів компонентів у кількості до 1 % необхідно застосовувати вагові дозатори з високою точністю дозування.

При приготуванні попередньої суміші комбікормів транспортні шляхи в кормоцеху скорочують для запобігання технологічних втрат. Дослідження провідних учених кормової галузі свідчать про ефективність застосування змішувачів компонентів з лопатевим перемішуючим пристроєм. Однорідність отриманих комбікормів при цьому максимальна. Процес змішування складових компонентів організовують так, щоб при мінімальній тривалості процесу забезпечити найвищу однорідність суміші» [26].

«При годівлі птиці продуктивно використовуються тільки певні форми і у невеликій кількості зернові злакові культури, так як вони містять значну кількість крохмалю, засвоєння якого відбувається повільно. Тому завдання нових технологій переробки зерна здійснювати впровадження таких способів обробки зернової вихідної сировини, які б дозволили перевести крохмаль у форму зручну для засвоєння організмом птиці. Це можливо вирішити на клітинному рівні при руйнуванні зернистої структури крохмалю, що сприяє розриву природних зв'язків між окремими складовими частинами та його переведенню у прості цукри» [27].

«Екструзія є одним з найбільш розповсюджених і ефективних у комбікормовій промисловості світу способів обробки фуражного зерна, який використовують як у комплексі з гранулюванням, так і самостійно» [27].

«Піддають екструдуванию як самостійно зернову сировину, так і виготовлений повноцінний комбікорм. Кормову сировину, яка підлягає екструзії, зволожують до 16...20 %, подрібнюють і транспортують в екструдер, де зернова маса набуває термопластичних властивостей під дією підвищеного тиску (2...3 МПа) і фізичного процесу тертя розігрівається до температури +110...115 °С. У процесі екструдувания к кормовій масі відбувається денатурація білку, декстринізація крохмалю та інактивація антипоживних речовин. Цей процес зменшується кількість крохмалю на 12...15 %, а кількість простих цукрів зростає на 11...12 %. Покращуються

санітарні властивості зерна і комбікормів» [28].

«Процес гранулювання повноцінних комбікормів для сільськогосподарської птиці дозволяє збільшувати їх щільність, стабілізувати умови зберігання, покращити умови споживання та зменшити запиленість та розшарування кормів. Крупність та однорідність часток розсипного комбікорму впливає на ефективність технологічного процесу гранулювання.

В даний час, коли на тваринницьких підприємствах немає стабільності в кормозабезпеченні, відбувається зміна раціонів. Такі раціони містять у собі комбікорми низької якості. Також мають місце незадовільні ветеринарно-санітарні умови, що призводить до виникнення стресів у птиці. В результаті таких змін у птиці відбуваються метаболічні зриви, розвиваються дисбактеріози, знижується продуктивність та зростає відсоток захворювань. В останні роки на комбікормових підприємствах створені і застосовуються численні комплексні добавки, спеціалізовані не тільки за типами кормової сировини, а й за типом травної системи у птиці» [29].

«Одними з перспективних груп біологічно активних речовин (БАР) є препарати на основі ферментів, пробіотиків, нуклеїнових та незамінних амінокислот. Ці препарати на відміну від антибіотиків, можуть застосовуватися в комбікормових технологіях для отримання екологічно чистої та повноцінної продукції» [30].

«У кормовиробництві зазначені біологічно активні речовини використовуються як у вигляді сухих кормових добавок, так і у вигляді препаратів рідких форм. До складу комбікормів сухі форми біологічно активних речовин (БАР) вводять через премікс шляхом додавання у змішувач технологічних ліній для збагачення комбікормів, а рідкі компоненти аерозольно наносять на поверхню частинок розсипного комбікорму, гранул або крупки. При надходженні у виробництво комбікормів рідких компонентів, то їх рекомендується очищати від грубих і випадкових домішок в фільтрах грубого очищення (рисунок 1.2)» [30].

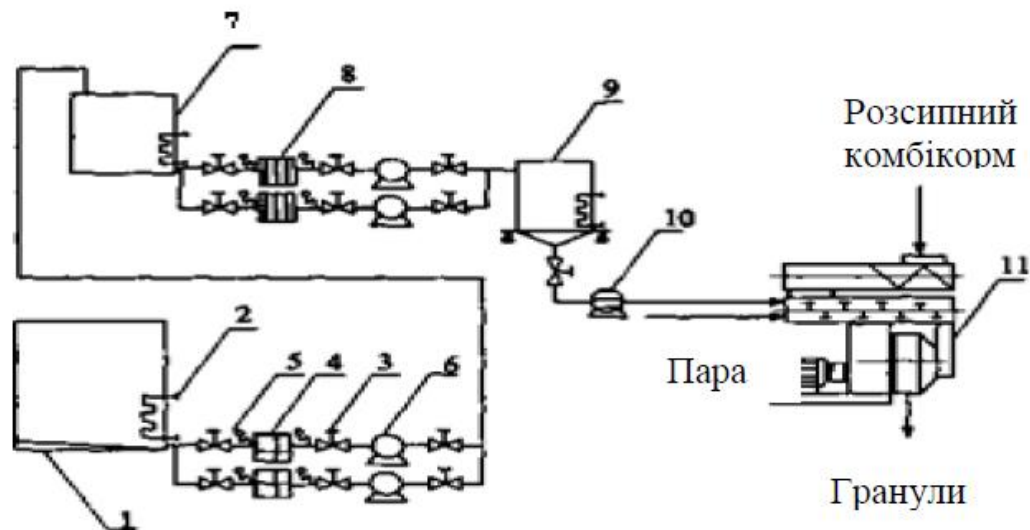


Рисунок 1.2 – Технологічна схема механізованої лінії підготовки і додавання рідких компонентів до складу комбікормів: 1 – бункер для зберігання рідких компонентів; 2 – зміювик паровий; 3 – захисний клапан; 4 – фільтр грубого очищення; 5 – манометр; 6 – підкачувальний насос; 7 – ємність витратна; 8 – фільтр тонкого очищення; 9 – мірний бак; 10 – дозатор рідких компонентів; 11 – прес-гранулятор для готових комбікормів.

«Перед подачею у виробництво комбікормів рідких компонентів, які надходять на завод у контейнерах в такому разі для виділення дрібних домішок використовують фільтри тонкого очищення (рисунок 1.3).

Таким чином рідкі компоненти комбікормів можна подавати в змішувач головної технологічної лінії або в змішувач безперервної дії перед відвантаженням розсипного комбікорму у транспортні засоби» [30].

«Для отримання більш ефективного та однорідного розподілення рідких компонентів як у складі комбікормів розсипних, так і на поверхні гранул або крупки можна досягти, якщо застосовувати спеціальні установки для мікронапилення рідких компонентів (рисунок 1.3)» [30].

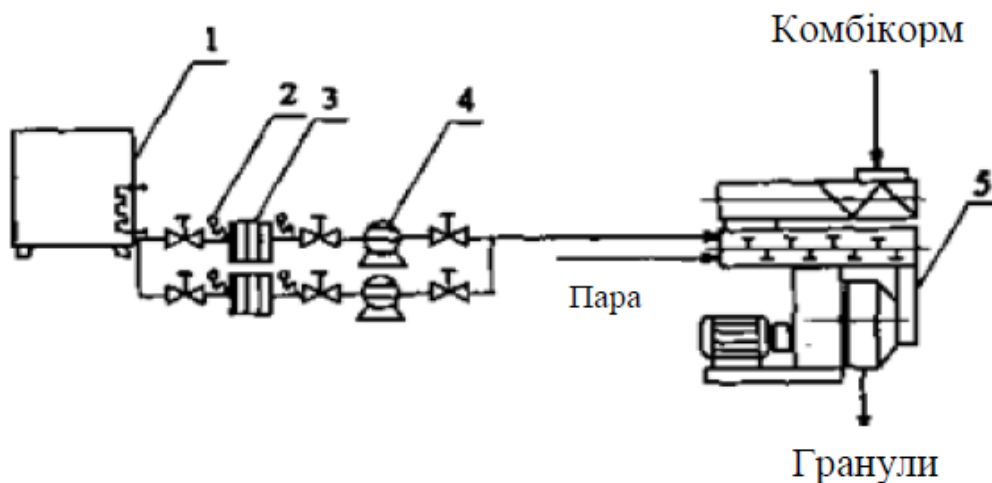


Рисунок 1.3 – Механізована технологічна схема лінії підготовки компонентів кормової сировини до складу комбікормів(варіант 2): 1 – бак для рідких компонентів; 2 – манометр для регулювання тиску; 3 – фільтр тонкого очищення рідких компонентів; 4 – насос дозатор рідких компонентів; 5 – прес-гранулятор гранулювання готового комбікорму.

«В даний час набули широкого застосування системи мікронапилення рідких компонентів комбікормів на поверхню гранул, комбікормової крупки або частинок розсипного комбікорму в потоковій схемі при безперервному їх дозуванні (рисунок 1.4). Встановлюють такі системи на технологічних лініях перед подачею готової продукції у склад або при відвантаженні. Таким чином вводять препарати ферментів як правило у рідкому вигляді.

Застосовують системи мікронапилення рідких компонентів з метою запобігання втрат біологічно активних речовин під час термічної обробки комбікормів. Оскільки рідкі компоненти наносять на охолоджений комбікорм, такі технологічні лінії мають дуже високу вартість» [30].

«Потребує постійного вивчення та вдосконалення норм забезпечення збалансованими комбікормами високопродуктивних ліній і кросів птиці, які забезпечують максимальну продуктивність відповідно при збереженні високої якості продукції» [27].

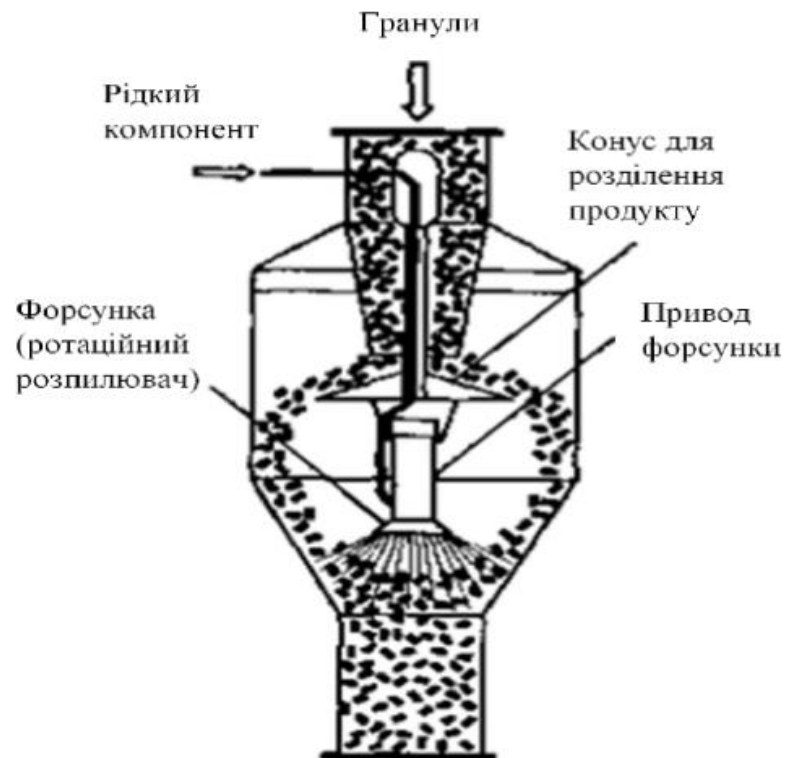


Рисунок 1.4. Технологічна схема процесу мікронапилення рідких компонентів на комбікормові гранули.

«Технології виготовлення функціональних комбікормів для молодняка сільськогосподарської птиці характеризуються використанням таких технологічних процесів:

- наявність лінії луцення;
- виробництво комбікормової крупки або виробництва комбікорму у вигляді суміші крупок;
- наявність теплової обробки (кондиціонування, екструдуювання, експандування, гранулювання);
- застосуванням ліній мікронапилення на поверхню гранул біологічно активних речовин» [30].

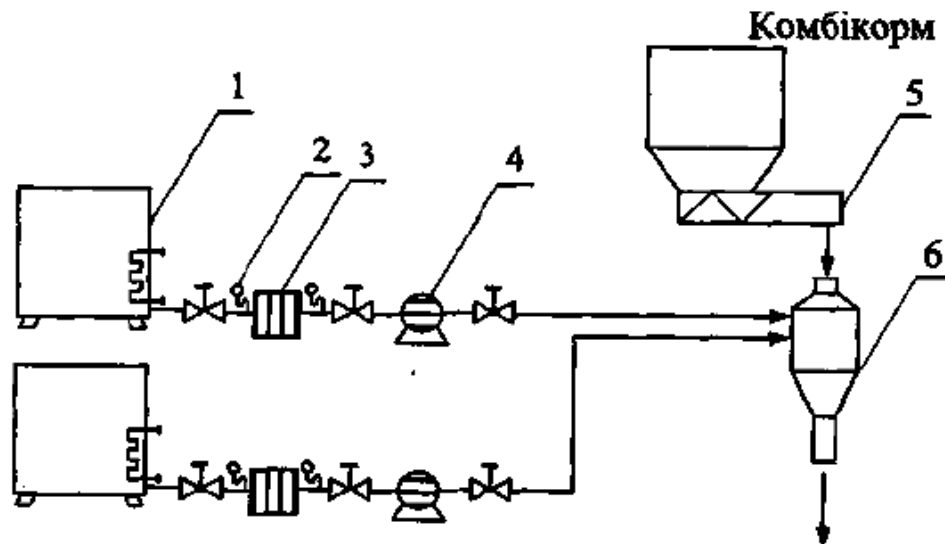


Рисунок 1.5. Механізована технологічної схема лінії підготовки компонентів сировини до складу комбікормів (варіант 3): 1 – бункер для зберігання рідких компонентів; 2 – манометр; 3 – фільтр тонкого очищення; 4 – насос дозатор рідких компонентів; 5 – шнек дозатор комбікормів; 6 – ротаційний спрей для напилення.

«Технологічні процеси виробництва комбікормів мають бути організовані при максимальному завантаженні виробничих потужностей, щоб можна було отримувати готову продукцію з мінімальними поточними витратами та високої якості. Всі операції мають бути механізовані: розвантаження та переміщення сировини і подача її у виробництво. Вся комбікормова сировина, яка надходить у виробництво, має бути очищена для кожного виду комбікормової продукції відповідно до нормативних вимог.

Інтенсивне виробництво продукції птахівництва неможливе без міцної кормової бази і повноцінних кормів. Але майже неможливо забезпечити високу продуктивність птиці тільки за рахунок кормів власного виробництва.

На практиці в рецептурі раціонів часто в недостатній кількості містяться мінеральні речовини та вітаміни, протеїн і незамінні амінокислоти, а сільськогосподарська птиця самостійно не в змозі синтезувати більшість із них» [17].

«Використання незбалансованих рецептів комбікормів призводить до:

- зниження продуктивності птиці;
- перевитрат кормів на одиницю продукції;
- підвищенню собівартості комбікормів;
- зниження ефективності галузі птахівництва.

Необхідності використання кормових добавок пов'язана з:

- інтенсифікацією виробництва продукції птахівництва;
- використанням обмеженого набору кормів;
- виникненням стресових ситуацій [30].

Тому в даний час при відгодівлі курчат-бройлерів є актуальним застосовування функціональних кормових добавок у яких основними біологічно- активними кормовими інгредієнтами є рослинна сировина, продукти мікробіосинтезу та побічні продукти переробної промисловості.

Залежно від використання біологічно активного кормового інгредієнта добавки бувають вітамінні, білково-енергетичні, пробіотичні і пребіотичні.

В даний час розроблені як технології виробництва біологічно активних інгредієнтів, так і способи і режими їх використання. Всі ці розробки дозволяють економічно і ефективно балансувати раціони, поліпшити використання поживних речовин кормів, збільшити приріст живої маси і збереженість поголів'я, покращити стійкість птиці до захворювань» [18].

«Характеризуються кормові добавки високим вмістом поживних, біологічно активних і мінеральних речовин, а також використовуються для збагачення комбікормів і кормосумішей відсутніми елементами живлення, регулювання співвідношення і кількості поживних і біологічно активних речовин. Численними науковими дослідженнями доведено, що балансування кормових раціонів за рахунок використання відповідних добавок дозволяє істотно підвищити рівень продуктивності сільськогосподарської птиці та ефективність використання поживних речовин кормів» [18].

«Рецептура якісного раціону розраховується з урахуванням кормових регуляторних факторів, які допомагають керувати продуктивністю птиці.

По-перше, всі біологічно-активні добавки збалансовані і містяться в



потрібній кількості та співвідношенні.

По-друге, до складу БАР крім комплексу вітамінів, мікро- і макроелементів додають амінокислоти, а для кращого поїдання – вводять ароматизатори, які надають кормам приємного смаку і запаху. Для кожного кросу і породи птиці підбирається свій комплекс кормових регуляторних факторів. Цей комплекс надає найбільш ефективного впливу на основну продуктивну функцію птиці – приріст, несучість, збереженість» [20].

«У зв'язку із заборонаю використання в раціонах птиці та тварин кормових антибіотиків, зросла кількість кормових добавок до складу яких входять пробіотики. Застосування пробіотиків дозволяє:

- підтримувати птицю на високому продуктивному рівні;
- забезпечити профілактику та ліквідувати або звести до мінімуму хронічні захворювання;
- за даними науковців підвищити ефективність вакцинацій в 2-3 рази;
- суттєво знизити негативні наслідки стресів;
- забезпечити приріст живої маси на 4...5 %;
- скоротити до 5 % витрати кормів на виробництво одиниці продукції;
- підвищити однорідність і збереження птиці;
- скоротити витрат коштів на профілактику і лікування інфекційних захворювань та кількість ветеринарно- санітарних заходів;
- забезпечити екологічну чистоту;
- покращити поживність і смакові якості продукції птахівництва;
- для здорового харчування людей отримувати продукцію більш високої якості.

Науково доведено, що пробіотики безпечні для організму птиці навіть якщо вини в декілька разів перевищуючих дозуваннях» [18].

«Дедалі більше на активному впровадженні технологій функціональної годівлі базується розвиток комбікормової галузі в сучасних умовах, проте проаналізувавши поняття функціональної годівлі сільськогосподарської птиці можна зробити висновок, що часто під поняттям функціональної

годівлі розуміють використання кормових добавок, які надають комбікорму функціональності. Але далеко не всі кормові добавки рівноцінні за ефективністю та складом. В першу чергу використання таких добавок повинно базуватися на поглиблених знаннях фізіологічних особливостей годівлі птиці і обміну речовин, оскільки сучасні зміни в кормовій базі вимагають внесення коректив у рецептуру годівлі сільськогосподарської птиці, детальних знань фізіологічних, анатомічних і біохімічних особливостей високопродуктивних порід і кросів» [19].

### **1.5. Висновки до розділу**

На основі проведеного аналізу вітчизняних та іноземних літературних та інформаційних джерел, патентного пошуку та інтернет огляду можна обґрунтувати наступні висновки:

- досягнення високого рівня продуктивності при вирощуванні та утриманні сільськогосподарської птиці можливе лише при відповідному утриманні птиці та використанні повноцінних і збалансованих за всіма показниками кормових раціонів, до складу яких входять легкозасвоювані та підготовлені кормові компоненти;

- кормові компоненти, які використовуються для виробництва повноцінних комбікормів для сільськогосподарської птиці, мають відповідати підвищеним вимогам: а саме - якісне перетравлення поживних речовин, легка доступність та висока санітарна якість.

- використання функціонального комбінованого корму дає можливість отримати високоякісну й безпечну продукцію птахівництва, за рахунок забезпечення організму сільськогосподарської птиці фізіологічної потреби у біологічно активних і поживних речовинах та обмінної енергії.

## РОЗДІЛ 2

### ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

### ВИРОБНИЦТВА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМБІКОРМІВ

#### 2.1. Загальна методика досліджень

«В роботі відповідно до поставленої мети здійснено вибір предмету та об'єкту досліджень. Предмет дослідження – комбікормова сировина, функціональні комбікорми, екструдована кормова добавка. Об'єкт дослідження – технологічні процеси виробництва комбікормів.

На першому етапі теоретичних досліджень проведено огляд і аналіз літературних та патентних джерел, проаналізовано особливості фізіології молодняка сільськогосподарської птиці, потреби птиці у поживних і біологічно-активних речовинах, особливості складання рецептури комбікормів, розглянуто компоненти сировини для виробництва комбікормів та особливості технологічного процесу виробництва комбікормів для сільськогосподарської птиці.

Об'єктом дослідження також є комбікормова сировина, яка входить до складу кормової екструдованої добавки та комбікормів функціональних, рецепти комбікормів для курчат-бройлерів. В роботі обрано методи визначення показників якості екструдованої кормової добавки та функціональних комбікормів.

На основі ферментативного гідролізу зерна ячменю обґрунтовано теоретичним шляхом кормову систему та технологічний спосіб виробництва екструдованої кормової добавки. На цьому етапі теоретичних досліджень удосконалено рецепти функціональних комбікормів для курчат-бройлерів з використанням екструдованої кормової добавки (ЕКД), а також визначено фізичні властивості екструдованої кормової добавки» [22].

## 2.2. Методи дослідження фізико-механічних властивостей комбікормової сировини

«При виконанні досліджень визначали основні фізичні властивості функціональних комбікормів і компонентів сировини, які впливають на вибір конкретних технологічних режимів та ефективність таких процесів, як подрібнення, дозування, змішування, гранулювання та екструдкування. Механіко технологічні властивості екструдованої кормової добавки та готових функціональних комбікормів оцінювали за такими показниками, як об'ємна маса, масова частка вологи, модуль крупності, сипкість, кут природного укусу, індекс розширення екструдату відповідно до стандартних методик і методів, які рекомендовані для наукових досліджень цих показників.

Проводили оцінку ефективності процесу змішування компонентів за коефіцієнтом не однорідності суміші (варіації) за формулою:

$$V_c = \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} * 100, \% \quad , \quad (2.1)$$

Де  $\bar{X}$  – середнє арифметичне значення величини дослідження;

$X_i$  – значення в  $i$ -ому досліді випадкової величини;

$n$  – число відібраних досліджень» [22].

«Для дослідження фізико хімічного складу функціональних комбікормів та компонентів кормової сировини визначали вміст масової частки сирого жиру, сирого протеїну, сирогої клітковини, крохмалю, амінокислотний і фракційний склад та перетравність білка. Визначення хімічного складу комбікормів проводили згідно методик» [22].

### **2.3. Методи дослідження зоотехнічних показників кормової сировини і комбікормів**

«Важливий етап у виробництві комбікормів - це визначення мікрофлори готової продукції, оскільки розвиток мікроорганізмів може не тільки завдати шкоди здоров'ю птиці, але й стати причиною погіршення показників якості продукції. Значно інтенсивніше проходить розвиток мікрофлори у комбікормовій продукції, ніж у зерні. Це відбувається за рахунок присутності значної кількості біологічно активних та поживних речовин, які є сприятливим середовищем для життєдіяльності бактерій і грибів.

При зберіганні комбікормів і екструдованої кормової добавки оцінювали зміну в кількості і складі мікрофлори за наступними мікробіологічними показниками:

- загальна кількість факультативних анаеробних і мезофільних аеробних мікроорганізмів в 1 грамі продукту;
- наявність пліснявих грибів в 1 грамі продукту;
- кількість грибів і дріжджів;
- наявність бактерій паразитофозної групи, у 25 грамах продукту;
- наявністю бактерій групи кишкової палички в 0,1 г продукту» [22].

### **2.4. Методи дослідження зоотехнічної ефективності функціональних комбікормів**

«Загальну поживну цінність функціональних комбікормів визначали за допомогою біологічної оцінки. Ця оцінка характеризується кінцевим результатом годівлі птиці, тобто повноцінною та продуктивною дією – приріст маси тіла, зовнішній вигляд і гарне здоров'я.

Зоотехнічна ефективність показує можливість та доцільність використання функціональних комбікормів для вирощування курчат

бройлерів. Оцінку зоотехнічної ефективності щодо використання функціональних комбікормів для курчат бройлерів проводили за такими показниками: збереженість поголів'я птиці, середньодобовий приріст курчат, витрати комбікорму на 1 кг приросту курчат» [22].

«Визначення живої маси курчат-бройлерів проводилось індивідуально на початку, в середині та в кінці досліджень шляхом зважування птиці на лабораторних вагах. Інтенсивність росту курчат бройлерів визначали на основі відносних, абсолютних та середньодобових приростів. Кількість спожитого корму та збереженість поголів'я визначали на основі первинного обліку. Облік корму по групах та на одну голову проводили один раз у 5 діб за методом П.І. Вікторова» [22].

## 2.5. Методика обробки результатів досліджень

«Для визначення достовірних значень вимірюваних величин дослідних показників і проведення кореляційного аналізу здійснюють математико-статистичну обробку експериментальних даних.

Для кожного досліджуваного результату знаходять:

Середнє арифметичне значення:

$$X = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (2.2.)$$

де n – кількість вимірювань;

$x_1, x_2, \dots, x_i$  – результати паралельних досліджень.

Знаходимо відхилення від середнього значення ( $\bar{X}$ ) для кожного отриманого результату ( $X_k$ ), який характеризує відносну похибку:

$$\Delta X = X_k - \bar{X}, \quad (2.3.)$$

Розраховуємо дисперсію розсіювання:

$$S^2_{X_k} = \frac{\sum_{k=1}^n (X_k - \bar{X})^2}{n-1}, \quad (2.4.)$$

де (n-1) – число ступенів свободи.

Знаходимо середнє квадратичне відхилення:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}, \quad (2.5.)$$

при n>25» [24].

«Знаходимо точність визначення:

$$E_\alpha = t_r \frac{S(X_k)}{\sqrt{n}}, \quad (2.6.)$$

де  $t_r$  – табличне значення критерію Ст'юдента при довірчій ймовірності 0,95 і ступені свободи  $f = n-1$

Розраховуємо довірчий інтервал:

$$\bar{X} \pm E_\alpha, \quad (2.7)$$

Розрахунок відносної похибки:

$$\Delta X = \frac{E_\alpha \cdot 100}{\bar{X}}, \% \quad (2.8.)$$

Допустимою величиною відносної похибки вважають розраховані значення, що не перевищують 5 %. Для досягнення необхідної точності обчислюють число паралельних дослідів. Це число розраховували підставляючи різні значення n (3, 4, 5 і так далі) у формулу таким чином, щоб при заданому n та фіксованому значенні величини  $P=0,95$  отримане значення критерію Ст'юдента було вище табличного  $t$ » [24].

«Оптимізацію технологічних процесів змішування та екструдуювання

кормової суміші проводили шляхом планування повного факторного експерименту. Отримані при цьому моделі мають відносно просту структуру і представлені у виді полінома:

$$Y = B_0 + B_i x_i + B_{ij} x_i, \quad (2.9)$$

де  $Y$  – розрахунковий критерій оцінки процесу;

$B_0, B_i, B_{ij}$  – коефіцієнти регресії;

$x_i, x_j$  – кодовані значення досліджуваних факторів.

Перехід від натуральних до кодованих значень виконували за формулою:

$$x_i = (X_i - X_{oi}) / \lambda_i, \quad (2.10)$$

де  $X_i$  – натуральне значення досліджуваного фактора;

$X_{oi}$  – нульовий рівень фактора;

$\lambda_i$  – інтервал варіювання фактора» [24].

## 2.6. Обґрунтування експериментальних досліджень

«За допомогою експериментальної бази досліджено:

- фізичні властивості кормової сировини і готової продукції;
- зміни хімічного та біохімічного складу кормової суміші у технологічному процесі екструджування;
- якісний та кількісний склад мікрофлори виготовлених комбікормів при зберіганні;
- вироблено дослідну партію функціонального комбікорму для визначення зоотехнічної і біологічної ефективності.

Всі необхідні визначення проведено з використанням стандартизованих методів досліджень. Дослідження проводили на комплексі технологічного та лабораторного обладнання.

Процес змішування кормової сировини проводили у фаршмішалці і лопатному змішувачі періодичної дії (рис. 2.1). У ванну змішувача 1 через



отвори 2 завантажували підготовлені компоненти для комбікормів. Для кращої ефективності змішування відповідно до рекомендацій спочатку вносили зерновий компонент, який входить до складу рецепту кормової суміші у найбільшій кількості за відсотковим складом, а потім вносили попередню суміш компонентів.

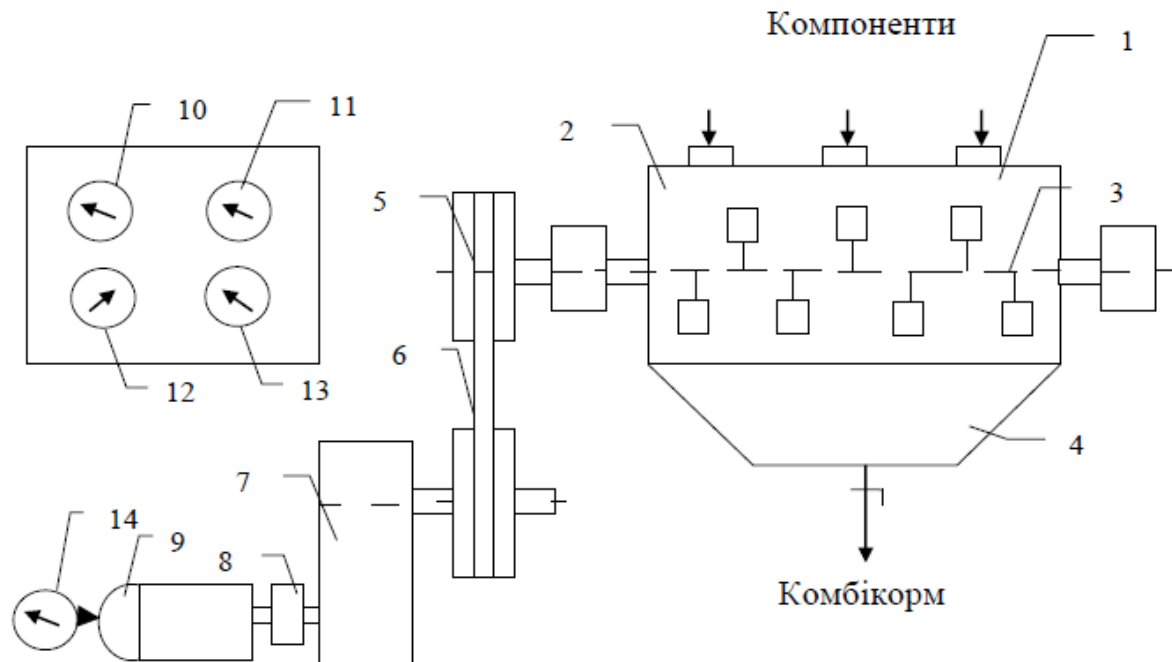


Рисунок 2.1 - Схема стану для експериментального дослідження технологічного процесу змішування кормової сировини: 1 – ванна для змішування, 2 – отвори для завантаження сировини, 3 – вал пристрою перемішування, 4 – бункер, 5 – шків на валу пристрою перемішування, 6 – клинопасова передача, 7 – редуктор черв'ячний, 8 – муфта, 9 – електричний двигун, 10 – вольтметр, 11 – амперметр, 12 – індикатор, 13 – таймер, 14 – тахометр» [25].

«Змішування компонентів кормової сировини виконували у лабораторному змішувачі протягом 300 секунд при частоті обертання робочого органу змішувача  $n=1,33$  оберта за секунду. Після змішування кормову суміш розвантажували у бункер 4. В залежності від часу змішування розраховували коефіцієнт неоднорідності кормової суміші за методикою яка

описана вище» [25].

«Експериментальне виробництво зразків та дослідної партії кормових екструдатів проводили, керуючись «Правилами організації і ведення технологічного процесу виробництва продукції комбікормової промисловості» [26], на виробничому прес-екструдері.

Процес екструдування кормової сировини здійснювали на екструдері марки ЕЗ-150 (рисунок 2.2).

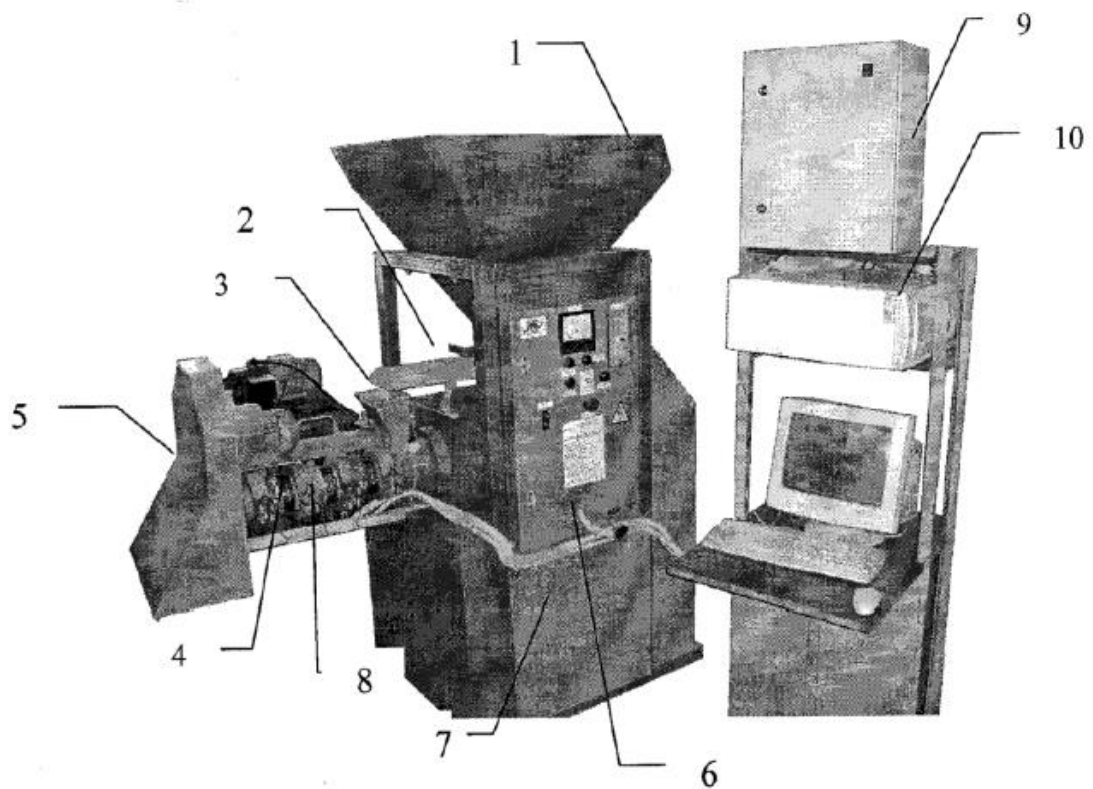


Рисунок 2.2 - Екструдер для зернової сировини марки ЕЗ-150: 1 - бункер приймання сировини, 2 - віброживильника, 3 - приймальна лійка, 4 - гвинтова частина, 5 - подрібнювача, 6 - шафа управління та контролю, 7 – кожух, 8 - автоматична система контролю і управління з трьох датчиків контролю температури, 9 - пульт управління, 10 - комп'ютер» [25].

«Розглянемо як працює екструдер. Кормовий продукт надходить у зерновий бункер 1 із зовнішньої системи подачі сировини. Після вмикання приводу електричного двигуна та віброживильника 2, кормова суміш подається із зернового бункера 1 через лійку приймальну 3 в робочу зону

гвинтової частини 4 екструдера. При переміщенні по тракту робочої зони гвинтової частини 4, яка утворена ребрами стаканів і гвинтоподібними каналами, кормова суміш подрібнюється, за рахунок тиску піддається тепловій обробці, переміщається вздовж шнеку і видавлюється через центральний отвір вихідної втулки гвинтової частини 4. Кормова суміш розігрівается за рахунок сил внутрішнього тертя та тертя кормової суміші об корпусні деталі і гвинти. До комплектації екструдера належить подрібнювач готового екструдату 5 та короткі фільтри для матриці» [25].

«Для пришвидшення запуску екструдера матрицю попередньо розігрівають до температури  $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Регулювання температурного процесу та коефіцієнта „вибуху” відбувається зміною осьового положення вихідної втулки, завдяки переміщенню її по різьбі. Регулювання зміни положення вихідної втулки приводить до зменшення або збільшення зазору між вихідним наконечником та отвором вихідної втулки гвинтової частини шнека. Зменшення зазору приводить до збільшення температури кормового продукту, а також збільшення коефіцієнта „вибуху” продукту та небажаних наслідків роботи екструдера» [25].

«Перед початком виконання експериментальної роботи екструдера здійснювали підключення до установки ватметра та амперметра та за якими визначали силові і енергетичні характеристики. Дослідження та фіксування показань цих приладів здійснювали на холостому ході та під навантаженням. Потужність електродвигуна визначали на холостому ході та при силових навантаженнях за формулами:

$$N_{\text{х.х.}} = I_{\text{х.х.}} \cdot U \cos \varphi \cdot 10^3, \text{ кВт}, \quad (2.11)$$

$$N_{\text{наг.}} = I_{\text{наг.}} \cdot U \cos \varphi \cdot 10^3, \text{ кВт}, \quad (2.12)$$

де  $I_{\text{х.х.}}$   $I_{\text{наг.}}$  – сила струму при роботі екструдера на холостому ході і при силовому навантаженні, Ампер;

$\cos \varphi$  – коефіцієнт зміщення фаз сили струму;

$U$  – робоча напруга струму у мережі (380 В)» [25].

«Питомі витрати електроенергії визначали за формулою:

$$N_{\text{ит.}} = (N_{\text{нав.}} - N_{\text{х.х.}}) / Q, \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{кг}, \quad (2.13)$$

де  $N_{\text{х.х.}}$ ,  $N_{\text{нав.}}$  – потужність електричного двигуна на холостому ході і при силовому навантаженні, кВт;

$Q$  – продуктивність екструдера, кг/год.

Після запуску екструдера шнековий прес виводять на режим, при якому його продуктивність, температура робочого процесу та навантаження електродвигуна по силі струму повинні відповідати номінальним значенням. Тільки після досягнення номінального режиму фіксують показання ватметра і амперметра під навантаженням. Показання приладів фіксують із періодичністю від 2 до 5 хвилин, в залежності від маси готової вихідної сировини та її якості. Продуктивність екструдера визначають за умови, що навантаження основного електродвигуна по струму складає 100 %, температура в робочій зоні відповідає номінальній, а якість екструдованого продукту задовільна» [25].

«Визначення готового продукту проводять шляхом зважування маси, яка вийшла з вихідного отвору гвинтової частини екструдера за три хвилини роботи. Результат три хвилинної роботи перемножений на 20, характеризує годинну продуктивність екструдера. Для приведення продуктивності агрегату до умовної щільності готового продукту  $750 \text{ кг/м}^3$  отриману величину продуктивності перемножують на поправочний коефіцієнт, який визначають шляхом ділення умовної щільності на фактичну. Після охолодження кормового екструдату проводили відбір трьох разових проб, з яких розраховують загальну пробу. Далі виділяють середню пробу для виконання комплексу аналізів згідно програми досліджень за ДСТУ (Комбікорми, сировина. Методи відбору проб)» [25].

«Визначення вмісту поживних та біологічно активних речовин а також

фізичних властивостей готового кормового продукту проводили з застосуванням відповідних приладів, пристроїв і обладнання. Для визначення основних фізико–технологічних властивостей готового продукту застосовували комплекс лабораторного обладнання: сушильну шафу, термостат, прилад для визначення кута насипного схилю, електронні та аналітичні ваги, пурку, ексикатор, пікнометр, набір сит, розсійник, важки, штангенциркуль» [25].

## **2.7. Висновки до другого розділу**

У другому розділі дослідної роботи отримано наступні результати:

- розроблено програму теоретичних та виробничих досліджень;
- обґрунтовано методику та об'єкти дослідження;
- розроблено методи дослідження фізичних та технологічних властивостей структури кормової сировини та комбікормів. Встановлені методи дослідження відповідають технічним вимогам та іншим нормативним актам;
- проаналізовані математичні методи обробки експериментальних результатів досліджень та методи сучасної оптимізації рецептури використання екструдованої кормової добавки та функціональних комбікормів для відгодівлі курчат-бройлерів.

## РОЗДІЛ 3

### АНАЛІЗ І ОБГРУНТУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1 Обґрунтування поняття кормової системи

«Кормова система – це така система, яка здатна забезпечити потреби сільськогосподарської птиці в поживних, біологічно активних та енергетичних речовинах.

У птахівництві існують такі концепції кормової системи: сухий корм, вологі мішанки або комбіновані кормові системи. Суха система годівлі птиці стосується використання повнораціонні комбікорми (в розсипному або гранульованому вигляді), які збагачені мікроелементами і вітамінами. Виготовляють також спеціальні комбікорми-концентрати, які розраховані на використання в поєднанні із зерновими компонентами та іншими кормами місцевого виробництва» [25].

«При використанні вологої системи годівлі сільськогосподарська птиця отримує мішанки, до складу яких входить мелений зерновий і білковий концентровані корми, при цьому зволожені водою, сироваткою, знежиреним молоком, добавками соковитих кормів або відходами харчової промисловості. В кормову мішанку додають мінеральну сировину і безпосередньо перед роздаванням – вітамінні препарати. Мішанки мають вологість в межах 40 %. Якщо використовувати надлишок рідини то виходить тістоподібна кормова мішанка, яка бруднить пір'яний покрив птиці та забиває дзьоб» [26].

«Комбінована система годування птиці поєднує використання в кормових раціонах зерна, сухого комбікорму і зволжених мішанок. Необхідно незалежно від обраної кормової системи забезпечити постійний доступ птиці до свіжої питної води» [26].

«У теперішній час на ринку кормів з'явилося багато водорозчинних

кормових препаратів (жиророзчинні вітаміни). Це є поштовхом для перегляду концепції кормової системи з метою зменшення втрат біологічно активних речовин під час технологічної переробки комбікормової сировини. Традиційне введення біологічно активних речовин передбачається шляхом введення у розсипний комбікорм та на поверхню крупки гранул під час гранулювання, а ці роботи передбачають термічну обробку продукту або використання коштовних технологій» [26].

«Ці дослідження дають можливість формування нової концепції кормової системи. Нова система ґрунтується на введенні водорозчинних форм кормових препаратів біологічно активних речовин і до складу питної води, яка задовольняє кормовому смаку відповідному типу птиці та тварин.

Зробивши аналіз рецептури комбікормів можна зробити наступний висновок, що такі компоненти комбікормів, як вітаміни, амінокислоти та ферменти можуть використовуватись, як в сухій так і рідкій формі.

Крім тих вітамінів, які присутні в кормах сучасне птахівництво вимагає введення в раціон птиці додаткової кількості вітамінів. Це перешкоджає прояву вітамінної недостатності і дозволяє отримати від птиці високої продуктивності. Вводять додаткові вітаміни сільськогосподарській птиці з водою, кормом і шляхом ін'єкцій» [30].

«Введення додаткових вітамінів з кормом або водою є найменш трудозатратний і більш фізіологічним шляхом. При введенні в організм птиці додаткових вітамінів виникає основна проблема, яка полягає в тому, що в силу своєї хімічної будови вітаміни є високоактивними сполуками і легко вступають в хімічні реакції» [31].

«В першу чергу раціони для сільськогосподарської птиці балансують за такими амінокислотами як метіонін та лізин. В рослинних компонентах кормів цих амінокислот міститься недостатня кількість і це призводить до балансування кормів синтетичними амінокислотами» [31].

«Вводяться в корм амінокислоти тільки після індивідуального розрахунку раціону. При розрахунку кормового раціону потрібно

враховувати вміст амінокислот у кормовій сировині, а також і перетравність амінокислот. Враховуючи не достатній вміст амінокислот і їх перетравність, розраховується кількість чистих амінокислот, які необхідно включити до рецепту.

Концентрати амінокислот кормові випускаються в сухому і рідкому вигляді. Їх отримують мікробіологічними синтезом».

### **3.2. Обґрунтування технології виробництва екструдованої кормової добавки**

«Розробка способу виробництва кормової добавки базується на можливості підвищення кормової цінності зерна кукурудзи шляхом його подальшого екструдування.

Для вивчення можливості переробки осаду зерна ячменю у кормову добавку після ферментативного гідролізу (ОФГ) і використання його в якості компонента комбікорму для курчат-бройлерів були проведені дослідження його фізичних властивостей.

Отримані дані показують, що осад ферментативного гідролізу характеризується незадовільними механічними властивостями, а саме підвищеним вмістом води (72 %), що ускладнює переробку осаду, так як продукт з такою вологістю призводить до залипання і важко транспортується. До того ж висока вологість осаду ферментативного гідролізу є однією з причин яка призводить до корозії металевих частин обладнання.

Хімічний склад осаду ферментативного гідролізу вивчався багатьма дослідниками. Вивчення його складу показало, що він є цінною кормовою сировиною. Осад ферментативного гідролізу в розрахунку на суху речовину містить 14 % сухого протеїну, 25 % крохмалю, 31 % простих цукрів, 9 % сирової клітковини, 3 % мінеральних речовин і 0,25 % фосфору» [32].

«Підсумовуючи результати вивчення складу осаду ферментативного гідролізу, необхідно підкреслити, що за вмістом основних поживних речовин



він представляє собою цінний кормовий продукт, може бути додатковим джерелом збагачення кормових раціонів протеїном та мікроелементами.

Незадовільні технологічні властивості осаду ферментативного гідролізу показали необхідність його переробки у суміші з іншими зерновими компонентами комбікорму. Це дає змогу покращити фізичні властивості осаду та уникнути проблеми залипання та самосортування продуктів.

Основною умовою розробки кормової добавки з використанням осад ферментативного гідролізу є вибір найбільш оптимальних компонентів кормової добавки з точки зору складу, механічних і технологічних властивостей, вартість сировини і витрати електроенергії на її переробку.

Поширеним компонентом при виробництві комбікормів у птахівництві є кукурудза. За показником порівняльної енергії кукурудза перевищує усі зернові злакові корми. Дослідження вітчизняних вчених відносно питомих витрат електроенергії на екструдкування кукурудзи значно нижчі у порівнянні з іншими зерновими компонентами» [32].

«Використання процесу екструдкування зерна кукурудзи дозволяє зберегти ряд поживних та біологічно-активних речовин, покращити ароматичні і смакові властивості готового продукту, підвищити засвоєння та збільшити терміни зберігання продукції» [32].

«Враховуючи корисні властивості екструдованих комових продуктів був розроблений спосіб переробки осаду ферментативного гідролізу в екструдовану кормову добавку. У якості зволожувача суміші перед екструдкуванням використовували осад ферментативного гідролізу. Вологість суміші до екструдкування має становити не більше 16...18 %. Це має неможливість зберігати екструдат з підвищеним вмістом вологи більш тривалий час. Отже склад компонентів екструдованої кормової добавки формували виходячи з вологості вихідної суміші до екструдкування» [32].

«Щоб отримати високоякісну екструдовану кормову добавку (ЕКД) на процес екструдкування необхідно направляти високооднорідну суміш компонентів. Оскільки компоненти екструдовану кормову добавку значно

відрізняються за своїми фізичними властивостями. Необхідною умовою виробництва ЕКД є встановлення технологічних режимів процесу змішування експериментальним шляхом, а саме максимальний і мінімальний відсоток введення осаду до складу кормової суміші, типу змішувача та тривалості змішування суміші. Виконання цих умов забезпечує необхідну ступінь однорідності екструдованої кормової добавки» [32].

«Проведений аналіз результатів досліджень провідних вчених у комбікормовій галузі, щодо отримання однорідної кормової суміші та основних технологічних характеристик змішувачів показав, що найбільш ефективно використовувати змішувачі з лопатевим перемішуючим робочим пристроєм» [32].

«Змішування подрібненого зерна кукурудзи та осаду ферментативного гідролізу проводили у лабораторному змішувачі періодичної дії протягом 300 с при частоті обертання робочого органу змішувача  $n = 1,33$  обертів за секунду. Для дослідження процесу екструдування були підготовлені наступні зразки:

перший зразок – це подрібнене зерно кукурудзи та ОФГ у співвідношенні відповідно до маси 95:5;

другий зразок – це подрібнене зерно кукурудзи та ОФГ у співвідношенні відповідно до маси 90:10;

третій зразок – це подрібнене зерно кукурудзи та ОФГ у співвідношенні відповідно до маси 85:15;

четвертий зразок – це подрібнене зерно кукурудзи та ОФГ у співвідношенні відповідно до маси 80:20.

Однорідність розподілу компонентів кормової суміші оцінювали за компонентом - вітамін В<sub>2</sub>.

Аналіз кривих варіації дослідних зразків (рисунк 3.1) показує, що мінімальний коефіцієнт варіації 7,9 % спостерігається у зразку під № 1 при змішуванні на 180 с, у зразку під № 2 – мінімальний коефіцієнт варіації 8,70 % на 240 с, у зразку під № 3 – мінімальний коефіцієнт варіації 9,40 % на 300 с

та у зразку під № 4 – мінімальний коефіцієнт варіації 11,1 % на 360 с» [32].

«З аналізу наукових досліджень відомо, щоб змішування пройшло ефективно, потрібно щоб коефіцієнт варіації не перевищував 3 %. Отже, результати досліджень представлені на рисунку 3.1. показують, що внаслідок різних властивостей компонентів кормової суміші змішування суміші проходить не ефективно і не забезпечує необхідної однорідності.

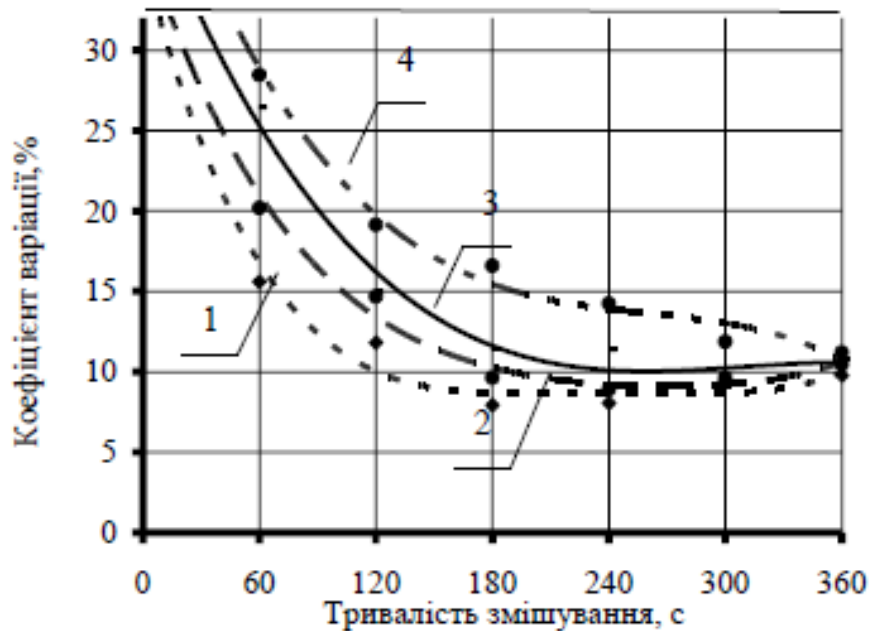


Рисунок 3.1 - Залежність коефіцієнта варіації від тривалості змішування кормової суміші при різних співвідношеннях компонентів (подрібнене зерно кукурудзи та осаду ферментативного гідролізу):

1 – 95:5, 2 – 90:10, 3 – 85:15, 4 – 80:20» [32].

«Відмічено утворення в'язких конгломератів осаду ферментативного гідролізу і подрібненого зерна кукурудзи, що негативно впливає на однорідність суміші. Зі збільшенням масової частки осаду у кормовій суміші, тривалість змішування зростає а однорідність змішування погіршується.

Одним із способів підвищення ефективності змішування компонентів кормової суміші, які суттєво відрізняються фізичними властивостями, є змішування у два етапи. На першому етапі змішують частку кукурудзи і осаду, на другому етапі – передсуміш із залишком кукурудзи» [32].

«Приймаючи до уваги ці дані нами проведено дослідження для обґрунтування співвідношення подрібненого зерна кукурудзи і осаду ферментативного гідролізу у передсуміші. З цією метою були сформовані 3 дослідних зразки передсуміші:

1 зразок – подрібнене зерно кукурудзи і ферментативний осад у співвідношенні до маси 1:1 відповідно;

2 зразок – подрібнене зерно кукурудзи і ферментативний осад у співвідношенні до маси 1:2 відповідно;

3 зразок – подрібнене зерно кукурудзи і ферментативний осад у співвідношенні до маси 1:3 відповідно» [32].

«Найменший коефіцієнт варіації для зразка під номером № 1 – 2,7 % досягається на 180 с змішування, для зразка під № 2 – 3,37 % на 240 с змішування та для зразка під № 3 – 3,42 % на 300 с змішування (рисунок 3.2).

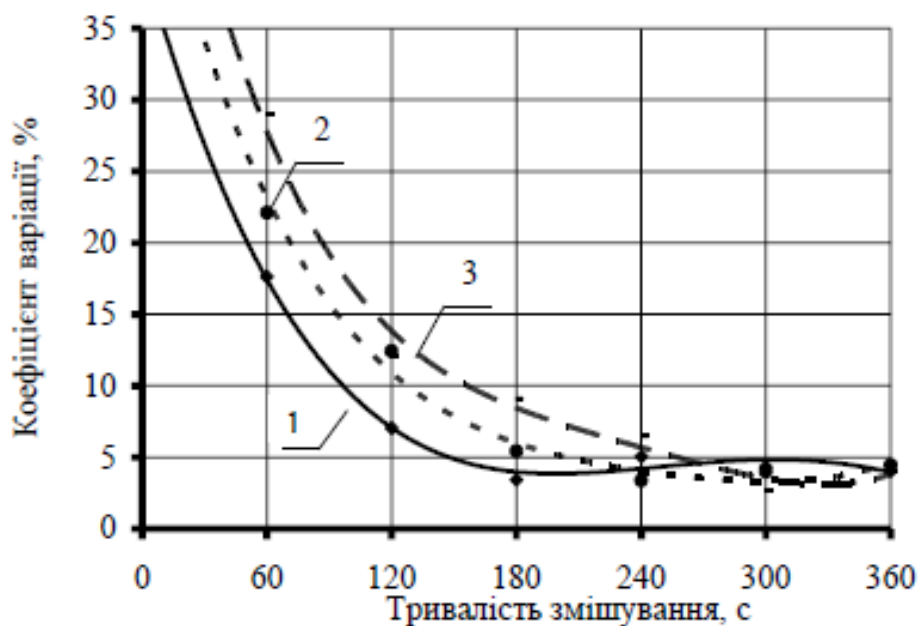


Рисунок 3.2 - Залежність коефіцієнта варіації від тривалості змішування у фаршмішалці кормової суміші при різних співвідношеннях компонентів (подрібнена кукурудза та осад):

1 зразок – 1:1; 2 зразок – 1:2; 3 зразок – 1:3» [32].

«Для досягнення високої однорідності попередньої суміші кукурудзи і

ферментативного осаду з мінімальними питомими витратами електроенергії, потрібно змішувати компоненти у співвідношенні 1:1 при тривалості змішування 180с.

На першому етапі змішування компонентів виконували у фаршмішалці протягом 180 секунд. На другому етапі змішування проводили у лопатевому змішувачі протягом 120...180 секунд попередньої суміші з частиною кукурудзи, яка залишилась» [32]

«На основі проведених досліджень розроблено технологічну схему виробництва екструдованої кормової добавки. Технологічна схема показує послідовність операцій (рисунок 3.3).

Фуражне зерно кукурудзи очищують від небажаних домішок та направляють на подрібнення у молоткову дробарку (розмір сита  $\varnothing$  3 мм), отриману крупку дозують. Також направляють на дозування осад після ферментативного гідролізу зерна ячменю. Для утворення попередньої суміші здозований ферментативний осад і частину кукурудзи у співвідношенні 1:1 змішують у фаршмішалці на пртязі 180 секунд. Отриману попередню суміш змішують з рештою кукурудзи у змішувачі періодичної дії з лопатевим перемішуючим пристроєм протягом 120...180 секунд. Отриману зволожену кормову добавку екструдують при температурі +110...120 °С, потім охолоджують до температури +20...30 °С, а готовий екструдат подрібнюють у молотковій дробарці» [32].

«За рахунок процесу екструзії зменшилась на 35 % масова частка вологи. Після екструдування кормова добавка має задовільні механічні та фізичні показники. У процесі екструдування продукту зріс кут природного укусу на 15 %, а також покращилась сипкість на 41 %. Також під час екструзії відбулися глибокі структурно-механічні зміни, про що свідчить зменшення об'ємної маси кормової суміші на 33 %. При діаметрі головки матриці екструдера 10 мм індекс розширення екструдату склав 2,2. На екструдування суміші питомі витрати електроенергії становили 15,0 кВт год/т» [32].

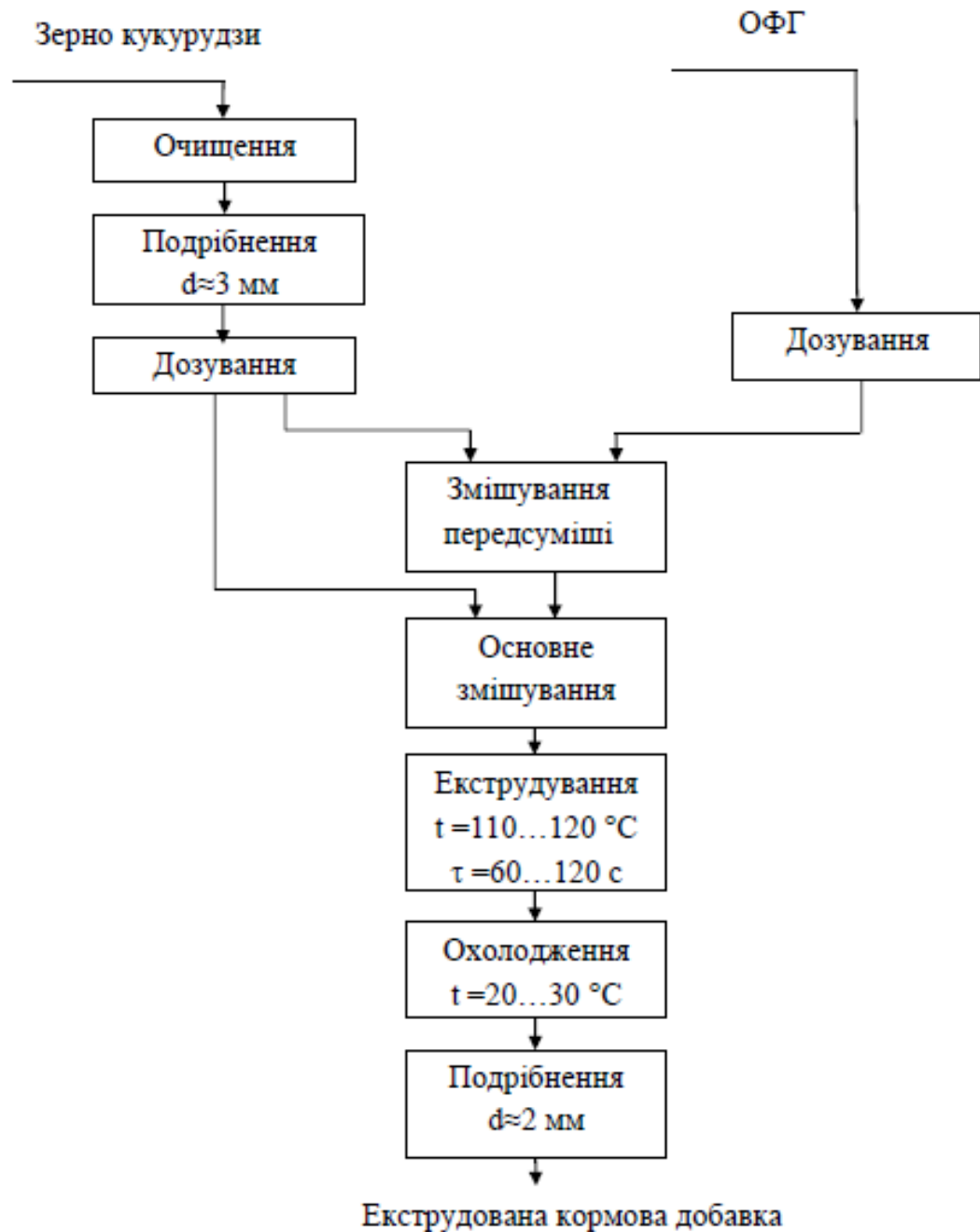


Рисунок 3.3 - Схема технологічного процесу виробництва екструдованої кормової добавки.

### 3.3. Обґрунтування моделі технологічного процесу екструдкування кормового продукту

«Процес екструдкування – це термомеханічний обробіток кормової

сировини, за допомогою якого можливо отримувати структурований зерновий корм. Отриманий продукт має переваги з додаванням великого відсотку рідини (олії, жир, м'яса), а також у використанні більш дешевої і складної кормової сировини. Особливе значення в ефективній роботі екструдера має головка, яка формує режим температури і тиск в робочій зоні. Процес відбувається сумісно із зовнішнім підводом теплоти і за рахунок дії гвинтової поверхні на кормову сировину» [33].

«Екструдювання кормового продукту забезпечує наступні переваги:

- використання підвищеної кількості рідких компонентів – жиру, олії;
- знешкодження шкідливих для живлення птиці компонентів;
- покращення якості і засвоюваності повнораціонних кормів;
- збільшення продуктивності технологічного пресу та кращу якість кормового продукту;
- готовий продукт має кращу збереженість вітамінного складу;
- менші затрати енергії в порівнянні із обробіткою кормової сировини на пресах» [33].

«Технологічний процес ущільнення кормової сировини на гвинтовому екструдері можна розділити на чотири зони (рисунок 3.4).

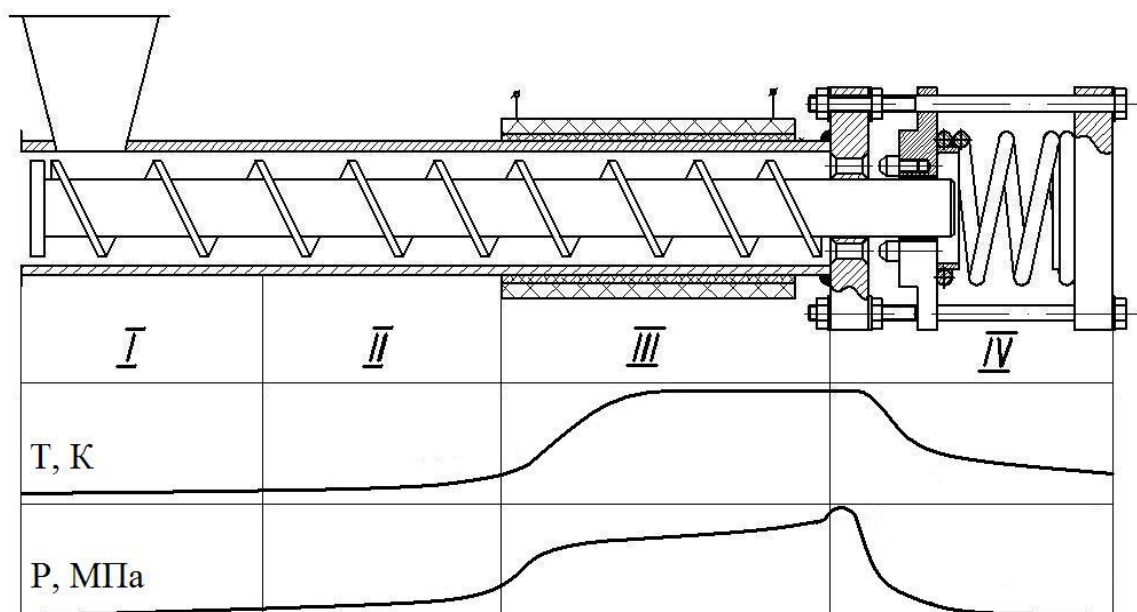


Рисунок 3.4 - Зони ущільнення і зміна фізичних властивостей кормової сировини при русі в робочому органі екструдера» [33]

«Зона 1-а – перемішування з одночасним переміщенням кормової суміші вздовж шнека та початок ущільнення.

Зона 2-а - наростання тиску ущільнення, пресування і руйнування часток продукту.

Зона 3-я - подальше підвищення температури продукту і тиску пресування з переходом продукту в вязкопластичний стан.

Зона 4-а - продавлювання екструдату через отвори матриці вихідної головки машини.

Розглянемо режим роботи шнекової частини екструдера без пружини на вихідний голівці. Під час переміщенні конуса змінюються внутрішній радіус на початку каналу  $R_k$  і довжина кільцевого каналу головки екструдера  $L_k$ . Нехай при закритому виході довжина  $L_k$  дорівнює  $L_{ko}$  (може бути що  $L_{ko}=0$ ) (рисунок 3.5)» [33].

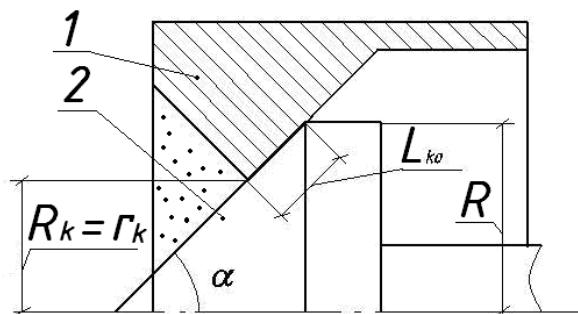


Рисунок 3.5 - Положення робочої частини головки екструдера на початку роботи: 1 – робоча поверхня корпусу екструдера; 2 - конус головки екструдера який закриває робочу зону.

«При такому положенні  $r_{ko} = R_k$ . Зовнішній радіус на початку кільцевого каналу  $R_k$  при переміщенні закриваючого конуса не змінюється,  $R_k = \text{const}$ . Здійснемо переміщення конус на відстань  $\Delta x$  вправо (рисунок 3.6)» [33].



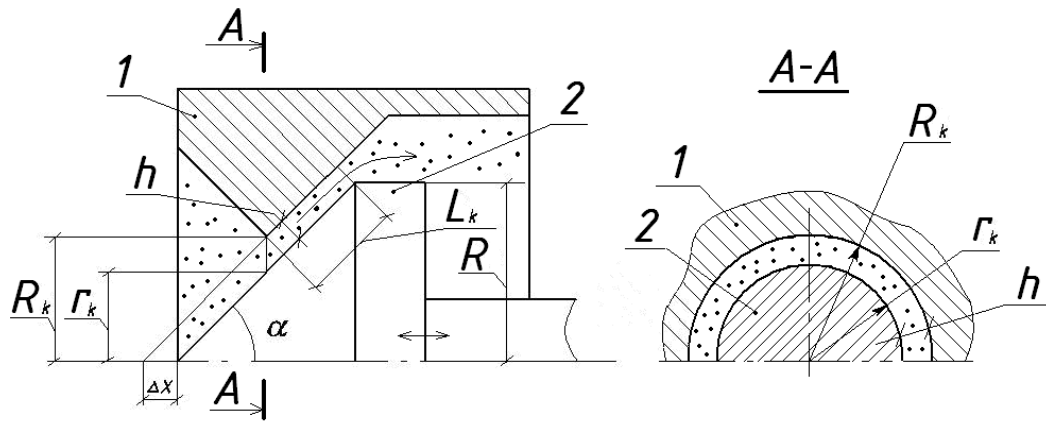


Рисунок 3.6. - Робоче положення головки експандера на початку роботи: 1 – поверхня корпусу експандера; 2 - конус головки експандера, який закриває робочу поверхню корпусу.

«В такому випадку

$$r_k = R_k - \Delta x \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (3.1)$$

$$L_k = L_{k0} + \Delta x \cdot \cos \alpha, \quad (3.2.)$$

Наприклад, при  $\alpha = 60^\circ$

$$r_k = R_k - \Delta x, \quad (3.3)$$

$$L_k = L_{k0} + \Delta x / 2, \quad (3.4)$$

де  $\Delta x$  - переміщення конуса вздовж осі.

Продуктивна здатність вихідної головки екструдера, кг/с:

$$Q_{\text{ЕКСП}} = \frac{\pi \cdot (P_{\text{III}} - P_{\text{АТМ}}) \cdot \rho_{\text{III}} \cdot m}{8 \cdot \eta \cdot L_k} \left\{ R_k^4 - r_k^4 + \frac{(R_k^2 - r_k^2)^2}{\ln \frac{R_k}{r_k}} \right\} \cos^4 \alpha, \quad (3.5)$$

де  $L_k$  - довжина кільцевого каналуна шнековому валу, м;

$R_k, r_k$  - внутрішній і зовнішній радіуси на початку шнекового каналу, м;

$\alpha$  - кут між віссю регулюючого конуса і висотою конуса;

$P_{\text{III}}$  - щільність кормової суміші в кінці 3-ї зони, кг/м<sup>3</sup>;

$m$  - кількість кільцевих каналів головки екструдера;

$P_{\text{АТМ}}$  - максимально допустимий тиск кормової суміші на останньому витку робочого шнека наприкінці 3-ї зони, Па;

$\eta$  - динамічна в'язкість кормової суміші в 3-й зоні, Па за секунду» [33].

«З рівняння (3.5) визначаємо залежність основного регульованого конструктивного параметра екструдера – це значення ширини кільцевого каналу ( $R_k$  і  $r_k$ ) від робочого тиску  $P_{\text{III}}$  при  $R_k = \text{const}$ .

Важливий параметр, який контролюється в залежності від необхідної якості і стану кормової сировини – це тиск суміші на наприкінці третьої зони. Тиск залежить від ширини кільцевого вихідного каналу.

При повністю закритих отворах вихідної головки тиск кормової суміші  $P_{\text{III}}$  наприкінці третьої зони буде максимальним, і з припущенням можна сказати, що тиск між зоною 1 і зоною 2 практично відсутній» [33].

«Тиск у третій зоні визначається за формулою, Па:

$$P_{\text{maxIII}} = (z_{\text{II}} + z_{\text{III}}) \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot D^2 \cdot \omega \cdot \eta}{(D - d)^2}, \quad (3.6)$$

де  $z_{\text{II}}$ ,  $z_{\text{III}}$  - число витків шнека в зоні 2 і в зоні 3;

$D$ ,  $d$  - зовнішній і внутрішні діаметри шнека екструдера, м;

$\omega$  - частота обертання шнека екструдера, об за секунду;

Формула для визначення тиску в робочій зоні екструдера має вид, кг/с:

$$Q_{\text{ЭКСП}} = \frac{P \cdot \rho}{\eta} \xi, \quad (3.7)$$

де  $P$  - тиск (середній тиск більший за атмосферний  $(P_{\text{III}} - P_{\text{АТМ}})/2$ ), Па;

$\rho$  - щільність кормової суміші, кг/м<sup>3</sup>;

$\xi$  – параметр який залежить від геометричних розмірів (залежить від  $R_k$ ,  $r_k$ ,  $L_k$ ,  $\alpha$ ,  $m$ ).

При заданих  $R_k$ ,  $L_{k0}$ ,  $\alpha$  – можливо зробити табличну залежність  $\xi$  ( $\Delta x$ ) і представити цю залежність графічно» [33].

«При  $\Delta x = 0$  отримаємо  $\xi_0 = 0$  (тому що  $R_k = r_k$ ).

При  $r_k = 0$ ,

$$\xi_{\max} = \frac{\pi R_k^4 \cos^4 \alpha \cdot m}{4 \cdot \left( L_{ko} + \frac{R_k \cdot \cos \alpha}{\operatorname{tg} \alpha} \right)}, \quad (3.8)$$

При  $\Delta x > R_k \cos \alpha / \operatorname{tg} \alpha$  формула для  $Q$  екструдера буде іншою.

Продуктивність шнека наприкінці третьої зони, кг/с:

$$Q_{\text{шн.}} = 0,25 \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot (h_{\text{шн}} - e) \cdot \omega \cdot P_{\text{шн}} \cdot \varepsilon_{\text{шн}}, \quad (3.9)$$

де  $h_{\text{шн}}$  - крок витків шнека екструдера в третій зоні, м;

$e$  - товщина витка шнека екструдера, м;

$\varepsilon_{\text{шн}}$  - коефіцієнт осьового переміщення кормової суміші останнім витком шнека в третій зоні, за рахунок провертання кормової маси відносного шнека» [33].

«Умова неперервності потоків кормового матеріалу, що забезпечує стійку роботу екструдера, визначається рівністю пропускної здатності вихідний головки (3) і продуктивності шнека екструдера (4):

$$Q_{\text{ЭКСП.}} = Q_{\text{шн.}}, \quad (3.10)$$

З формули 3.10 можна знайти  $\varepsilon$  - коефіцієнт переміщення продукту. При закритому режимі  $Q_{\text{ЭКСТРУДЕР}} = 0$ , відповідно  $Q_{\text{ШНЕКА}} = 0$  та  $\varepsilon = 0$ , тобто кормовий продукт не рухається» [33].

«Для розрахунку продуктивності шнека екструдера більш результативною і достовірною є формула, де враховані коефіцієнти форми шнека для протипотоку та середньої в'язкості кормового продукту в потоці, кг/с:

$$Q_{\text{шн.}} = \pi \cdot D \cdot w \cdot (h - \delta) \cdot \omega \cdot \cos(\theta) \cdot (f_d / 2) - \left( h^3 \cdot w \cdot f_{ps} f_{pd} / 12 \cdot n \cdot \mu_c \right) \cdot \left( \frac{dP}{dx} \right), \quad (3.11)$$

де  $D$  - зовнішній діаметр шнека екструдера, м;

$h$  - глибина витка шнека екструдера, м;

$w$  - ширина витка шнека (через крок  $S$ ,  $w = S \cos(\theta)$ ), м;

$\delta$  - зазор між краєм витка і поверхнею шнека, м;

$\theta$  - кут нахилу витка, рад.;

$$\theta = \arctg S / \pi (D-2\delta), \quad (3.12)$$

$n$  - показник степеневого закону в рівнянні течії не ньютоновської рідини (матеріалу),  $n = 0,1298$ ;

$\mu_c$  - в'язкість не ньютоновської рідини, (Па секунда);

$P$  – тиск в робочій зоні, Па;

$X$  – довжина шнекового каналу, м;

$f_d$  - коефіцієнт форми вимушеного потоку;

$$f_d = 1 - (0,487 n^2 - 0,948n + 0,972) h / w, \quad (3.13)$$

$f_{ps}$  - коефіцієнт форми для протівипотоку, створений опором вихідного пристрою;

$$f_{ps} = 1 - (0,949 n^2 - 1,87 n + 1,59) h / w - \quad (3.14)$$

$f_{pd}$  - коригуючий коефіцієнт для середньої в'язкості сировини в потоці ( $f_{pd} = 0,98$ )» [33].

«Співвідношення тиску вздовж осі шнека  $\left(\frac{dP}{dx}\right)$  можна приблизно замінити на  $\left(\frac{P}{L}\right)$ .

Формулу (3.11) можна написати у новому вигляді, кг/с:

$$Q_{\text{шн.}} = A \cdot \omega - B \cdot P, \quad (3.15)$$

де,

$$A = \pi \cdot D \cdot w \cdot (h - \delta) \cos(\theta) \cdot (f_d/2), \quad (3.16)$$

$$B = h^3 \cdot w \cdot f_{ps} \cdot f_{pd} / 12 \cdot n \cdot \mu_c \cdot L, \quad (3.17)$$

$A$  і  $B$  параметри, що залежать від геометричних розмірів шнека.

Параметри  $A$  і  $B$  приблизно постійні для даного шнека екструдера;

$L$  - довжина шнека екструдера, м» [33].

«Рівняння 3.15 можна записати у вигляді:

$$\frac{P \cdot \rho}{\eta} \xi = A \cdot \omega - B \cdot P, \quad (3.18)$$

Задане рівняння (3.18) дозволяє розрахувати робочі характеристики екструдера (тиск, число обертів і продуктивність). Величини  $\rho$  і  $\eta$  вважаємо наближено постійними, тоді рівняння набуває вигляду, кг/с:

$$Q_{\text{ЭКСП.}} = P \cdot \xi', \quad (3.19)$$

де  $\xi' = \xi \rho / \eta$ ;

$$\xi = \frac{\pi \cdot m \cdot \cos^4 \alpha}{4 \cdot L_k} \cdot \left( R_k^4 - r_k^4 + \frac{(R_k^2 - r_k^2)}{\ln \frac{R_k}{r_k}} \right), \quad (3.20)$$

Виконавши геометричні перетворення продуктивність експериментального екструдера має наступний вид, кг/с:

$$Q_{\text{ЭКСП.}} = \frac{C \cdot (\Delta x + \lambda)}{F_{\text{эф}}} \xi', \quad (3.21)$$

де  $\lambda$  - деформація кормового продукту при незмінному зазорі, м;

$\Delta x$  - переміщення закриваючої головки екструдера, м;

$C$  - коефіцієнт жорсткості робочої пружини, Па;

$F_{\text{эф.}}$  - ефективна площа поперечного перерізу камери шнека, м<sup>2</sup>.

Пружина в роботі екструдера виконує роль демпфера. Пружина підтримує потрібний тиск у камері виходу і компенсує появу різких стрибків тиску, які створюються випадковими зовнішніми чинниками» [33].

«Робочий час обробки кормової суміші при екструдюванні визначається за виразом:

$$\tau_{об} = 2 \cdot [h_I \cdot z_I + (h_{II} \cdot z_{II} + h_{III} \cdot z_{III}) / \varepsilon_{cp}] / \omega \cdot D + \tau_{вых}, \quad (3.22)$$

де  $\tau_{вых}$  - час для проходження суміші через головку, с;

$\varepsilon_{cp}$  - середній значення коефіцієнту осьового переміщення кормової суміші у другій і третій зонах» [33].

«Час проходження кормової суміші через головку, секунди:

$$\tau_{вих} = \frac{8 \cdot L_k \cdot \eta}{(P_{III} - P_{ATM.}) \cdot (R_k - r_k) \cdot m}, \quad (3.23)$$

Для нагрівання кормової суміші до необхідної температури  $t_k$  наприкінці третьої зони витрачається, Дж:

$$E_M^t = m_M \cdot c_M \cdot (t_k - t_n), \quad (3.24)$$

де  $m_M$  - маса суміші в екструдері при сталому режимі роботи, кг;

$c_M$  - теплоємність кормової маси при постійному тиску, Дж/(кг °C);

$t_n, t_k$  - початкова і кінцева температура кормової суміші, °C» [33].

«Маса суміші в екструдері при сталому режимі роботи, кг:

$$m_M = Q_{ЭКСП.} \cdot \tau_{об}, \quad (3.25)$$

Теплові втрати від нагрівання корпусу екструдера і навколишнього повітря, Дж:

$$E_{пот.} = k_{тп.} \cdot F_{кн.} \cdot (t_{Мср} - t_v) \cdot \tau_{об}, \quad (3.26)$$

де  $k_{тп.}$  - коефіцієнт теплопередачі, Дж / (м² с °C);

$$k_{тп.} = 1 / (1/\alpha_M + \delta/\lambda + 1/\alpha_v), \quad (3.27)$$

$\alpha_M, \alpha_v$  - коефіцієнт теплопередачі кормової суміші до корпусу екструдера і від екструдера в навколишнє середовище, Дж/(м² с °C);

$\delta$  - товщина стінки корпусу екструдера, м;

$\lambda$  - коефіцієнт теплопровідності корпусу екструдера, Дж/(м<sup>2</sup> с °С);

$t_{\text{Мср}}$  - середня (по довжині робочої камери) температура кормової суміші, °С;

$$t_{\text{Мср}} = (t_{\text{н.}} - t_{\text{к.}})/2, \quad (3.28)$$

$t_{\text{в}}$  - температура повітря в приміщенні, °С;

$F_{\text{кн.}}$  - площа зовнішньої поверхні циліндричного корпусу екструдера» [33].

«Загальна енергія споживання екструдером за формулою, Дж:

$$E_{\Sigma} = E_{\text{М}}^{\text{т}} + E_{\text{М}}^{\text{р}} + E_{\text{пот}} = M_{\text{кр.}} \cdot \omega \cdot \tau_{\text{об}}, \quad (3.29)$$

де  $E_{\text{М}}^{\text{р}}$  - енергії, що витрачається на стиснення суміші, Дж; приймаємо (0,7...0,85);

$M_{\text{кр.}}$  - кутовий момент на валу шнека екструдера, Нм» [34].

«Енергія для додаткового джерела електричного підігріву, Дж:

$$E_{\text{н}} = \alpha_{\text{м}} \cdot F_{\text{кв}} \cdot (t_{\text{ц}} - t_{\text{к}}') \cdot \tau_{\text{ц}} = E_{\Sigma}' - M_{\text{кр.}} \cdot \omega \cdot \tau_{\text{об}}, \quad (3.30)$$

де  $F_{\text{кв.}}$  - площа внутрішньої поверхні корпусу екструдера, м<sup>2</sup>;

$t_{\text{ц}}$  - середня температура корпусу екструдера, яка необхідна для додаткового підігріву суміші екструдату  $k > t_{\text{к}}$ , °С;

$E_{\Sigma}$  - сумарна енергія споживання екструдером при нагріванні кормової суміші до температури  $t_{\text{к}}$  (визначається аналогічно  $E_{\Sigma}$ ), Дж» [34].

«Сумарна потужність, необхідна для роботи екструдера, Вт:

$$N_{\text{эк}} = \frac{E_{\text{М}}^{\text{т}} + E_{\text{пот.}} + \eta \cdot E_{\text{М}}^{\text{р}}}{\eta_{\text{м}} \cdot \tau_{\text{об}}} + N_{\text{н}} + N_{\text{хх}}, \quad (3.31)$$

де  $\eta_{\text{м.}}$  - коефіцієнт перетворення механічної енергії в теплову;

$N_{\text{н.}}$  - потужність електричного нагрівального елемента, Вт;

$N_{\text{хх.}}$  - потужність холостого ходу екструдера, Вт.

$\eta_{\text{э}}$  - ККД екструдера, дорівнює:

$$\eta_9 = \frac{P_{III} \cdot Q_{\text{експ.}}}{N_{\text{эк}} \rho}, \quad (3.32)$$

де  $P_{III}$  - тиск суміші вихідної головки екструдера, Па;

$Q_{\text{екструдера}}$  - продуктивність екструдера, кг/с» [34].

За отриманими результатами теоретичних досліджень технологічного робочого процесу екструдювання кормової сировини опробована та обґрунтована залежність продуктивності та енергоємності процесу екструдювання від конструктивно-режимних параметрів машини.

За результатами досліджень встановлено, що підвищення ефективності процесу екструдювання кормового продукту для виробництва комбікормів при вирощуванні курчат бройлерів, можливо при встановленні робочої пружини на зажимній головці екструдера.

Також за процесу екструдювання визначені зміни механічних характеристик вхідної кормової сировини при проходженні продукту по робочих зонах ущільнення, а також скореговано аналітичні вирази енергоємності роботи екструдера з демпфірним пристроєм.

#### **3.4. Узагальнення технології виробництва функціональних комбікормів для птиці.**

«На основі теоретичних досліджень процесу екструдювання запропоновано структурну схему виробництва функціональних комбікормів (рисунок 3.7). За основу процесу екструдювання взята принципова схема технологічного процесу виробництва комбікормів четвертого покоління на основі порційного подрібнення і дозування компонентів комбікормової сировини із додатковим підєднанням лінії лушення плівчастих зернових культур та лінії переробки осаду ферментативного гідролізу» [35].



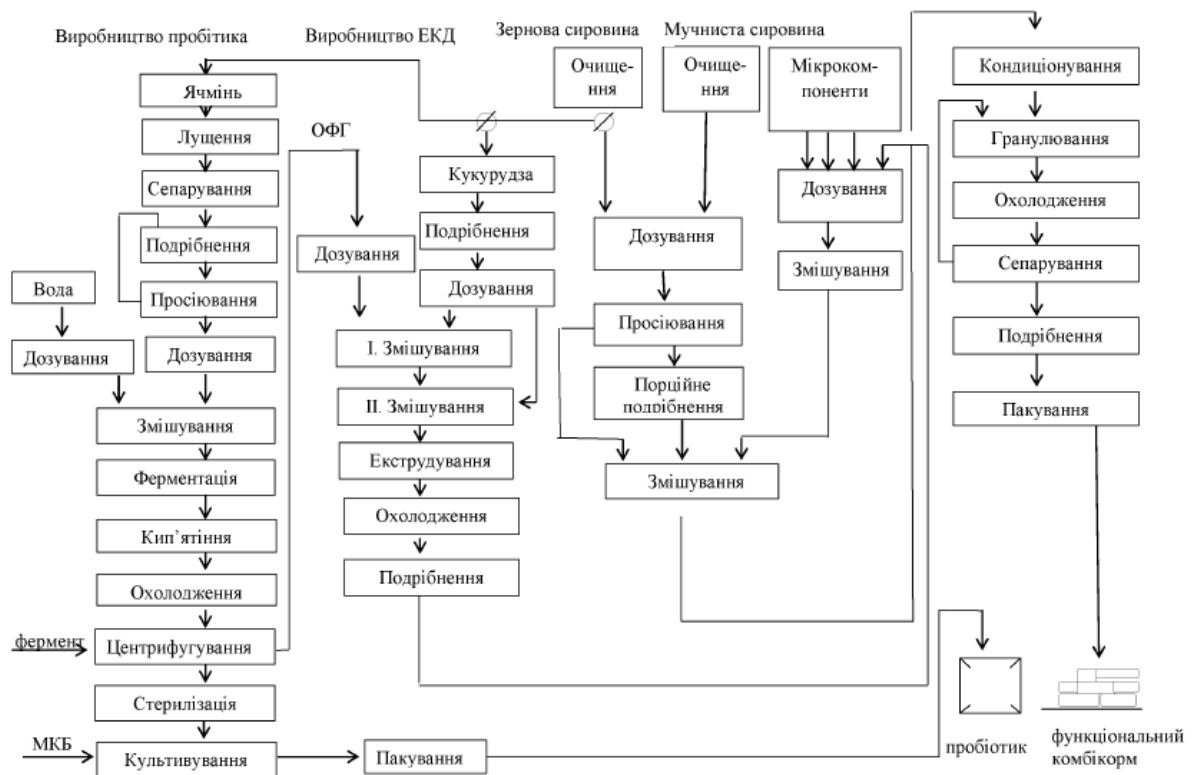
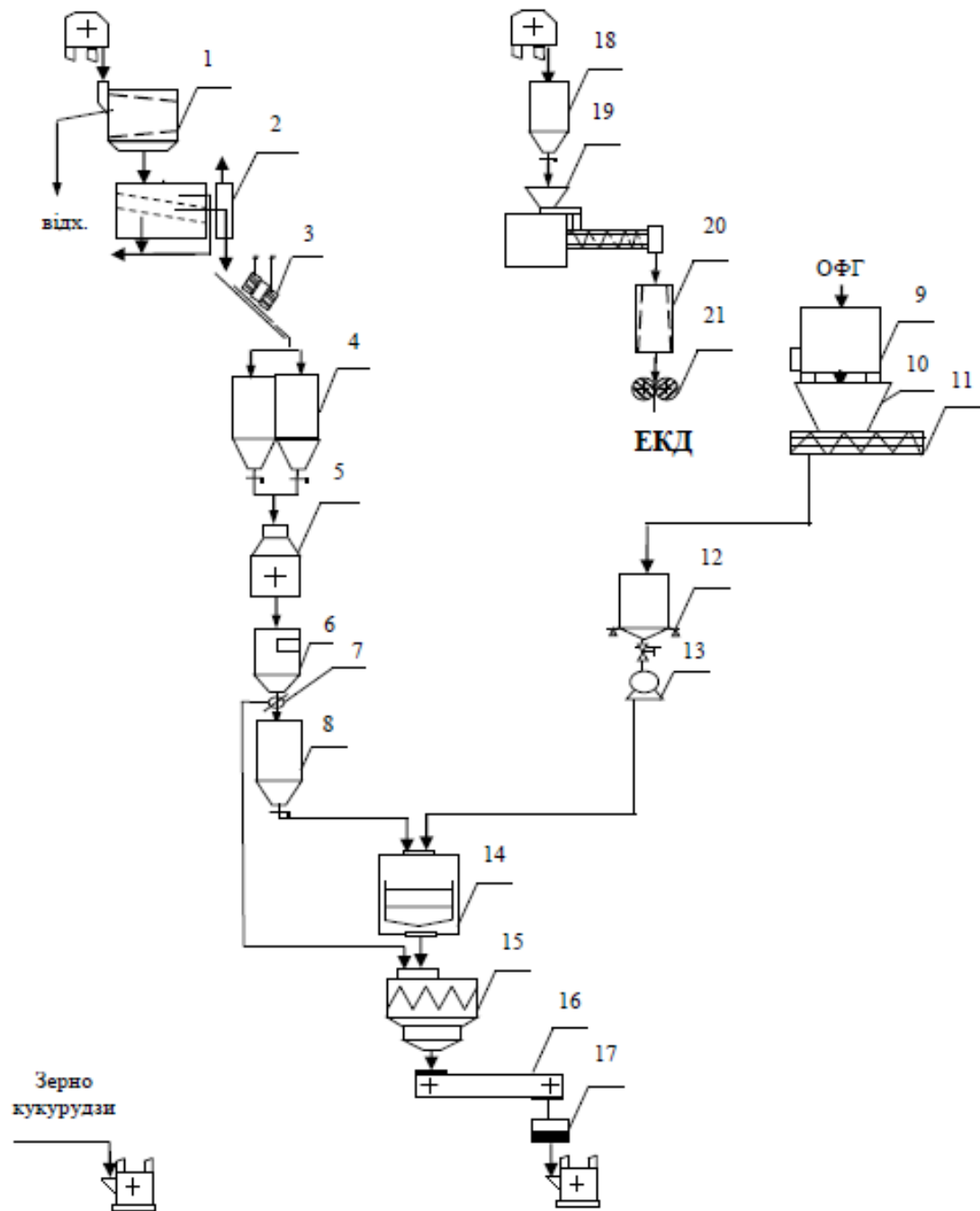


Рисунок 3.7 – Узагальнена структурна схема виробництва функціональних комбікормів для вирощування м'ясної птиці.

«Розглянутий та запропонований спосіб переробки осаду ферментативного гідролізу можливо здійснити за допомогою наступної схеми технологічного процесу (рисунок 3.8). В основу технологічної схеми покладено варіант побудови технологічного процесу виробництва комбікормів з формуванням попередньої суміші компонентів.

Відповідно до варіанту побудови технологічного процесу приготування комбікормів передбачені наступні технологічні лінії, в яких виконуються наступні операції:

- підготовка зернової сировини (очищення зернової сировини від домішок, подрібнення фуражного зерна, дозування подрібненого зерна);
- підготовка осаду ферментного гідролізу (дозування);
- підготовка якісної однорідної кормової суміші кукурудзи та осаду ферментативного гідролізу (змішування ОФГ та частини кукурудзи);
- екструджування кормової суміші кукурудзи та ОФГ» [35].



«Рисунок 3.8 - Технологічна схема виробництва екструдованої кормової добавки: 1 – аспіратор; 2 – сепаратор ситоповітряний; 3 – сепаратор магнітний; 4, 8, 10, 18 – бункери; 5 – дробарка молоткова; 6 – дозатор ваговий; 7 – клапан перекидний; 9 – контейнер з осадом після ферментативного гідролізу зерна ячменю; 11 – транспортер; 12 – бункер; 13 – насос; 14 – змішувач; 15 – змішувач лопатевий; 16 – транспортер; 17 – сепаратор магнітний; 19 – прес-екструдер; 20 – колонка охолоджувальна; 21 – здрібнювач валковий» [35].

«Очищення зернової сировини від некормових включень за розробленою технологією передбачено в аспіраторі (1) і зерноочисному ситоповітряному сепараторі (2), у якому встановлено дві ситові рами: верхня рама – це решітне полотно з номером 100...160, нижня рама – це решітне полотно з номером 10 14. Очищення зерна від металоманітних домішок проводять на магнітній колонці (3).

Очищене зерно кукурудзи транспортують у наддробарні бункери (4), далі зерно проходить подрібнення у молотковій дробарці (5), у якій встановлено сито з діаметром отворів  $d=3$  мм. Кукурудзяну крупку направляють на дозування в однокомпонентний ваговий дозатор (6).

Осад після ферментативного гідролізу зерна ячменю у контейнері (9) направляють у робочий корпус та бункер (10), після транспортером (11) направляють у бункер з нержавіючої сталі (12), далі спеціальним насосом для в'язких продуктів (13) осад подають у фаршмішалку (14), куди завантажують і дозовану порцію кукурудзяної крупки для отримання попередньої суміші. Змішування попередньої суміші виконується протягом 180 секунд при частоті обертання робочого органу змішувача  $n = 1,33$  оберта за секунду з метою рівномірного розподілу компонентів (співвідношення кукурудзяної крупки та осаду ферментативного гідролізу 1:1)» [35].

«Попередньо підготовлену суміш кукурудзяної крупки та ОФГ подають у змішувач періодичної дії з лопатевим перемішуючим пристроєм, куди через перекидний клапан (7) надходить залишок кукурудзяної крупки. Змішування триває 120...180 с при частоті обертання робочого органу змішувача  $n = 1,33$  обертів за секунду.

Високооднорідну кормову суміш транспортером (16) через магнітний сепаратор (17) направляють в екструдер (19). Екструдкування кормової суміші проводять при наступних технологічних режимах:

- тиск в робочій зоні екструдера 2...3 МПа,
- потужність електродвигуна 4,0...4,5 кВт,

- температура екструдату на виході +110...120 °С,
- тривалість робочого циклу 60 120 с,
- робочий діаметр отвору матриці 10 мм» [35].

«Отриманий гарячий екструдат охолоджують за допомогою вертикального охолоджувача (20) до температури навколишнього середовища, але більш ніж на 10 °С. Охолоджений екструдат подрібнюють на валковому подрібнювачі (21) до розміру частинок 2 мм. Екстудовану кормову добавку транспортують на виробництво комбікормів для птиці.

Обґрунтування схеми технологічного процесу виготовлення функціональних комбікормів для вирощування сільськогосподарської птиці з використанням екстудованої кормової добавки» [35].

«Враховуючи недоліки порційної технології виробництва комбікормів, варто для удосконалення технології створити лінію підготовки компонентів, які не потребують подрібнення, а також дають змогу зменшити енергетичні витрати на виробництво комбікормів. Необхідно забезпечити попереднє подрібнення кормової сировини переробки продуктів тваринництва (м'ясо-кісткової, кісткової, рибної та кров'яної муки) на фракції, і які за своїм розміром відповідають технологічній крупності без подрібнення. Цей підхід зменшить питомі витрати електричної енергії на процес подрібнення компонентів» [28].

«Відповідно до запропонованої схеми технологічного процесу виробництва функціональних комбікормів для сільськогосподарської птиці (рисунок 3.8) передбачені технологічні лінії, до яких входять операції.

Підготовка екстудованої кормової суміші кукурудзи і осаду після ферментативного гідролізу зерна ячменю:

- підготовка фуражної зернової сировини;
- підготовка осаду після ферментативного гідролізу зерна ячменю;
- підготовка якісної однорідної суміші осаду та подрібненої кукурудзи;
- екстудування кормової суміші подрібненої кукурудзи та осаду.

Підготовка порції кормового продукту харчових виробництв,

екструдованої кормової добавки і мучнистої сировини:

- поділ кормового продукту харчових виробництв та екструдованої кормової добавки на мілку і крупну фракції;
- дозування і подрібнення порції крупної фракції кормового продукту харчових виробництв та екструдованої кормової добавки;
- дозування порції мучнистої сировини і мілкої фракції кормового продукту харчових виробництв та екструдованої кормової добавки» [28].

«Підготовка порції компонентів мікроелементів: розтарювання; дозування; змішування. Змішування усіх підготовлених порцій компонентів комбікорму.

Теплова обробка розсипного комбікорму: пропарювання; гранулювання комбікорму; охолодження, подрібнення гранул і сепарування за крупністю. Відвантаження готової продукції.

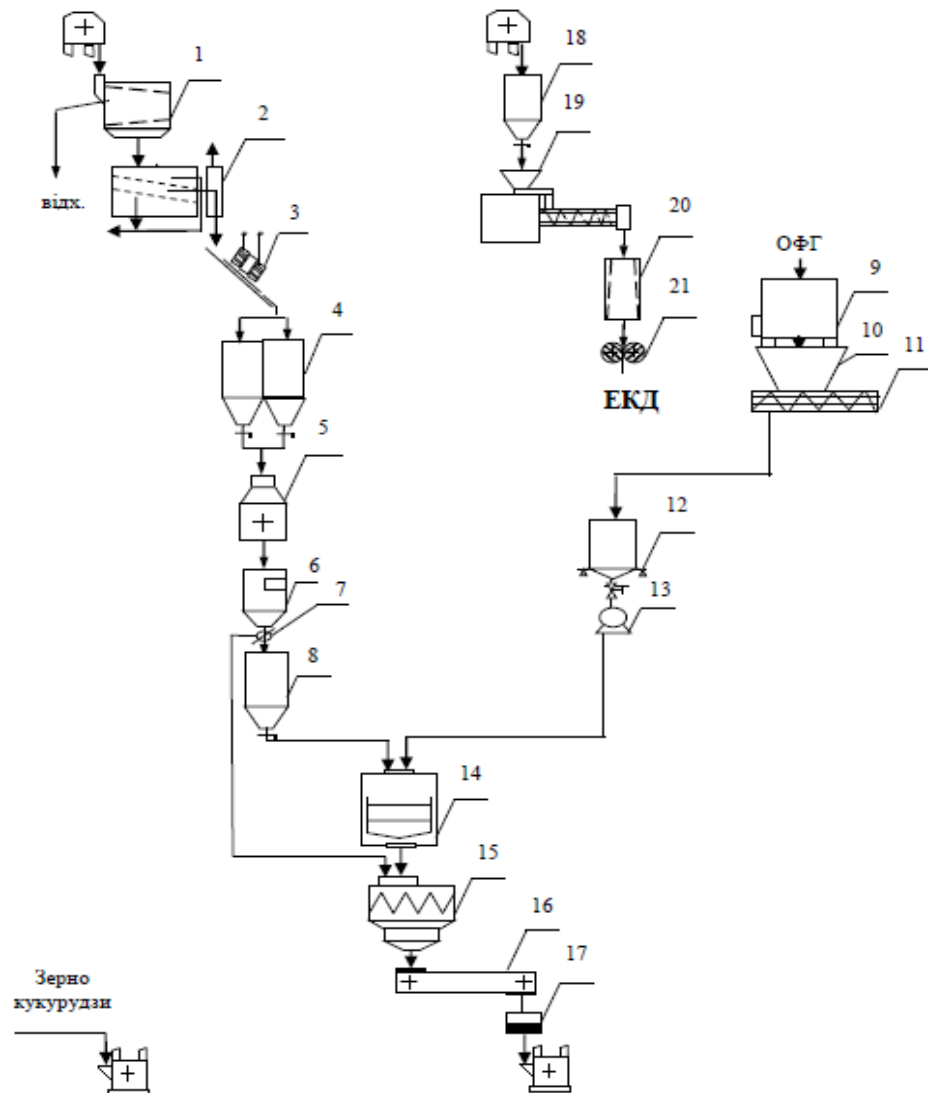
Для виробництва функціональних комбікормів передбачають при прийманні очищення зернової сировини від не кормових відходів на аспіраторах (3) та ситоповітряному сепараторі (4), в якому встановлено дві ситові рами – верхня решітне полотно №100...160, нижня – решітне полотно №10...14» [28].

«Очищену зернову сировину за допомогою транспортера (5) транспортують на зберігання у склад силосного типу, які виконують роль наддозаторних бункерів (6). Із наддозаторних бункерів за допомогою шнекових живильників (7) зернову сировину направляють на дозування у багатокомпонентний ваговий дозатор (8). Порцію здозованих компонентів подрібнюють у молоткових дробарках (10), в яких встановлені сита з отворами  $d=3,00$  мм. Застосування порційного подрібнення зернової сировини дає можливість досягти необхідної крупності розмелювання та знизити прямі витрати на виробництво функціональних комбікормів» [28].

«Екструдовану кормову добавку готують наступним чином. Фуражне зерно кукурудзи готують на лінії підготовки зернової сировини. Кукурудзяну крупку завантажують в бункер за допомогою додаткової норії і подають в

однокомпонентний ваговий дозатор.

Осад після ферментативного гідролізу зерна ячменю готують згідно наведеної схеми (рисунок 3.9)» [35].



«Рисунок 3.9 - Технологічна схема виробництва екструдованої кормової добавки: 1 – аспіратор; 2 – сепаратор ситоповітряний; 3 – сепаратор магнітний; 4, 8, 10, 18 – бункери; 5 – дробарка молоткова; 6 – дозатор ваговий; 7 – клапан перекидний; 9 – контейнер з осадом після ферментативного гідролізу зерна ячменю; 11 – транспортер; 12 – бункер; 13 – насос; 14 – змішувач; 15 – змішувач лопатевий; 16- транспортер; 17 – сепаратор магнітний; 19 – прес-екструдер; 20 – колонка охолоджувальна; 21 – подрібнювач валковий» [35].

«Високооднорідну кормову суміш, отримують у змішувачі для мікрокомпонентів, далі транспортером через магнітний сепаратор подають в екструдер. Гарячий екструдат охолоджують за допомогою вертикального охолоджувача та подрібнюють на валковому подрібнювачі (29). Екстудовану кормову добавку направляють на пакування або далі у виробництво функціональних комбікормів.

За розробленою технологією введення екстудованої кормової добавки передбачено на лінії отримання порції мікрокомпонентів.

Компоненти комбікормів, які не потребують подрібнення, направляють одразу на лінію дозування для запобігання переподрібнення сировини, зниження витрат на електроенергію. Кормова сировина, яка надходить у вигляді запакованої тари (дріжджі кормові, кальційфосфати, премікси та інші компоненти), транспортують на технологічну лінію мікродозування» [35].

«Підготовлені порції компонентів змішують у головному змішувачі періодичної дії з лопатевим перемішувачем на протязі 150 секунд при частоті обертання робочого валу змішувача  $n = 1,17$  обертів за секунду. Далі отриманий розсипний високооднорідний функціональний комбікорм надходить на технологічну лінію гранулювання та отримання комбікормової крупки. Готовий продукт відвантажують на автотранспорт або затарюють у мішки.

Розроблений спосіб технології виробництва функціональних комбікормів для молодняка сільськогосподарської птиці може бути реалізований на існуючому стандартному обладнанні комбікормових заводів за порційною технологією шляхом створення лінії виробництва екстудованої кормової добавки, що значно знижує капіталовкладення на реалізацію технології» [35].

«Відповідно до розробленої технології виготовлено дослідні зразки комбікормів для курчат-бройлерів, в яких визначали фізичні і хімічні властивості, санітарну якість, технологічні властивості готової продукції (таблиця 3.3): кут природного укусу, масова частка вологи, сипкість та

об'ємна маса» [35].

Таблиця 3.3. Механіко технологічні властивості функціональних комбікормів для курчат-бройлерів

Показники	Рецепт комбікорму	
	№ 1	№ 2
Масова частка вологи, %	10,3	10,1
Кут природного укусу, град.	44	41
Сипкість кормів, см/с	9	9
Об'ємна маса кормів, кг/м <sup>3</sup>	515	510

Проведений аналіз результатів експериментальних досліджень ми бачимо, що функціональні комбікорми для вирощування курчат-бройлерів характеризуються технологічними властивостями, які є позитивними.

### 3.5. Висновки до третьо розділу

За результатами досліджень проведено обґрунтування кормової системи, до структури якої входить сухий повноцінний комбікорм та збагачена питна вода.

Проведено аналіз технології переробки в екструдовану кормову добавку продукт осаду після ферментативного гідролізу зерна ячменю.

Досліджено оптимальне співвідношення кормових компонентів екструдованої кормової добавки (90:10) відповідно за масою: подрібненого зерна кукурудзи та осаду зерна ячменю.

Розроблена функціональна схема технологічного процесу виробництва екструдованої кормової добавки для вирощування м'ясної птиці.

Проведено розробку принципової технологічної схеми виробництва повноцінних комбікормів для курчат бройлерів.



## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА КОМБІКОРМОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

#### 4.1. Заходи з охорони праці на виробництві комбикормів

«Інтенсивний розвиток сільськогосподарського виробництва базується на стрімкому нарощуванні споживання техногенної продукції: сучасних добрив, засобів захисту та стимуляторів росту рослин, енергії, машин. Ці фактори забезпечують збільшення виробництва сільськогосподарської продукції та покращання умов праці працівників» [28].

«Охорона праці в нашій країні, направлена на оздоровлення умов праці при широкому впровадженні сучасних засобів механізації, які перешкоджають виникненню причин, які створюють професійні захворювання і травматизм. Законодавство України регламентує майже всі сторони організації та безпечного виконання різних робіт на підприємстві. Верховна Рада України в 1992 році прийняла — Закон про охорону праці, який має відношення до трудової діяльності всіх працівників на виробництві. Згідно Конституції України громадяни мають право на безпечні і здорові умови праці.

Основна мета охорони праці - це зниження і зменшення професійних захворювань та виробничого травматизму на виробництві, на основі поєднання системи законодавчих актів, організаційних, механічних, соціально—екологічних і лікувально—профілактичних методів і засобів, які забезпечують збереження здоров'я, безпеку процесу праці і працездатність працівника» [42].

«Інтенсифікація виробничих процесів поряд з полегшенням праці, підвищує потенційну небезпеку захворювань і отримання травм. Це пов'язано з підвищення робочих швидкостей виробничих процесів, появою більш складної потужної техніки, збільшення психологічного навантаження

на організм працівників. Тому важливо розробляти більш надійні засоби захисту людини від небезпечних і шкідливих факторів виробничого середовища та впроваджувати у виробництво науково обґрунтовані режими праці і відпочинку» [42].

«Навчання з охорони праці на сільськогосподарських підприємствах здійснюють шляхом проведення різних видів інструктажів: вступний інструктаж (проводять з особами, яких приймають на роботу, які перебувають у відрядженні або на виробничій практиці); первинний інструктаж (проходять усі працівники на робочому місці); повторний інструктаж (проводять через шість місяців після первинного інструктажу); позаплановий інструктаж (проводять при введенні в дію нових стандартів, або зміни технологічного процесу); цільовий інструктаж (проводять працівникам, які виконують разові роботи)» [42].

«На підприємстві за невиконання заходів з охорони праці встановленні різного роду стягнень (адміністративне, дисциплінарне, матеріальне або кримінальне).

Основна причина виникнення травматизму – це недотримання правил техніки безпеки працівників.

Головними причинами виробничого травматизму, як показує аналіз, є зношеність машин в технічному відношенні та недотримання правил техніки безпеки.

Під час виконання робіт працівниками цеху по виробництву комбікормів загрожує небезпека травматизму, яка можливо при неправильному використанні виробничого устаткування і обладнання, а також при недотриманні технологічного процесу приготування кормів. Перелік основних операцій, які виконуються в комбікормовому цеху та виробничі небезпеки, які їх супроводжують, представлені в таблиці 4.1» [42].

«Як показують дані таблиці 4.1 найбільш небезпечними виробничими ризиками у комбікормовому цеху є термічна небезпека під час грануляції комбікормів, електронебезпека, механічна небезпека при подрібненні та

перемішуванні кормів. Основними причинами виробничого травматизму на комбікормовому підприємстві можуть бути несправність обладнання і недотримання робітниками правил техніки безпеки та експлуатації при роботі з певним видом обладнання» [42].

Таблиця 4.1 – Перелік основних операцій та схеми аналізу виробничих небезпек у цеху по виготовленню комбікормів

Основні операції	Виробнича небезпека			Можливі наслідки	Заходи безпеки
	небезпечні умови	небезпечна дія	небезпечна ситуація		
1. Доставка зерна	Несправність автотранспорту	Недотримання правил доставки кормів	Механічні ушкодження	Гематоми, травми	Дотримання правил безпеки при доставці зерна
2. Подрібнення кормів	Несправність подрібнювача	Відкриття кришки бункера під час його роботи	Механічний травматизм	Гематоми, вивихи, переломи кінцівок	Дотримання правил експлуатації подрібнювачів
3. Змішування зерносумішей	Несправність механізмів змішувача	Застосування в роботі сторонніх предметів	Механічний травматизм	Вивихи, переломи кінцівок	Дотримання правил експлуатації механізмів
4. Грануляція комбікорму прес – гранулятором Б6 -ДГВ	Висока температура (120– 140 °С) та тиск ( 3- 3,5 *10 ПА)	Несправність електрообладнання пристрою, відкриття кришки пресуючої камери, пошкодження паропроводів	Опіки, пожежа	Опіки шкіри паром, електротравми	Суворе дотримання правил безпеки при роботі з обладнанням
5. Очищення обладнання від залишків	Діюча установка	Проведення очистки в діючій установці	Фізичні ушкодження	Травми, переломи, вивихи	Очистка обладнання в неробочому стані
6. Дезинфекція обладнання	Неякісні дезінфектанти	Недотримання правил застосування хімічних речовин	Хімічна небезпека	Опіки, інтоксикація	Проведення робіт у спеодязі, респіраторі, захисних окулярах, взутті
7. Оцінка якості кормів в лабораторії	Недостатнє матеріальне оснащення лабораторії	Недотримання правил роботи з реактивами	Хімічна небезпека	Небезпека пошкодження хімічними реактивами	Суворе дотримання правил роботи в лабораторіях

«До роботи в комбікормовий цех не допускаються особи віком менше 18 років.

Працівники повинні бути ознайомлені з безпечними методами виконання робіт, володіти повною інформацією щодо технологічних і механічних параметрів та режимів експлуатації виробничого обладнання, не мати медичних протипоказань.

Працівник перед початком виконання роботи в цеху повинен підготувати робоче місце, перевірити справність машин і обладнання та допоміжного інструменту, а також перевірити справність сигналізуючих засобів, стан засобів індивідуального захисту та першої медичної допомоги.

Робоче місце, де розміщене технологічне обладнання розташовується згідно вимог пожежної безпеки та техніки безпеки.

Після завершення робіт робоче місце необхідно привести в належний вид, обладнання почистити від залишків. Про наявність порушень чи недоліків в процесі роботи обов'язково повідомляють керівництво.

У приміщеннях комбікормового цеху на видимих місцях мають бути вивішені положення з правил пожежної безпеки. Мають бути обладнані протипожежні щити» [42].

«При розгляданні правил охорони праці які мають бути при виконанні основних робіт в цеху по виробництву комбікормів існує ряд прихованих виробничих небезпек, але впроваджена на підприємстві системи охорони праці дозволяє мінімізувати потенційну можливість виникнення цих небезпек» [43].

#### **4.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях на сільськогосподарському підприємстві**

«Надзвичайні ситуації як правило виникають у великих масах населення і на великих територіях де велика імовірність появи підвищеної кількості уражених, які потребують екстреної допомоги. В цій ситуації

відволіканню жертв може сприяти тільки комплекс заходів з медичного захисту населення, що включає в себе санітарні, евакуаційні, лікувальні, гігієнічні і протиепідемічні заходи. При цьому всі ці захисні заходи повинні виконуватися в максимально стислі терміни і професійно підготованими службами. Але окрім цього велику роль в наданні першої допомоги постраждалим відіграють саме працівники, тому зростає необхідність в навчанні працівників і населення правилам поведінки в надзвичайних ситуаціях» [44].

«Основними хімічними речовинами, які використовуються та зберігаються на території підприємств є хлор та аміак. У великих об'ємах вони зберігаються на багатьох підприємствах і тому завжди є реальна загроза виливу цих речовин.

*Хлор.* Ступінь токсичності - другий. Основні властивості: зеленувато - жовтий газ з характерним запахом, важчий за повітря, малорозчинний у воді, при виході у повітря димить. Накопичується на низьких ділянках місцевості, підвалах, тунелях. При нагріванні ємності з хлором можуть вибухати.

Небезпечність для людини: при вдиханні можливий летальний випадок. Пари хлору впливають на слизову оболонку та шкіру, внаслідок дії викликає опіки шкіри, дихальних шляхів та очей. При ураженні проявляються сухий кашель, різкий грудний біль, віддишка та біль в очах.

Засоби захисту: фільтруючий протигаз, захисний одяг.

Засоби боротьби - дегазація: місце де трапився розлив хлору залити вапняковим молоком, розчином каустичної соди або водою. Для запобігання розповсюдження використовують шторку з водяної завіси за допомогою пожежних машин та мотопомп» [44].

«*Аміак.* Ступінь токсичності - четвертий. Основні властивості: газ із різким запахом без кольору. Аміак розчинний у воді та легший за повітря. Димить при виході у атмосферу. При наявності відкритого джерела вогню горить. При нагріванні ємності можуть вибухати. З повітрям пари аміаку утворюють вибухонебезпечні суміші.

Для людини має велику небезпеку: при вдиханні небезпечний, можливий летальний випадок при високих концентраціях. Викликає задуху та сильний кашель. Дуже подразливо пари діють на слизові оболонки та шкіру, дотик до аміаку викликає обмороження шкіри. При ураженні підвищується серцебиття, порушення частоти пульсу, кашель, нежить, почервоніння та свербіж шкіри, затруднення дихання, різь в очах.

Засоби індивідуального захисту: ізолюючий протигаз, фільтруючий протигаз, респіратор, захисний одяг.

Спосіб боротьби - дегазація: необхідно знешкодити джерело. Для запобігання глибини розповсюдження використовують водяні завіси за допомогою пожежних машин, мотопомп» [44].

«Від багатьох чинників залежить безпека функціонування хімічно небезпечних об'єктів (ХНО):

- фізико-хімічних властивостей продуктів та сировини;
- від характеру технологічного процесу;
- від надійності машин і обладнання;
- умов транспортування і зберігання хімічних речовин;
- стану контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації;
- ефективності засобів протиаварійного захисту.

Безпека виробництва, використання, зберігання і перевезення отруйних речовин в значній мірі залежить від рівня організації профілактичної роботи, якості і своєчасності планово-запобіжних ремонтних робіт, підготовки і практичних навичок працівників та системи нагляду за станом технічних засобів протиаварійного захисту.

Наявність великої кількості чинників робить проблему безпеки виробництва вкрай складною. Як показує аналіз причин аварій з викидом отруйних речовин, на сьогодні не можна нехтувати можливістю виникнення аварій, які призводять до ураження працівників» [44].

«Аналіз структури підприємств, які виготовляють або споживають отруйні речовини, показує, що в їхніх технологічних лініях присутня

незначна кількість токсичних та хімічних продуктів. Значно більша за об'ємом кількість отруйних речовин зберігається на складах підприємств. Це призводить до локального зараження обладнання цехів, території підприємств та повітря. При цьому ураження отримують в основному працівники.

На виробничих об'єктах зазвичай зосереджена значна кількість різноманітних легкозаймистих речовин, в тому числі отруйних речовин. Багато отруйних речовин вибухонебезпечні, а деякі представляють значну небезпеку в пожежному відношенні. Вибухонебезпечність слід враховувати при виникненні пожеж на підприємствах. Сама пожежа на підприємствах може сприяти виділенню різноманітних отруйних речовин» [44].

«При організації робіт з ліквідації небезпечної аварії на підприємстві і її наслідків необхідно оцінювати не тільки токсичні і хімічні властивості отруйних речовин, їх вибухо - і пожеже небезпечність, можливість утворення нових отруйних речовин та приймати необхідні заходи по захисту працівників.

Особливістю аварій пов'язаних з хімічною небезпекою є висока швидкість утворення і дії чинників ураження. Це створює необхідність прийняття оперативних заходів захисту. У зв'язку з цим захист від отруйних речовин організовується заздалегідь, а при виникненні аварій виконується в мінімально можливі терміни.

Комплекс заходів по захисту від отруйних речовин включає:

- інженерно-технічні заходи з використання та зберігання отруйних речовин;
- вивчення правил поведінки в умовах виникнення небезпечної аварії;
- забезпечення на підприємстві засобами індивідуального і колективного захисту;
- щоденний хімічний контроль на підприємстві;
- попередження про загрозу ураження отруйних речовин;
- надання першої медичної допомоги постраждалим;

- ліквідацію наслідків аварії.

Ліквідації хімічно небезпечних аварій залежить від їхніх масштабів і наслідків.

Хімічно небезпечні аварії пропонується поділяти на наступні типи: загальна, локальна і місцева» [44].

«Загальна аварія - хімічні наслідки аварії розповсюджуються за межі виробничого майданчика підприємства з перевищенням порогових токсичних доз.

Локальна аварія - хімічні наслідки аварії обмежуються однією будівлею підприємства і призводять до зараження в цій будівлі обладнання і повітря та створюють загрозу ураження працівникам.

Місцева аварія - хімічні наслідки аварії обмежуються виробничим майданчиком підприємства і створюють загрозу ураження виробничих працівників всього підприємства.

Ліквідація хімічного зараження на підприємстві проводиться шляхом дегазації будинків, споруд і обладнання заражених отруйними речовинами і здійснюється з метою ураження людей» [44].



## РОЗДІЛ 5

### ТЕХНІКО ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМБІКОРМІВ

#### 5.1. Обґрунтування обсягу виробництва комбікормової продукції

«Обґрунтування потенційного обсягу виробництва комбікормів на підприємстві проводили з продуктивністю 160 т/добу.

У загальній кількості виготовленого комбікорму 75 % становлять комбікорми для птиці, з них до 15 % – комбікорми для молодняка сільськогосподарської птиці. Тобто в середньому 16 т/добу.

За обґрунтованою технологією до складу комбікормів для молодняка сільськогосподарської птиці можна вводити до 5 % екструдованої кормової добавки. Потенційний добовий обсяг виробництва екструдованої кормової добавки складає 1,6 тони. Річний обсяг виробництва екструдованої кормової добавки при робочому періоді підприємства 300 діб складає 480 т/рік» [39].

Відповідно готівковий об'єм реалізації готової комбікормової продукції становить:

$$РП1 = 480 \times 5,78 = 8334400 \text{ грн.} \quad (5.1)$$

#### 5.2. Економічна ефективність впровадження функціональних комбікормів у раціон годівлі курчат-бройлерів.

«Для розрахунку економічної ефективності використання функціональних комбікормів і екструдованої кормової добавки (ЕКД) у годівлі курчат-бройлерів необхідно визначити прогнозований прибуток від отримання продукції птахівництва та прибуток від годівлі курчат-бройлерів функціональним комбікормом, до складу якого входить екструдована кормова добавка.

Стартовий період вирощування для курчат-бролерів складає два тижні і за цей період курчата споживають комбікорму в середньому 300 г/голову. Визначимо витрати функціональних комбікормів на вирощування курчат-бройлерів за весь період годівлі (розраховуємо на 10 тисяч голів):

$$Z = \Sigma m_{к/к} \cdot n_{\text{поголов.}} / 100000, \quad (5.2)$$

де  $\Sigma m_{к/к}$  – маса комбікорму, яку споживає курча за стартовий період годівлі, г/голову;

$n_{\text{поголов.}}$  – кількість поголів'я птиці» [39].

«Отже, витрати функціональних комбікормів на вирощування поголів'я молодняка курчат-бройлерів складають 30 т.

За допомогою програмного комплексу були розраховані рецепти функціональних комбікормів для курчат-бройлерів, до структури яких входила екструдована подрібнена кукурудза.

Вартість готового комбікорму № 1 для курчат-бройлерів, до складу якого входила екструдована подрібнена кукурудза, складає 15430 грн/т, а вартість функціонального комбікорму № 2 до складу якого входила екструдована кормова добавка.

Вартість кормів для вирощування курчат-бройлерів кожним з приведених рецептів за стартовий період складає:

$$C_{\text{годів.}} = \Sigma C_{к/к} \times Z, \quad (5.3)$$

$\Sigma C_{к/к}$  – вартість готового комбікорму, грн/т;

$Z$  – витрати комбікорму на відгодівлю курчат-бройлерів за стартовий період, т» [39].

Вартість згодовування кормів складає:

$$C_{\text{годів. № 1}} = 15430 \times 30 = 2320 \text{ тис. грн.}$$

$$C_{\text{годів. № 2}} = 14178 \times 30 = 1935 \text{ тис. грн.}$$

Прибуток, який можливо отримати від годівлі курчат-бройлерів:

$$\Pi = 2320 - 1935 = 385 \text{ тис. грн.}$$

«Використання кормової системи при вирощуванні курчат-бройлерів

призвело до підвищення конверсії комбікорму на 13,6 %.

Розмір прибутку завдяки підвищенню конверсії комбікорму складає:

$$0,18 \times 100000 = 180 \text{ тис. грн.}$$

Середня вартість курчат бройлерів складає 20,0 грн.

Розмір прибуток по збереженості поголів'я курчат бройлерів складає:

$$3000 \times 20,0 = 60 \text{ тис. грн.}$$

Загальний прибуток від використання функціональної кормової системи складає:

$$\Pi = 85 + 180 + 60 = 325 \text{ тис. грн} \text{ [39].}$$

### **5.3. Розрахунок впровадження інвестицій у виробництво функціональних комбікормів**

«Впровадження розробленої технології виробництва екструдованої кормової добавки може бути здійснено на діючому комбікормовому підприємстві з встановлення додаткового обладнання. Необхідно організувати нову лінію виробництва екструдованої кормової добавки, яка включає контейнери, подрібнювач-змішувач, гомогенізатор, фарш-насоси, транспортер, мішалку та бункер. Додатково на лінії підготовки зернової сировини встановити шнек-розвантажувач, транспортер, норію, бункери, ваги, перекидні клапани. Виконати перекомпонування лінії теплової обробки розсипного комбікорму з додатковим встановленням бункера, прес-екструдера, перекидного клапану.

Також необхідні кошти, оскільки передбачається додаткове виробництво і реалізація продукції. Оскільки планується виготовляти новий продукт, необхідна інформаційна реклама.

Таким чином, інвестиції у виробництво функціональних комбікормів ( $I_{\text{вир}}$ ) складаються із витрат на створення основних виробничих фондів ( $I_{\text{овф}}$ ), оборотних коштів ( $I_{\text{ок}}$ ) і реклами ( $I_{\text{рек}}$ )» [39].

«Кошти на основні виробничі фонди складаються з витрат на

будівництво та витрат на придбання і монтаж виробничого обладнання.

$$I_{\text{вир}} = I_{\text{овф}} + I_{\text{ок}} + I_{\text{рек}}, \quad (5.4)$$

Перелік та вартість виробничого обладнання наведені у таблиці 5.1.

Розраховуємо вартість закупівлі виробничого обладнання, які складають 20 % від вартості обладнання з урахуванням транспортних, заготівельно-складських витрат та монтажу:

$$B_{\text{оп}} = 1,2 \times 528 = 656 \text{ тис. грн.} \quad (5.5)$$

Всього  $I_{\text{овф}} = 506 \text{ тис. грн.}$  [39].

«Таблиця 5.1 Розрахунок вартості придбання додаткового виробничого обладнання

Найменування обладнання	Кількість	Вартість одиниці обладнання, тис. грн.	Загальна вартість, тис. грн.
Норія	1	30,0	30,0
Контейнер	1	10,0	10,0
Бункер для сировини	1	10,0	10,0
Бункер продукту	3	20,0	60,0
Транспортер шнековий	2	10,0	20,0
Фарш-насос	2	20,0	40,0
Однокомпонентний дозатор ваговий	1	30,0	30,0
Шнек-розвантажувач	1	10,0	10,0
Мішалка	1	30,0	25,0
Змішувач сировини	1	30,0	30,0
Прес-екструдер	1	50,0	30,0
Охолоджувач кормів	1	10,0	10,0
Подрібнювач кормів	1	5,0	5,0
Клапан Перекидний	4	2,0	8,0
Разом	19	295	656

Примітка» [39].

«На практиці на комбікормових підприємствах здійснюється до 10 оборотів за рік, отже оборотні кошти приймаємо в розмірі 10 %.

$$I_{ок} = 0,1 \times РП = 0,1 \times 6720 = 672 \text{ тис. грн.} \quad (5.6)$$

Рекламні витрати складають 1 % від реалізації продукції:

$$I_{рек} = 0,01 \times РП, \quad (5.7)$$

$$I_{рек} = 0,01 \times 6720 = 67 \text{ тис. грн.}$$

Всього інвестицій у виробництва:

$$I_{вир} = I_{овф} + I_{ок} + I_{рек}, \quad (5.8)$$

$$I_{вир} = 656 + 672 + 67 = 1345 \text{ тис. грн} \gg [39].$$

#### **5.4. Розрахунок собівартості виробництва комбікормової продукції**

«Проведемо розрахунок витрат на сировину для екструдованої кормової добавки (таблиця 5.2).

Для розрахунку собівартості екструдованої кормової добавки необхідно використати калькуляційну структуру витрат на виробництво комбікормової продукції, яка розрахована та представлена у таблиці 5.3.

Таблиця 5.2 Склад екструдованої кормової добавки для сільськогосподарської птиці

Компоненти	Вміст, %	Оптова ціна за 1 т, грн.	Вартість компонентів у рецепті кормів, грн./т
Кукурудза	90,0	5960	5364
Осад ферментативного гідролізу	10,0	800	80
Всього:	100,0	—	5444

Таблиця 5.3 Калькуляція собівартості комбікормової продукції

Статті витрат	Рецепт №1	
	Сума витрат на 1 т, грн.	Сума витрат на загальний об'єм виробництва, тис. грн.
1. Сировина та матеріали	8606	8931
2. Електроенергія	271	130
3. Амортизаційні відрахування	1115	535
4. Заробітна плата з нарахуваннями	875	420
5. Відрахування на соціальне страхування	25	153
6. Витрати на підготовку та освоєння виробництва	139	67
7. Витрати на обслуговування виробництва	233	112
8. Витрати на управління	456	219
9. Інші виробничі витрати	485	233
Виробнича собівартість продукції	10224	10800
10. Комерційні витрати	675	324
Повна собівартість продукції	10232	12124

Примітка» [39].

«Розрахунок собівартості виробництва екструдованої кормової добавки:

1. Витрати на сировину та матеріали (5 % від вартості сировини):

$$1772 + 0,05 \times 1772 = 8606 \text{ грн/т}$$

$$8606 \times 480 = 8931 \text{ тис. грн.}$$

2. Витрати на електричну енергію:

$$B = B_1 \times T_{\text{ел}} \times H_{\text{ел}} \times 0,25, \quad (5.9)$$

де  $B_1$  – річний об'єм виробництва екструдованої кормової добавки, т;

$T_{\text{ел}}$  – тариф за електроенергію на виробництві: 2,50 грн/кВт·год;

$H_{\text{ел}}$  – норма витрат електроенергії на виробництво основної продукції кВт·год/т;

0,25 – коефіцієнт, який враховує нічний графік роботи підприємства.

$$B = 480 \times (1,837 \times 20 + 1,837 \times 20 \times 0,25) = 23 \text{ тис. грн.}$$

3. Амортизаційні відрахування складають 24 % від вартості виробничого обладнання (таблиця 5.2)

$$2230 \times 0,24 = 536 \text{ тис. грн.}$$

4. Фонд оплати праці складається із заробітної плати апаратників преса-екструдера та лінії виробництва екструдованої кормової добавки. Середня заробітна плата робітників – 8000 грн./міс.

$$2 \times 8000 = 16 \text{ тис. грн.}$$

5. Фонд заробітної плати з нарахуванням (36 %):

$$16 \times 1,363 = 21,5 \text{ тис. грн.}$$

Тоді річний фонд оплати праці складає:

$$21,5 \times 12 = 258 \text{ тис. грн.}$$

6. Відрахування на соціальне страхування за встановленими відсотками від величини річного фонду оплати праці:

$$258 \times 0,37 = 94 \text{ тис. грн.}$$

7. Витрати на підготовку й освоєння комбікормового виробництва визначаємо у розмірі 3 % від вартості виробничого обладнання:

$$2230 \times 0,03 = 67 \text{ тис. грн.}$$

8. Витрати на обслуговування виробництва розраховуємо у розмірі 5 % від вартості виробничого обладнання:

$$2230 \times 0,05 = 112 \text{ тис. грн.}$$

9. Витрати на управління виробництвом розраховуємо у розмірі 5 % від суми статей витрат 1-7 (таблиця 5.3):

$$0,05 \times (8931 + 230 + 536 + 258 + 94 + 67 + 112) = 679 \text{ тис. грн.}$$

10. Інші виробничі витрати розраховуємо у розмірі 2 % від суми статей витрат 1-8 (таблиця 5.3):

$$0,02 \times (8931+230+536+258+94+67+112+679) = 283 \text{ тис. грн.}$$

Визначаємо комерційні витрати у розмірі 3 % від виробничої собівартості продукції:

$$0,03 \times 10800 = 324 \text{ тис. грн.}$$

Таким чином, повна собівартість 1 кг продукту складе 8,3 грн» [39].

«Ціна виробництва продукції з урахуванням рентабельності 20 % складе:

$$8,3 \times 1,20 = 10,3 \text{ грн/кг}$$

Ціна виробництва продукції з урахуванням ПДВ (20 %) складе:

$$10,3 \times 1,20 = 12,34 \text{ грн/кг}» [39].$$

### **5.5. Економічна ефективність технології виробництва функціональних комбікормів**

«Визначали прибуток виходячи з обсягу реалізації кормової продукції та встановлення рентабельності (Р), яка становить 20 %, за формулою:

$$\Pi = \text{РП} \times (P/1+P), \quad (5.10)$$

$$\Pi = 13344 \times 0,2/1,2 = 2524 \text{ тис. грн.}$$

Собівартість кормової продукції складає:

$$C = \text{РП} - \Pi, \quad (5.11)$$

$$C = 10334 - 2524 = 8011 \text{ тис. грн.}$$

Експлуатаційні витрати:

$$C_{\text{експ}} = C - A, \quad (5.12)$$

$$C_{\text{експ}} = 11120 - 536 = 1058 \text{ тис. грн.}$$

Впровадження у виробництво функціональних комбікормів для сільськогосподарської птиці з використанням екструдованої кормової добавки економічно вигідно та ефективно» [39].



### Висновки до п'ятого розділу

За результатами досліджень обґрунтована та розроблена сучасна технологія виробництва функціональних комбікормів для вирощування молодняка та дорослої сільськогосподарської птиці яка дає можливість одержувати комбікорми високої якості.

Загальний економічний прибуток від впровадження сучасної технології виробництва функціональних комбікормів для вирощування молодняка та утримання сільськогосподарської птиці становить 2524 тис. грн., при окупності вкладених інвестицій на виробництво екструдовану кормову добавку за 3,5 роки.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На основі проведених теоретичних розрахунків та наукових досліджень обґрунтована та розроблена сучасна технологія виробництва функціональних комбікормів для вирощування курчат-бройлерів.

1. Проведений аналіз літературних і патентних джерел інформації дає можливість здійснити вибір показників якості кормової сировини та сучасних комбікормів для курчат-бройлерів.

2. Розроблено технологічний метод якісної переробки в екструдовану кормову добавку суміші подрібненого зерна кукурудзи та ферментованого осаду зерна ячменю у пропорції 90:10 % за масою.

3. Досліджено режимні показники технологічного процесу екструдування запропонованої кормової добавки: робочій тиск у зоні екструдера в межах 2...3 МПа, на виході з екструдера температура кормового продукту становить +110...120°C, потужність електродвигуна від 4,0 до 4,5 кВт, раціональний діаметр отвору матриці 10 мм.

4. Обґрунтовано, як впливає процесу екструдування кормової добавки на її фізичні властивості.

5. Доведено, що функціональний комбікорм для курчат-бройлерів за розробленою технологією можливо виробляти в умовах кормового цеху.

6. Економічні розрахунки показали, що загальний прибуток від впровадження розробленої технології виробництва повноцінних функціональних комбікормів для вирощування сільськогосподарської птиці становить 2524 тис. грн.