

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломної роботи  
освітнього ступеня "Магістр"  
на тему:

**«Обґрунтування процесу виробництва бобових  
та злакових екструдованих кормів для птиці»**

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МгХТз-1-19  
за спеціальністю 181 "Харчові технології"

\_\_\_\_\_ Донець Дмитро Павлович  
(прізвище та ініціали)

**Керівник:** \_\_\_\_\_ проф. Чурсінов Юрій Олексійович  
(прізвище та ініціали)

**Рецензент:** \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Дніпро 2021

# ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: «Технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції»

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 181 "Харчові технології"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Чурсінов Ю.О.

« 25 » 11 2020 р.

## ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу магістра студенту

Донцу Дмитру Павловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** «Обґрунтування процесу виробництва бобових та злакових екструдованих кормів для птиці»

**керівник роботи:** проф. Чурсінов Ю.О.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «25» 11 2020 року №2956

**2. Строк подання студентом роботи:** 12.02.2021р.

**3. Вихідні дані до роботи:**  
Технічні характеристики екструдерів для екструдування бобових та зернових сумішей. Якісні показники сировини і готових екструдованих кормів для птиці.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)**

Аналіз обладнання для виробництва кормів для птиці. Характеристики екструдерного обладнання. Програма і методика досліджень. Результати досліджень та їх аналіз. Економічна частина. Охорона праці. Презентація.

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

Графічні матеріали використані для демонстраційного представлення

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-3	Технологічна частина проф. Чурсінов Ю.О.		
4	Економічна частина к.е.н., доц. Павленко О.С.		
5	Охорона праці к.т.н., доц. Кравець В.В.		

7. Дата видачі завдання 25.11.2020 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз обладнання для екструдювання	26.11-29.11.20	
2	Розробка програми та методики досліджень згідно завдань	01.12-15.12.20	
3	Проведення досліджень	15.12-10.01.21	
4	Обробка результатів дослідження	10.01-15.01.21	
5	Аналіз досліджень та висновки	15.01-20.01.21	
6	Розробка економічної частини	20.01-27.01.21	
7	Розробка охорони праці	27.01-02.02.21	
8	Підготовка презентації	02.02-07.02.21	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Донець Д.П.  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

Чурсінов Ю.О.  
(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

**Тема: «Обґрунтування процесу виробництва бобових та злакових екструдованих кормів для птахівництва»**

**Дипломна робота магістра:** 79 с., 17 рис., 18 табл., 2 додатків, 30 літературних джерела.

**Об'єкт дослідження** є сировина для виробництва екструдованих кормів, їх якісні характеристики та методи переробки.

**Метою роботи** є обґрунтування режимів роботи екструдерного обладнання у процесах переробки злакових та бобових культур в екструдовані корми для птахів.

**Методи дослідження** пов'язані з проведенням експериментів та розрахунком робочих параметрів шнеків для переробки зернових сумішей та бобових культур в корми.

У результаті досліджень визначені режимні параметри обробки сировини та запропоновані типи робочих шнеків.

Результати досліджень призначені для впровадження у виробництво.

## КЛЮЧОВІ СЛОВА

ЗЕРНОВА СУМІШ, БОБОВІ КУЛЬТУРИ, ГЕОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ, РОБОЧІ РЕЖИМИ, ЕКСТРУДУВАННЯ, РЕЗУЛЬТАТИ, ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕН

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ВИРОБНИЦТВА ТА ПЕРЕРОБКИ БОБОВИХ ТА ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР В КОРМОВІ ПРОДУКТИ.....	8
1.1 Хімічний склад та властивості злакових зернових культур, призначених для виробництва кормів .....	8
1.2 Особливості складу та властивостей бобових культур.....	15
1.3 Застосування сої та продуктів її переробки .....	20
1.4 Огляд технології та технологічних засобів для переробки сої .....	21
1.5 Мета і завдання досліджень .....	25
Висновки по розділу .....	25
2 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	26
2.1 Програма експериментальних досліджень.....	26
2.2 Лабораторне обладнання для проведення досліджень .....	27
2.2.1 Методика визначення вмісту азоту і сирого протеїну .....	28
2.2.2 Методика визначення масової частки жиру.....	29
2.3 Методика визначення параметрів процесу екструдуювання бобових та злакових культур .....	31
2.4 Методи визначення вологості та об'ємної маси зерна .....	36
2.5 Вимірювання температури зернопродуктів проводилося наступним чином .	38
2.6 Визначення впливу величини тиску на процес екструдуювання .....	38
2.7 Методи дослідження хімічного складу, біологічної цінності кормів .....	39
2.8 Методика визначення активності уреаз в бобах сої.....	41
2.9 Методи знищення токсичних речовин бобових і, насамперед, сої .....	43
Висновки по розділу .....	44
3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ .....	45
3.1 Обробка результатів експериментальних досліджень .....	45
3.2 Оцінка процесу обробки з позиції термообробки та зниження рівня уреаз в продукті.....	50
3.3 Аналіз результатів досліджень та розробка пропозицій щодо впровадження у виробництво.....	51

Висновки по розділу .....	57
4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	59
4.1 Організація проведення дослідження .....	59
4.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження .....	64
4.3 Розрахунок вартості дослідження .....	67
Висновки до розділу .....	68
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	69
5.1 Дослідження та оцінка стану охорони праці в ТОВ «Дніпро» .....	69
5.2 Рекомендації щодо покращення охорони праці .....	73
5.3 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в ТОВ «Дніпро».....	74
5.4 Вимоги безпеки праці під час роботи оператора екструдерного обладнання по переробці бобових та злакових зернових культур в екструдовані корми для птиці.....	77
5.4.1 Загальні положення.....	77
5.4.2 Вимоги безпеки перед початком роботи .....	78
5.4.3 Вимоги безпеки під час роботи .....	79
5.4.4 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях .....	79
5.4.5 Вимоги безпеки після закінчення роботи.....	80
5.5 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях.....	80
Висновки до розділу .....	82
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	85
ДОДАТКИ.....	88

## ВСТУП

Виробництво кормових продуктів для птахівництва сприяє розвитку – всіх галузей тваринництва, тому що це основа кормової бази, основа повноцінного харчування тварин всіма компонентами – зерновими, білковими, мінеральними, преміксами та ін. також і важлива проблема виробництва харчових зернових продуктів. Особливо коли розглядати використання екструдованих кормів.

На даному етапі необхідне впровадження у виробництво нових технологій спрямованих на створення повнораціонних, збалансованих та екструдованих кормів. Важливе значення відіграють комбінати харчових концентратів, які виробляють з зернових та сої різноманітні харчові, а також і кормові екструдовані продукти.

В Україні відбувся різкий підйом вирощування вітчизняних сортів сої, боби якої направляються на переробку з метою отримання соєвої олії, жмиху та соєвого шроту, а з шроту соєвого борошна, також соєвих бобових екструдованих кормів.

Соя – один з небагатьох рослинних продуктів, боби якої мають високий вміст білку, до того ж білки за амінокислотним складом наближені до білків тваринного походження. Ось чому так зацікавлені виробники білкових кормів в цій культурі та розробці технологів – інженерів, важливих для створення нових, або вдосконалення існуючих технологій та машин.

Такі технології як інфрачервоне випромінювання та екструдкування передбачають підготовчі операції, в яких поліпшується склад сировини, тобто від ступеню попередньої обробки температурою, залежить рівень уреазі в кормах та харчових продуктах. Для харчових продуктів з сої важливе значення має її глибока переробка. Також важливим з'являється виробництво екструдатів з злакових зернових культур. В роботі необхідно провести дослідження по надходженню раціональних параметрів роботи обладнання та отримання якісного кінцевого кормового екструдованого продукту для птиці.

Актуальність дослідження відповідає сучасним вимогам до вироблення високоякісних кормів для тваринництва і птахівництва з використанням новітніх технологій і процесів.

Об'єктом дослідження є сировина для виробництва екструдованих кормів, їх якісні характеристики та методи переробки.

Суб'єктом дослідження з'являються виробничі цехи переробки бобових та злакових культур в екструдерні корми.

Метою дослідження є обґрунтування режимів роботи екструдерного обладнання у процесах переробки злакових та бобових культур в екструдовані корми для птахів.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в визначенні початкових властивостей злакової та бобових сировини та її трансформація в процесі обробки екструдуванням.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що знайдені нові режимні параметри процесу екструдування будуть передані безпосередньо на виробничне підприємство.



# 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ВИРОБНИЦТВА ТА ПЕРЕРОБКИ БОБОВИХ ТА ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР В КОРМОВІ ПРОДУКТИ

## 1.1 Хімічний склад та властивості злакових зернових культур, призначених для виробництва кормів

Доцільність використання зерна і насіння різних культур на різні потреби, визначається властивостями їх хімічного складу. Істотне значення мають також анатомія і структура плоду або насінини. Будь-який плід чи насіння містить усі основні групи органічних сполук (білки, вуглеводи, жири, пігменти, вітаміни), мінеральні речовини і воду (табл. 1.1). Вміст різних речовин у зерні і насінні кожної культури залежить від кліматичних умов, ґрунтів, агротехнічних способів вирощування. Тому він варіює навіть у межах одного сорту. Не зважаючи на значні коливання у вмісті тієї чи іншої групи речовин, зберігаються специфічні властивості, характерні для зерна й насіння певного роду і виду. Це зерно злакових культур і насіння гречки.

За хімічним складом зерно і насіння сільськогосподарських культур поділяють на три групи.

Перша група - багаті на крохмаль. До неї належить зерно злакових культур і насіння гречки. У перерахунку на суху речовину вони містять, %: вуглеводів - 70...80 (основну частку становить крохмаль), білків - 10...16, жирів - 2...5.

Друга група - багаті на білки. До неї належить насіння бобових культур, яке має стійкий підвищений вміст білків. У перерахунку на суху речовину воно містить, %: білків - 25...30, вуглеводів - 60...65, жирів - 2...4.

Третя група - багаті на жири. До неї належать олійні культури, в насінні і плодах яких міститься багато рослинного жиру (олії). У перерахунку на суху речовину вони містять, %: жирів - 25...50, білків - 20...40, вуглеводів - 10...20. Багаті на жири представники родини Бобових - соя та арахіс.

На практиці зерно прийнято поділяти на борошномельне, круп'яне, фуражне (кормове) і технічне. Для отримання хлібопекарського борошна використовують пшеницю і жито. Борошно для макаронної промисловості виробляють переважно із твердих пшениць, частково - із м'яких (сильних). Ячмінь використовують у борошномельній, круп'яній, пивоварній, солодовій та інших галузях переробної промисловості. Він є також кормом для тварин. З вівса виробляють крупи і толокно.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад зерна і насіння деяких культур, %

Культура	Вода	Білки	Жири	Вуглеводи (загальний вміст)	Клітковина	Зольність
Пшениця						
м'яка озима	14,0	11,2	2,1	68,7	2,4	1,7
м'яка яра	14,0	12,5	1,6	66,6	3,4	1,7
тверда	14,0	13,0	1,9	67,5	2,3	1,6
Жито	14,0	9,9	1,6	70,9	2,9	1,7
Ячмінь	14,0	11,5	2,0	65,8	4,3	2,4
Кукурудза	14,0	10,3	4,9	67,3	2,1	1,2
Овес	13,5	10,1	4,7	57,8	10,7	3,2
Рис	14,0	7,3	2,0	63,1	9,0	4,6
Просо	13,5	11,2	3,8	60,7	7,9	2,9
Сорго	13,5	11,1	3,3	66,4	3,5	2,2
Гречка	14,0	11,6	2,3	59,5	10,8	1,8
Горох	14,0	23,0	1,2	53,3	5,7	2,8
Квасоля	14,0	22,3	1,7	54,5	3,9	3,6
Сочевиця	14,0	24,8	1,1	53,7	3,7	3,0
Соя	12,0	34,9	17,3	26,5	4,3	5,0
Соняшник	8,0	20,7	49,4	5,0	14,0	2,9
Ріпак	12,0	22,3	37,5	18,3	5,3	4,6

Круп'яні культури - гречка, просо, рис, горох, квасоля, сочевиця. Більш універсальне використання характерне для зерна кукурудзи. Його переробляють на борошно, крупи, крохмаль, глюкозу, патоку, олію, застосовують у консервній промисловості, використовують на фуражні потреби. Зерно і насіння багатьох

сільськогосподарських культур використовують також для виробництва комбікормів, а і деяких виготовляють ферментні препарати, антибіотики тощо.

Азотисті речовини. Основна маса азотистих речовин у зерні й насінні білки. Вміст небілкових азотистих речовин у нормально дозрілому зерні або насінні не перевищує 2..3% загальної кількості азотистих речовин. Це переважно вільні амінокислоти та аміді. Підвищений їх вміст у зерні та насінні, в яких ще не закінчився процес дозрівання або які пророслі чи зазнають самозігрівання. За активного розвитку мікроорганізмів у зерні накопичується аміак. З інших азотистих речовин небілкового походження містяться алкалоїди. Вони також містяться у насінні деяких культурних рослин та насінні бур'янів [9].

Білкові речовини в зерні та насінні складаються з простих (протеїнів) і складних (протеїдів) білків. Останніх міститься значно менше. Переважно це ліпопротеїди і нуклеопропротеїди (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Вміст білків у зерні та насінні основних сільськогосподарських культур, %

Культура	Білки	Культура	Білки
Рис	7...10	Жито	9...15
Кукурудза	10...12	Пшениця	12...16
Просо	10...13	Горох	22...26
Гречка	10...14	Сочевиця	23...30
Ячмінь	10...15	Соя	34...42
Овес	11...14	Соняшник	14...21

Протеїни представлені всіма основними групами: альбумінами, розчинними у воді, глобулінами, розчинними у сольових розчинах, проламінами, розчинними лише в спирті певної концентрації, глютелінами, нерозчинними у спирті, воді та сольових розчинах, але розчинними в лугах. Альбуміни і глобуліни в зерні пшениці становлять 15...20% загального вмісту білків та утворюють колоїдні розчини. Характерними білками злаків є проламіни і глютеліни. Найбільше вивчені гліадін, проламін пшениці й жита та глютенін цих же культур. Обидва

білки становлять близько 80% всіх білкових речовин зерна пшениці. Гліадін і глютенін - нерозчинні у воді білкові речовини. Тому їх називають клейковинними, оскільки вони є основними компонентами клейковини. Встановлена певна закономірність у вмісті різних за розчинністю білків в оболонці, зародку та ендоспермі пшениці. Саме в ендоспермі знаходяться клейковинні білки, тоді як розчинні білки переважно знаходяться в алейроновому шарі та зародку.

Вміст білків цих груп у зерні та насінні різних культур неоднаковий. Навіть у межах однієї групи білки мають різне біологічне значення, оскільки характеризуються різноманітним амінокислотним складом. Цим і пояснюється неоднакова технологічна та харчова цінність зерна і насіння деяких культур. Роль білків, що містяться у зерні, в харчуванні населення різних країн неоднакова і знаходиться в межах 23...70%.

Альбуміни - повноцінні білки, що містять усі незамінні амінокислоти (валін, лізин, лейцин, ізолейцин, метіонін, треонін, триптофан, фенілаланін). Проте в зерні пшениці вони містяться в невеликих кількостях. Типовим білком цієї групи є лейкозин пшениці.

Глобуліни - повноцінні білки, яких багато міститься в насінні олійних і бобових культур, що і визначає їхню високу біологічну цінність. Прикладом є гліцинін сої, що містить усі незамінні амінокислоти, фазеолін квасолі та ін.

Проламіни – білки злакових менш цінні за складом. В них мало міститься лізину, триптофану, треоніну. Серед білків групи вивчені гліадін пшениці і жита, зеїн кукурудзи, гордеїн ячменю, авенін вівса тощо. Проте і в межах групи проламінів біологічне і технологічне значення їх дуже різне. Зеїн кукурудзи багатий на лейцин та ізолейцин, багато містить фенілаланіну і глютамінової кислоти, але в ньому не міститься лізину і треоніну. Гліадін пшениці має небагато лізину, більше треоніну і ще більше триптофану, але він бідний на вміст лейцину та ізолейцину. Біологічно цінним є авенін вівса.

Глютеліни - білки злакових. Вони менш цінніші ніж альбуміни та глобуліни. Найбільше значення мають глютенін пшениці, жита та ячменю,

оризанін рису. Цінним за амінокислотним складом білків є насіння бобових. Насамперед це квасоля і соя. В зерні всіх злакових лізин і треонін знаходиться в дефіцитні. В біологічному відношенні білки рису, жита, вівса, пшениці, ячменю цінніші, ніж білки кукурудзи і проса.

Ферменти - особлива група азотистих речовин, що регулюють обмінні процеси в живих клітинах. Ферменти, маючи білкову природу, бувають у вигляді як простих (протеїнів), так і складних (протеїдів) білків.

Розрізняють такі ферменти: окисно-відновні (дегідрогенази, окси-дази), що забезпечують перебіг окисно-відновних реакцій; гідролітичні (протеази, амілази, ліпази), які каталізують розкладання складних сполук до простих; розщеплення (каталази, декарбоксилаза), що каталізують розщеплення складних сахаридів та глікозидів. Є також ферменти, які відщеплюють від субстрату різні групи негідролітичним шляхом (ліази); ферменти, що каталізують процеси перенесення деяких груп субстратів на інші (трансферази); ферменти, що каталізують процеси ізомеризації (ізомерази) та синтетичні процеси (лігази, синтетази).

Вуглеводи. В зерні злакових, насінні гречки і бобових, за винятком сої та арахісу, вуглеводи представлені переважно полісахаридами - крохмалем, клітковиною (целюлозою), геміцелюлозою, цукрами, пентозанами (табл. 1.3).

У насінні олійних культур вуглеводів міститься значно менше. Більша частина вуглеводів у зерні міститься у вигляді крохмалю. Він піймає близько 85% маси зерна і насіння. Властивості крохмалю ісрна і насіння різних культур істотно відрізняються. Це пояснюється як формою і розміром крохмальних зерен, так і їх структурними особливостями. Розмір крохмальних зерен становить, (мкм): у жита - 40...50, в ячменю і кукурудзи - 20...25, у вівса - 3...10, в рису - 2...5. Вміст амілози та амілопектину в крохмальних зернах коливається в значних межах. Це позначається на сорбційних властивостях крохмалю, його набуханні, температурі клейстеризації, в'язкості крохмального клейстеру, оскільки ці властивості зумовлюють використання крохмалю на певні потреби, впливають на якість харчових і технічних продуктів.

Таблиця 1.3 – Вміст вуглеводів у зерні й насінні різних культур, %, на абсолютно суху речовину

Культура	Крохмаль	Клітковина	Пентозани
Пшениця	58...76	2,4...3,7	5,8...8,5
Жито	57...63	2,2...3,6	9,0...11,0
Ячмінь (з плівками)	56...66	4,3...6,3	9,0...12,0
Овес (з плівками)	50...60	11,0...18,0	12,0...14,5
Кукурудза	60...70	2,1...2,6	5,5...7,0
Рис (з плівками)	64...69	9,0...20,0	2,0...4,0
Горох	45...50	3,8...6,0	4,2...7,0
Соя	12...19	3,6...5,8	5,1...9,3

Кількість клітковини і геміцелюлоз у зерні коливається у великих межах. Основними факторами, які визначають їхній вміст, є виповненість зерен та анатомічні особливості будови. Плівчасті культури завжди багаті на вміст клітковини, геміцелюлози і пентозанів. Проте за поганої виповненості зерна зростає відсоток оболонки і, як наслідок, збільшується вміст цих вуглеводів.

У зерні й насінні деяких культур містяться слизисті речовини, або камеді. Вони розчинні у воді та утворюють густі, в'язкіші розчини, ніж крохмальний клейстер або білки. Особливо багато їх міститься в зерні жита (2...5%) і насінні льону. Пентозани становлять 60% слизистих речовин. Велика кількість слизистих речовин і пентоз (із групи геміцелюлоз) впливають на фізичні властивості тіста і хліба із житнього борошна (тісто і м'якушка хліба більш липкі, крім того, м'якушка хліба із житнього борошна більш волога, ніж із пшеничного).

У зерні і насінні, які дозріли та нормально зберігаються, вміст цукрів (моно- і дисахаридів) не перевищує 2...7%. В зерні пшениці глюкози і фруктози міститься 0,11...0,37%, сахарози - 1,93...3,67, мальтози - 0,63...0,64%. Підвищений вміст цукрів свідчить про збирання врожаю із недозрілого зерна або про активні гідролітичні процеси, що відбуваються під час зберігання. При проростанні зерна вміст цукрів, зокрема мальтози, різко збільшується внаслідок гідролізу крохмалю.

Це добре виражено під час проростання зерна ячменю для отримання солоду. Тому мальтозу називають солодовим цукром.

Із високомолекулярних сполук вуглеводної природи в зерні й насінні у дуже обмежених кількостях містяться пектинові речовини (у вигляді протопектину). Стінки клітин у тканинах зерна і насіння складаються не тільки з клітковини і геміцелюлози, а й із лігніну [22,23].

Жири складають основну частину ліпідів - високоенергетичних речовин, які використовуються насінням у процесі дихання під час зберігання і проростання (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Вміст жиру в зерні і насінні різних культур, % на абсолютно суху речовину

Культура	Жир	Культура	Жир
Пшениця	1,7...2,3	Льон	30...40
Жито	1,7...2,2	Конопля	30...38
Просо	3,5...6,0	Гірчиця	25...30
Кукурудза	3,5...8,0	Лялеманція	35...40
Рис	1,8...2,5	Ріпак	35...45
Горох	1,3...1,8	Арахіс	45...50
Сочевиця	1,7...2,3	Мак	40...55
Соя	15,0...25,0	Кунжут	48...60
Соняшник	25,0...58,0	Рицина	50...70

Рослинні жири називають оліями, які переважно бувають у рідкому стані. Основну частку жирів становлять складні ефіри гліцерину і високомолекулярних жирних кислот (гліцериди): ненасичених (олеїнової, лінолевої, ліноленової) та насиченої (пальмітинової).

Залежно від співвідношення гліцеридів високомолекулярних жирних кислот різко змінюються властивості жиру і можливість його використання. Тому рослинні олії і насіння, з яких їх виготовляють, класифікують на групи.

## 1.2 Особливості складу та властивостей бобових культур

Однією важливих бобових культур з'являється соя. По білковій цінності соя значно перевершує м'ясні продукти, але не містить холестерин. Крім того, соєві білки, будучи білками рослинними, не містять пуринів, а пурині основи можуть відкладатися в суглобах. Зерно сої багате вітамінами В1, В2, 3, РР, Е, пантотеновою кислотою, холіном. У бобах сої присутні і жири, в кількості 13–24%, а окрім них, також, пектини, сахароза, органічні кислоти і вітаміни (В1, В2, Р, РР, каротин, а в пророслих бобах і вітамін С). Окрім всього соєві боби багаті мінеральними речовинами. Амінокислотний склад білків сої схожий на амінокислотний склад м'яса.

Проте в сирому вигляді соя в кормоприготуванні не застосовується через специфічний неприємний терпкий смак і запах та низьку перетравлюваність, обумовлену антипоживними речовинами, більшість з яких мають білкову природу. Це – інгібітори протеаз, гемаглютеніни, сапоніни, ферменти ліпаза, ліпооксидаза і ін. Серед антипоживних речовин сої домінуючим є інгібітор трипсину, концентрація якого перевищує 20 міліграм/грамів. Максимально допустимий рівень інгібітору трипсину залежить від вмісту білка. Вважається, що на кожних 10% білка повинно припадати не більше 1 міліграма/грам інгібітору трипсину. Методики визначення активності інгібітору трипсину дуже трудомісткі і тривалі, тому їх використовують в основному в наукових дослідженнях.

На практиці для оцінки вмісту антипоживних речовин в сої застосовується непрямий показник – активність ферменту уреазы (уреаза – це рослинний, розщеплюючий сечовину фермент, який інактивується при тепловій обробці), яка при тепловій обробці втрачає свою активність, як і більшість антипоживних речовин.

Сирій сої необхідна обробка, яка приведе до дезодорації бобів і значної зміни його хімічних і біологічних комплексів, підвищення харчової цінності, звільнення від речовин погано пахнучих і стримуючих засвоєння білків. Таким



чином, сирі соєві боби надають пагубний ефект на моногастричних тварин (курчат, свиней, кроликів), що позначається в слабкому зростанні і поганій утилізації корму. Враховуючи ці чинники, стандарт на сою, наприклад в США забороняє використовувати її в сирому стані при годуванні тварин.

В даний час наука розробила достатньо методів і технологічних прийомів інактивації отруйних антипоживних чинників компонентів комбікормів. Серед таких технологій одне з перших місць займають процеси екструзії.

Екструдкування – це складний фізико-хімічний процес, який протікає під дією механічних зусиль за умови присутності вологи і високотемпературної дії. В процесі екструдкування сої рівень активності уреазы знижується до 0,1–0,2 одиниць рН, що дозволяє інактивувати антипоживні властивості даного продукту до безпечного рівня. Основні технологічні властивості повножирної екструдованої сої залежать від температури обробки, часу перебування продукту в камері преса і попередньої підготовки насіння сої. В результаті екструдкування 1 кг сої виходить додаткова обмінна енергія, еквівалентна 100 грама рослинної олії і високодоступний білок. Це є наслідком деструкції крохмалю на простіші цукру і короткочасної теплової дії на продукт, а також розриву клітинних оболонок.

Повножирна екструдована соя є ідеальною сировиною для виробництва концентратів, оскільки вносить до концентрату найголовніше – дешеву енергію і повноцінний протеїн. Практично, додавши до сої вітаміни, мінерали, амінокислоти і ферменти, можна отримати вискоєфективний білковий-вітамінно-мінеральний концентрат (є однорідною сумішшю високобілкових кормових засобів, мінеральних і біологічно активних речовин). Якщо в господарствах є своя дешева сировина і можливість змішувати інгредієнти, то використання такого роду концентратів дозволяє в умовах кормоцехів отримати недорогий, але якісний комбікорм і досягти високих показників продуктивності.

Якість екструдованої повножирної сої впливає не тільки на тварин і птахів і їх продуктивність, але і на якісні характеристики продукції, яка поступає на стіл кінцевого споживача.

Для виробництва кормів із бобових культур, найбільш характерні такі як соя, горох, чечевиця, а також злакових та кукурудзи, які розглянуті в першому підрозділі.

При розгляді, наприклад, чечевиці, бачимо, що вегетаційний період різних форм і сортів коливається від 60 до 105 днів. При правильній агротехніці можна отримати 15 – 20 ц/га й більше.

У насінні чечевиці міститься 21,3 – 36,0 % білка, 43,8 – 53,9 – крохмалю, 2,7 – 4,5 – клітковини, 0,7 – 1,4 – жиру, 2,5 – 3,6 % золи. Білок чечевиці добре засвоюється організмом і має значну кількість незамінних амінокислот: лізин, феніл-ланін і тирозин, лейцин, ізолейцин, валін.

У харчовому відношенні чечевиця краще гороху – вона містить більше білка, багата вуглеводами, вітамінами В<sub>1</sub> В<sub>2</sub> і РР. Чечевиця розварюється у два рази швидше гороху. Перетравність білків становить 88 %, вуглеводів – 96 %.

За смаковими якостями, розварюваністю й поживністю чечевиця займає одне з перших місць серед зернових та бобових культур [23].

Не менш важливе значення мають крупи й борошно із чечевиці. Чечевична крупа більш живильна, ніж цільні зерна внаслідок того, що при переробці зерна, оболонки її виділяються.

Чечевицю залежно від кольору зерен підрозділяють на типи:

I (темно-зелена) – у масі рівний зелений колір темних відтінків. Допускається незначна домішка світло-зелених, одиничних мармурових і частково або повністю почервонілих, побурівших, а також потемнілих зерен чечевиці в кількості, що не порушує зелений колір в загальній масі зерна;

II (яскраво-зелена) – у масі рівний зелений колір світлих відтінків. Допускається наявність одиничних мармурових зерен; незначна домішка темно-зелених, частково або повністю почервонілих, побурівших, а також потемнівших зерен чечевиці в кількості, що не порушує в масі зеленого кольору світлих відтінків;

III (неоднорідна) – у масі неоднорідна, пестра за кольором з вмістом необмеженої кількості мармурових, почервонілих, яскраво-зелених, темно-

зелених, червоних, побурівших, а також тих що втратили природне забарвлення зерен чечевиці.

Рис, рід однолітніх і багаторічних рослин родини злаків. В роді 19 видів. Рис посівний – однолітня рослина. Плід рису – півчаста зернівка, округла й широка у японського, довга й вузька в індійського, біла, склоподібна, напівсклоподібна або борошниста; 1000 зернівок важить 26 – 45 г. Рисова крупа є продуктом переробки посівного рису (ДСТУ 6292-93) містить велику кількість вуглеводів, а її білок – не замінних амінокислот (табл. 1.5, 1.6).

Соняшниковий шрот (ДСТУ 11246-96) – побічний продукт олійного виробництва, отриманий після добування жиру з насіння соняшника екстрагуванням органічними розчинниками. Соняшниковий шрот, має високий вміст білка, амінокислот, харчових волокон і мінеральних речовин (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Хімічний склад і енергетична цінність компонентів суміші

Найменування показника	Чечевиця	Рисова крупа	Соняшниковий шрот
Масова частка, г/100 г			
- Води	14,0	14,0	9,45
- Білку	24,0	7,0	38,2
- Жиру	1,1	1,0	2,5
- вуглеводів, з них:	56,8	76,9	38,25
- крохмалю	39,8	70,7	24,65
- не засвоюваних	13,1	1,1	18,5
- Зола, мг/100 г	2,7	0,7	6,7
Вміст мінеральних речовин, мг/100 г			
- натрій	55	12	370
- калій	672	100	1495
- кальцій	83	8	848
- магній	80	50	732
- фосфор	390	150	1224
- залізо	11,8	1	141
Вміст вітамінів, мг/100 г			
- В <sub>1</sub>	0,50	0,08	2,00
- В <sub>2</sub>	0,21	0,04	0,21

## Продовження таблиці 1.5

- РР	1,80	1,60	-
Енергетична цінність, кДж/100 г	1439,7	1489,4	1419,0

У розв'язку проблеми білка величезну роль як сировини для його виробництва відіграють бобові культури, до яких відноситься й чечевиця. По хімічному складу й харчової цінності ця культура найбільш близька до джерел тваринного білка – м'яса, риби, а також молока. Чечевиця містить на одиницю площі найбільшу кількість перетравлюваного протеїну, лізину, фенілланіну й тирозину. Причому це найдешевший рослинний білок. Чечевиця відрізняється високими харчовими якостями за рахунок здатності накопичувати й утримувати в кілька раз більше високоякісного білка, ніж інші види рослин. Білок чечевиці багатий незамінними амінокислотами, особливо лізином, вміст якого в 2,0 – 2,5 рази вище, чим, наприклад, злакових культур (табл. 1.6). Розчинність і перетравність його білка вище аналогів з інших рослин [15,18,21].

Таблиця 1.6 – Амінокислотний склад компонентів суміші

Найменування	Амінокислоти, мг/100 г		
	Чечевиця	Рисова крупа	Соняшниковий шрот
Валін	1270	420	3341
Ізолейцин	1020	330	1572
Лейцин	1890	620	2752
Лізин	1720	260	1278
Метионін	290	160	688
Треонін	960	240	1622
Триптофан	220	100	786
Фенілланін	1250	370	1966
Аланін	1270	390	2162
Аргінін	1020	510	4570
Аспргінова кислота	1040	540	4521
Гістидин	2050	170	1278
Гліцин	2870	320	2801
Глутамінова кислота	710	1200	9435
Пролін	1030	330	2211
Серін	3950	330	2211

## Продовження таблиці 1.6

Тирозін	1050	290	835
Цистін	1250	137	688
Разом амінокислот	19104	6717	44717

Вітаміни здебільшого є термонестабільними речовинами, і на ступінь їх збереженості або руйнування впливають такі фактори, як температура обробки, якість сировини, її вологість, тиск, частота обертання шнеків, рівень завантаження екструдера, діаметр отворів матриці. Встановлено, що збереженість вітамінів В<sub>1</sub> й В<sub>2</sub> зростала зі зменшенням тривалості обробки сировини й при збільшенні його вологості. Підвищення вологості сировини поліпшує збереженість вітамінів, тому що сприяє зниженню температури обробки й скороченню її тривалості [1,16,23].

### 1.3 Застосування сої та продуктів її переробки

Властивості сої відзначаються великим вмістом білка і жиру. Завдяки цьому продукти її переробки мають великий попит на світовому ринку. Білок характеризується доброю перетравністю, розчинністю у воді, засвоюваністю. Біологічна цінність його майже така сама, як і білка тваринного походження. Він містить в основному легкорозчинні – 59-61% , а також важкорозчинні глобуліни – 3-7% , альбуміни – 8-25%. Білок сої добре збалансований за амінокислотним складом і містить повний набір необхідних для людини і тварин амінокислот .

Під час формування бобів більша частина білка міститься в листках, а під час наливання їх і досягання – у насінні. Сою використовують як сировину для промисловості. Зерно містить від 40 до 55% білків, до 26% жирів, близько 30% вуглеводів і досить значну кількість вітамінів. Соєву олію широко застосовують для виробництва маргарину, у лакофарбовій і миловарній промисловості для виготовлення гліцерину. Із зерна мелених бобів сої виготовляють страви, харчові продукти, консерви. Соєве борошно і шрот – цінні концентровані корми для молодняку великої рогатої худоби, корів і поросят. Дуже поживна соєва макуха,

що містить 40-50% білка. Вона також є цінним кормом для птиці. Солома сої містить 3,5 - 4, а сіно - 11-12% білка. Багата на білок і зелена маса сої, тому цю культуру висівають у змішаних посівах з кукурудзою та суданською травою на силос і зелений корм. Наприклад у 100 кг зеленої маси сої міститься 21 корм. од. та 3,5 кг перетравного протеїну; в 100 кг кукурудзяно-соевого силосу 26 корм. од. і 2,9 кг перетравного протеїну. Соя збагачує ґрунт на азот, тому, як і інші бобові культури, є цінним попередником для різних сільськогосподарських культур.

У США 88% соєвих бобів переробляється на масло. Рафіноване соєве масло вживається в їжу безпосередньо, йде на отримання маргарину і майонезу, використовується як рослинний компонент і у складі фармацевтичних препаратів. Воно також застосовується у виробництві смол і пластмас, фарб і лаків, клеїв, ущільнюючих складів, дезинфікуючих засобів, інсектицидів, просочень для тканин, мила і інших продуктів.

Соева мука йде на отримання різноманітних кормів, дитячого харчування, кондитерських виробів, дієтичної їжі, соєвого соусу і текстурованого рослинного білка, по вигляду і смаку схожого на м'ясо. У Китаї і Японії вона у великих кількостях переробляється в соєвий сир (тофу). У їжу також йдуть соєві паростки. Виділений з насіння соєвий білок (концентрат, з якого видалена небілкова фракція) використовується для приготування напоїв, харчових добавок і "вегетаріанського м'яса".

Соеві боби дуже поживні. Білка в них зазвичай 35–45% сухої ваги, олії – 18–25%, причому воно не містить холестеролу, вуглеводів – 10–25%. Соевий білок добре збалансований по незамінних амінокислотах, окрім метіоніну і цистеїну, яких дуже мало. У маслі багато як насичених (пальмітиноюю і стеариноюю), так і ненасичених (олеїноюю, лінолевоюю і ліноленоноюю) жирних кислот.

#### 1.4 Огляд технології та технологічних засобів для переробки сої

Екструзійну обробку сировини та напівфабрикатів, що використовують в кормовиробництві та харчовій промисловості, можна характеризувати як

безперервний процес переробки крахмаломістких і інших харчових матеріалів в готові вироби при комплексній дії тепла, вологи, тиску і напруги зрушення (вологотермомеханічна обробка). Отримувані при цьому вироби – екструдати, набувають нові, прийнятніші для безпосереднього вживання властивості, структуру і форми. Від традиційних процесів, вживаних в харчовій промисловості при вологотермічній обробці сировини, екструзія відрізняється тим, що найчастіше протікає при високих значеннях температури, тиску, напруги зрушення, невеликому вмісті вологи і в короткий час. Методи екструзії для обробки сировини, що містить крохмаль і зернопродукти, можна розділити на три основних типи:

Холодна екструзія – обробка сировини при температурах нижче або приблизно рівних температурі клейстеризації з метою додання екструдату певної форми.

Гаряча екструзія – обробка сировини при температурах, що перевищують температуру клейстеризації крохмалю, але не вище  $120^{\circ}\text{C}$  для отримання напівфабрикатів або продуктів з частковим збереженням натуральних властивостей сировини.

Високотемпературна екструзія – обробка сировини при температурі більш  $120^{\circ}\text{C}$  з метою отримання продуктів з підвищеним ступенем деструкції і повністю готових до вживання.

При першому методі екструзії властивості сировини змінюються внаслідок дії механічної дії при переміщенні під тиском. Цей метод використовується для формування виробів заданої форми, його широко застосовують в кондитерській промисловості, виробництві макаронних виробів, безбілкової (крохмальної) вермішелі, а останні роки – крохмальної крупи «саго».

При другому методі сухі інгредієнти сировини змішують з певною кількістю води і подають в екструдер, де разом з механічною дією їх піддають тепловій обробці зовнішніми обігрівачами трьох типів: електричними, рідинними або паровими. Продукт, що отримують, (екструдат) відрізняється зниженою

щільністю, невеликим збільшенням об'єму, пластичністю, комірчастою будовою, йому необхідна додаткова обробка: висушування, обсмажування, випічка і т.д.

Третій метод передбачає інтенсивний вплив механічних чинників на оброблюваний матеріал. При цьому значна частина механічної енергії привода переходить в теплову, а дія напруги зрушення приводить до різних по глибині змін якісних показників матеріалу. Таку обробку проводить з регульованим підведенням тепла ззовні як безпосередньо в продукт, так і через зовнішні стінки корпусу екструдера. Високотемпературна екструзія – порівняно новий прогресивний технологічний процес вологотермічної обробки різних харчових матеріалів. Застосування його дозволяє розширити асортимент і здешевити виробництво готових сумішей для миттєвого приготування продуктів дитячого харчування, закусок, пюреподібних супів, виробів з високим вмістом білка і модифікованих крахмалепродуктів різного призначення. Екструзія – обробка крахмалевмісних матеріалів, змішаних з іншими рослинними речовинами (білок, жир, цукор), підвищує якість їх засвоєння, покращує смакові властивості.

Для проведення екструзії крахмалевмісних мас застосовується в основному шнековий екструдер [10,12,19].

Залежно від стадії обробки матеріалу в екструдері його циліндр по довжині можна умовно розділити на три зони: прийому сировини; стискання і утворення пружно-пластичної маси; випресовування.

Відмітною особливістю цих зон є те, що оброблюваний матеріал в кожній з них характеризується різним фізико-хімічним станом і структурно-механічними властивостями і якість екструдату залежить від того, як проходить обробка продукту в цих зонах.

Робота шнека в першій зоні повинна забезпечити безперервну і рівномірну подачу оброблюваного матеріалу в наступні зони в кількості, необхідній для їх заповнення. Транспортування порошків з низькими сипкістю та насипною масою ускладнено, особливо в одношнекових екструдерах.

Задовільна робота екструдерів забезпечується певним співвідношенням коефіцієнтів тертя між матеріалом і циліндром, матеріалом і шнеком. Необхідно



прагнути до зменшення другого з них при максимальному значенні першого. На рис.1.1. приведена класифікація існуючих екструдерів.



Рисунок 1.1 – Класифікація екструдерів

Соя в своєму складі після збирання містить невелику кількість нехарчових речовин, що потрапляють до неї при збиранні врожаю. Частково вони губляться на різноманітних стадіях зберігання, але завершальна частина виробляється безпосередньо в цехах, шляхом повітряно-ситового сепаруючого пристрою.

Виходячи з аналізу структурно-функціональної схеми переробки сої та оптимальних технічних рішень складових процесу пропонується розробка технологічної схеми, яка може включати всі необхідні ділянки для виконання завдань переробки сої на корми для птахів.

### 1.5 Мета і завдання досліджень

Метою досліджень є обґрунтування режимів роботи екструдерного обладнання у процесах переробки злакових та бобових культур в екструдовані корми для птахів.

Завдання досліджень:

- Визначити режими попередньої обробки злакових та бобових при різних обертах основного робочого органу – шнека;
- Визначити вплив геометричних параметрів робочого органу на переробку бобів сої шнеком екструдера;
- Визначити взаємозв'язок між процесом екструдювання бобів та суміші злакових зернових;
- Визначити вплив тиску в зоні відтискання на ефективність руйнування бобових в робочій зоні при виробництві екструдата для птиці;
- Визначити режими обробки процесу переробки суміші злакових зернових;
- Значення використання екструдованих кормів в птахівництві.

### Висновки по розділу

З огляду проблеми виробництва та переробки бобової та злакової сировини в корми, можливо зробити наступні висновки:

1. Удосконалення обладнання дозволяє оптимізувати вибір параметрів та поліпшити якість виробленої продукції з бобових та зернових культур.

2. Обґрунтований вибір режимів і параметрів процесів переробки бобової та злакової сировини дозволяє отримувати якісні корми для птахівництва.

## 2 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Програма експериментальних досліджень

Поява нових технологічних прийомів і обладнання для переробки зернових та бобових культур в корми вимагають постійно корегувати технологію та режими і параметри роботи обладнання. Під технологічністю насіння розуміється властивість сировини піддаватися різним впливам у процесі її переробки з отриманням заданих показників якості і кількості кінцевих кормових продуктів. Отже зміни технологічності сировини і заданих сучасних показників якості і кількості продуктів переробки призводить до відповідних змін технологічних схем і обладнання виробництв, а також впровадження нових програм та методик визначення основних параметрів обладнання відповідно сучасним показникам якості продуктів переробки.

Нові сорти бобових і, насамперед сої, мають різні технологічні властивості, тому при їх попередньої переробці вихід олії буде різним. Існує вірогідність того, що при більшій олійності насіння вихід олії буде меншим, що визначається здатністю його піддаватися впливу робочих органів обладнання, яке характеризується конструктивними, кінематичними та технологічними параметрами. Щоб отримати корми необхідно спочатку виділити олію.

Обладнання, матеріали та методи досліджень [25].

Для проведення досліджень стосовно екструдювання бобових використовувалися прес-екструдери розроблені і виготовлені співробітниками лабораторії механізації інституту олійних культур УААН з можливістю заміни робочих органів.

Програмою досліджень передбачалось визначення ступеня попереднього

відтискання олії і подальшого екструдуювання сировинної маси на прес-екструдері при різних параметрах робочих органів.

Для виконання програми розроблено методику, яка передбачала:

- визначення виходу олії при відтисканні соєвих бобів на прес-екструдері при діаметрі шнека 55 мм і частоті обертів 45 об/хв і ефективності екструдуювання твердої фракції;
- визначення параметрів екструдуювання при постійному кроку шнеку;
- визначення параметрів екструдуювання зі змінним кроком шнеку;
- визначення параметрів екструдуювання з конічними шнеком та корпусом;
- у всіх випадках проба була до 5 кг бобових, оброблялась на прес-екструдерах і, згідно з діючими методиками, визначався вихід олії і кормового продукту з твердої частини.

Дослідження проводились в триразовій повторності, результати досліджень заносились в таблицю.

## 2.2 Лабораторне обладнання для проведення досліджень

Загальний вигляд лабораторного прес-екструдера представлений на рис. 2.1. Він представляє собою спрощену конструкцію промислового одношнекового екструдера, особливістю даної машини є можливість швидко змінювати робочі органи, згідно з позначених в програмі, для більшої чистоти досліду.

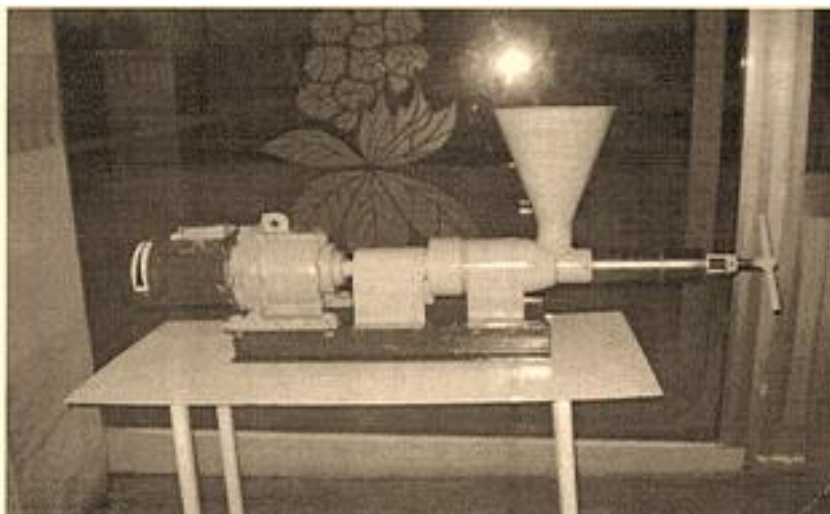


Рисунок 2.1 – Лабораторний прес-екструдер

Лабораторний прес-екструдер складається з станини, електродвигуна, матриці, шнека, живильного пристрою, ручного гвинтового преса, набір шнеків різних типів для зміни і визначення робочих параметрів.

#### 2.2.1 Методика визначення вмісту азоту і сирого протеїну

Вміст білка в харчових об'єктах зазвичай визначають за кількістю азоту з використанням методу К'ельдаля (згідно ГОСТ 13496.4-93 «Корми, комбікорми, комбикормовое сировину. Методи визначення вмісту азоту і сирого протеїну»). З метою спрощення та скорочення тривалості аналізу цей метод з моменту його розробки (1893) неодноразово модифікувався із застосуванням різних каталізаторів і умов мінералізації. На основі модифікованих методів створені високопродуктивні автоматичні аналізатори типу «К'ельфос», вартість визначення вмісту білка на яких і сьогодні залишається високою.

Метод заснований на мінералізації наважок при нагріванні з концентрованою сірчаною кислотою в присутності каталізаторів. Аміак відганяють в розчин борної кислоти і відтитровують його 0,1 н. розчином сірчаної кислоти. Обсяг кислоти, пішов на титрування, перемножують на титр по азоту і дізнаються вміст азоту в пробі.

$$X = \frac{1,4(V_1 - V_0) \cdot T}{m}, \quad (2.5)$$

де  $V_0$  - обсяг розчину сірчаної кислоти, використаний при холостому визначенні,  $\text{см}^3$ ;

$V_1$  - обсяг розчину сірчаної кислоти, використаний при аналізі проби,  $\text{см}^3$ ;

$T$  - нормальність розчину сірчаної кислоти, використаної для титрування;

$m$  - маса досліджуваної навішування, м.

Існує і деяка умовність в методі К'ельдаля при розрахунку кількості білка, що полягає у використанні коефіцієнта перерахунку. Однак, незважаючи на недоліки, метод К'ельдаля є уніфікованим, він включений в ГОСТи на багато харчових продуктів.

Для переведення кількості азоту на вміст білка використовують коефіцієнт 6,25. Прийнятий він тому, що більшість білків містить 16% азоту ( $100:6,25 = 16$ ). Однак, більш вірним є використання коефіцієнтів, відповідних фактичному вмісту сирого білка в кожному його виді. Так, для пшениці отримано коефіцієнт 5,7, оскільки її білки містять 17,5% азоту. Для інших білкових ресурсів прийнято такі коефіцієнти переведення: 5,7 – ячмінь; 5,8 – соя; 6,25 – кукурудза [35].

### 2.2.2 Методика визначення масової частки жиру

Сирий жир визначається по ГОСТ ISO 11085-201 Визначення вмісту сирого і загального жиру методом екстракції Рендалла.

Суть методу полягає в екстракції жиру з наважки петролейним ефіром методом Рендалла, який являє собою модифікований варіант методу Сокслета. Сирий жир з навішування екстрагують спочатку киплячим, а потім холодним розчинником, скорочуючи час, необхідний для екстракції. Розчинник видаляють і зважують висушений екстрагований жир.

Суть методу В полягає в проведенні попереднього гідролізу навішування розчином соляної кислоти при нагріванні, що робить хімічно або механічно пов'язані жири доступними для екстракції розчинником. Гідролізат фільтрують, промивають, висушують і проводять екстракцію методом А.

Підготовка проб. Лабораторні проби подрібнюють до розміру часток менше 1 мм.

Підготовка навішування. Подрібнену пробу масою від 1 до 5 г зважують.

Екстракцію проводять відповідно до інструкції з експлуатації пристрою для екстракції розчинником.

У екстракційні чашки поміщають від 5 до 10 скляних кульок і висушують в сушильній шафі не менше 30 хв при температурі  $(103 \pm 2) ^\circ \text{C}$ . Екстракційні чашки переносять в ексикатор і охолоджують до кімнатної температури.

Екстракційні чашки зважують і записують масу з точністю до 0,1 мг.

Наважку поміщають в скляний патрон при використанні пристрою для гідролізу або в паперовий патрон, якщо використовують пристрій для гідролізу.

Додають адсорбент, якщо це рекомендується виробником пристрою для екстракції.

Встановлюють температуру пристрою для екстракції так, щоб швидкість потоку Петролейного ефіру становила від 3 до 5 крапель / с (близько  $10\text{см}^3/\text{хв}$ ). Прогрівають пристрій і перевіряють включення охолоджуючої води для зворотного холодильника. температура охолоджуючої води повинна бути приблизно  $15 ^\circ \text{C}$ , швидкість потоку води повинна бути до  $2\text{дм}^3/\text{хв}$ , щоб запобігти випаровування розчинника з конденсаторів.

Патрони з навішеннями поміщають в екстракційний колони. Екстракційні чашки розміщують під екстракційні колони і закріплюють на місці. Дотримуючись інструкцій виробника, добавляють від 40 до 60  $\text{см}^3$  петролейного ефіру в кожен екстракційну чашку.

Екстракцію проводять петролейним ефіром протягом 20 хв і видаляють розчинник протягом 10 хв.

Виймають екстракційні чашки з екстрактора, поміщають під витяжку до випаровування всіх слідів розчинника.

Потім чашки висушують при температурі  $(103 \pm 2) ^\circ \text{C}$  в сушильній шафі протягом 30хв. Пересушування може окислити жир і давати завищені результати.

висушені екстракційні чашки з жиром охолоджують в ексикаторі до кімнатної температури і зважують з точністю до 0,1 мг.

Обробка результатів.

Вміст жиру в пробі визначають за формулою:

$$W = \left( \frac{m_3 - m_2}{m_1} \right) \cdot 100 \quad (2.6)$$

де:  $m_3$  — маса екстракційної чашки зі скляними кульками і висушеним екстрактом жиру:

$m_2$  — маса екстракційної чашки зі скляними кульками:

$m_1$  — маса наважки [36].

### 2.3 Методика визначення параметрів процесу екструдуювання бобових та злакових культур

Шнековий вал транспортує бобовий матеріал усередині зерного циліндра, що набраний із пластин з малими зазорами між ними. Геометрія каналу, утвореного набором шнекових витків, дозволяє знижувати їх вільний обсяг по ходу руху матеріалу від завантажувальної лійки до вихідної щілини преса і тим самим піддавати матеріал стискуванню. Стискування матеріалу спричиняє підвищення тиску, при якому спочатку відтискається олія, потім екструдується тверда частина. Віджата пресою олія виходить із зони пресування через щілини між зерними пластинами, а віджятий матеріал – екструдат, через кільцевий зазор на виході зерного циліндра [26].

Для визначення продуктивності ( $m^3/c$ ) шнекового преса відомий підхід, пов'язаний з уточненням залежності об'ємної продуктивності транспортного шнека, які визначені програмою досліджень.



$$V = \varphi \pi D^2 / 4 \cdot S \cdot n / 60 \quad (2.1)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт наповнення;

$D$  і  $S$  – діаметр і крок шнека, м;

$n$  – число обертів шнека, об/хв.

Ця залежність уточнюється з урахуванням специфіки шнекових пресів:

1. Для шнекового преса  $D$  і  $S$  є перемінними, і до уваги раціонально взяти ці значення для першого (живильного) витка (замість  $D$  прийняти  $L$  – довжину живильного витка, оскільки вона менша від кроку в шнекових пресах).

2. Зважаючи на те, що різниця між  $D$  і  $D_3$  є невеликою (2...3 мм), можна замінити  $D$  на  $D_3$ , тоді  $(\pi D_3^2 / 4) \cdot L$  – обсяг зерної камери на довжині живильного витка.

В обсязі зерної камери на довжині живильного витка суттєвий обсяг займає сам виток, і це враховується коефіцієнтом заповнення  $\psi$  дорівнює обсяг витка/обсяг зерної камери, тоді вільний обсяг живильного витка  $\pi D_3^2 / 4 \cdot L \cdot 1 - \psi$ .

Коефіцієнт  $\psi$  для різних пресів різний для  $\Phi\Pi_\psi = 0,312$  для  $Е\Pi_\psi = 0,55$ .

У розрахунках шнекових пресів  $\psi = 1$  тоді секундна транспортна продуктивність набуває вигляду:

$$V = \varphi \pi D_3^2 / 4 \cdot L \cdot 1 - \psi \cdot n / 60 \quad (2.2)$$

Практично важлива масова годинна продуктивність, кг/год

$$Q_m = 3600 \pi D_3^2 / 4 \cdot L \cdot 1 - \psi \cdot \rho_H \cdot n / 60 = 47,1 \cdot D_3^2 \cdot L \cdot 1 - \psi \cdot \rho_H \cdot n \quad (2.3)$$

Ця транспортна продуктивність не враховує низки явищ, що мають місце в шнековому пресі:

- 1) мезга частково обертається разом зі шнековим валом;
- 2) між крайкою витка і внутрішньою поверхнею зеєра є зазор;
- 3) спіральна нитка на витку не має повного кроку (утворюється центральний кут, що не перекривається) [6,11,24].

Усе це спричиняє повернення потоку мезги, що підтверджується такими моментами:

- 1) часом фактичного обходження мезги по зеєру, завжди більшим від розрахункового;
- 2) формою зносу нитки, згідно рис. 2.2;
- 3) при зміні положення регулювального пристрою на виході з преса змінюється продуктивність преса;
- 4) по мірі зносу преса його продуктивність зменшується.

Тому пропонується ввести у вираз залежності продуктивності (кг/год) коефіцієнт повернення  $K_{нов}$ , який має врахувати наведене в шнековому пресі екструдері.

$$K_{нов} = 2,15 / \delta^{0,58} \quad (2.4)$$

Коефіцієнт повернення може бути визначений тільки експериментально, і для преса  $\Phi\Pi$  встановлена його залежність від ширини вихідної щілини регулювального пристрою ( $\delta$ , мм):

$$Q_m = 47,1 \cdot D_3^2 \cdot L \cdot 1 - \psi \cdot \rho_H \cdot n \cdot 1 - K_{нов} \quad (2.5)$$

Загальна продуктивність екструдування твердої фракції бобових при виробництві кормів, описується формулою:

$$Q_{xi} = \pi \cdot D \cdot W \cdot H - \delta \cdot N \cdot \cos \theta \cdot f_d / 2 - H^3 \cdot W \cdot f_{px} \cdot f_{pd} / 12 \cdot \eta \cdot \mu_c \cdot dP/dX \quad (2.6)$$

де  $Q_{xi}$  – осьовий потік неньютонівської рідини в екструдері, м<sup>3</sup>/с ( $i$  – номер витка);

$D$  – діаметр зеєра, м;

$H$  – глибина витка, м;

$W$  – ширина витка (через крок  $S$ ,  $W = S \cdot \cos \theta$ ), м;

$\delta$  – зазор між краєм витка і поверхнею зеєра, м;

$\theta = \arctg S / \pi \cdot D - 2 \cdot \delta$  – кут нахилу нитки витка, рад;

$N$  – швидкість обертання шнекового валу, с<sup>-1</sup>;

$\eta$  – показник статичного закону в рівнянні потоку неньютонівської рідини (матеріалу), наприклад для неподрібненого насіння сої  $\eta = 0,1298$ ;

$\mu_c$  – в'язкість неньютонівської рідини, (Па с);

$P$  – тиск, спричинений валом, Па;

$X$  – відстань уздовж шнекового каналу, м.

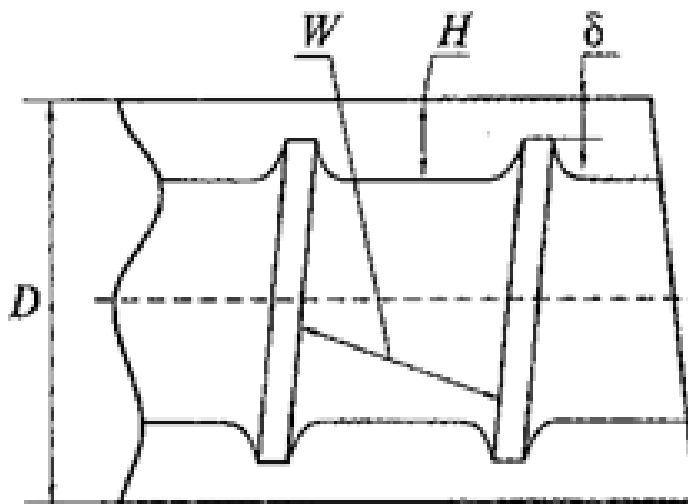


Рисунок 2.2 – Схема прийнятого позначення геометрії витка

Розвиток тиску відбувається через присутність кінцевого обмеження у вихідній щілині і задається співвідношенням:

$$P = K_c K_d Q_{отв}^n, \quad (2.7)$$

де  $K_c$  – індекс консистенції матеріалу ( $K_c$  константа);

$K_d$  – фактор геометрії вихідної щілини ( $K_d$  константа).

Нижній індекс «отв» при  $Q$  відноситься до ширини отвору вихідної щілини і наприкінці секції віджимання  $Q_{отв}$  дорівнює  $Q_x$ .

Для вихідної щілини у вигляді кільцевого отвору співвідношення між перепадом тиску і витратою має такий вигляд:

$$\Delta P = 2KL/R \left[ 2n+1 / \pi R^3 n \right]^n R/d^n Q^n \exp -aF \exp[b/ T + 273] \quad (2.8)$$

де  $L$  – довжина щілини, м;

$R$  – зовнішній радіус щілини (кільцевий отвір), м;

$n^j$  – показника ступеня члена ( $R/d$ ) у рівнянні (2.16).

Експериментальні дослідження дозволяють визначити невідомі коефіцієнти рівняння і рівняння набере вигляду (2.9):

$$\Delta P = 2,39 \cdot 10^6 R/d^{0,269} \exp -18,39F \exp[1476/ T + 273] \quad (2.9)$$

Олійність бобового матеріалу, що екструдується, виражається в частках (нижній індекс 0 відноситься до початку секції віджимання).

Зважаючи на те, що вал складається з окремих витків, різних по конструкції, обчислення здійснюємо послідовно по кожному витку, щоб знайти значення  $Q$ ,  $P$  і  $F$  наприкінці кожного з них.

У розрахунку для першого витка, що пресує, кожної конструкції екструдерного валу, береться значення  $Q_0$ , а початкове значення тиску у всіх випадках береться з розрахунку ущільнення на прийомному витку

$$P_0 = A_0 + Q_0/B_0 X_0 \quad (2.10)$$

Ефективна висота твердої маси має бути прийнята ( $H + 0,003$ ) для обліку твердих часток у зазорах зєєра середньої величини (приблизно 3 мм).

Для обчислень при моделюванні важливо задатися геометричними параметрами преса. При перевірочному розрахунку преса з відомою геометрією витків їхні розміри беруться як вихідні дані. При проектному розрахунку доцільно на початковому етапі виконати моделювання з безупинними залежностями, а також встановити величини, що відповідають відстані по гвинтовому каналу ( $X$ ), зв'язані з відстанню по осі вала ( $Z$ ) через кут підйому нитки витка ( $\theta$ )

$$X = Z / \sin \theta. \quad (2.11)$$

Висота і ширина гвинтового каналу можуть бути виражені як функції відстані каналу

$$H = A_1 - B_1(X - C_1)^{D_1}, \quad (2.12)$$

$$W = A_2 - B_2 X^{D_2}, \quad (2.13)$$

де  $A_1, B_1, C_1, D_1, A_2, B_2, D_2$  – постійні коефіцієнти.

У цьому випадку система знайдених рівнянь можуть бути проінтегровані чисельно.

Розрахунок потужності, необхідної для роботи преса, ведеться по окремих статтях.

## 2.4 Методи визначення вологості та об'ємної маси зерна

Відносна вологість зерна визначалася відповідно до ГОСТ 13586-85. Зерно висушувалося в сушильній шафі при температурі 130 °С протягом 60 хв. Відносну вологість  $W$  (%) зерна обчислювали за формулою

$$W = 100 \frac{m_g - m_{вс}}{m_g} \quad (2.14)$$

де  $m_g$  – маса наважки зерна до висушування, г;

$m_{вс}$  – маса наважки зерна після висушування, г.

Доведення зерна до необхідної вологості здійснювалося додаванням в нього води. Потрібна кількість води  $\Delta m_g$  (г) визначалося за формулою

$$\Delta m_g = m \left( \frac{W_k - W_n}{100 - W_k} \right) \quad (2.15)$$

де  $m$  – маса наважки зерна до зволоження, кг;

$W_k$  – кінцева вологість, %;

$W_n$  – початкова (вихідна) вологість, %.

Після зволоження зерно витримувалося в ексикаторі протягом доби. В процесі дослідів зберігання зерна здійснювалося в герметизованих ексикаторах. Це дозволяло підтримувати вологість зерна протягом досліджень постійною.

Об'ємна маса  $\gamma$  (кг/м<sup>3</sup>) зерна визначалася за ГОСТ 10840-64. Для цього застосовувалася літрова пурка ПХ-1, а результат підраховується за формулою

$$\gamma = \frac{G_3}{V_{II}} \quad (2.16)$$

де  $G_3$  – маса зерна в пурці, кг;

$V_{II}$  – об'єм пурки, рівний 0,001 м<sup>3</sup>.

## Вимірювання температури

### 2.5 Вимірювання температури зернопродуктів проводилося наступним чином

Після витримки зерна в зоні опромінення воно засипалося в теплоізолювану ємність. У цій ємності знаходилася термопара, підключена до приладу UT60E, здатному здійснювати завмер температури з інтервалами вимірювання – 40 + 1000 ° С і точністю вимірювань при температурі 0+400 ° С  $\pm 1\%$ . За допомогою термопари вимірювалася загальна, (середня) температура наважки зерна; вміщена в зазначену теплоізолювану ємність. Потім з отриманого значення віднімалася кімнатна температура [36]. Таким чином, визначався приріст температури в масі зерна після опромінення.

### 2.6 Визначення впливу величини тиску на процес екструдювання

Для того, щоб механічно стиснути матеріал злакових або бобових культур, необхідно зменшувати об'єм матеріалу, т.б. стискати його. Цього можна досягнути в конусному шнеці, або в циліндричному шнеку, але з міжвитковим простором, що зменшується та співвідношенням зовнішнього та внутрішнього діаметрів шнеків, в таких, що позначені в програмі досліджень.

Таким чином прийшли до розробки одношнекового екструдера. Шнек екструдера має три різних за величиною кроки та заходності ділянок по своїй робочій довжині, що відповідають задачам виробничого процесу, а саме стисканню матеріалу, що перероблюється, а паралельно стисканню виникає сильне тертя і, як наслідок, швидке підвищення температури матеріалу.

Зміна технологічного режиму роботи екструдера досягається зміною вологості сировини та температури обробки. В процесі переміщення сировини по шнековому каналу вона розігрівається, перетворюється на пастоподібну масу, яка

потім витискається крізь отвір формуючої головки. Створюється значний робочий тиск, який в різних екструдерах має різну величину.

Екструдат, що отримали на машинах високого тиску, після виходу з матриці – охолоджується, застигає та для подальшого використання в комбікормах піддається дробленню на молоткових дробарках та просіюванню на ситах [2,3].

## 2.7 Методи дослідження хімічного складу, біологічної цінності кормів

Наявність мікрофлори визначали відповідно до ГОСТ Р 51426-99 (ІСО 6887-83). Мікробіологія. Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Загальне керівництво з приготування розведень для мікробіологічних досліджень.

Визначення вели наступним методом: для оцінки ступеня забруднення зерна мікроорганізмами, грибами, а також спороутворюючими бактеріями використовували метод посіву. Посів – внесення частини досліджуваного матеріалу в стерильне живильне середовище. При цьому користувалися чашковим методом. Виконання аналізу включає чотири етапи:

- приготування ряду розведень з відібраних проб (пробу відбирають шляхом змиву);
- посів на стандартне щільне живильне середовище;
- вирощування посівів протягом 24 – 28 год для бактерій і 72 – 80 год для грибів в термостаті відповідно при 30 °С і 25 °С;
- підрахунок колоній, що вирости. Вважають, що кожна жива клітина при висіві на щільне середовище утворює колонію.

Приготування розведень: брали стерильну водопровідну воду або фізіологічний розчин (0,5 %-ний розчин хлориду натрію) розливали по 9 см<sup>3</sup> в стерильні сухі пробірки. 1 см<sup>3</sup> (або 1 г) вихідної проби асептично вносили в першу пробірку, закривали ватним корком, добре перемішували і отримували одне розведення – 1:10. Отриману в одному розведенні суспензію за допомогою стерильної піпетки ретельно перемішували, втягуючи в піпетку і видуваючи з неї суспензію кілька разів. Потім цією ж піпеткою брали 1 см<sup>3</sup> розведення і



переносили в другу пробірку з 9 см<sup>3</sup> води, здобували друге розведення – 1:10<sup>2</sup>. Брали нову піпетку і таким же чином готували третє розведення – 1:10<sup>3</sup>, потім всі наступні в залежності від кількості мікроорганізмів в вихідному матеріалі.

Визначення загальної кількості мікроорганізмів в солоній молочній сироватці і комбікормі: з середньої проби сировини відважували 10 г і змішували з 90 см<sup>3</sup> стерильної води. Готували змив, ретельно струшували наважку протягом п'яти хвилин вручну. Розведення 1:10<sup>2</sup> використовували для визначення міцеліальних грибів 1:10<sup>3</sup> і 1:10<sup>4</sup> – для бактерій. Висів виробляли глибинним способом (по 1 см<sup>3</sup>) на загальні (стандартні) поживні середовища (СА і МПА). Через 48 годин підраховували вирості колонії.

Відносну біологічну цінність визначали методом обліку інфузорій туфельок.

В основу методу покладено облік числа інфузорій, що розмножуються за певний час в однакових умовах при додаванні в їжу стандартного білка (казеїну) та випробуваної сировини. Результат виражають у відсотках.

Випробовувані проби і стандартний казеїн розтирають в ступках до розмірів частинок не більше 200 нм.

У сухі і чисті пробірки завадять наважки (в трьох повторюваннях) випробовуваних комбікормів і паралельно в інші пробірки – контрольні навішування стандартного казеїну з розрахунку 0,4 мг/г загального азоту. У пробірки додають 0,4 мл основного розчину і 0,5 мл дистильованої води.

Пробірки в штативі термостатують при 85 °С протягом 15 – 20 хв для інактивації сторонньої мікрофлори. Після охолодження пробірок до кімнатної температури проводять посів 0,02 мл триденної культури і потім термостатують при 25 °С протягом 4 діб, періодично струшуючи пробірки (через 3 – 6 год). По закінченню термостатування вміст пробірок фіксують розчином Люголя, беруть пробу суспензії і проводять підрахунок мікроорганізмів в лічильній камері Горяєва.

## 2.8 Методика визначення активності уреазі в бобах сої

У насінні та продуктах переробки сої міститься уреаз – фермент, який розщеплює сечовину (карбамід) до аміаку. До складу кормів, зокрема з вмістом сої чи продуктів її переробки, може входити сечовина. У переробці сої на олієекстракційних заводах передбачено інактивацію уреазі під час тостування шроту. Активність уреазі у соєвому шроті нормує стандарт.

За недотримання параметрів тостування шроту уреаз розщеплює сечовину з виділенням аміаку. Наявний у кормах аміак викликає у тварин отруєння [33].

У даній роботі для оцінки вмісту антиаліментарних речовин в сої застосовувався непрямий показник - активність ферменту уреазі. Доцільність такого підходу базувалася на експериментально доведений факт, що при активності уреазі 0,1-0,3 од. рН основні антипоживні речовини бобів сої, в тому числі інгібітор трипсину, інактивуються до безпечного рівня [30].

При проведенні випробувань за програмою цієї роботи активність уреазі визначалася відповідно до чинного ГОСТ 13979.9-69. Для практичного використання результатів проведених експериментів важливо відзначити наступне. Зерно вологістю 9,1-11,6% може мати активність інгібіторів трипсину (ТІА) 22,13-34,65мг / г, уреазі 1,63-1,73 од.рН. При цьому умовою достатньої обробки є рівень ТІА порядку 3,0-6,5мг / г, що відповідає його зменшенню на 80% від початкового стану, активності уреазі- 0,05- 0,25 рн, розчинність білка у воді не нижче 15% і не вище 30%. Такі значення досягаються при швидкому нагріванні продукту в потоці інфрачервоного (ІЧ) випромінювання до температур понад 100°C. Особливість ВТМ в тому, що вона проводиться в умовах нестационарної температури, тому результат термообробки у в чому залежить від характеру зміни температурної кривої в часі, що відбивається в результатах експерименту.

Для проведення лабораторних досліджень необхідні наступні прилади: ваги технічні четвертого класу точності з різноважками, дробарка кавова

лабораторна, струшувач-перемішувач лабораторний термостатований, конічні колби ємністю 200-250 см<sup>3</sup> [35].

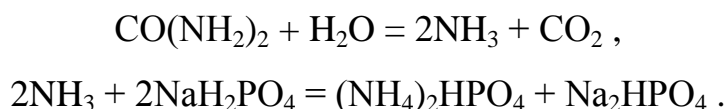
Реактиви для проведення аналізу:

- 1) сечовина (карбамід) марки х.ч. або ч.д.а фосфатний буферний розчин з рН 7,0 (61,2 см<sup>3</sup> 1/15 М розчин гідрофосфату натрію вносять у мірну колбу на 100 см<sup>3</sup> і доводять об'єм до мітки 1/15 М розчином дигідрофосфату калію);
- 2) 1/15 М розчин гідрофосфату натрію (11,866 г Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> × 2H<sub>2</sub>O у 1 дм<sup>3</sup>), 1/15 М розчин дигідрофосфату калію (9,073 г KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> у 1 дм<sup>3</sup>).

Суть методу.

Соевий шрот подрібнюють і уреазу екстрагують фосфатним буферним розчином. До ферменту додають субстрат - сечовину,- яка розщеплюється з виділенням аміаку. Наявність аміаку змінює рН середовища у лужний діапазон значень.

Розщеплення уреазою сечовини відбувається за схемою:



Оскільки рН 1 % розчину за температури 20 °С Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> дорівнює 8,9, а NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> - 6,4, тому активна кислотність зміщується у лужний діапазон.

Проведення аналізу:

Соевий шрот дрібно подрібнюють і зважують близько 1 г на аналітичних вагах у конічній колбі. У колбу до наважки вносять 50,0 мл фосфатного буферного розчину (рН 7,0) і 1,5 г сечовини. Колбу ставлять у струшувач лабораторний і витримують за постійного перемішування 30 хв. за температури 20-25 °С. Визначення рН середовища проводять за допомогою рН-метра [29].

Активність уреазу ( $x$ ) характеризують зміною величини рН протягом 30 хв і визначають за формулою:

$$x = pH_2 - pH_1, \quad (2.3)$$

де  $pH_2$ — рН суміші зі шротом після 30 хв. експозиції у струшувачі-перемішувачі;

$pH_1$  - рН фосфатного буферного розчину;

Відхилення між двома паралельними визначеннями не мають перевищувати 0,05 рН.

## 2.9 Методи знищення токсичних речовин бобових і, насамперед, сої

Свіжі боби сої мають токсичні речовини, які небезпечні при її споживанні і при годуванні тварин та птиці і при харчуванні людини.

Тому існують методи обробки сої, направлені на знищення токсичних речовин.

Соя – це дворічна трав'яниста культурна рослина родини бобових, зовні подібна до квасолі, одна з найдавніших їстівних культур. Походить з Південно-східної Азії, поширена у Китаї, Індонезії, Японії, США, Австралії, Кореї, на Далекому Сході Росії, в Україні — в Лісостепу і Степу.

Насіння сої містить 35—45 % білків, 17—25 % жиру, 1—2 % лецитину, 5—6 % зольних речовин і вітамінів. З насіння виробляють борошно, олію, крупи, соєве молоко, сурогат кави тощо. З зелених бобів — різноманітні страви, консерви. Використовують також на корм худобі. Крім того жом використовується для виробництва біопалива. Найпростіша з них, це варіння, пропарювання та піджарювання або сушіння, наприклад в барабанних та можливо і в шафних сушарках.

При варінні та пропарюванні відбувається, насамперед, замочування до 10 годин, а потім варіння впродовж 0,5 – 10 часу.

В промисловому варіанті виконують процес помелу бобів, гомогенізацію і теплову обробку суміші на промислових установках.

В жаровнях сою прожарюють до температури 110 – 160°C, хоча порушення інгібітору трипсіна відбувається при температурі 85 – 95°C.

При виробництві олії з сої використовують процес подрібнення, термообробки м'ятки до 110 – 115°C, відтискання олії з м'ятки. При цьому

процесі також в результаті тиску та тертя виникає температура і внаслідок такої обробки знищуються токсичні речовини.

Процес екструдювання пов'язаний з обробкою сої при високому тиску в тонкому шарі, що добре забезпечує температурну обробку від 110 до 140°C та знищення токсичних речовин. Це механічний, але дуже якісний процес обробки сировини сої.

Обробка з використанням інфрачервоного випромінення довжиною хвилі до 1,5 – 3,5 мкм. При цьому перспективному методі активність уреазі після обробки  $\Delta\text{РН}_\chi$  за 30 хв становить 0,1 – 0,2 одиниці, що практично забезпечує повну якісну безпечність продуктів з обробленої сої.

У роботі обрано процес термообробки м'ятки, пресування та попереднього відділення олії, знежиреного твердої частини (жмиху), з якого після знищення токсичних речовин, виробляють знежирені кормові продукти, особливо для птахівництва.

#### Висновки по розділу

1. Теоретичні дослідження процесу екструдювання бобових дозволяють визначити вплив тиску на процес екструзії. Поставлені завдання досліджень на лабораторній установці, які ставили за мету з'ясування закономірностей та корегування технологічного процесу з метою отримання якісних кормових матеріалів та їх знезараження в процесі обробки.

2. Встановлено, що необхідно попереднє відтискання олії, так як при стисканні в робочій зоні сировини, в одному випадку ми можемо отримувати повножирну сою, як кормовий продукт з сумішшю зернових матеріалів, в другому випадку ми можемо отримати соєвий знежирений екструдат.

3. Розроблена методика визначення параметрів робочих шнеків та екструдерів різних конструкцій для отримання високоякісних злакових та бобових кормових продуктів.

### 3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ

#### 3.1 Обробка результатів експериментальних досліджень

У ході експериментальних досліджень встановлено, що при зміні частоти обертання шнека екструдера, тобто зміні швидкості проходження сировини крізь робочу зону, вихід як олії так і макухи також змінюється. Крім того, змінюється ступінь руйнування бобів, тобто їх вибуху.

Зі збільшенням тривалості перебування бобової сировини в зоні стиску (робочій зоні), ефективність виходу олії вища та структура руйнування бобів висока. Проте в такому разі знижується продуктивність і виникає необхідність шукати оптимальні співвідношення. На рис. 3.1. представлені результати виходу соєвої олії при попередньої обробки при зміні частоти обертання основного робочого шнеку.

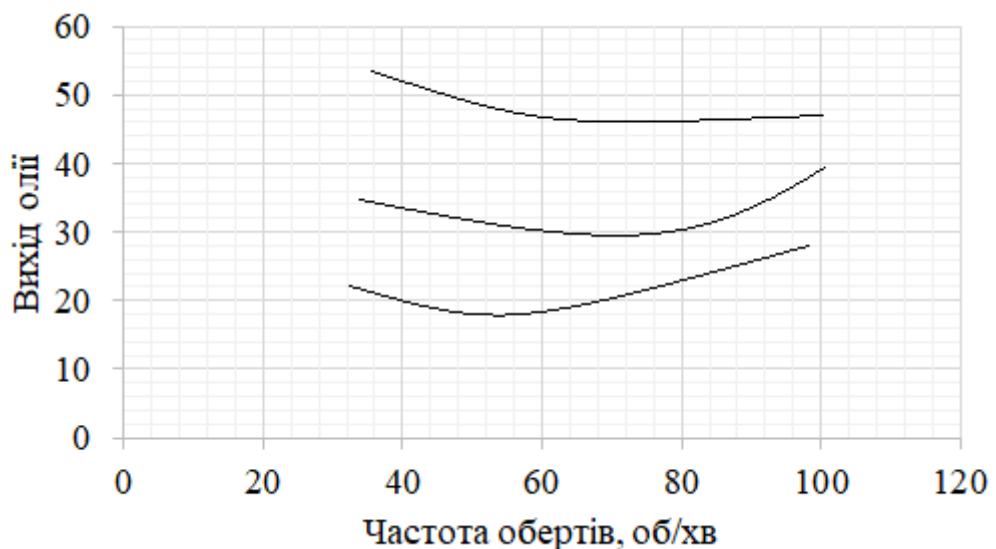


Рисунок 3.1 – Графік залежності виходу олії при попередньої обробки від частоти обертання шнеку

$\varphi$  – частота обертів, об/хв.; g – вихід олії, %; 1- сорт «Запорізький - 26»;  
2 – сорт «Запорізький - 28»; 3 – сорт «Запорізький - 30»

Цей графік свідчить про те, що при екструдванні бобових зі зростанням швидкості обертання шнеку – вихід рідинної фракції зменшується, оскільки зменшується тривалість перебування маси, що обробляється в зоні тиску.

Таким чином, слід подовжити процес відтискання за рахунок збільшення довжини робочої зони шнеків. Отже, можна зробити висновки, що до необхідності подовження робочої зони з метою покращення процесу обробки сої.

Досліджувався також вплив зміни тиску в робочій зоні на руйнування, розрив тканин, появу пластифікаційних властивостей твердої частини макухи, в результаті дії тиску і температури.

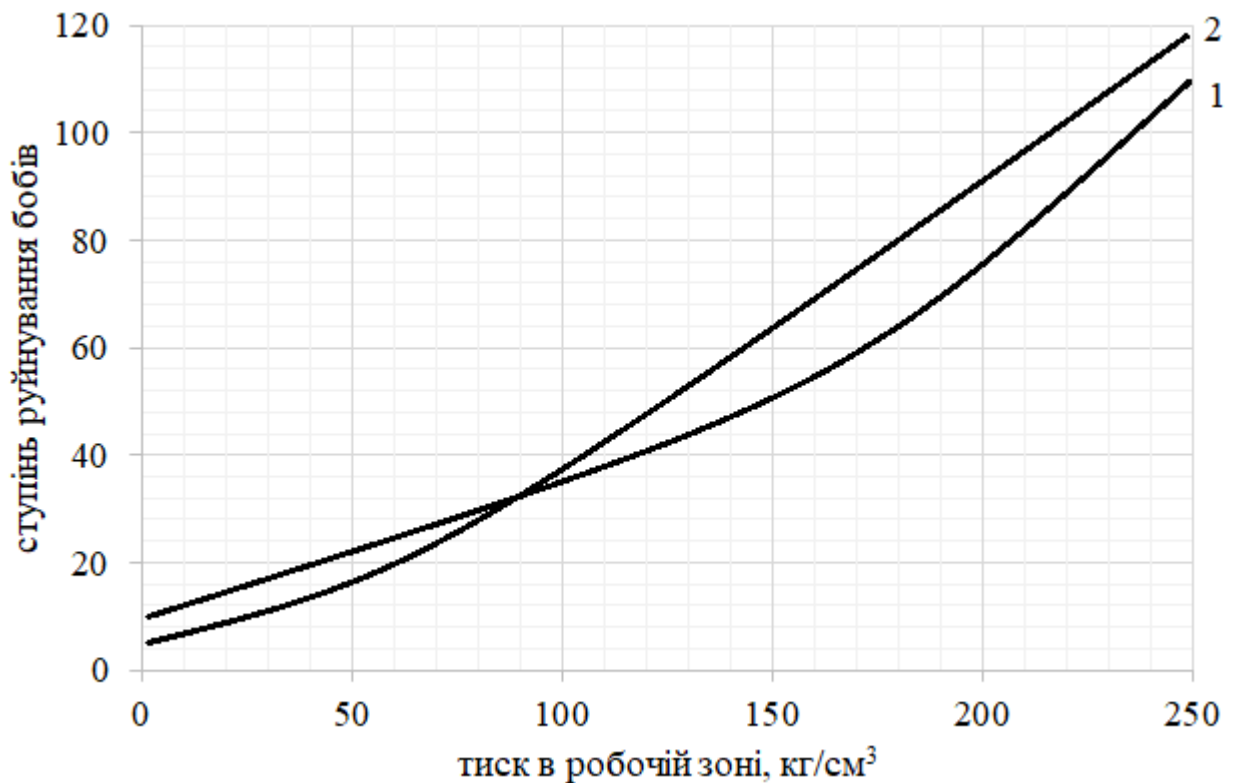


Рисунок 3.2 – Ефективність руйнування бобових в залежності від тиску в робочій зоні

1 – експериментальна крива; 2 – теоретична крива

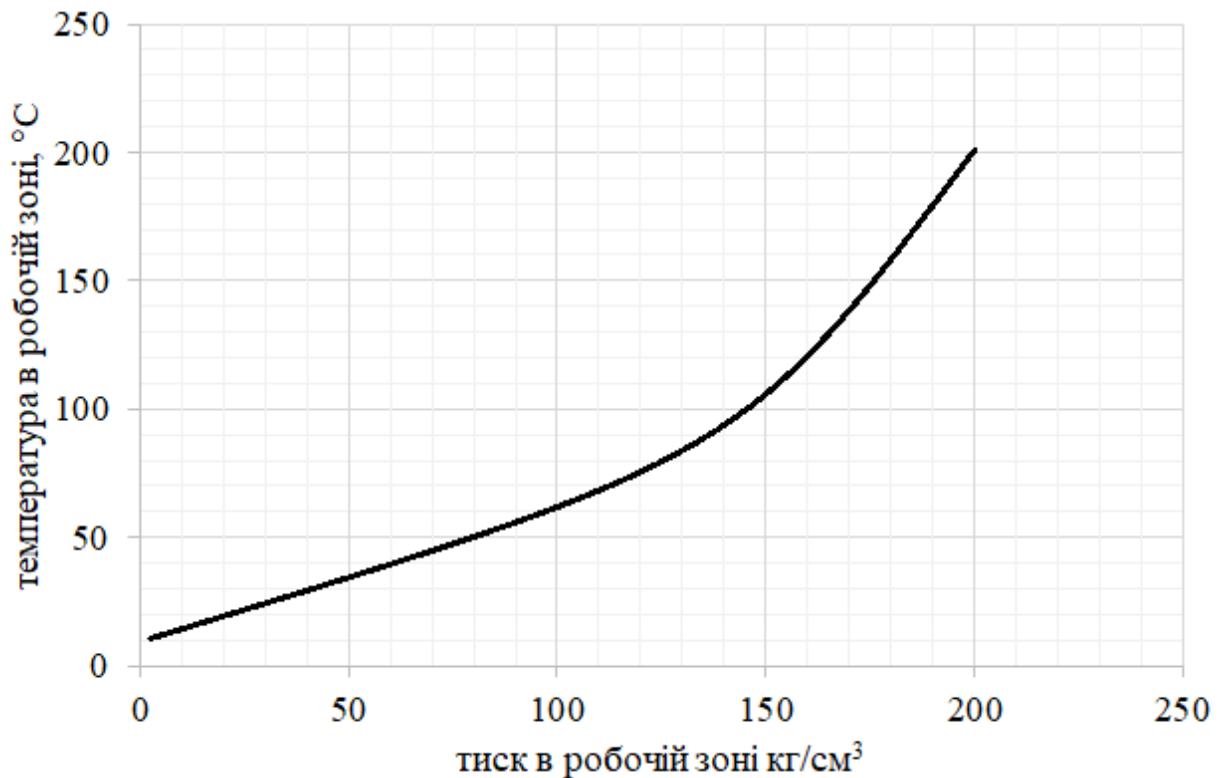


Рисунок 3.3 – Графік залежності температури від тиску в робочій зоні

В результаті підвищення тиску, ефективність руйнування бобових збільшувалась, це досліджувалось обробкою охолодженого соєвого екструдату пресуванням та сортуванням частинок на класифікаторі та визначенням їх складу у відсотковому співвідношенні. Експериментальний графік в цілому подібний до теоретичного, що вивели в результаті математичного моделювання процесу.

Як видно з графіків 3.3. та 3.4, де вивчався вплив тиску на температуру обробки, видно – що зі зростанням тиску, збільшується і температура. Проте, при високих температурах, як показав лабораторний якісний аналіз, починає відбуватися клейстеризація крохмалю та карамелізація сахарів, що погіршує якісні характеристики отриманого кормового продукту з сої (соєвого жмиху). Вивчивши якісні характеристики, прийшли до висновку, що оптимальні значення тиску в робочій зоні знаходяться в діапазоні 140 – 170 кг/см<sup>2</sup>, а значення температур обробки в діапазоні 105 – 140° С.



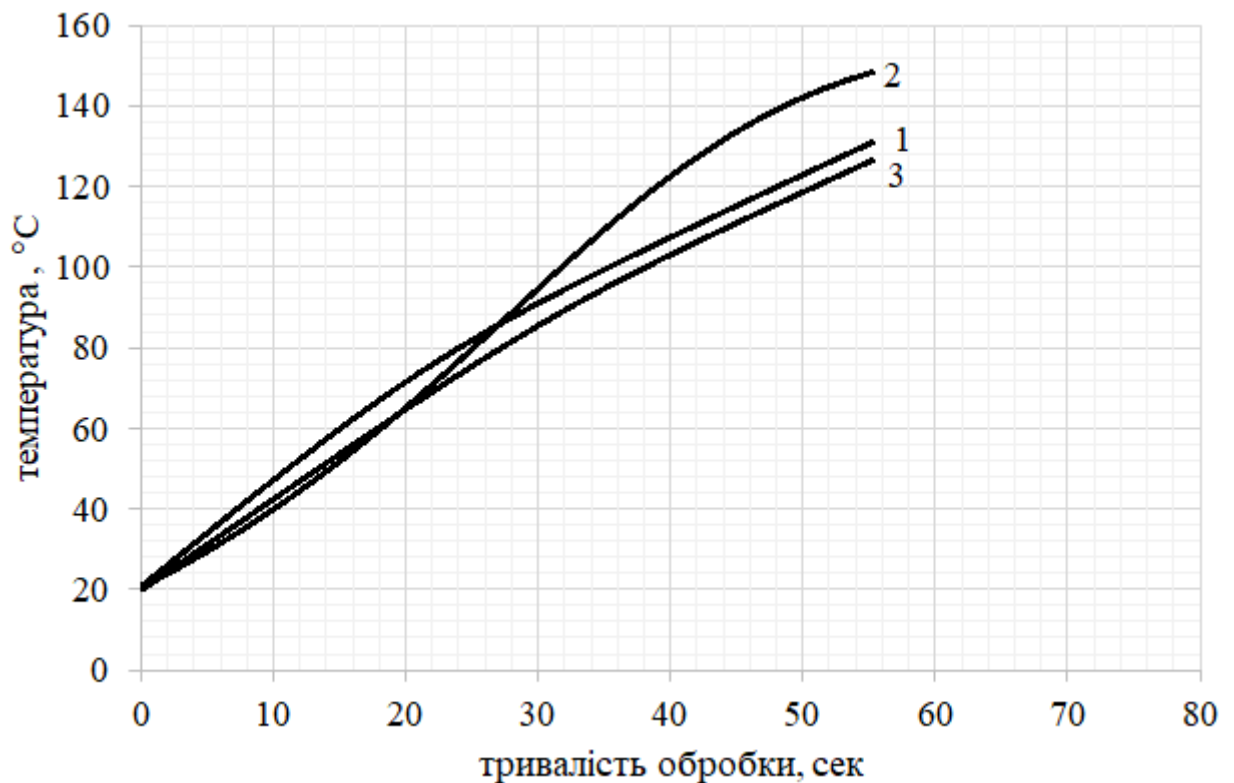


Рисунок 3.4 – Динаміка середньої температури зерна бобових при обробці при різних потужностях

Це підтверджується графіками атакованості крохмалю зерна кукурудзи в рецептурі з соєю амілолітичними ферментами, які імітують ферменти шлунка тварини. Тут видно, що до обробки екструдкуванням (крива 1) атакованість низька. Те ж саме спостерігається і при низькому тиску, при недостатньому руйнуванні твердої частини бобів. Разом з тим, атакованість висока при доброму руйнуванні волокон в процесі екструдкування (крива 2).

Але якщо починається карамелізація сахарів, як це зауважено при аналізі рис. 3.3., то атакованість знижується. Отже, необхідні оптимальні і тиск і температура, що обґрунтовується цими графіками.

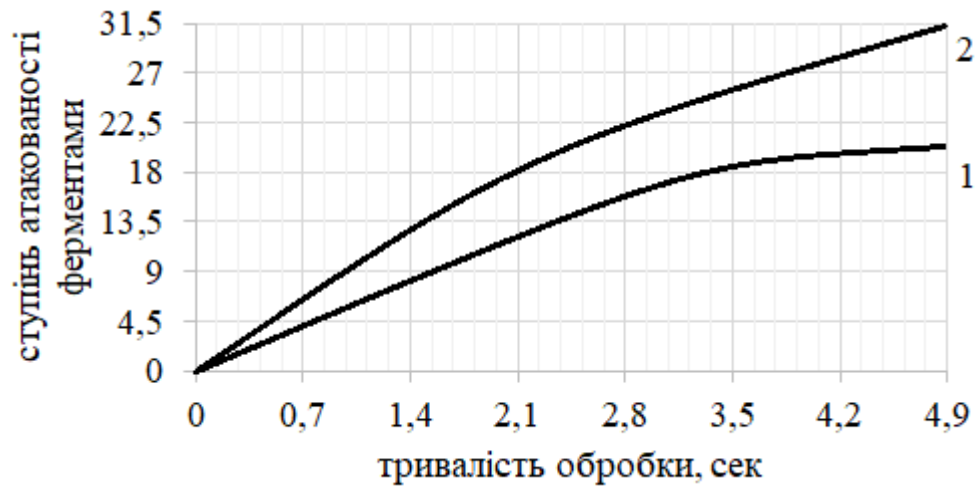


Рисунок 3.5 – Атакованість крохмалю зерна кукурудзи (в рецептурі з соєю) амінолітичними ферментами

1 – до обробки екструзією;

2 – після обробки ( $t = 448^{\circ} \text{K}$ ,  $\tau = 70 \text{ с.}$ ,  $P = 2,5 \text{ МПа}$ )

Важливо, що продукт соя, як самостійно, так і в складі комбікормів, повинен мати високу згодюваність та давати тварині приріст, оскільки соя є кормовою білковою і енергетичною добавкою. Від співвідношення обробки сої залежить і приріст живої ваги тварин. З аналізу, приведеного в таблиці 3.1. видно, що при згодовуванні соєвих продуктів в різних видах (соєвий шрот, соя смажена та екстудована), найбільш великий приріст для поросят при згодовуванні дає екстудована соя (445 г. на добу при конверсії кормів 1.88).

Таблиця 3.1 – Залежність впливу методу обробки бобів сої на результати годівлі поросят

№	Доля кукурудзи в складі корму, %	Доля соєвого шроту, %	соя	
			просмажена	екстудована
	67	26,6	29	29
1	Середньодобовий приріст, грам.	290	260	270
	Конверсія кормів	1,94	2,08	2,11

## Продовження таблиці 3.1

2	Середньодобовий приріст, грам.	300	340	400
	Конверсія кормів	1,81	1,57	1,76
3	Середньодобовий приріст, грам.	440	390	445
	Конверсія кормів	1,83	1,75	1,88

1 – поросята вагою 8 кг. – 4 тижні годування

2 – поросята вагою 8 кг. – 6 тижнів годування

3 – поросята вагою 4,7 кг. – 6 тижнів годування

Якісні характеристики екструдованого продукту сої приведені в табл.

## 3.2.

Таблиця 3.2 – Якісні показники екструдованого продукту, що виробляють на підприємстві

№	Якісні показники	Значення
1	Температура на виході з екструдера, °С	170
2	Масова доля сирого жиру, %	0,7 – 1,22
3	Масова доля вологи, %	6,0 – 8,0
4	Масова доля сирого протеїну, %	4,6 – 5
5	Масова доля сирої клітковини, %	4,6 – 6,9
6	Активність уреазы	0,1 – 0,2

3.2 Оцінка процесу обробки з позиції термообробки та зниження рівня уреазы в продукті

За своєю природою соя в сирому вигляді містить токсичні речовини (сапоніни, уреазу), рівень яких високий та вживання сої в сирому вигляді при вигодовуванні, заборонено зоотехнічними вимогами. В технологічних лініях для зниження токсичності і особливо – уреазы, проводять попередню тривалу

термообробку, сушіння або запарювання, що, звісно, пов'язано з додатковими витратами енергії.

Спосіб екструдювання виключає попередні процеси, теплота утворюється в результаті тертя та нейтралізує уреазу до необхідного та дозволеного при годівлі тварин рівня 0,1 – 0,2 одиниці. Таким чином, інтенсифікований механічний процес екструдювання бобів сої покращує її якісні показники.

### 3.3 Аналіз результатів досліджень та розробка пропозицій щодо впровадження у виробництво

Аналіз результатів показує, що є багато взаємозв'язків між геометричними параметрами робочих органів (шнек, його довжина, діаметр шнека, число обертів шнеку як кінематичний параметр), а також технологічних параметрів обробки сої - таких як тиск в робочій зоні, температура обробки сировини - взаємозв'язок між якими дозволяє знайти оптимальне режими та параметри процесу екструдювання соєвих бобів з метою

- отримання великого виходу соєвої олії; більшого ступеню руйнування волокон та більшого ступеню перетравлюваності отриманого соєвого жмиху;
- недопущення перегрівання продукту, через підвищений тиск і температуру, що призводить до денатурації білків, клейстеризації крохмалю та карамелізації сахарів.

Експериментальні дослідження проводились згідно програми з наступними типами шнеків.

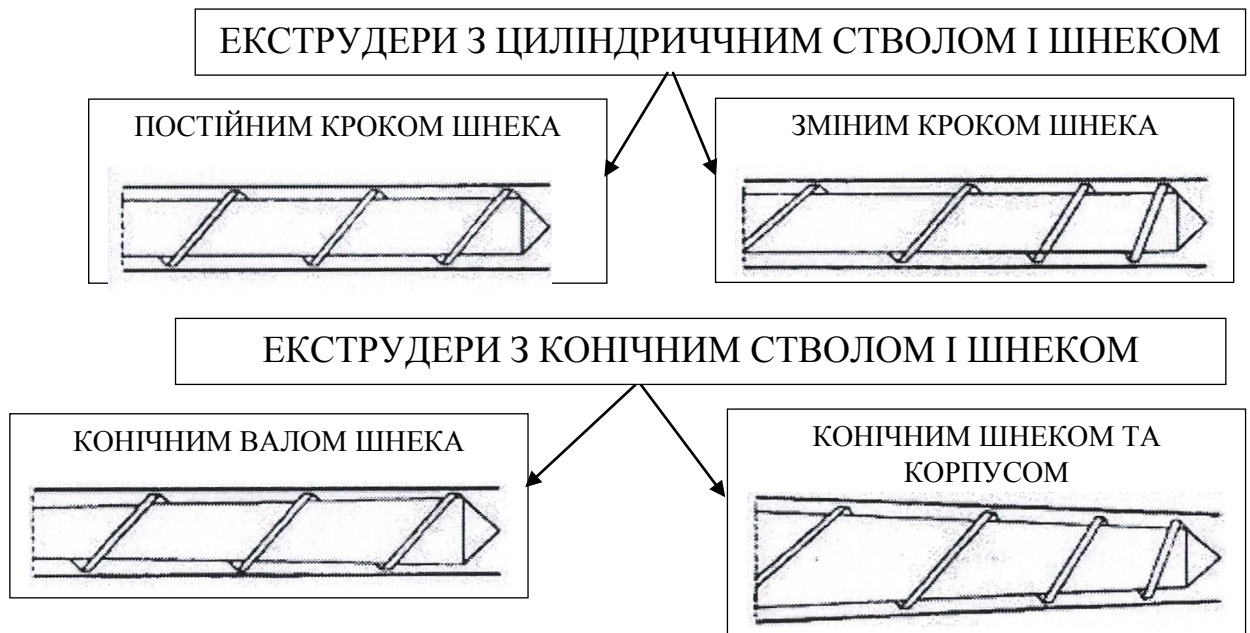


Рисунок 3.6 – Типи одношнекових екструдерів по розташуванню і геометричним параметрам шнека і корпусу

Для виконання операції екструдювання рослинної сировини для виробництва кормів найбільш підходять прості в експлуатації «сухі» Одношнекові екструдери, в яких робочий процес протікає тільки за рахунок тертя без введення в них пари або води.

Екструдер кормів ЕК-80 (рис. 3.6, табл. 3.3), призначений для отримання високоякісних екструдованих кормів в результаті переробки зерна, в тому числі спільно з сумішами зернових та бобових культур.

Він являє собою «сухий» одношнековий екструдер з дозатором і завантажувальним бункером. Екструдер включає станину, розміщену всередині неї привід, завантажувальний пристрій для зернових компонентів, що містить завантажувальний бункер з об'ємним дозатором, з'єднаний лотком зі збірною лійкою, в яку надходить зелена рослинна маса. Збірна воронка допомогою завантажувального каналу з'єднана з розташованої в корпусі робочої камерою екструдера. У корпусі розміщений шнек, з'єднаний з приводом екструдера. У торці корпусу розташовується матриця з фільтри. Перевагами даного екструдера є компактні розміри і простота експлуатації.

У АНЦ «Донський» розроблений також більш продуктивний одношнековий екструдер аналогічної конструкції ЕК-500 продуктивністю 0,5 т / год.

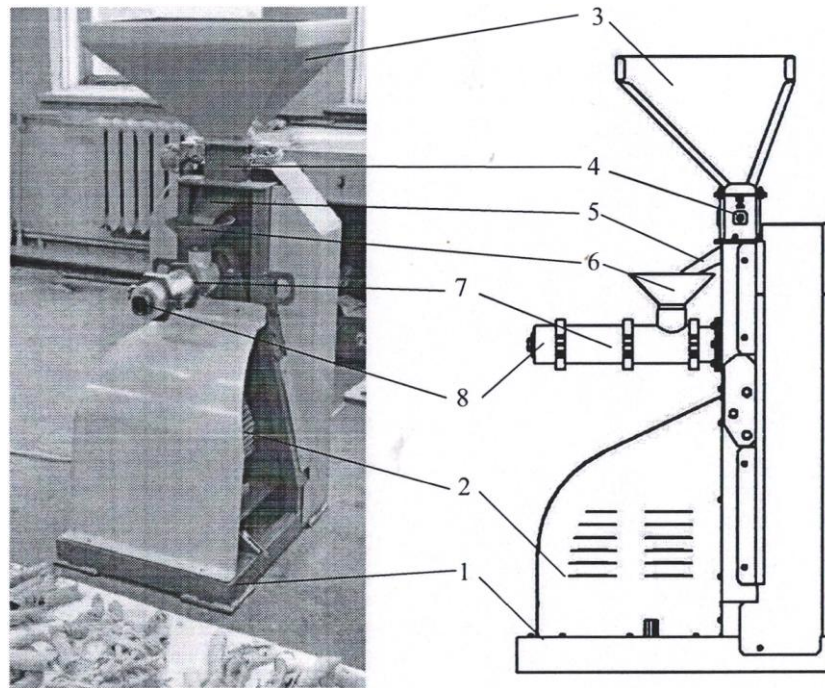


Рисунок 3.7 – Екструдер кормів ЕК-80

1 - станина; 2 - основний привід; 3 - завантажувальний бункер; 4 - об'ємний до-затор; 5 - лоток; 6 - збірна воронка; 7 - збірний корпус; 8 - матриця з філь'єрі

а - загальний вигляд, б - конструктивна схема

Для екструдювання зернової сировини можуть бути використані і аналогічні одношнекові екструдери інших марок. Зокрема, рекомендуються для використання при виробництві кормів одношнекові прес-екструдери іншого типу (рис.3.7).

Таблиця 3.3 – Технічна характеристика екструдера кормів ЕК-80

Показник	Значення
Продуктивність, кг/год	80
Потужність електродвигуна, кВт	7,5
Ємність бункера, м <sup>3</sup>	0,2
Робоча температура, °С	до 124
Вага, кг	200
Габаритні розміри, мм	750x550x1400

Таблиця 3.4 – Техническая характеристика пресс-экструдеров іншого типу

Показник	Значення				
	ПЕ-110	ПЕ-180	ПЕ-300У	ПЕ-370УШ	ПЕ-550
Продуктивність, кг/год	125	180	320	370-420	550
Температура екструдювання, °С	100-140	100-140	115-170	110-170	120-170
Потужність електродвигуна, кВт	11	18	30	38	57
Габаритні розміри, мм довжина	825	928	1510	1510	1990
ширина	665	665	1195	1195	2115
висота	1545	1545	1490	1490	1720
Вага, кг	250	390	720	740	1510

Одношнекові екструдери прості у виготовленні, відносно дешеві, їх зношені робочі органи піддаються відновленню. Недоліками одношнекових екструдерів є погане змішування сировини, відсутність його примусового транспортування і самоочищення шнека [10]. У таких екструдерах частіше виникають скачки тиску через накопичення матеріалу в робочій камері; перехід з одного виду сировини на інший ускладнений тим, що робочу камеру і шнек необхідно очищати, для чого потрібно розбирати екструдер [12].

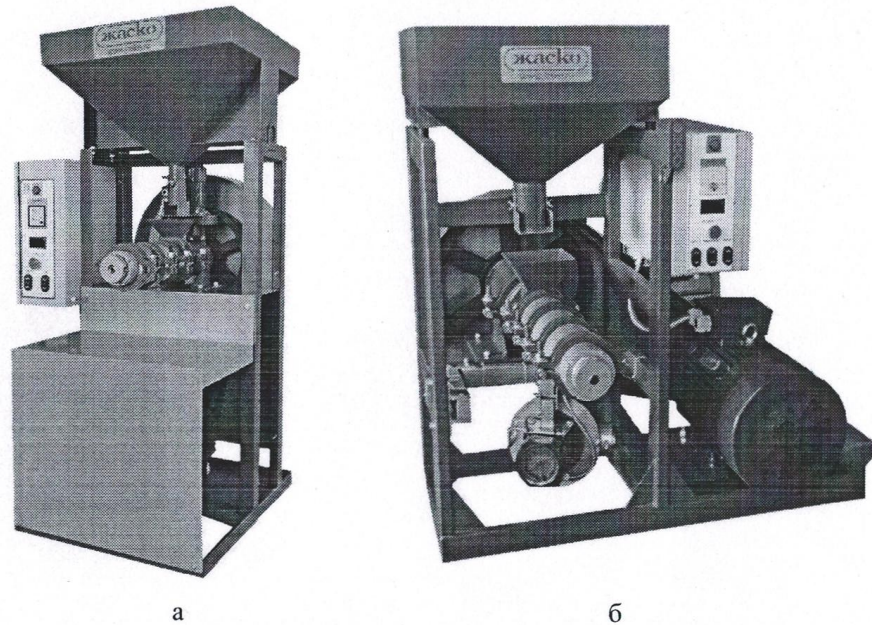


Рисунок 3.8 – Одношнекові прес-екструдери  
а - екструдер ПЕ-110; б - екструдер ПЕ-300У

При виробництві кормів, рослинна сировина для яких вимагає особливо ретельного перемішування, необхідно використовувати двухшнекові екструдери (рисунки 3.8, 3.9). Вони забезпечують отримання екструдатів високої якості. Два однакових шнека, що обертаються в одному або протилежних напрямках, розміщуються в одному корпусі і продавлюють матеріал через одну загальну матрицю. Гвинтовий канал кожного з зачіпляються шнеків розділяється на С-образні камери гребенями витків сполученого шнека, між якими через малу величину бічних зазорів обмін матеріалу не відбувається.

Найбільш поширені екструдери зі шнеками повного зачеплення, що обертаються в одному напрямку, при цьому гребені гвинтовий навивки одного шнека взаємодіють з западинами іншого [2].



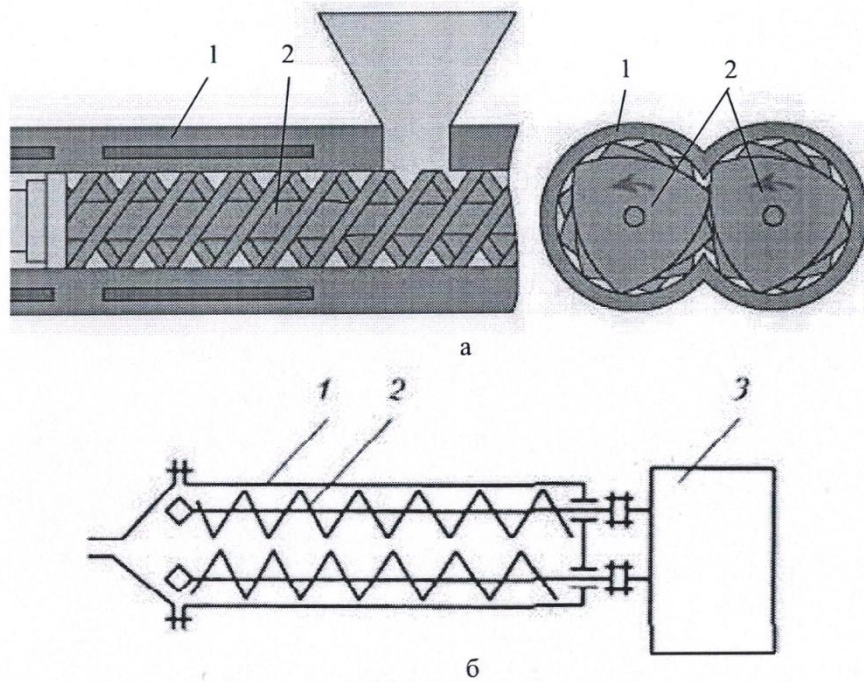


Рисунок 3.9 – Схема двухшнекового экструдера

1 - корпус; 2 - шнек; 3 - привод

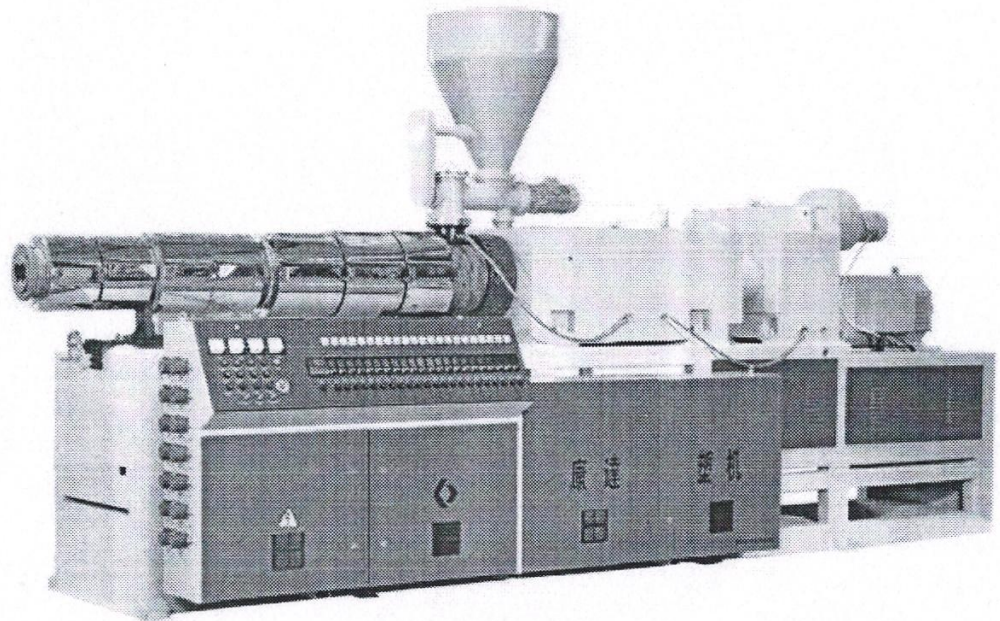


Рисунок 3.10 – Загальний вигляд двухшнекового экструдера

Зачіпляються шнеки є самоочищаються, що дозволяє уникнути прилипання і пригорання екструдіруемого матеріалу до шнеку і поверхні

корпусу екструдера. Ці негативні явища характерні для одношнекових екструдерів і, почасти, двухшнекових екструдерів з незаце-пляющміся шнеками і призводять до забруднення і пульсаціям екструдата на виході з фільтер, а також ускладнюють демонтаж екструдера і його очищення [3].

Для двухшнековие екструдера з зачіпляються шнеками оптимальною є форма корпусу, при якій його стінки в поперечному розрізі мають форму вісімки (рисунок 3.10). Ступінь взаємного зачеплення шнеків в такому корпусі залежить від відстані між їх осями. Її можна виразити  $C$ , ставленням  $C/D$ , зазвичай  $C/D = 0,7-0,9$ .

Двухшнековие екструдери зі шнеками, що не перебувають у взаємному зачепленні, мають перед одношнекових перевага лише в кращому перемішуванні [3]. У двухшнекових самоочищаються екструдерах рідше виникають підйоми тиску, так як не відбувається накопичення матеріалу в робочій камері [8].

Завдяки використанню в конструкції екструдера двох паралельно працюючих шнеків вдається досягти максимально ефективного змішування матеріалу до стану повністю гомогенної маси.

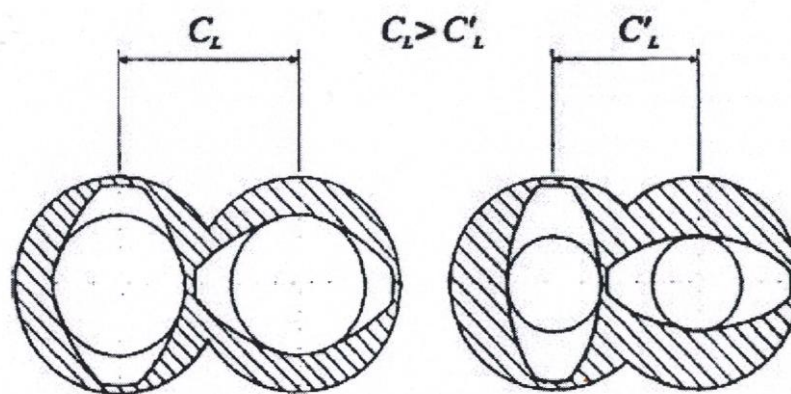


Рисунок 3.11 – Поперечний переріз корпусу двухшнекові екструдера зі шнеками, що зачіпляються

#### Висновки по розділу

На основі проведених досліджень встановлено:

1. Зі збільшенням частоти обертання робочих шнеків відсотковий попередній вихід олії з бобових за одиницю часу знижується і для покращення процесу, необхідно конструкції робочих зон шнеків подовжити в 1,5 – 2 рази.
2. Для отримання якісних харчових екструдатів з сої необхідно оптимізувати процес та забезпечити стійку роботу процесу екструдування в діапазоні тиску 140 – 170 кг/см<sup>2</sup> та при температурі в межах 105 – 140°C.
3. Ефективність руйнування соєвих бобів при екструдуванні збільшується при підвищенні тиску від 0 до 260 кг/см<sup>2</sup>.
4. Встановлено, що для злакових і бобових культур при переробці в корми, необхідно змінювати конструкції робочих шнеків з постійним кроком шнека на змінним кроком та з конічним валом шнека, на пристрій з конічним шнеком та конічним корпусом.
5. У подальшому слід використовувати двошнекові екструдери, які забезпечують постійну очистку робочої зони камери.
6. Дослідами використання відходів соєвих продуктів встановлено, що екструдовані корми мають більшу ефективність за рахунок швидкого вживання організмом тваринами.

## 4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Організація проведення дослідження

Проведення економічних розрахунків по обґрунтуванню ефективності досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільності дипломної роботи в цілому. Основним напрямком розвитку харчової промисловості є інтенсифікація технологічних процесів, що змінюють фізико-хімічні властивості природних сировинних матеріалів шляхом складного комбінованого впливу на них робочими органами апаратів.

Обробка рослинної сировини термопластичною екструзією забезпечує великий обсяг і різноманітність продукції, що виробляється і високий економічний ефект, обумовлений, перш за все тим, що один екструдер може замінити цілий комплекс машин і механізмів, необхідних для виробництва продуктів. Його використання дозволяє зробити процес безперервним, легко контрольованим, універсальним за видами перероблюваної сировини і готових продуктів.

Організація досліджень включає: складання переліку робіт, визначення їх взаємозв'язку і тривалості, побудову сітьового графіка, визначення критичного шляху, розрахунок кошторису витрат на проведення експерименту.

Перелік робіт, передбачений ходом дослідження з обґрунтування процесу виробництва екструдованих кормів для птиці з бобових та злакових культур, яке забезпечує отримання якісних кінцевих кормових та харчових продуктів та параметрів обладнання для екструдування, що наведені у табл. 4.1.

Відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у

вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітьовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 4.1).

Таблиця 4.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт $t_{ij}$ , днів
1-2	Вибір та обґрунтування напрямку наукових досліджень	2
2-3	Літературний пошук та написання літературного огляду	15
3-4	Розробка алгоритму науково-дослідних робіт	3
4-5	Розробка методик проведення наукових досліджень	5
5-6	Підготовка дослідних зразків сировини	2
6-7	Підготовка експериментальної установки	20
7-8	Дослідження впливу додаткової сировини на якість готового продукту	5
7-9	Визначення впливу додаткової сировини на коефіцієнт спучування екструдованих кормів для птиці з бобових та злакових культур	3
7-10	Дослідження впливу додаткової сировини на ступінь набухання екструзійних зернових продуктів	2
7-11	Дослідження впливу використовуваної сировини на водопоглинальну здатність екструзійних зернових продуктів злакових та бобових культур	2
8-12	Обробка даних експериментальних дослідження	3
9-12		1
10-12		1
11-12		1
12-13	Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення	10

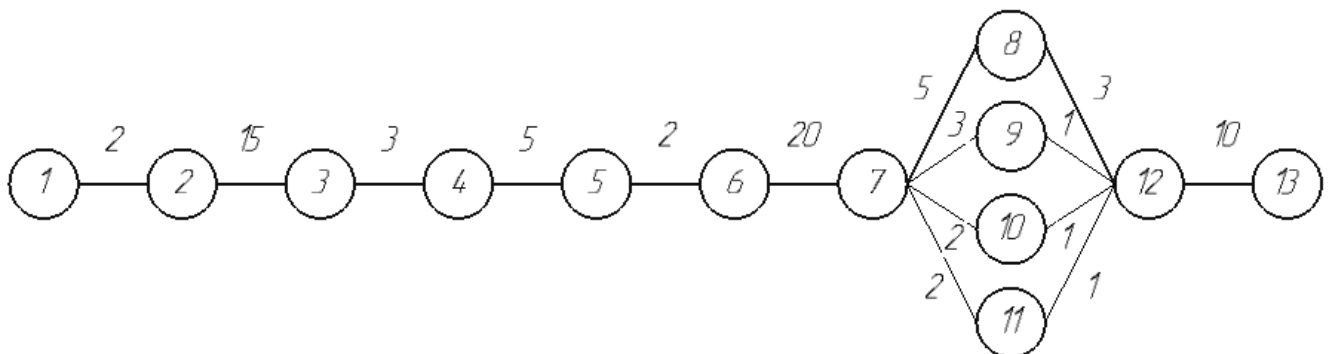


Рисунок 4.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

Використовуючи сітьовий графік, знаходять повний шлях – тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13}^1 = 2 + 15 + 3 + 5 + 2 + 20 + 5 + 3 + 10 = 65;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-12-13}^2 = 2 + 15 + 3 + 5 + 2 + 20 + 3 + 1 + 10 = 61;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-12-13}^3 = 2 + 15 + 3 + 5 + 2 + 20 + 2 + 1 + 10 = 60;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-11-12-13}^4 = 2 + 15 + 3 + 5 + 2 + 20 + 2 + 1 + 10 = 60.$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є перший шлях з тривалістю в 65 днів.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

- пізній термін здійснення події  $T_i^n$  – різниця між критичним шляхом та максимальним шляхом від даної події до кінцевої;
- ранній термін здійснення події  $T_i^p$  – найбільший шлях від початкової до  $i$ -тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху  $L_{KP} = 65$  днів.

Резерв шляху розраховують за формулою:

$$R_1 = T_1^n - T_1^p, \quad (4.1)$$

де  $R_1$  – резерв шляху, днів;

$T_1^n$  – пізній термін здійснення події, днів;

$T_1^p$  – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку представлені у табл. 4.2.

Повний резерв часу роботи – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому

тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховують за формулою:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (4.2)$$

де  $R_{ij}^n$  – повний резерв часу роботи, днів;

$t_{ij}$  – загальна тривалість роботи, днів.

Таблиця 4.2 – Терміни здійснення подій (ранній та пізній) і резерв шляху

Номер події	Ранній термін здійснення події $T_i^p$ , дні	Пізній термін здійснення події $T_i^n$ , дні	Резерв шляху $R_1$ , дні
1	0	0	0
2	2	2	0
3	17	17	0
4	20	20	0
5	25	25	0
6	27	27	0
7	47	47	0
8	52	52	0
9	50	54	4
10	49	54	5
11	49	54	5
12	55	55	0
13	65	65	0

Вільний резерв часу – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість робіт чи відстрочити її початок, не змінюючи при цьому ранніх термінів початку наступних робіт. Показник визначають по формулі:

$$R_{ij}^e = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (4.3)$$

де  $R_{ij}^e$  – вільний резерв часу роботи, днів;

$T_1^n$  – пізній термін здійснення події, днів;

$T_1^p$  – ранній термін здійснення події, днів.

Коефіцієнт напруженості робіт дозволяє судити про те, наскільки вільно можна мати у своєму розпорядженні наявні резерви.

Коефіцієнт напруженості робіт розраховують за формулою:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{kp} - t_{ij}}, \quad (4.4)$$

де  $L_{maxij}$  – довжина максимального шляху, що проходить через роботу;

$L_{kp}$  – довжина критичного шляху ( $L_{kp} = 65$  днів).

Отже, використання мережевого планування допомагає правильно організувати дослідження, змоделювати, проаналізувати, а також, при необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів. При складанні сіткового графіка потрібно прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення експерименту.

Таблиця 4.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

Шифр робіт $i-j$	Вільний резерв часу $R_{ij}^e$ , дні	Повний резерв часу $R_{ij}^n$ , дні	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,04
3-4	0	0	0,27
4-5	0	0	0,33
5-6	0	0	0,40
6-7	0	0	0,60
7-8	0	0	0,78
7-9	0	4	0,76
7-10	0	5	0,75
7-11	0	5	0,75
8-12	0	0	0,84



9-12	0	0	0,78
10-12	0	0	0,77
11-12	0	0	0,77
12-13	0	0	1,00

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно витратити 65 днів. Виконання робіт, які лежать на критичному шляху, необхідно закінчувати точно в термін, адже вони не мають резерву часу, а коефіцієнт їх напруженості дорівнює найбільшому значенню.

Однак дані табл. 4.3 свідчать про те, що календарні терміни окремих видів робіт можна зміщувати в часі в разі виникнення необхідності.

#### 4.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати, пов'язані з проведенням дослідження, визначаються за допомогою кошторису витрат. До них належать: витрати на матеріали, електроенергію, нарахування на заробітну плату, амортизацію, накладні витрати.

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (4.5)$$

де  $m_i$  – кількість витраченого  $i$ -го матеріалу;

$C_i$  – ціна одиниці  $i$ -го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Зернобобова суміш, кг	10	100	1000,0

Крупа сої, кг	10	30	300,0
Додаткова сировина (вівсяні висівки), кг	10	8,5	85,0
Всього			1385,0

Заробітна плата людей, що приймали участь у дослідженнях, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Результати розрахунку наведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8500	50,59	20	1011,80
Всього				1011,80

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % єдиного податку. Від загальної суми заробітної платні вони складають:

$$H = \frac{1011,80 \cdot 22}{100} = 222,60 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (4.6)$$

де  $M$  – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

$K$  – коефіцієнт використання потужності ( $K = 0,9$ );

$T$  – час роботи на установці, год;

$a$  – тариф за електроенергію, грн/(кВт/год).

Затрати енергії на привід робочих органів подрібнювальної машини:

$$E_{\text{др}} = 0,5 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 12,10 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на привід робочих органів шнекового екструдера:

$$E_{\text{кстр}} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 36,29 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на електроенергію складуть

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{др}} + E_{\text{екстр}} = 12,10 + 36,29 = 48,39 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі проведення досліджень, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (4.7)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн;

$\Phi$  – вартість устаткування, грн;

$H$  – річна норма амортизації, %;

$t$  – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

12 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Обладнання для подрібнення та розмелу зернобобової сировини	1200,0	24	2	1,58

Екструдер шнековий, багатозаходовий (4 частини шнека)	2380,30	24	2	3,13
Всього				4,71

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням та управлінням виробництвом. До них відносять: витрати на оплату праці обслуговуючого та адміністративно-управлінського персоналу. Накладні витрати, що включають витрати пов'язані з обслуговуванням установки, приймаються рівними 80 % від розрахованої заробітної плати виконавців дослідження і становлять:

$$\frac{1011,80 \cdot 80}{100} = 809,44 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	1385,0
Заробітна плата	1011,80
Нарахування на заробітну плату	222,60
Електроенергія	48,39
Амортизація	4,71
Накладні витрати	809,44
Всього	3481,94

Аналіз показав, що на першому місці стоять витрати на заробітну плату і нарахування на заробітну плату.

#### 4.3 Розрахунок вартості дослідження

Науково-дослідна робота належить до фундаментальних досліджень, тому ціна визначалась на основі витрат на дослідження і рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (4.8)$$

де  $Ц$  – вартість дослідження, грн;

$C$  – витрати на дослідження, грн;

$P$  – нормативна рентабельність ( $P = 30$ ), %.

$$Ц = 3481,94 + \frac{30 \cdot 3481,94}{100} = 4526,52 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 4526,52 грн.

Висновки до розділу

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 65 днів. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, а отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали і витрати на заробітну плату, які складають 1385,0 грн та 1011,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 4526,52 грн.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 5.1 Дослідження та оцінка стану охорони праці в ТОВ «Дніпро»

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Небезпечним називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого у відповідних умовах праці може призвести до травм або іншого раптового, різкого погіршення стану здоров'я [7]. В умовах ТОВ «Дніпро» небезпечними виробничими факторами є робота з підвищеними напругами.

Шкідливим називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого може призводити в певних умовах до захворювання або зниження рівня працездатності [28], а саме це запиленість виробничого приміщення та нерівномірне освітлення робочих місць.

Показники виробничого травматизму по ТОВ «Дніпро» за останні три років приведені в таблиці 5.1.

Коефіцієнти частоти, тяжкості та втрати робочого часу визначено за статистичними методами аналізу виробничого травматизму [27,29,30].

Оскільки нещасні випадки траплялись на підприємстві тільки на протязі 2017 року, тому розрахунки приведемо тільки за цей рік.

- коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{ч2017} = \frac{2}{85} \cdot 1000 = 23,5, \quad (5.1)$$

- коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\epsilon 2017} = \frac{45}{2} = 22,5, \quad (5.2)$$

- коефіцієнт втрат робочого часу:

$$K_{\text{вт}2017} = \frac{45}{85} \cdot 1000 = 529,4. \quad (5.3)$$

Основні показники травматизму зводяться до таблиці 5.1 та робляться висновки про його рівень.

Таблиця 5.1 – Основні показники виробничого травматизму по ТОВ «Дніпро» за 2018 – 2020 роки

Показники	Роки		
	2018	2019	2020
Кількість працюючих, чол.	85	85	85
Кількість нещасних випадків, од	2	-	-
Втрати днів непрацездатності від травматизму	45	-	-
Коефіцієнт частоти травматизму	23,5	-	-
Коефіцієнт важкості травматизму	22,5	-	-
Коефіцієнт втрат робочого часу	240	-	-

Аналіз виробничого травматизму за період 2018 – 2020 рр. показав, що тільки у 2018 році в господарстві сталося два нещасних випадки, що призвело до втрати потерпілими 45 днів працездатності. Причиною нещасних випадків стало недотримання працівниками вимог безпеки праці при роботі з обладнанням для сепарування сипких харчових продуктів.

На підприємстві охорона праці і умови праці організовані на належному рівні. В товаристві з обмеженою відповідальністю «Дніпро» за стан охорони праці відповідає директор. Він здійснює: загальне керівництво роботою з охорони праці з метою створення у кожному структурному підрозділі і на кожному робочому місці умов праці відповідно до вимог нормативних актів; забезпечення додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці. Також забезпечує на підприємстві: створення і функціонування системи управління охороною праці відповідно до чинного законодавства; проведення наукових досліджень з безпеки праці і впровадження їх в виробництво за рахунок коштів підприємства; розробку системи нормативних актів про охорону праці в господарстві; формування коштів на охорону праці (0,5 % від об'єму реалізованої продукції або 0,2 % від фонду заробітної плати; розробку заходів для усунення причин, що призводять до аварій, виробничих травм, професійних захворювань та їх впровадження.

Створення СУОП на ТОВ «Дніпро» здійснюється шляхом послідовного визначення мети і об'єкта управління, завдань і заходів щодо охорони праці, функцій і методів управління, побудови організаційної структури управління, складання нормативно-методичної документації.

Систему управління (керування) ТОВ «Дніпро» можна розподілити на дві підсистеми: таку, що управляє, і таку, якою управляють (рис. 5.1):



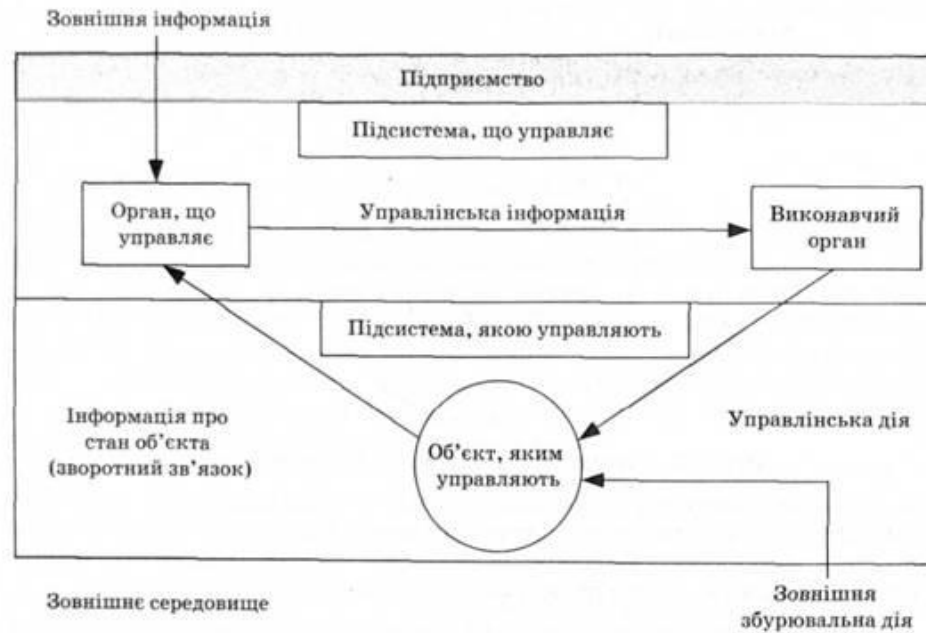


Рисунок 5.1 – Структурна схема СУОП підприємства ТОВ «Дніпро»

У свою чергу, в системі управління виділяють об'єкт, яким управляють та орган, який здійснює таке управління. Останній на основі аналізу отриманої інформації - зовнішньої (наприклад, наказу міністерства) або внутрішньої - про стан об'єкта розробляє і видає управлінську інформацію (наприклад, наказ по підприємству). Як правило, на великих та середніх підприємствах на підставі управлінської інформації деякий виконавчий орган (наприклад, керівники структурних підрозділів) здійснюють управлінську дію на об'єкт. У багатьох випадках орган, що здійснює управління, та виконавчий; орган об'єднують одним поняттям - суб'єкт управління.

Служба охорони праці ТОВ «Дніпро» вирішує завдання:

- забезпечення фахової підтримки рішень директора з питань охорони праці;
- забезпечення безпеки виробничих процесів, устаткування, будівель і споруд;
- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці, пропаганди безпечних методів праці;

- вибору оптимальних режимів праці й відпочинку працівників;
- інформування та надання роз'яснень працівникам підприємства з питань охорони праці.

В цілому стан охорони праці знаходиться на належному рівні, але маються недоліки: атестація робочих місць не проводиться; інструкції з безпеки праці не завжди виконуються, перевірка їх знання і виконання робітниками підприємства не проводиться; непридатні засоби індивідуального захисту та спецодяг і спецвзуття замінюються не своєчасно; система створення мікроклімату в приміщеннях не працює, що призводить до зниження працездатності і продуктивність праці; стан всіх запобіжних пристроїв а також загорож на обладнанні знаходиться в незадовільному стані; фінансування заходів та засобів з охорони праці в товаристві не відповідає потребам господарства.

## 5.2 Рекомендації щодо покращення охорони праці

Для поліпшення умов праці на підприємстві пропонуємо:

- проводити атестацію робочих місць;
- відповідально виконувати інструкції з охорони праці та більш строго перевіряти їх знання і виконання робітниками цеху по переробці бобових та злакових зернових матеріалів в екструдовані корми для птиці;
- замінювати непридатні засоби індивідуального захисту та спецодяг і спецвзуття своєчасно;
- створити оптимальний мікроклімат, який забезпечить підвищення працездатності і продуктивність праці, зменшення запиленості, особливо в цеху виробництва екструдованих кормів;
- переглянути наявність всіх запобіжних пристроїв а також загорож задля для попередження травматизму;

- збільшити фінансування заходів та засобів з охорони праці.

### 5.3 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в ТОВ «Дніпро»

Розрахунок штучного заземлення електроустановок цеху з виробництва екструдованих картоплепродуктів.

Захисне заземлення – це електричне з'єднання з землею або її еквівалентом, металічних неструмопровідних частин, які можуть опинитися під напругою [20,7].

Розрахунок параметрів захисного заземлення та його облаштування проводять для запобігання електричних травм, які можуть бути викликані при торканні металевих конструкцій або корпусів електроустаткування, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, а також для захисту апаратури.

Визначення питомого електричного опору ґрунту розтіканню струму

$$\rho_n = \rho_{sp} \cdot k_c \quad (5.4)$$

де  $k_c$  – сезонний коефіцієнт,  $k_c=1,6$ .

$$\rho_n = 100 \cdot 1,6 = 160 \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

Визначення питомого опору заземлювача розтіканню струму в ґрунт

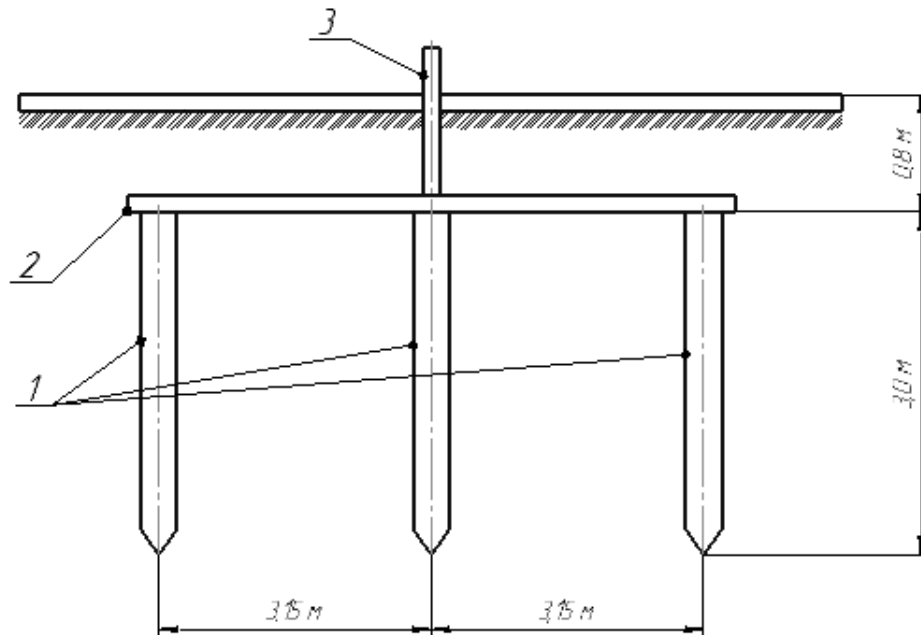


Рисунок 5.2 – Розрахункова схема заземлювача

1 – стержень заземлення; 2 – з'єднувальна смуга; 3 – заземлюючий провідник.

$$h = h' + \frac{1}{2}l, \quad (5.5)$$

$$h = 0,5 + \frac{1}{2} \cdot 3 = 2 \text{ м}$$

$$R_{cm} = \frac{0,366\rho_z}{l} \operatorname{tg} \left( 4h + \frac{1}{4} \right) = \frac{0,366 \cdot 160}{3} \operatorname{tg} \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \operatorname{tg} \left( 4 \cdot 2 + \frac{2}{3} \right) = 19,52 \cdot \operatorname{tg} 120 + \frac{1}{2} \operatorname{tg} 10,93 = 36,12 \text{ Ом} \quad (5.6)$$

Визначення імпульсного опору заземлювача розтіканню струму в ґрунт

$$R_{i.cm} = R_{cm} \cdot \alpha = 36,12 \cdot 0,8 = 28,9 \text{ Ом} \quad (5.7)$$

де  $\alpha$  – імпульсний коефіцієнт,  $\alpha=0,8$ .

Імпульсний опір заземлювачу порівнюють з нормативним імпульсним опором ( $R_{iM} \leq 10 \text{ Ом}$ )

$$R_{i.cm} \leq R_{iM}$$

$$28,9 \geq 10$$

Визначення кількості елементів заземлювача

$$n = R_{i.cm} / R_{iM}$$

$$n = 28,9 / 10 = 2,89 \text{ шт}$$

Приймаємо 3 стержня.

Визначення імпульсного загального опору групи стержнів

$$R_{i.zp} = \left( \frac{R_{i.cm}}{n} \right) \eta \quad (5.8)$$

$$R_{i.zp} = \left( \frac{28,9}{3} \right) 0,66 = 6,36 \text{ Ом}$$

Загальний імпульсний опір заземлення порівнюємо із нормативним:

$$R_{i.zp} \leq R_{iM}$$

$$6,36 \leq 10$$

Група заземлювачів об'єднується в осередок заземлення з'єднувальною шиною

Визначення імпульсного опору шини зв'язку

Довжина шини при контурному заземленні

$$l_u = 1,05 \cdot a \cdot n, \quad (5.9)$$

$$l_{uu}=1,05 \cdot 3 \cdot 3=9,45 \text{ м}$$

За результатами проведених розрахунків виконано креслення.

5.4 Вимоги безпеки праці під час роботи оператора екструдерного обладнання по переробці бобових та злакових зернових культур в екструдовані корми для птиці

#### 5.4.1 Загальні положення

До роботи оператором екструдерного обладнання по переробці бобових та злакових зернових культур в екструдовані корми для птиці допускаються особи чоловічої статі не молодше 18 років, що пройшли первинний медичний огляд, а також вступний інструктаж з охорони праці, інструктаж на робочому місці, що пройшли професійне навчання і стажування за безпечним методам роботи і отримали допуск до самостійної роботи [7].

Працівник повинен знати і дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства. Не допускати вживання алкогольних, наркотичних і токсичних речовин під час і до роботи. Паління дозволяється тільки у відведених для цієї мети місцях. При ходьбі по території необхідно дотримуватися запобіжних заходів.

У процесі праці на оператора можуть впливати наступні небезпечні і шкідливі фактори:

- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі;
- підвищена температура обладнання, що обслуговується;
- підвищена температура і вологість повітря робочої зони;
- рухомі частини та механізми обладнання.

Працівник зобов'язаний:

- виконувати вимоги даної інструкції;

- виконувати вимоги пожежної безпеки;
- користуватися ЗІЗ;
- знати і дотримуватися правил особистої гігієни.

Перед прийомом їжі в перервах і після закінчення роботи необхідно мити руки з милом, спецодяг та особистий одяг зберігати в спеціально відведених для цього місцях, знімати спецодяг перед відвідуванням туалету.

Працівник зобов'язаний повідомити про кожний нещасний випадок керівнику, надати першу долікарську медичну допомогу потерпілому, зберігаючи по можливості обстановку на робочому місці такою, якою вона була на момент події, якщо це не загрожує здоров'ю і життю оточуючих і не призведе до аварії.

Працівник несе відповідальність за порушення вимог цієї інструкції в порядку, встановленому Правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства та чинним законодавством.

#### 5.4.2 Вимоги безпеки перед початком роботи

Необхідно надіти згідно за нормами спецодяг, прибрати волосся під головний убір. Перевірити щоб не було звисаючих кінців спецодягу. Не заколювати спецодяг шпильками, голками.

Уважно оглянути робоче місце:

- перевірити справність інструментів, пристосувань, обладнання;
- прибрати сторонні предмети;
- переконатися у справності струмоведучих частин обладнання;
- перевірити наявність і справність захисного заземлення, а також запобіжних огорожень і захисних щитків;
- перевірити роботу вентиляційної установки і витяжного зонта;
- перевірити правильність налагодження роботи шнекового екструдера з обов'язковою перевіркою зазорів між кінцем шнека та перфорованою фільєрою, з якої виходить кінцевий екструдований корм. Необхідно цей параметр перевірити згідно інструкції з експлуатації.

Про всі несправності, помічені під час перевірки обладнання, необхідно повідомити керівника і до їх усунення до роботи не приступати.

#### 5.4.3 Вимоги безпеки під час роботи

При роботі дотримуватися всіх вимог правил безпеки та заходи при роботі з електрообладнанням. Все електрообладнання повинно бути заземлено і технічно справне.

Не допускається ремонтувати самостійно електрообладнання, а також проводити ремонт проводки і запобіжників електромережі. Необхідно вимагати негайного їх виправлення фахівцями.

Не торкатися обертових частин руками, не знімати огороження і не намагатися включити обладнання без наявних засобів блокування.

Не допускається експлуатація обладнання з несправними пакетними перемикачами, сигнальними лампами, зі знятими кожухами електричних приладів і електрокомунікацій.

#### 5.4.4 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

При виникненні стороннього шуму, появи запаху гару, припинення подачі електроенергії слід негайно припинити подачу продукту і відключити обладнання.

При раптовій появі на корпусі обладнання відчутного електричного струму слід негайно відключити обладнання та повідомити керівника.

У випадках появи ознак загоряння негайно вимкнути обладнання, повідомити керівника і воєнізованої пожежної охорони і взяти участь в ліквідації загоряння первинними засобами пожежогасіння (вуглекислотні або порошкові вогнегасники).

Забороняється гасити електрообладнання водою.

При нещасному випадку або раптовому захворюванні, що відбулося на робочому місці, потерпілий або очевидець зобов'язаний надати першу



долікарську медичну допомогу потерпілому, його доставку в медпункт і сповістити керівництво.

#### 5.4.5 Вимоги безпеки після закінчення роботи

Вимкнути обладнання. Зробити чистку і мийку обладнання при його повному охолодженні.

Перевірити і привести в порядок робоче місце.

Зняти і прибрати спецодяг в гардероб, прийняти душ, переодягнутися в особистий одяг.

Про всі несправності в роботі обладнання та виявлені порушення техніки безпеки доповісти керівництву.

### 5.5 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях

Оскільки виробничі потужності ТОВ «Дніпро» розташовані поблизу міста, а саме в зоні ймовірного підтоплення в разі таїння снігу та великих опадів у виді дощу (ливню), то на нашу думку доцільно буде розглянути дії персоналу у разі повені.

Дії у випадку загрози виникнення повені [20]:

1. Уважно слухайте інформацію про надзвичайну ситуацію та інструкції про порядок дій, не користуйтеся без потреби телефоном, щоб він був вільним для зв'язку з вами.
2. Зберігайте спокій, попередьте сусідів, надайте допомогу інвалідам, дітям та людям похилого віку.
3. Дізнайтеся у місцевих органах державної влади та місцевого самоврядування місце збору мешканців для евакуації та готуйтеся до неї.
4. Підготуйте документи, одяг, найбільш необхідні речі, запас продуктів харчування на декілька днів, медикаменти. Складіть все у валізу. Документи зберігайте у водонепроникному пакеті.

5. Від'єднайте всі споживачі електричного струму від електромережі, вимкніть газ.

6. Перенесіть більш цінні речі та продовольство на верхні поверхи або підніміть на верхні полиці.

Дії в зоні раптового затоплення під час повені:

1. Зберігайте спокій, уникайте паніки.

2. Швидко зберіть необхідні документи, цінності, ліки, продукти та інші необхідні речі.

3. Надайте допомогу дітям, інвалідам та людям похилого віку. Вони підлягають евакуації в першу чергу.

4. По можливості негайно залишіть зону затоплення.

5. Перед виходом з будинку вимкніть електро- та газопостачання, загасіть вогонь у грубах. Зачиніть вікна та двері, якщо є час – закрийте вікна та двері першого поверху дошками (щитами).

6. Підніміться на верхні поверхи або на горищні приміщення.

7. До прибуття допомоги залишайтеся на верхніх поверхах, дахах, деревах чи інших підвищеннях, сигналізуйте рятувникам, щоб вони мали змогу швидко вас знайти.

8. Перевірте, чи немає поблизу постраждалих, надайте їм, по можливості, допомогу.

9. Потрапивши у воду, зніміть з себе важкий одяг і взуття, відшукайте поблизу предмети, за допомогою яких можна утриматися до одержання допомоги.

10. Не переповнюйте рятувальні засоби (катери, човни, плоті).

Дії після повені:

1. Переконайтесь, що ваше житло не отримало внаслідок повені ніяких ушкоджень та не загрожує заваленням, відсутні провалини в будинку і навколо нього, не розбите скло і немає небезпечних уламків та сміття.

2. Не користуйтеся електромережею до повного осушення будинку.

3. Обов'язково кип'ятить питну воду, особливо з джерел водопостачання, які були підтоплені.

4. Просушіть будинок, проведіть ретельне очищення та дезінфекцію забрудненого посуду і домашніх речей та прилеглої до будинку території.

5. Здійснюйте осушення затоплених підвальних приміщень поетапно, з розрахунку 1/3 об'єму води на добу.

6. Електроприладами можна користуватися тільки після їх ретельного просушування.

7. Заборонено вживати продукти, які були підтоплені водою під час повені. Позбавтеся від них та від консервації, що була затоплена водою і отримала ушкодження.

8. Все майно, що було затопленим, підлягає дезінфекції.

9. Дізнайтеся у місцевих органах державної влади та місцевого самоврядування адреси організацій, що відповідають за надання допомоги потерпілому населенню.

#### Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи було досліджено стан охорони праці в ТОВ «Дніпро», розраховано основні показники виробничого травматизму на підприємстві, згідно яких видно, що в 2018 році на підприємстві трапився один нещасний випадок в результаті чого кількість днів непрацездатності склала 45 днів. Приведено вимоги безпеки праці під час роботи на екструдерному обладнанні по переробці бобових та злакових зернових культур в екструдовані корми для птиці.. Розраховано систему заземлення технологічного обладнання.

На підставі проведеного аналізу стану охорони праці на підприємстві був розроблений план заходів і засобів спрямованих на покращення умов та безпечності праці, підвищення культури виробництва та зниження травматизму робітників.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень по виконаній роботі можна зробити наступні загальні висновки:

1. Удосконалення обладнання дозволяє оптимізувати вибір параметрів та поліпшити якість виробленої продукції з бобових та зернових культур.
2. Обґрунтований вибір режимів і параметрів процесів переробки бобової та злакової сировини дозволяє отримувати якісні корми для птахівництва.
3. Теоретичні дослідження процесу екструдювання бобових дозволяють визначити вплив тиску на процес екструзії. Поставлені завдання досліджень на лабораторній установці, які ставили за мету з'ясування закономірностей та корегування технологічного процесу з метою отримання якісних кормових матеріалів та їх знезараження в процесі обробки.

4. Встановлено, що необхідно попереднє відтискання олії, так як при стисканні в робочій зоні сировини, в одному випадку ми можемо отримувати повножирну сою, як кормовий продукт з сумішшю зернових матеріалів, в другому випадку ми можемо отримати соєвий знежирений екструдат.
5. Розроблена методика визначення параметрів робочих шнеків та екструдерів різних конструкцій для отримання високоякісних злакових та бобових кормових продуктів.
6. Результатами експериментів встановлено, що зі збільшенням частоти обертання робочих шнеків відсотковий попередній вихід олії з бобових за одиницю часу знижується і для покращення процесу, необхідно конструкції робочих зон шнеків подовжити в 1,5 – 2 рази.
7. Встановлено, що для злакових і бобових культур при переробці в корми, необхідно змінювати конструкції робочих шнеків з постійним кроком шнека на змінний крок та з конічним валом шнека, на пристрій з конічним шнеком та конічним корпусом.
8. Для промислових підприємств, які виробляють екструдовані корми у подальшому рекомендується використовувати двошнекові екструдери, які забезпечують постійну очистку робочої зони камери.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Братерский Ф. Д., Пелевин А. Д. Оценка качества сырья и комбикормов. – М.: Колос, 1983. – 319 с.
2. Єгоров Б. В., Шаповаленко О. І., Макаринська А.В, Технологія виробництва преміксів. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 288 с.
3. Демидов П. Г. Технология комбикормового производства. – М.: Колос, 1968. -224 с.
4. Кучинскас З. М., Особов В. И., Фрегер Ю. Л. Оборудование для сушки, гранулирования и брикетирования кормов. – М.: Агропромиздат, 1988. – 208 с.
5. Мартыненко Я. Ф. Промышленное производство комбикормов. – М.: Колос, 1975. – 215 с.
6. Методы и приборы для контроля качества сырья и готовой продукции комбикормового производства /Ю. М. Колпаков, Ю. В. Работкин, В. В. Мешкова, Л. А. Николенко. – М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1993. – 49 с.
7. Шклюдов В. Р. Безопасность производства процессов на комбикормовых заводах: Учебник – М.: Агропромиздат, 1990. – 160 с.
8. Машини та обладнання переробних виробництв / За редакцією проф. О. В. Дацишина. – К.: Вища освіта, 2005. – 159 с.
9. Обладнання підприємств харчової та переробної промисловості / І.С. Гулий, М. М. Пушанко, Л. О. Орлов та ін.–Вінниця: Нова Книга, 2001.– 576 с.
10. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / За редакцією проф. І. Ф. Анежика.- К.: НУХТ, 2003. – 400 с.

- 11.СОУ73.1-37-413:2006 Енергоощадність. Методика визначення енергомiсткостi сiльськогосподарської продукцiї пiд час її зберiгання та перероблення.
- 12.Соколов А. Я. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна. – М.: Колос, 1967. – 488 с.
- 13.Гулий І. С., Пушанко М. М., Орлов Л. О., Мирончук В. Г., Українець А. І., Лісовенко О. Т., Таран В. М., Гуцалюк В. М., Яровий В. Л., Литовченко І. М., Пушако Н. М. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Вінниця: Нова книга, 2001. – 576 с.
- 14.Агрономов Е. А. Хранение и сушка соевых бобов. – М.; Л., 1933. – 44 с.
- 15.Бабич А. А. Современное состояние и перспективы мирового производства и использование сои в решении проблемы белка и растительного масла // Возделывание, переработка и использование сои для решения проблемы белка и растительного масла: Тез. докл. нау.-произв. конф. – Винница, 1990. – С. 3-7.
- 16.Бабич А. О. Проблема білка: сучасний стан, перспективи виробництва і використання сої // Корми і кормовиробництво. – 1992. - № 33. – С. 3-13.
- 17.Горанов Х. Промышленное производство сои // Международный с. – х. журн. – 1977. – № 4. – С.37-41.
- 18.Серкл С. Д., Смит А. К., Соевые бобы: переработка и продукты // Источники пищевого белка. – М.: Колос, 1979. – С. 67-87.
- 19.Сичкаръ В. И. Значение сои в решении проблемы кормового белка на юге Украины // Современные аспекты решения проблемы увеличения ресурсов и повышения эффективности использования растительного белка: Тез. симп. – Винница, 1992. – С. 16-18.
- 20.Нисис М. И., Гинкруг Г. Н. Справочник по технике безопасности. – К.: Будiвельник, 1973. – 172 с.
- 21.Charlton S. J., Ewing W. N. The vitamins directory. – Packington.: Context Products Ltd., 2007. – 250 p.

- 22.Scott M. L., Nesheim M. G., Young R. J. Nutrition of the chicken. – 4-th edition. – Ontario, Ganada.: University books, 2001. – 591 p.
- 23.Чернобривенко С. И. Зернобобовые культуры на Украине. – К., 1947.– 156 с.
- 24.Brazil's Soybean Expansion Seen Shifting to New Areas // Foreign Agriculture, 1977. – v. 15. – N 12. – p. 5.
- 25.Мельніков В.С. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. // Л. – Колос, 1980. – 488 с.
- 26.Павленко В.С. Лабораторний практикум з деталей машин та основ конструювання./ В.С. Павленко і ін. \ - К. ІСДО, 1995. – 144 с.
- 27.Закон України про охорону праці «345 – VI від 02.09.2008.
- 28.Ткачук А.В., Запашний Р.В. та ін. Навчальний посібник. Охорона праці та промислова безпека. – К. 2009.
- 29.Вінокурова Л.Е., Васильчук М.В., Гаман М.В. Основи охорони праці. Підручник. – К. 2001.
- 30.Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі. – К.2011.



# ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
 Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного  
 Український проект бізнес-розвитку плодоовочівництва  
 Громадська організація "Інтеркультурне гастрономічне коло"



**НОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ  
 ТА ОБЛАДНАННІ  
 ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ,  
 ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ  
 ВИРОБНИЦТВ**

Матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції

24 листопада 2020 року



**Мелітополь**

## МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного



Український проєкт бізнес-розвитку плодоовочівництва



Громадська організація «Інтеркультурне гастрономічне коло»



Кафедра обладнання  
переробних і харчових  
виробництв імені  
професора  
Ф.Ю. Ялпачика



Кафедра харчових  
технологій та готельно-  
ресторанної справи

## НОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННІ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННИХ, ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

### *Матеріали*

*міжнародної науково-практичної інтернет-конференції  
24 листопада 2020 року*

Мелітополь  
2020

УДК [640.4+664].001.76

Т 13

**Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв:** міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. – Мелітополь : ТДАТУ, 2020. – 286 с.

У матеріалах міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Новація в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв», організованої Таврійським державним агротехнологічним університетом імені Дмитра Моторного, розглянуто проблеми та перспективи розвитку обладнання харчових виробництв, інноваційні підходи та креативні рішення у формуванні технічного оснащення підприємств готельно-ресторанної індустрії, питання вдосконалення процесів і технологій переробки сільськогосподарської сировини.

Збірник розрахований на наукових та практичних працівників, викладачів вищої школи, аспірантів, магістрантів та студентів закладів вищої освіти, що здійснюють підготовку фахівців для харчової та переробної промисловості, торгівлі, ресторанного, готельного та туристичного господарств.

Відповідальність за зміст наданих матеріалів, точність наведених даних та відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

**Редакційна колегія:** *Кюрчев В.М.*, д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, ректор Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного; *Надикто В.Т.*, д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, проректор з наукової роботи та міжнародної діяльності ТДАТУ; *Самойчук К.О.*, д.т.н., доц., завідувач кафедри обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф.Ю. Ялпачика ТДАТУ; *Прісс О.П.*, д.т.н., проф., завідувач кафедри харчових технологій та готельно-ресторанної справи ТДАТУ; *Кюрчев С.В.*, д.т.н., проф. кафедри технології конструкційних матеріалів, декан механіко-технологічного факультету ТДАТУ; *Іванова І.Є.*, к.т.н., доцент кафедри плодоовочівництва, виноградарства і біохімії, декан факультету агротехнологій та екології ТДАТУ; *Ялпачик В.Ф.*, д.т.н., проф. кафедри обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф.Ю. Ялпачика ТДАТУ

*Адреси для листування:*

*72310, Україна, Запорізька обл., м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18*

*E-mail: [ophv@tsatu.edu.ua](mailto:ophv@tsatu.edu.ua)*

*Сайт конференції: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/mizhnarodna-naukovo-praktychna-internet-konferencija/>*

© Автори тез, включені до збірника, 2020

© Таврійський державний агротехнологічний університету імені Дмитра Моторного, 2020

## ЗМІСТ

стор.

**СЕКЦІЯ 1. ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ  
ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ**

<i>1. Науменко О.П., Зубенко А.В., Науменко О.О., Прокопенко Ю.Є.</i>	
Доцільність створення мобільного модулю переробки фруктово-овочевої сировини у сухий напівфабрикат	9
<i>2. Самойчук К.О., Паляничка Н.О.</i>	
Комп'ютерне моделювання при дослідженні процесу гомогенізації молока	12
<i>3. Лубешко А.О., Литвиненко О.А.</i>	
Перспективне обладнання для деалкоголізації пива	15
<i>4. Стадник І.Я., Пилипець О.М., Коломісць О.М.</i>	
Вплив невідомих значень дії сил тертя на розрахунок потужності змішування	17
<i>5. Доценко Н.А., Горбенко О.А., Бацуровська І.В.</i>	
Аналіз тенденцій розвитку процесу віджимання рослинної олії	21
<i>6. Чурсінов Ю.О., Донець Д.П., Шапошников М.Л., Ткаченко Т.В., Кордюкова В.С.</i>	
Дослідження процесів пресування та екструдуювання рослинних матеріалів та зернових сумішей	25
<i>7. Дударев І.М., Ольховський В.О.</i>	
Обґрунтування конструкції зернового сепаратора ножичного типу	27
<i>8. Червоний В.М., Горбенко В.І., Постнов Г.М.</i>	
Шляхи підвищення ресурсо- і енергоефективності роботи закладів ресторанного господарства	30
<i>9. Бойко В.С., Тарасенко В.Г.</i>	
Обробка харчових продуктів методом надвисокого тиску	32
<i>10. Олексіско В.О., Петриченко С.В.</i>	
Вплив зношування молотків зернової дробарки на ефективність процесу подрібнення	35
<i>11. Самойчук К.О., Ковальов О.О.</i>	
Визначення координат зони подачі вершків у струминному гомогенізаторі молока з роздільною подачею жирової фази	37
<i>12. Ткаченко Г.В., Улянич І.Ф.</i>	
Результати випробувань зерносушарки brice-backet з рекуперацією на комбінованих видах палива	40
<i>13. Тарасенко В.Г., Бойко В.С.</i>	
Машинно-апаратне оснащення процесів обробки продуктів надвисоким тиском	43
<i>14. Самойчук К.О., Ковальов О.О.</i>	
Підвищення енергоефективності гомогенізації при використанні струминно-щілинного диспергатора молока	46
<i>15. Дмитревський Д.В., Дое Д.Б., Собокар П.О.</i>	
Використання мембранної технології під час обробки харчових напоїв	49
<i>16. Самойчук К.О., Лебідь М.Р.</i>	
Аналіз конструкції клапанного гомогенізатора	51
<i>17. Ковальов О.О., Колодій О.С.</i>	
Експериментальне визначення коефіцієнту витрат струминних диспергаторів жирової фази молока	53

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПРЕСУВАННЯ ТА ЕКСТРУДУВАННЯ  
РОСЛИННИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ**

**Чурсінов Ю.О.**, доктор техн. наук, проф.,  
**Донець Д.П.**, магістрант,  
**Шапошников М.Л.**, магістрант,  
**Ткаченко Т.В.**, магістрант,  
**Кордюкова В.С.**, магістрант

*Дніпровський державний аграрно – економічний університет*

В технологіях переробки зелених рослин для виробництва біологічно – активних добавок, та в процесах екструдювання зернових сумішей, загальними з'являються процеси подрібнення та пресування матеріалів.

У першому випадку при переробці зелених рослин в соки і біологічно – активні добавки, необхідні процеси подрібнення сировини та її відпресовування з метою отримання рідкої фракції – соку та твердої – віджимок.

Такі два процеси одночасно може зробити такий пристрій як екструдер, за рахунок особливості шнекового робочого органна, спеціального нерухомого корпусу та проти дії тиску філь'єри.

У другому випадку, при переробці зернових сумішей такий пристрій в змозі трансформувати зернову сировину в тістоподібну масу і потім під тиском видавлювати її через філь'єру з метою отримання в зрваного екструдюваного продукту.

В дослідженнях нами як для переробки зелених рослин, та і для зернової сировини, проходили випробування різні пресувальні пристрої, з різними робочими органами та з різною схемою впливу на перероблений матеріал. Досліджувались різні умови контактування робочих поверхонь пристроїв безпосередньо з переробленим матеріалом, з метою знаходження найбільш ефективної дії, як з показником якості обробки, так і з позиції енергонасиченості процесу.

Встановлено, що валкові робочі пари при обробці рослин, за рахунок контактного короткочасного тиску не в змозі провести ефективно відділення соку, а при переробці зернової сировини спостерігається велика крихкість зернових частинок.

Найбільш раціональним між валковим процесом обробки і екструдюванням, нами визначена можливість переробки вказаних різнопланових видів сировини крім одношнекових в двошнекових робочих органах, які в змозі забезпечувати поступове заповнення робочого простору між шнеками, плавне збільшення тиску, одночасно з пресуванням сировини по ходу технологічного процесу і досягнення максимального тиску на виході з пресу.

Тому оцінювання описаних способів обробки різної сировини з можливістю знайдення універсального методу обробки двошнековими

---

пристроями, на наш погляд може виявити значний інтерес і допоможе знайти раціональні конструктивні і режимні параметри.

Література:

1. Identification of patterns in the production of a biologically-active component for food products / O. Kovaliova, Yu. Tchursinov, V. Kalyna, V. Koshulko, E. Kunitsia, A. Chernukha, O. Bezuglov, O. Bogatov, D. Polkovnychenko, N. Grigorenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2/11 ( 104 ) 2020. P.61-68. DOI: <http://dx.doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200026>.

2. Машини та обладнання переробних виробництв. / За редакцією проф. О.В. Дацишина. – К. Вища освіта, 2005. – 159с.



# Обґрунтування процесу виробництва бобових та злакових екструдованих кормів для птиці

ВИКОНАВЕЦЬ СТУДЕНТ 2 КУРСУ, ГРУПИ МГХТЗ-1-19

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 181 "ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ"

ДОНЕЦЬ Д.П.



Культура	Вода	Білки	Жири	Вуглеводи (загальний вміст)	Клітковина	Зольність
Пшениця						
м'яка озима	14,0	11,2	2,1	68,7	2,4	1,7
м'яка яра	14,0	12,5	1,6	66,6	3,4	1,7
тверда	14,0	13,0	1,9	67,5	2,3	1,6
Жито	14,0	9,9	1,6	70,9	2,9	1,7
Ячмінь	14,0	11,5	2,0	65,8	4,3	2,4
Кукурудза	14,0	10,3	4,9	67,3	2,1	1,2
Овес	13,5	10,1	4,7	57,8	10,7	3,2
Рис	14,0	7,3	2,0	63,1	9,0	4,6
Просо	13,5	11,2	3,8	60,7	7,9	2,9
Сорго	13,5	11,1	3,3	66,4	3,5	2,2
Гречка	14,0	11,6	2,3	59,5	10,8	1,8
Горох	14,0	23,0	1,2	53,3	5,7	2,8
Квасоля	14,0	22,3	1,7	54,5	3,9	3,6
Сочевиця	14,0	24,8	1,1	53,7	3,7	3,0
Соя	12,0	34,9	17,3	26,5	4,3	5,0
Соняшник	8,0	20,7	49,4	5,0	14,0	2,9

Таблиця Хімічний склад зерна і насіння деяких культур, %



Культура	Білки	Культура	Білки
Рис	7...10	Жито	9...15
Кукурудза	10...12	Пшениця	12...16
Просо	10...13	Горох	22...26
Гречка	10...14	Сочевиця	23...30
Ячмінь	10...15	Соя	34...42
Овес	11...14	Соняшник	14...21

Таблиця Вміст білків у зерні та насінні основних сільськогосподарських культур, %

Культура	Крохмаль	Клітковина	Пентозани
Пшениця	58...76	2,4...3,7	5,8...8,5
Жито	57...63	2,2...3,6	9,0...11,0
Ячмінь (з півками)	56...66	4,3...6,3	9,0...12,0
Овес (з півками)	50...60	11,0...18,0	12,0...14,5
Кукурудза	60...70	2,1...2,6	5,5...7,0
Рис (з півками)	64...69	9,0...20,0	2,0...4,0
Горох	45...50	3,8...6,0	4,2...7,0
Соя	12...19	3,6...5,8	5,1...9,3

Таблиця Вміст вуглеводів у зерні й насінні різних культур, %, на абсолютно суху речовину

Культура	Жир	Культура	Жир
Пшениця	1,7...2,3	Льон	30...40
Жито	1,7...2,2	Конопля	30...38
Просо	3,5...6,0	Гірчиця	25...30
Кукурудза	3,5...8,0	Лялеманція	35...40
Рис	1,8...2,5	Ріпак	35...45
Горох	1,3...1,8	Арахіс	45...50
Сочевиця	1,7...2,3	Мак	40...55
Соя	15,0...25,0	Кунжут	48...60
Соняшник	25,0...58,0	Рицина	50...70

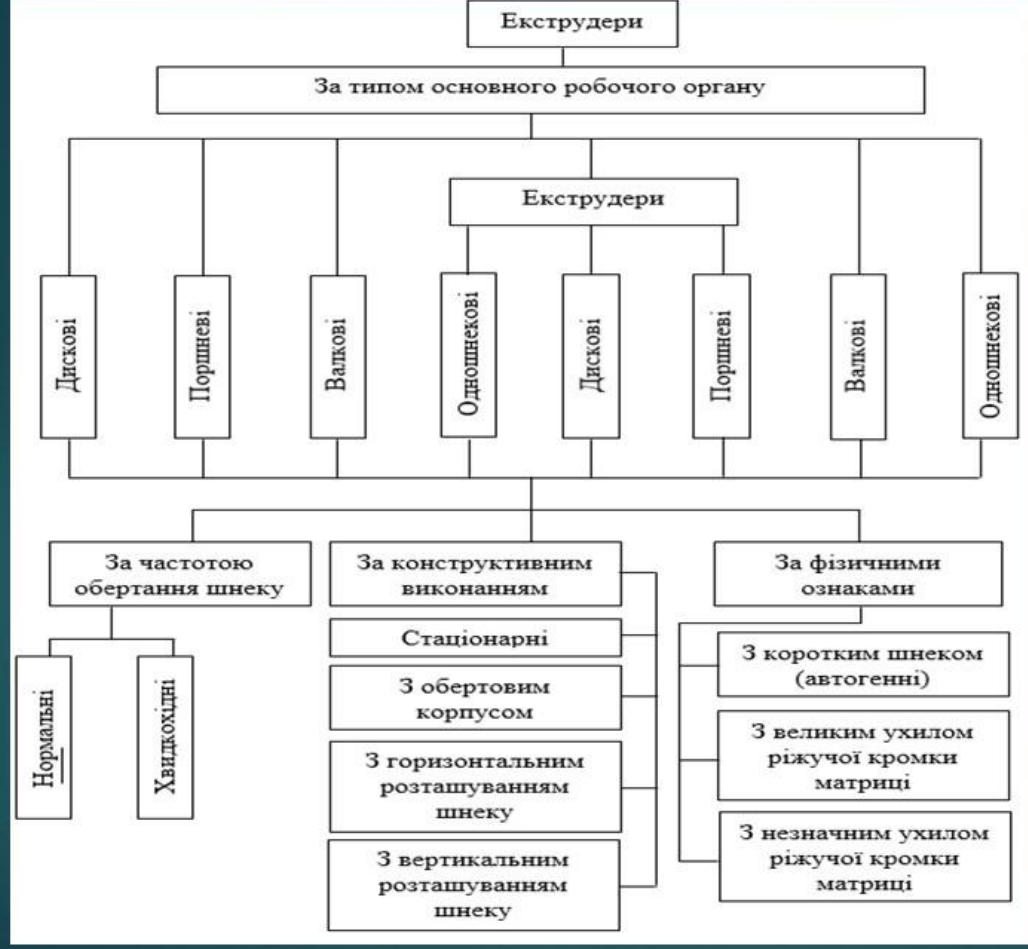
- Таблиця Вміст жиру в зерні і насінні різних культур,% на абсолютно суху речовину

Найменування показника	Чечевиця	Рисова крупа	Сонящниковий шрот
<b>Масова частка, г/100 г</b>			
- Води	14,0	14,0	9,45
- Білку	24,0	7,0	38,2
- Жиру	1,1	1,0	2,5
- вуглеводів, з них:	56,8	76,9	38,25
- крохмалю	39,8	70,7	24,65
- не засвоюваних	13,1	1,1	18,5
<b>Зола, мг/100 г</b>	2,7	0,7	6,7
<b>Вміст мінеральних речовин, мг/100 г</b>			
- натрій	55	12	370
- калій	672	100	1495
- кальцій	83	8	848
- магній	80	50	732
- фосфор	390	150	1224
- залізо	11,8	1	141
<b>Вміст вітамінів, мг/100 г</b>			
- В <sub>1</sub>	0,50	0,08	2,00
- В <sub>2</sub>	0,21	0,04	0,21
- РР	1,80	1,60	-
<b>Енергетична цінність, кДж/100 г</b>	1439,7	1489,4	1419,0

► Таблиця – Хімічний склад і енергетична цінність компонентів суміші

Найменування	Амінокислоти, мг/100 г		
	Чечевиця	Рисова крупа	Соняшниковий шрот
Валін	1270	420	3341
Ізолейцин	1020	330	1572
Лейцин	1890	620	2752
Лізин	1720	260	1278
Метионін	290	160	688
Треонін	960	240	1622
Триптофан	220	100	786
Фенилланін	1250	370	1966
Аланін	1270	390	2162
Аргінін	1020	510	4570
Аспргінова кислота	1040	540	4521
Гістидин	2050	170	1278
Гліцин	2870	320	2801
Глутамінова кислота	710	1200	9435
Пролін	1030	330	2211
Серін	3950	330	2211
Тирозін	1050	290	835
Цистін	1250	137	688
Разом амінокислот	19104	6717	44717

Таблиця – Амінокислотний склад  
компонентів суміші



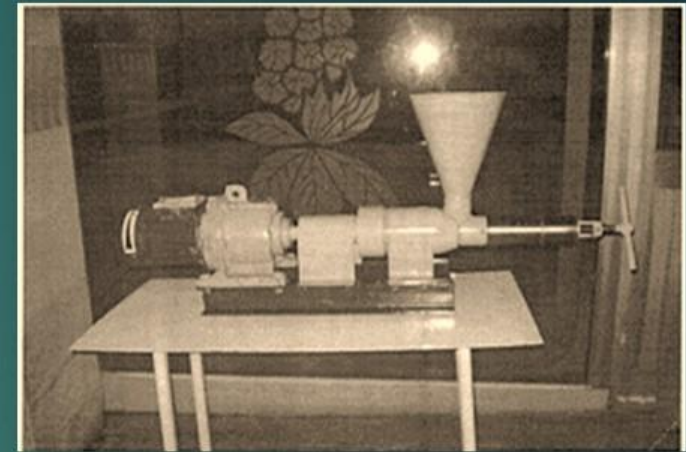
▲ Рис. Класифікація екструдерів

## Мета і завдання досліджень

- ▶ Метою досліджень є обґрунтування режимів роботи екструдерного обладнання у процесах переробки злакових та бобових культур в екструдовані корми для птахів.
- ▶ Завдання досліджень:
- ▶ Визначити режими попередньої обробки злакових та бобових при різних обертах основного робочого органу – шнека;
- ▶ Визначити вплив геометричних параметрів робочого органу на переробку бобів сої шнеком екструдера;
- ▶ Визначити взаємозв'язок між процесом екструдування бобів та суміші злакових зернових;
- ▶ Визначити вплив тиску в зоні відтискання на ефективність руйнування бобових в робочій зоні при виробництві екструдата для птиці;
- ▶ Визначити режими обробки процесу переробки суміші злакових зернових;
- ▶ Значення використання екструдованих кормів в птахівництві.


## Програма експериментальних досліджень

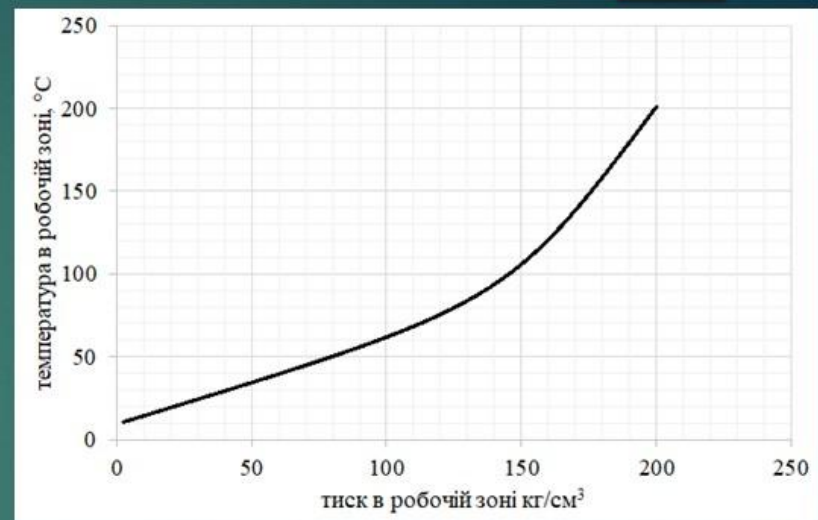
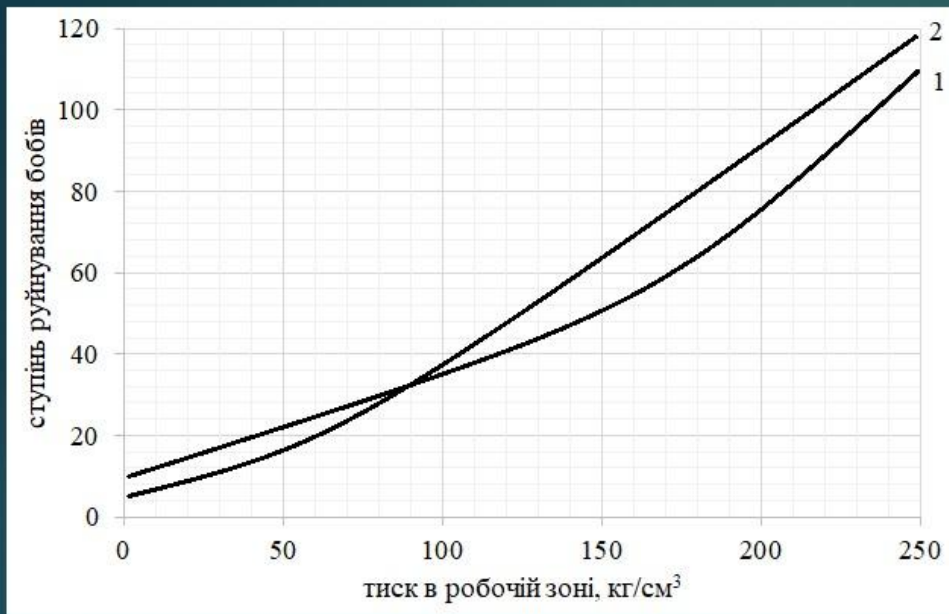
- ▶ Для виконання програми розроблено методику, яка передбачала:
- ▶ - визначення виходу олії при відтисканні соєвих бобів на прес-екструдері при діаметрі шнека 55 мм і частоті обертів 45 об/хв і ефективності екструдуювання твердої фракції;
- ▶ - визначення параметрів екструдуювання при постійному кроку шнеку;
- ▶ - визначення параметрів екструдуювання зі змінним кроком шнеку;
- ▶ - визначення параметрів екструдуювання з конічними шнеком та корпусом;
- ▶ - у всіх випадках проба була до 5кг бобових, оброблялась на прес-екструдерах і, згідно з діючими методиками, визначався вихід олії і кормового продукту з твердої частини.
- ▶ Дослідження проводились в триразовій повторності, результати досліджень заносились в таблицю.



Лабораторний прес-екструдер

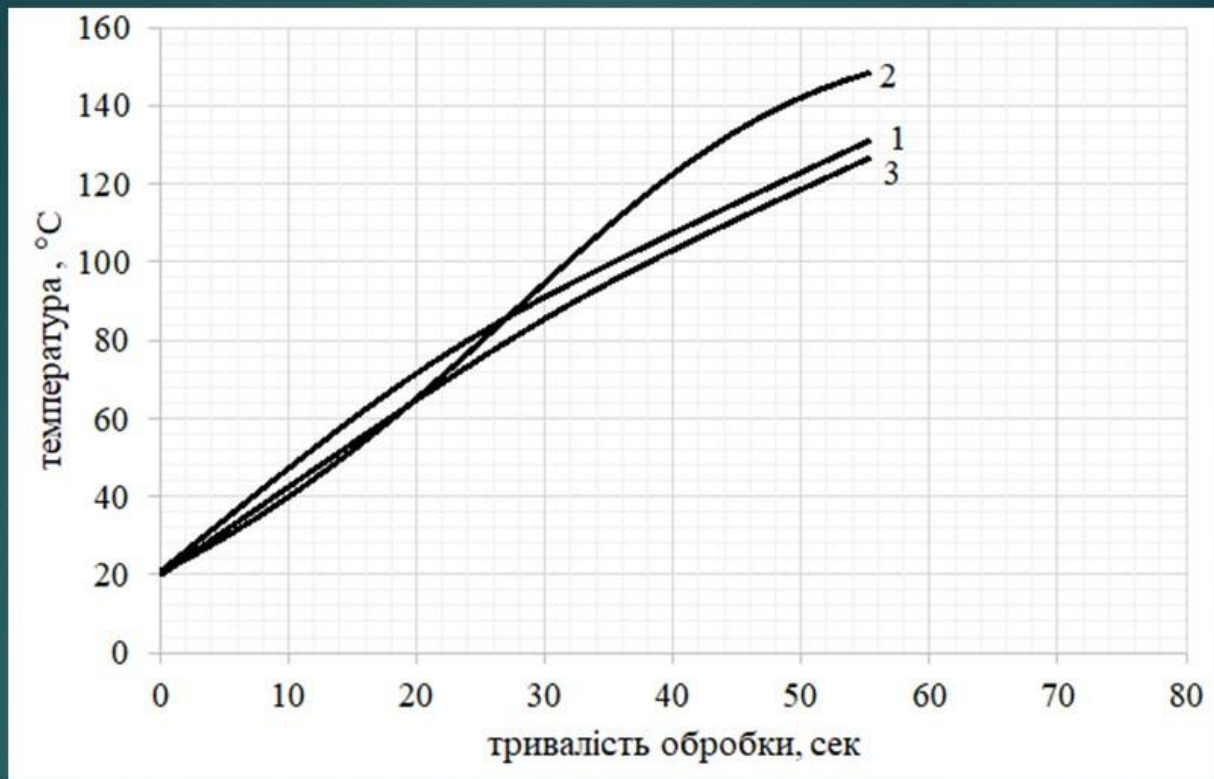


- 
- ▶ Ця транспортна продуктивність не враховує низки явищ, що мають місце в шнековому пресі:
  - ▶ мезга частково обертається разом зі шнековим валом;
  - ▶ між крайкою витка і внутрішньою поверхнею зеєра є зазор;
  - ▶ спіральна нитка на витку не має повного кроку (утворюється центральний кут, що не перекривається).
  - ▶ Усе це спричиняє повернення потоку мезги, що підтверджується такими моментами:
  - ▶ часом фактичного обходження мезги по зеєру, завжди більшим від розрахункового;
  - ▶ формою зносу нитки, згідно рис. 2.2;
  - ▶ при зміні положення регульовального пристрою на виході з преса змінюється продуктивність преса;
  - ▶ по мірі зносу преса його продуктивність зменшується.

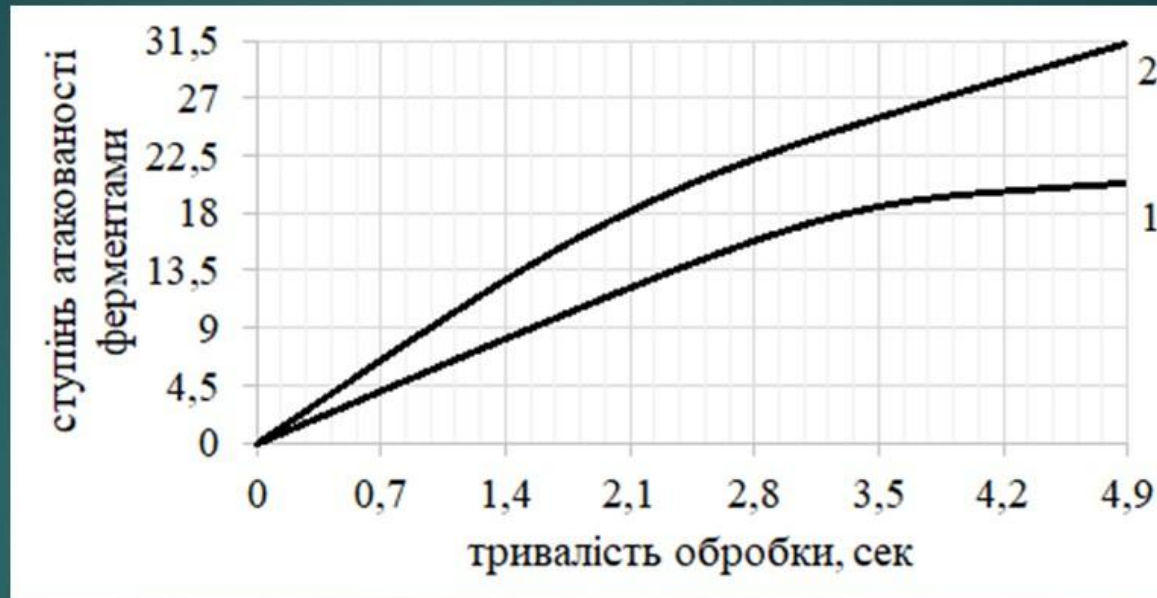


- ▶ Рисунок – Ефективність руйнування бобових в залежності від тиску в робочій зоні
- ▶ 1 – експериментальна крива; 2 – теоретична крива

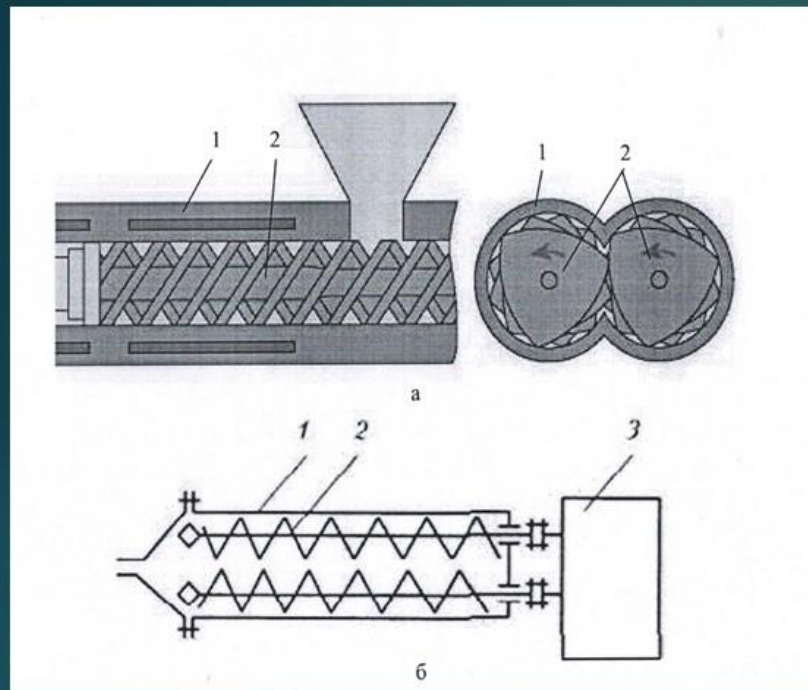
Рисунок – Графік залежності температури від тиску в робочій зоні



► Рисунок Динаміка середньої температури зерна бобових при обробці при різних потужностях



- ▶ Рисунок – Атакованість крохмалю зерна кукурудзи (в рецептурі з соєю) амінолітичними ферментами
  - ▶ 1 – до обробки екструзією;
  - ▶ 2 – після обробки ( $t = 448^{\circ} \text{K}$ ,  $\tau = 70 \text{ с.}$ ,  $P = 2,5 \text{ МПа}$ )



- ▶ 1 - корпус; 2 - шнек; 3 - привід
- ▶ Рисунок - Схема двухшнекового экструдера

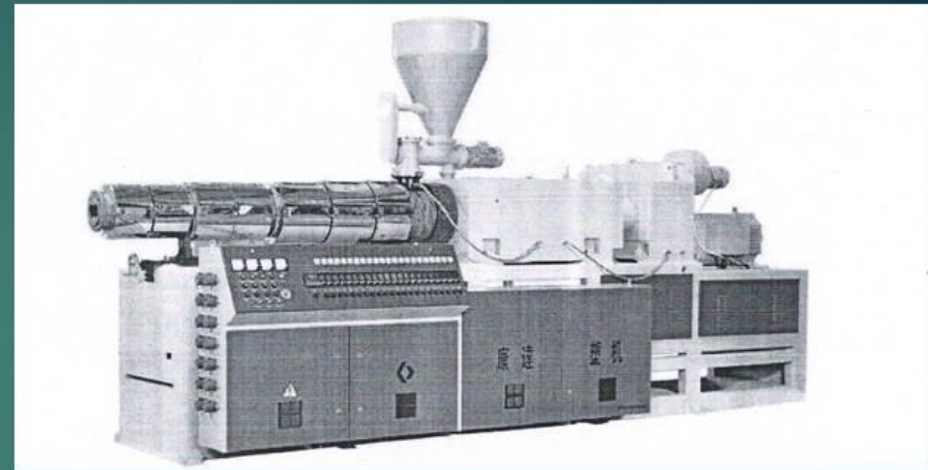



Рисунок – Загальний вигляд двухшнекового экструдера

# ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

- ▶ На основі проведених досліджень по виконаній роботі можна зробити наступні загальні висновки:
- ▶ Удосконалення обладнання дозволяє оптимізувати вибір параметрів та поліпшити якість виробленої продукції з бобових та зернових культур.
- ▶ Обґрунтований вибір режимів і параметрів процесів переробки бобової та злакової сировини дозволяє отримувати якісні корми для птахівництва.
- ▶ Теоретичні дослідження процесу екструдювання бобових дозволяють визначити вплив тиску на процес екструзії. Поставлені завдання досліджень на лабораторній установці, які ставили за мету з'ясування закономірностей та корегування технологічного процесу з метою отримання якісних кормових матеріалів та їх знезараження в процесі обробки.
- ▶ Встановлено, що необхідно попереднє відтискання олії, так як при стисканні в робочій зоні сировини, в одному випадку ми можемо отримувати повножирну сою, як кормовий продукт з сумішшю зернових матеріалів, в другому випадку ми можемо отримати соєвий знежирений екструдат.

- 
- ▶ Розроблена методика визначення параметрів робочих шнеків та екструдерів різних конструкцій для отримання високоякісних злакових та бобових кормових продуктів.
  - ▶ Результатами експериментів встановлено, що зі збільшенням частоти обертання робочих шнеків відсотковий попередній вихід олії з бобових за одиницю часу знижується і для покращення процесу, необхідно конструкції робочих зон шнеків подовжити в 1,5 – 2 рази.
  - ▶ Встановлено, що для злакових і бобових культур при переробці в корми, необхідно змінювати конструкції робочих шнеків з постійним кроком шнека на змінним кроком та з конічним валом шнека, на пристрій з конічним шнеком та конічним корпусом.
  - ▶ Для промислових підприємств, які виробляють екструдовані корми у подальшому рекомендується використовувати двошнекові екструдери, які забезпечують постійну очистку робочої зони камери.