

**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
ступеня вищої освіти «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування технології виробництва
кормових продуктів з бобів сої**

Виконала: студентка 2 курсу, групи МГХТ-1-19
за спеціальністю 181 «Харчові технології»

_____ Рябенко Анна Сергіївна

Керівник: _____ Кошулько Віталій Сергійович

Рецензент: _____

Дніпро 2020

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології зберігання і переробки

сільськогосподарської продукції

доктор технічних наук, професор

Чурсінов Ю.О.

(підпис)

« ____ » _____ 2020 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Рябенко Анни Сергіївни

1. Тема роботи «Обґрунтування технології виробництва кормових продуктів з бобів сої».

Керівник роботи Кошулько Віталій Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» вересня 2020 року № 2397.

2. Строк подання студентом роботи 27 листопада 2020 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Літературні джерела та періодичні видання.

2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань процесів виробництва кормових продуктів підвищеної харчової цінності. 3. Нормативно-технологічна документація. 4. Патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Стан питання. 2 Об'єкти, методики досліджень. 3 Дослідна частина. 4 Практичне впровадження отриманих результатів. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список джерел посилання. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Стан питання. 2. Мета та задачі досліджень. 3. Дослідне устаткування. 4 Дослідна частина. 5 Практичне впровадження отриманих результатів. 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 7 Кошторис витрат на проведення досліджень. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	Кошулько В.С., доцент	29.09.2020	27.11.2020
5	Кравець В.В., доцент	29.09.2020	27.11.2020
6	Павленко О.С., доцент	29.09.2020	27.11.2020

7. Дата видачі завдання 29 вересня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	29.09-30.09.20	виконано
2	Стан питання	01.10-11.10.20	виконано
3	Об'єкти, методики досліджень	12.10-25.10.20	виконано
4	Дослідна частина	26.10-01.11.20	виконано
5	Практичне впровадження отриманих результатів	02.11-15.11.20	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	16.11-20.11.20	виконано
7	Організаційно-економічна частина	21.11-24.11.20	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	25.11-26.11.20	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	27.11.20	виконано

Студент
(підпис)

Рябенко А.С.

Керівник роботи

(підпис)

Кошулько В.С.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 95 сторінок друкованого тексту, 11 рисунків та ілюстрацій, 14 таблиць та використано 67 літературних джерел посилань.

Метою роботи є підвищення кормової цінності зерна бобових культур за рахунок інактивації антипоживних речовин шляхом теплової обробки для використання в комбікормах і кормових концентратах. Для реалізації поставленої мети передбачалося проведення комплексу досліджень.

Об'єкт дослідження – процес теплової обробки зерна бобових культур, зв'язок з технологічними параметрами зерна та параметрами процесу.

Предмет дослідження – закономірності та взаємозв'язок технологічного процесу теплової обробки зерна бобових культур, вплив його на ефективність.

В сучасних умовах появи нових високопродуктивних порід сільськогосподарських тварин і птиці, пріоритетним напрямком є виробництво повнораціонних збалансованих комбікормів високої якості. Підвищення якості комбікормів стримується дефіцитом білкової сировини.

Широке застосування зернобобових культур у виробництві комбікормів стримується наявністю в них антипоживних речовин, що пригнічують протеолітичні ферменти шлунково-кишкового тракту тварин (інгібітори трипсину, хімотрипсину), що роблять негативний вплив на перетравність поживних і мінеральних речовин (таніни, фітинова кислота, пектини), що впливають на смакові якості кормів (сапоніни). Більш того, зернобобові культури містять шкідливі речовини токсичної дії (ціаногенні глікозиди, алкалоїди), які викликають в певних концентраціях отруєння тварин.

Ключові слова: СОЯ, ГОРОХ, ПРОПАРЮВАННЯ, ЕКСТРУДУВАННЯ, ВОЛОГІСТЬ, ТЕМПЕРАТУРА, ТРИПСИН, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ДОСЛІДЖЕННЯ

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 СТАН ПИТАННЯ	10
1.1 Основні джерела кормового білка	10
1.2 Антипоживні і токсичні речовини зерна бобових культур	13
1.3 Способи обробки зерна бобових культур	22
Висновки до розділу. Мета та задачі досліджень	30
2 ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ	32
2.1 Методи визначення фізико-механічних властивостей і хімічного складу	32
2.2 Методи визначення антипоживних і токсичних речовин	35
2.3 Методика дослідження ефективності обробки зерна бобових культур	37
2.4 Опис експериментальних установок	38
Висновки до розділу	39
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	40
3.1 Визначення фізико-механічних властивостей і хімічного складу зерна бобових культур	40
3.2 Визначення впливу антиживильних і токсичних речовин зерна бобових культур на їх якість	43
3.3 Визначення ефективності інактивації антиживильних речовин бобів сої при обробці в екструдері	44
3.4 Визначення раціональних режимів обробки зерна бобових культур	48
3.4.1 Дослідження процесу пропарювання зерна гороху та сої	48
3.4.2 Вивчення впливу температури зерна на антипоживні речовини і якість білка гороху та сої	53
Висновки до розділу	58
4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	59
4.1 Технологія переробки насіння сої в кормові продукти	59
Висновки до розділу	63

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	64
5.1 Дослідження та оцінка стану охорони праці на підприємстві в ТОВ «Дніпросоя»	64
5.2 Вимоги безпеки праці під час роботи на екструдері зернової сировини	67
5.2.1 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в ТОВ «Дніпросоя»	70
5.3 Аналіз показників виробничого травматизму та захворювань, причини їх виникнення в ТОВ «Дніпросоя»	74
5.4 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях у разі вибуху зернового пилу	76
Висновки до розділу	77
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	78
6.1 Організація проведення дослідження	78
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	83
6.3 Розрахунок вартості дослідження	86
Висновки до розділу	86
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	87
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	89
ДОДАТКИ	

ВСТУП

В умовах інтенсивного ведення тваринництва, проблема забезпечення його кормовим білком має виняткову важливість. Білок є незамінним компонентом всіх раціонів. Збалансованість кормів по білку знижує витрати на виробництво одиниці продукції і собівартість, підвищує рентабельність тваринництва. При виробництві комбікормів в якості джерела білка використовуються компоненти рослинного, тваринного і мікробіологічного походження. До перших відносяться макухи та шроти, і в незначній кількості горох; до других – рибне, м'ясне і м'ясо-кісткове борошно; до третіх – кормові дріжджі і різні їх модифікації. Кожен з перерахованих компонентів має свої переваги і недоліки. Наприклад, використання тваринного білка стримується його дорожнечою. Макуха та шроти містять велику кількість клітковини. Мікробний білок у великих кількостях (не більше 4 – 5 % або 20 % за протеїном) не використовується через негативний вплив нуклеїнових кислот на організм тварин. Питома маса перерахованих компонентів у випускаємих вітчизняною промисловістю комбікормах становить: горох – 3,5 %; макухи і шроти - 8 – 9 %; корми тваринного походження – 0,7 – 1,0 %, що є явно недостатнім. Збільшення виробництва гороху часто стримується низькою, порівняно із злаковими культурами, врожайністю. Тому важливим резервом для поліпшення балансу білка в комбікормовій промисловості є розширення в посівах інших, крім гороху, зернобобових культур.

Актуальність проблеми. В сучасних умовах появи нових високопродуктивних порід сільськогосподарських тварин і птиці, пріоритетним напрямком є виробництво повнораціонних збалансованих комбікормів високої якості. Підвищення якості комбікормів стримується дефіцитом білкової сировини.

З білкових компонентів в складі комбікормів в даний час використовують дорогий тваринний білок і імпортований з-за кордону зерновий шрот. Зернобобові культури, за винятком гороху, який в незначних кількостях присутній в рецептах, практично не застосовується у виробництві комбікормів. Останнім часом українськими селекціонерами створені нові сорти бобових

культур (кормовий горох або пелюшка, вика, люпин, кормові боби), які вимагають вивчення. Крім того, в Україні збільшилися посівні площі, зайняті під сою. Одним з перспективних напрямків використання сої є створення високоенергетичного корму, здатного замінити в складі комбікормів тваринний білок і рослинну олію.

Широке застосування зернобобових культур у виробництві комбікормів стримується наявністю в них антипоживних речовин, що пригнічують протеолітичні ферменти шлунково-кишкового тракту тварин (інгібітори трипсину, хімотрипсину), що роблять негативний вплив на перетравність поживних і мінеральних речовин (таніни, фітинова кислота, пектини), що впливають на смакові якості кормів (сапоніни). Більш того, зернобобові культури містять шкідливі речовини токсичної дії (ціаногенні глікозиди, алкалоїди), які викликають в певних концентраціях отруєння тварин.

При нагріванні більшість антипоживних речовин втрачають свою активність. Однак, зерно бобових культур до теперішнього часу використовується на кормові цілі в необробленому вигляді. Насіння сої взагалі не використовують в кормовиробництві, так як присутні в ній антипоживні речовини не тільки знижують ефективність, а й призводять до різних захворювань тварин. Технологія теплової обробки зерна кормового гороху, вики та інших бобових культур до теперішнього часу не розроблялася. У зв'язку з цим проведення досліджень, спрямованих на підвищення кормової цінності зерна бобових культур шляхом інактивзації антипоживних речовин із застосуванням його в складі комбікормів різного цільового призначення замість тваринного білка, соєвого шроту та олії є актуальним.

Метою роботи є підвищення кормової цінності зерна бобових культур за рахунок інактивзації антипоживних речовин шляхом теплової обробки для використання в комбікормах і кормових концентратах. Для реалізації поставленої мети передбачалося проведення комплексу досліджень.

У завдання досліджень входило:

- вивчення зерна бобових культур (кормового гороху, кормових бобів сої) на основі аналізу хімічного складу, антипоживних і шкідливих речовин з виявленням доцільності його обробки та використання в якості компонента комбікорму;

- визначення ефективності різних способів обробки, що забезпечують зниження антипоживних властивостей і підвищення перетравності поживних речовин зерна бобових культур;

- вивчення оптимальних параметрів процесів пропарювання та екструдювання зерна бобових культур;

- розробка технологічної лінії переробки зерна бобових культур при виробництві комбікормів і кормових соєвих концентратів;

- дослідження стан охорони праці в ТОВ «Дніпросоя»;

- розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – процес теплової обробки зерна бобових культур, зв'язок з технологічними параметрами зерна та параметрами процесу.

Предмет дослідження – закономірності та взаємозв'язок технологічного процесу теплової обробки зерна бобових культур, вплив його на ефективність.

1 СТАН ПИТАННЯ

Сучасні тенденції розвитку тваринництва, спрямовані на розведення високопродуктивних порід тварин і кросів птиці, що дають швидкі результати, висувають високі вимоги до вмісту в комбікормах протеїну і енергії.

Білок – найважливіший компонент корму тварин, нестача його викликає фізіологічні і функціональні розлади організму. Внаслідок нестачі білка витрати кормів на одиницю тваринницької продукції в 1,5 рази перевищують фізіологічно обґрунтовані норми. Важливу роль в годуванні тварин грає і якість білка, яка визначається не тільки набором і кількістю незамінних амінокислот, але і їх балансом, а також перетравністю білка, або його розчинністю і тваринними ферментами, що атакуються. Якість білків різного походження має суттєву розбіжність. За зоотехнічними нормами в 1 кормовій одиниці повинно міститися 110 – 115 г перетравного протеїну, фактично ж міститься приблизно на 20 % менше [13].

1.1 Основні джерела кормового білка

Сировинна база комбікормової промисловості має в собі білкові компоненти рослинного, тваринного і мікробного походження. До рослинних білків відносяться макухи і шроти – побічні продукти масложирової промисловості, і в невеликій кількості зернобобові культури, головним чином, горох. Недоліком макухи та шротів є, по-перше, неповноцінність амінокислотного складу, по-друге, присутність в складі великої кількості целюлозних з'єднань (клітковини), викликана спрощенням технології підготовки насіння олійних культур до пресування або екстрагування олії.

Тваринні білки (рибне, м'ясне і м'ясо-кісткове борошно) відносяться до біологічно повноцінних білків. Однак, висока вартість і ймовірність поширення захворювань в разі неправильного застосування обмежує їх використання в складі комбікормів.

Мікробний білок або білок одноклітинних (дріжджі, бактерії, нижчі гриби) набув широкого поширення в 60 – 70 роках минулого століття в СРСР і за кордоном [65]. Однак, на сьогодні в світі майже всі підприємства з виробництва білка з використанням парафінів нафти ліквідовані через високу вартість його порівняно з соєвим борошном і невідповідності якості санітарним вимогам, встановленим за кордоном. Введення мікробного білка в комбікорми для всіх видів сільськогосподарських тварин і птиці обмежено високим вмістом нуклеїнових кислот. Тому можна сказати, що комбікормове виробництво має дефіцит білкових компонентів. Найбільш поширеним в світі способом балансування кормів по білку є використання сої та продуктів її переробки.

Соя належить до зернобобових культур і відрізняється від інших бобових виключно високим вмістом білка 30 – 45 % і жиру 18 – 25 %, що робить її надзвичайно цінною культурою. З простих білків в насінні сої містяться альбуміни, глобуліни, глютелін; зі складних – нуклеопротеїни, фосфопротеїди, ліпопротеїди та інші. До 90 % білків сої представлені водорозчинними фракціями. Білок містить всі незамінні амінокислоти. Крім білків з азотистих речовин в сої виявлені фосфатиди, вільні амінокислоти, глікозиди. Кількість небілкового азоту в сої коливається в межах 6 – 12 % від загального азоту. Соева олія багата цінними поліненасиченими жирними кислотами, які мають два і більше ненасичені воднем зв'язку (лінолева, ліноленова). Ці жирні кислоти відіграють важливу роль в організмі, так як входять до складу клітинних мембран і інших структурних елементів тканин і виконують ряд важливих функцій, наприклад, забезпечують нормальний ріст і обмін речовин. При повній відсутності поліненасичених жирних кислот в кормі спостерігається припинення росту, некротичні ураження шкіри, зміна проникності капілярів. Поліненасичені жирні кислоти не можуть синтезуватись в організмі тварини, тому є незамінними і поступають тільки з кормом. В результаті наукових експериментів встановлено мінімальні норми лінолевої кислоти в раціонах тварин і птиці. Наприклад, для молодняка птиці рівень лінолевої кислоти в комбікормі має становити 1,2 – 2,0 %; курей-несучок 1,1 – 1,6 %. Більш низький вміст лінолевої кислоти може привести

до захворювання судин, збільшення частки поліненасичених жирних кислот може викликати розвиток ряду онкологічних захворювань. Вміст вуглеводів в насінні сої становить 9 – 12 %, з них 3 – 7 % клітковини, інші цукри. Крохмалю в сої не більше 1,5 %.

До групи зернових бобових культур, що вирощуються в нашій країні, входять також горох, кормові боби, люпин, квасоля, нут, вика, чина, сочевиця. Коротко розглянемо ті культури, які є перспективними і вивчалися в даній роботі. До них відносяться горох і соя.

Найменшою білкових серед розглянутих зернобобових культур характеризується горох, проте саме він поширений в Україні. Збільшення його виробництва має стати одним з основних шляхів вирішення білкової проблеми.

Боби, як кормова культура, отримують все більш широке поширення в багатьох країнах світу. Значний вміст білка, лізину, визначають протеїнову повноцінність рослинних кормів, а також мінеральних компонентів, дозволяє використовувати їх для приготування комбикормів. Незважаючи на сприятливе для тварин співвідношення поживних речовин в насінні і збагаченість протеїном, в кормових раціонах боби можуть становити лише якусь частину, так як містять такі антипоживні речовини як кактаніни і L-галактозид.

Серед зернобобових культур важливе значення в збільшенні виробництва кормового білка належить люпину. Ця культура здатна давати навіть на малопридатних ґрунтах високі врожаї насіння. За наявності незамінних амінокислот його білок не відрізняється від білка сої, має однакову з нею біологічну цінність. За перетравністю білка люпин не має собі рівних серед зернобобових культур. У той же час люпин відноситься до алкалоїдних рослин. У різних видів люпину в даний час знайдені понад 15 алкалоїдів.

Серед однорічних бобових культур, вирощуваних для кормових цілей, одне з найважливіших місць посідає вика, особливо волохата, яку в агрономічній практиці називають озимою. Висока продуктивність, скоростиглість, посухостійкість, багатство білком, незамінними амінокислотами говорять про великі можливості цієї культури.

В даний час в Україні зернобобові культури займають трохи більше 4 % загального виробництва зерна, проте, згідно з оцінками фахівців, при оптимальній структурі фуражного зерна, на частку зернобобових має припадати 10 – 12 %, з них 75 % гороху, 15 % вики, 3 – 4 % люпину, 1 – 3 % кормових бобів.

1.2 Антипоживні і токсичні речовини зерна бобових культур

Зерно бобових культур, поряд зі збалансованими білками, містить антипоживні речовини, які знижують перетравність організмом тваринного протеїну, жирів, крохмалю та перешкоджають засвоєнню мінеральних речовин, а також мають токсичну і агглютинуючу дію.

Як більшість видів рослин, зерно містить інгібітори ферментів травної системи тварин. У біохімії відомо два важливих положення, що характеризують негативний вплив ферментних інгібіторів в живому організмі. Перше з них свідчить про те, що пригнічення будь-якого ферменту, який бере участь в обміні речовин, призупиняє весь процес метаболізму і чинить глибокий, а іноді і фатальне вплив на нього. Друге положення вказує на те, що якщо з їжею (кормом) в шлунково-кишковий тракт потрапляє велика кількість інгібіторів ферментів, особливо трипсин інгібіторів, то це затримує переварювання білків корму і призводить до таких змін, які настають в організмі при відсутності в раціоні незамінних амінокислот.

Багато біохіміків в своїх дослідженнях велику увагу приділяють природним інгібіторам протеолітичних ферментів, а саме: структурі, класифікації, механізму дії, їх біологічній ролі для живого організму.

Всі інгібітори кормів умовно можна розділити на дві групи: інгібітори, що діють в травному тракті; інгібітори, що діють в клітинному обміні речовин. Суттєве значення в годівлі тварин мають інгібітори першої групи, які пригнічують дію гідролітичних ферментів в шлунково-кишковому тракті тварини.

Поживна цінність ряду кормів з бобових культур знижується у зв'язку з наявністю в них інгібіторів, більшість з яких активно діють, головним чином, на

трипсин і хімотрипсин організму тварин. Важлива особливість інгібіторів протеїназ – їх стійкість до протеолітичного розщеплення, тобто гідролізу під дією ферментів трипсину і хімотрипсину. Тому, потрапивши з кормом в кишківник тварини, інгібітори протягом значного часу пригнічують дію цих ферментів. Тваринний організм для компенсації змушений збільшувати вироблення панкреатичного соку, що містить ці ферменти, в результаті чого виникає гіпертрофія підшлункової залози.

Для усунення інгібіторів травних ферментів або зведення їх дії до мінімуму пропонується два шляхи: проведення селекції кормових культур, зокрема, бобових, спрямованих на зниження вмісту в них інгібіторів протеїназ; вдосконалення технологічних прийомів виробництва зерна, що сприяють зниженню активності інгібіторів протеїназ і підвищенню поживної цінності.

Як зазначалося вище, інгібітори протеїназ виявлені у більшості рослин, в тому числі в зерні родини злакових: пшениці, ячмені, вівсі, житі, кукурудзі та ін. У насінні злакових інгібіторів міститься від 2 до 17 % в перерахунку на загальну суму розчинних білків. Зерно високолізинової кукурудзи містить інгібіторів більше, ніж зерно звичайної. Розчинні білки сої до 6 – 10 % складаються з інгібіторів трипсину і хімотрипсину. У горосі кількість інгібіторів трипсину і хімотрипсину підвищується зі збільшенням вмісту в ньому білка, а чим більше інгібіторів, тим нижче перетравність білків. Інгібітори ферментів травного тракту виявлені також в кормах мікробного і тваринного походження, в тому числі в молозиві і молоці. У публікаціях представлено досить обширний матеріал і відомості про кількість інгібіторів тих чи інших травних ферментів в різних кормових засобах. Однак цей матеріал не підлягає аналізу і порівнянню, так як дослідниками застосовувалися різні методи визначення інгібіторів, різні підходи в оцінці їх активності.

М.Т. Таранов і А.Х. Сабіров в своїх дослідженнях спробували дати порівняльну оцінку ферментінгібуючих властивостей деяких кормів. В поставлених експериментах вони вивчали вплив різних кормів на активність пепсину, трипсину і на загальну протеолітичну активність соку підшлункової

залози. Серед досліджуваних кормів було зерно ячменю і кукурудзи, насіння гороху, квасолі і вики, а також рибне борошно і кормові дріжджі. Ними встановлено, що серед кормів є ті, які одну протеїназу активують, а іншу інгібують. Наприклад, зерно кукурудзи активує пепсин і пригнічує трипсин. У той же час багато корму інгібують обидві протеїнази. Так, зерно ячменю, гороху і квасолі пригнічує як пепсин, так і трипсин, причому трипсин сильніше. Рибне борошно і дріжджі кормові, навпаки, активують ці протеїнази, і також сильніше трипсин. Рибне борошно і дріжджі кормові підвищують також і загальну протеолітичну активність соку підшлункової залози. Всі інші корми знижують цю активність: ячмінь і кукурудза – на 40 – 50 %, горох, вика і квасоля – на 40 – 75 %.

Робота, проведена Тарановим, дає загальну картину ферментінгібуючих властивостей окремих груп кормів. У той же час, відомо, що зерно однієї культури, виду і навіть сорту, в залежності від багатьох зовнішніх факторів, може мати широкий діапазон мінливості, в тому числі і ферментінгібуючих властивостей.

У всіх представників бобових культурах виявлені білки, які здатні пригнічувати протеолітичну активність деяких ферментів тваринного походження. Вперше вони виявлені Рідом і Хіссом в екстракті соєвого борошна, який інгібував процес розрідження желатину трипсином. Інгібітори протеїназ, виділені з зерна сої, поділяються на дві основні групи. Це високомолекулярні інгібітори, або інгібітори Кунітца з молекулярною масою 20 – 25 тисяч і порівняно невеликим числом дисульфідних містків, специфічні по відношенню до трипсину. А також низькомолекулярні інгібітори, або інгібітори Баумана-Бірка з молекулярною масою 6 – 10 тисяч з великим числом дисульфідних містків, здатні пригнічувати як трипсин, так і хімотрипсин.

Пригнічення каталітичних функцій протеолітичних ферментів засновано на специфічній взаємодії реактивних центрів інгібіторів з певними хімічними угрупованнями в активному центрі ферменту. Інгібітори Кунітца мають один реактивний центр, Баумана-Бірка – два незалежних. Інгібітори протеїназ, виділені з гороху, вики, нуту, квасолі та інших бобових культур, є гомологами інгібіторів

Баумана-Бірка, тобто мають два незалежних реактивних центри і інгібують як трипсин, так і хімотрипсин.

Механізм дії інгібіторів бобових культур полягає в зниженні швидкості відщеплення від молекули протеїну метіоніну, внаслідок чого всмоктування цієї амінокислоти сповільнюється, біологічна цінність білка знижується. Інгібітори підсилюють дефіцит сірковмісних амінокислот і викликають гіпертрофію підшлункової залози. Щоб зрозуміти механізм дії інгібіторів, необхідно згадати, як працюють самі ферменти. Трипсин служить каталізатором реакції відщеплення від молекули білка амінокислоти метіоніну. Його дія строго специфічна. В активному центрі ферменту присутні хімічні групи, завдяки яким він вступає в з'єднання за принципом «ключа і замка» з субстратом. Це проміжне з'єднання дуже нестійке, має меншу енергію активації і розділяється на дві інші нові речовини з регенерацією ферменту. Інгібітор в своєму реактивному центрі має хімічні групи, що утворюють зв'язок з активним центром ферменту, тобто він блокує фермент, переводячи його в неактивний стан.

Кількісний вміст інгібіторів трипсину і хімотрипсину варіює в широкому діапазоні навіть для однієї бобової культури і залежить від сорту, агротехнічних і метеорологічних факторів. На присутність інгібіторів трипсину і хімотрипсину в насінні гороху вказують і інші автори.

І.І. Бенкен і ін. досліджували зерно гороху і вики різних агроекологічних груп. Вміст інгібіторів трипсину в зерні гороху становив від 0,7 мг/г у сортів прибалтійської і німецької екологічної груп до 5,2 мг/г у сортів північної і палестинської груп, при середньому вмісті 2,0 мг г. Автори вказують на те, що за активністю інгібіторів трипсину найближче до гороху знаходиться вика, для якої в середньому характерна невисока активність: 1,6 мг/г при сортовій амплітуді від 0,9 до 3,1 мг/г. Крім того, авторами відзначено, що в зерні гороху величина хімотрипсинінгібуючої активності значно перевищує трипсинінгібуючу активність і в середньому для всіх зразків склала 3,6 мг/г при амплітуді 1,4 – 7,2 мг/г.

Переважання в антипротеолітичному комплексі інгібіторів хімотрипсинау відзначено І.І. Бенкенем в насінні вики, де їх вміст в 3 рази вище і становив 1,8 мг/г у сорту Ластівка і 7,4 мг/г у сорту Ярославська. У зерні нуту трипсинінгібуюча активність в 3 рази вище, ніж в зерні гороху і вики. Вперше про високу концентрацію інгібіторів трипсину в насінні нуту повідомили R. Borchers, C. Ackerson, L. Kimme. Встановлено, що екстракти з нуту інгібують як трипсин, так і хімотрипсин. Інгібітори утворюють комплекси з цими ферментами при молекулярному відношенні. Як показали дослідження І.І. Бенкен і ін., активність інгібіторів трипсину у нуту сильно різниться в рамках однієї еколого-географічної групи

P. Valdebouze, T. Gabori вивчали антитрипсинову активність 58 зразків гороху і 13 зразків кормових бобів. Активність інгібіторів в зерні гороху коливалася від 7,9 у сорту Віндевіль до 12,5 мг/г сухих речовин у сорту Фріссон; в зерні кормових бобів – 5,0 – 5,4 мг/г.

За активністю інгібіторів трипсину і хімотрипсину бобові культури можна умовно розділити на зерно з низьким рівнем інгібуючої активності (до 3 мг/г), середнім рівнем (до 9 мг/г) і високим (до 30 мг/г).

Протеїнова, а також енергетична цінність бобових в значній мірі залежать від наявності в них танинів. Таніни – це група сполук з високою молекулярною масою (500 – 3000), що містять велику кількість фенольних груп. Фенольні речовини легко взаємодіють з групами амінокислот, утворюючи комплекси, недоступні ферментативному розщепленню в травному тракті тварин. Негативна дія танинів пов'язана з пригніченням таких ферментів, як трипсин, α -амілаза, ліпаза. Припускають, що високий вміст танинів в зерні призводить до їх взаємодії з білками, в результаті чого утворюються стійкі, слабо засвоєні тваринами білково-танинні комплекси.

Докладне вивчення показало, що таніни переважно пов'язані зі спирторозчинною фракцією білка і змінюють розчинність останньої таким чином, що утворений комплекс при фракціонуванні поводить себе як справжній глютелін. Kalas вказує на те, що таніни діляться на дві групи – гідролізуємі і конденсовані.

Тварини здатні засвоювати гідролізуємі таніни, конденсовані ж знижують поїдання кормів, інгібують активність ферментів і мікроорганізмів, утворюють небажані комплекси з білками. Це уповільнює ріст тварин, погіршує перетравність білків, знижує вміст в раціоні обмінної енергії. Присутність танинів в раціоні птиці погіршує смак і аромат м'яса і надає жовтку яєць оливково-зеленуватий колір. У жуйних тварин конденсовані таніни в малих кількостях не викликають небажаних наслідків.

У Польщі визначали поживність, амінокислотний склад, рівень перетравності метіоніну і біологічну цінність протеїну 17 ліній кормових бобів. Контролем служив сорт Надвіслянського. Рівень вмісту протеїну в зерні кормових бобів в середньому становив 31,2 %. Вміст танинів в зерні кормових бобів нових ліній був достовірно нижче, ніж у контрольного сорту (4,4 мг/г), тобто були виявлені сліди танинів (0,2 – 0,5 мг/г); засвоюваність метіоніну виявилася вищою на третину. Перетравність протеїну залежала від рівня вмісту танинів (у нових ліній – 95,3 – 97,6 %, у контрольного сорту – 86,2 %). Таким чином, шляхом зниження рівня вмісту танинів в кормах, можна суттєво підвищити перетравність протеїну і засвоюваність метіоніну.

Крім речовин, що впливають на метаболізм білків, в зерні, в тому числі і бобових культур, міститься речовина, що грає негативну роль в обміні кальцію. У ряді робіт показано, що деякі злаки згодуються білим щурам в якості основного джерела живлення, чинять сильну рахітогенну дію. З'ясувалося, що овес значно перевищує за своєю рахітогенною дією пшеницю. Дослідники прийшли до висновку, що рахітогенна дія злаків пояснюється вмістом в них фосфорної кислоти в незасвоюваній формі, цілком ймовірно у вигляді інозитфосфорної кислоти, або фітину. Припущення про негативний вплив фітину на баланс кальцію були підтверджені і експериментально доказані в дослідах з цуценятами, проведеними Гаррісоном і Мелленбі. Додаючи інозитфосфорну кислоту або фітат натрію до дієти, що не викликає рахіту у цуценят, автори виявили у них типову картину захворювання. Разом з тим вони показали, що рахітогенну дію фітату натрію або будь-якого злаку може бути усунуто при додаванні в дієту надлишку

кальцію у вигляді крейди або фосфатів кальцію. Крім того, встановлено, що попередня обробка борошна зі злаків 1 % соляною кислотою, зменшує її рахітогенну дію внаслідок гідролізу фітату. Е.В. Колобковою було показано, що в результаті пророщування пшеничного зерна відбувається різке зниження вмісту в ньому фітинового фосфору, що викликається посиленням активності ферменту фітазою. Разом з тим, автор виявила, що і непроросле зерно пшениці також містить досить активну фітазу. Оптимальні умови для дії фітази: рН 5,15 і температура 55 °С. Сильні рахітогенні властивості вівсяного борошна пояснюються тією обставиною, що ця мука містить слабку фітазу, в той час як в борошні інших злаків активність цього ферменту в багато разів вище. Результати визначення часу, необхідного для розщеплення певної кількості фітину під впливом борошна з різних злаків (жито – 5 – 8; пшениця – 12 – 14; ячмінь – 43; овес – 660 – 900) – красномовне тому підтвердження.

Ще одна група речовин, багато з яких мають токсичну дію на організм тварини, об'єднані під загальною назвою глікозиди. Це з'єднання різноманітної хімічної природи, похідні цукрів, найчастіше моносахаридів, неуглеводної частина яких представлена залишками спиртів, ароматичних і гідроароматичних з'єднань, алкалоїдів та ін.

Із сої виділені термостабільні ізофлавоноїди, існуючі в рослинах як глікозиди, які викликають у тварин естрогенний відгук. Це гінестин (1,64 мг/г), гліцітеїн-7-О-β-глікозид (0,34 мг/г), куместрол (0,04 мг/г). Найбільш активним з глікозидів є куместрол, вміст якого в сої незначний.

Особливий інтерес представляють глікозиди – віцині і віціаніні. При гідролізі в шлунково-кишковому тракті вони розпадаються на глюкозу, синильну кислоту і дівіцині. Токсичним початком є синильна кислота. Віцині і віціаніні виявлені в зерні вики. Концентрація їх може бути високою і вони можуть викликати отруєння тварин, особливо овець і великої рогатої худоби. Ціаногени адсорбуються кров'ю, з якої вони частково виділяються через легені, а в основному зосереджуються в печінці. За даними І.І. Бенкен і інших в насінні вики

міститься ціаногенні глікозиди від 1 до 8 мг/100 г в перерахунку на синильну кислоту.

За вмістом ціаногенних глікозидів зернобобові умовно діляться на низькоціаністі (до 2,9 мг HCN на 100 г речовини), середньоціаністі (від 3 до 7 мг/100 г) і високоціаністі (понад 7 мг/100 г) сорти.

До глікозидів відносяться також сапоніни, які характеризуються гірким смаком, через який знижується споживання корму, і мають гемолітичний вплив на кров'яні тільця. Вони містяться у всіх частинах рослини, і концентрація їх залежить від багатьох факторів, в тому числі і пори року. Низьким вмістом сапонінів вважається 0,1 %, високим – 10 %. Наприклад, в зелених кормових бобах рівень сапонінів складає 0,05 %, в сої – близько 0,5 %. Такий рівень вважається незначним, а тому в якості антипоживних факторів бобових культур сапоніни найчастіше не розглядаються.

Що ж стосується люпину, то багатьма дослідниками інгібітори трипсина в його зерні не виявлені. Хоча інгібітори трипсину в зерні люпину виявлені і не показали, що дія трипсину і пепсину на білки люпину менш ефективна, ніж на білки тваринного походження. Причиною зниження перетравності білків люпину, як було встановлено, є утворення нерозчинних білкових комплексів за рахунок цукроамінних зв'язків, розрив яких при теплової денатурації білків, підвищує їх поживність. Крім того, в зерні люпину знайдені алкалоїди, мають гіркий смак. За вмістом алкалоїдів люпин діляться на низькоалкалоїдний або солодкий (0,01 – 0,025 %), середньоалкалоїдний або напівгіркий (0,026 – 0,10 %) і високоалкалоїдний або гіркий (понад 0,10 %). У різних видів люпину в даний час виділено такі алкалоїди: люпанін, люпінін, спартеїн, гідроксілюпанін, анагірін, термопсин і ін. Алкалоїди люпину належать до групи похідних піридину. При отруєнні люпиновими алкалоїдами у тварин з'являється збудження, потім параліч, посиніння і смерть. Ознаки отруєння помітні вже через 5 – 10 хвилин. Різні алкалоїди володіють різним ступенем токсичності.

Люпанін – найбільш отруйний алкалоїд, найчастіше зустрічається білому люпині. Летальна доза люпаніну для тварин дорівнює 22 – 25 мг, спартеїну – 23 –

30 мг, люпініна – 28 – 30 мг, гідроксиллюпаніна – 228 мг на 1 кг живої маси. Тому при дослідженні зерна люпину враховується не тільки загальний вміст алкалоїдів, а й абсолютна кількість кожного з них.

Вміст алкалоїдів в залежності від виду люпину коливається від 0,01 до 2,25 % для вузьколистого, до 0,39 % - для жовтого, до 3,35 % - для білого. Залежно від сорту в рамках одного виду, наприклад білого люпину, вміст алкалоїдів може змінюватися від 0,01 до 3,35 %.

У США люпин використовують в раціонах великої рогатої худоби, овець, свиней, птиці як джерело протеїну. Найбільшого поширення набув сорт Солодкий (або білий), в насінні якого міститься 31 – 37 % сирого протеїну, 3,3 – 14,6 % клітковини, 7,4 – 14,5 % жиру, 2,9 – 4,7 % золи. Співвідношення амінокислот в люпині таке ж, як в соєвому шроті, але окремих амінокислот в ньому менше. У ліпідній фракції міститься 16 – 19 % лінолевої кислоти (вітамін Р). Люпин не містить гемагглютенін в кількостях, що впливають на продуктивність тварин.

У Польщі люпин вважають найбільш перспективною зернобобовою культурою. Тут в раціони тварин і птиці вводиться вузьколистий люпин. У дослідях встановлено, що реакція тварин на різні люпинові алкалоїди неоднакова.

Таким чином, зерно бобових культур за своїми поживними властивостями і антипоживними факторами може мати відчутні відмінності в рамках однієї культури в залежності від виду, сорту, еколого-географічної групи, умов вирощування та ін. Антипоживні з'єднання можуть міститися в зерні бобових культур в значних кількостях і при споживанні порушувати травні і обмінні процеси у тварин. Перша реакція характеризується зниженням приросту і збільшенням оплати корму. Надалі виникають серйозні патологічні зміни і, нерідко, реєструється падіж тварин. Використання в годівлі тварин і птиці насіння сої в сирому не обробленому вигляді неприпустимо, так як антипоживні речовини присутні в ній у великих кількостях, не руйнуються при механічній обробці і можуть викликати негативні явища. Зерно інших бобових культур (горох, вика, кормові боби, люпин) за умови низьких концентрацій токсичних речовин (ціаногенні глікозиди, алкалоїди) і низького рівня антипоживних речовин

можливо використовувати при виробництві комбікормів без додаткової обробки. Однак, попередня обробка зерна дозволить підвищити ефективність його використання в складі комбікормів за рахунок підвищення перетравності поживних і зниження активності антипоживних речовин.

1.3 Способи обробки зерна бобових культур

У вітчизняній і зарубіжній літературі є відомості про роботи, присвячені вивченню можливості підвищення поживної цінності зерна бобових культур за рахунок часткового або повного усунення антипоживних факторів.

З методів обробки зерна широко поширена теплова. Як відомо, інгібітори трипсину і хімотрипсину, і ряд інших антипоживних речовин мають білкову природу, тому повинні втрачати свою активність під впливом денатуруючих факторів, до яких відносяться високі температури. Є повідомлення про поліпшення харчової цінності зерна при тепловій і вологотепловій обробці, що пов'язують з термолабільністю інгібіторів. Встановлено, що інгібітори сої втрачають свою активність на 90 – 95 % в результаті обробки насиченою парою під тиском 0,2 МПа протягом 15 – 20 хвилин, або 10-хвилинного автоклавування при тиску пари 0,2 МПа, або 7 хвилинної НВЧ-обробки попередньо ретельно зволоженого до 18 – 22 % зерна.

М. Gerlach вказує на те, що при гідротермічній обробці інгібітори трипсину кормових бобів дезактивуються вже при температурі 98 °С, при термічній обробці температура дезактивації повинна бути понад 105 °С при достатній вологості насіння. Дезактивація гемагглютеніна, що має властивості з'єднувати або склеювати червоні кров'яні тільця, може бути досягнута після 10-хвилинного впливу на зерно температури 105 °С.

Дослідженнями угорських вчених (Peters J.) встановлено, що діелектричне нагрівання зерна бобових культур до 120 °С сприяє інактивації інгібіторів трипсину, а Nauck BW зазначає інактивуєчий вплив пропарювання і екструдювання. При вологості зерна 24,3 % повна інактивація інгібіторів трипсину

досягалася за 4 хвилини обробки мікрохвилями, при 8,6 % - за 6 хвилин і при вологості 49,7 % повна інактивація інгібіторів не відзначалась і після 12 хвилин обробки.

У Польському інституті харчової інженерії дослідили вплив гідротермічної обробки на деякі властивості кінських бобів. Визначено оптимальні умови обробки: пропарювання при температурі 110 °C протягом 2 хвилин і зменшується час сушіння при 30 °C протягом 24 годин.

KGFriesen з Канзаського університету встановив, що тривалість нагріву зерна призводить до поліпшення перетравності лізину, треоніну, триптофану, метіоніну. Після 25-хвилинного впливу вологого тепла концентрація інгібіторів трипсину і диспергованість протеїну знижувалися. Вологе екструдювання покращує перетравність сухої речовини зерна на 8 %. Екструдювання може поліпшити якість зернових продуктів, тобто підвищити перетравність білка і одночасно зруйнувати антипоживні чинники. Це, в свою чергу призводить до більш високих середньодобових приростів живої маси тварин і до підвищення ефективності корму. У процесі екструдювання поєднання таких факторів як вологість, тиск, тепло і механічний вплив забезпечують денатурацію білкової фракції і желатинізації крохмальної. При екструдюванні руйнуються водневі, гідрофобні і електростатичні зв'язки в матриці білка, білок денатурується і перетворюється в безперервний джгут. Реорганізація білка сприяє виникненню реакцій між групами білкового. В результаті таких реакцій між лізином і глутаміном або аспарагіном може відбуватися зниження вмісту доступного лізину. Крім того, висока температура при екструдюванні може руйнувати сам білок. Так, в ряді відзначені зниження перетравності азоту і втрати лізину при тривалій обробці теплом зерна бобових культур. Однак в цьому питанні є розбіжності з іншими дослідниками, які продовжують вважати, що теплова обробка зерна бобових культур і продуктів їх переробки підвищує перетравність білка і знижує активність інгібіторів трипсину та інших антипоживних речовин.

Сергію Монарьов вказує на досліди з обробки сої методами варіння, смаження, мікронізації, екструдювання.

Варка – порівняно простий спосіб обробки цілого насіння сої протягом півгодини, після якої їх пропускають між валками для сушки, і готовий продукт направляють на згодовування тваринам чи птиці. Різновидом цієї технології є автоклавування, яке відрізняється від варіння тим, що процес йде під тиском пари. Для варіння або запарювання сої в промислових умовах можна використовувати пароварочний котел. Тривалість обробки в цьому випадку становить від одного до трьох годин при температурі 100 °С. В результаті такої обробки відзначається зниження антипоживних речовин, підвищення перетравності білка, поліпшення смакових якостей. Недоліком цього способу є тривалість процесу, обов'язкова сушка готового продукту

Підсмажування – інший спосіб обробки сої, в результаті якого насіння втрачають до 30 % початкової вологи. Залежно від типу обладнання обробка здійснюється при температурі від 110 °С до 200 °С. Вітчизняне обладнання (обжарювальний апарат А9-КЖА, сушарка ВС-10-49) забезпечує високу температуру обробки протягом 10 – 20 хвилин.

ТОВ «Дніпросоя», також піддає повножирне насіння сої тостуванню при регульованих температурних режимах, які забезпечують отримання продукту з вмістом сирого протеїну 40 %, жиру 20 %, клітковини 7 %, активністю уреазу в межах 0,15 – 0,25 од. рН.

Підсмажування можна здійснювати за допомогою перегрітої пари. Існує технологія, у відповідність з якою соя пропускається через апарат, в якому циркулює сухе повітря, нагріте до температури 315 °С. В результаті випаровування внутрішньої вологи, а також частини вільної води соя збільшується в об'ємі. Ця технологія реалізується за кордоном.

Мікронізація можна вважати різновидом підсмажування. У цьому випадку насіння сої обробляються інфрачервоними променями, випромінюваними нагрітими керамічними пластинами. Ці промені підсилюють вібрацію в молекулах сої і нагрівають зерно до температури 180 – 220 °С, за рахунок якої відбувається випаровування вологи і збільшення тиску пари всередині клітин, що приводить до розриву масляних капсул і зниження антипоживних речовин.

Нагрівання сої триває не більше півтори хвилини. Як правило, обладнання для мікронізації складається з транспортерної стрічки, над якою встановлено постійно гріючий керамічний екран. Крім того, сою пробували нагрівати струмами високої частоти, НВЧ-обробка. Температура такої обробки складає 100 – 110 °С, тривалість 6 – 9 хвилин. В результаті нагрівання насіння відбувається інактивація антипоживних речовин. НВЧ-обробка здійснюється в спеціальних печах конвеєрного або карусельного типу. Недоліком цього способу є високі питомі енерговитрати, попереднього – висока температура обробки, яка може призвести до негативних змін в білковому комплексі.

Комбінований спосіб обробки повножирного насіння сої поєднує автоклавування і НВЧ-обробку. Автоклавування здійснюється протягом 15 хвилин при температурі 115 °С і тиску пари 0,12 МПа; НВЧ-обробка – на режимі низької продуктивності уста новки протягом 2,5 – 4 хвилин з робочою частотою 433 МГц і потужністю 2,5 кВт. Встановлено, що активність уреазу знижується до необхідного рівня, активність інгібітора трипсину до 0,06 мг/г. Відзначено підвищення продуктивності курчат-бройлерів на 7,6 – 8,1 % при використанні сої, обробленої пропонованим способом, в складі комбікормів з частковою або повною заміною кормів тваринного походження.

Для інактивації інгібіторів трипсину, фітатів і інших антипоживних речовин, що знижують кормову цінність сої, використовували мікрохвильову обробку в поєднанні з пропарюванням. На першій стадії обробки досягається зниження активності інгібітора трипсину до 12,0 – 29,1 од/мг, на другій – до 2,0 – 8,0 од/мг в залежності від тривалості обробки.

Вологотеплова обробка передбачає пропарювання під тиском насіння сої протягом 15 – 30 хвилин. З обладнання можна використовувати шнекові або вібраційні пропарювачі, охолоджувач, плющильний верстат, сушарку та молоткову дробарку. Температура пропарювання 120 – 140 °С, тиск пари 0,1 – 0,3 МПа. Недоліком цього способу є необхідність сушіння і високі питомі енерговитрати на сушку.

Голландська технологія «Преско» передбачає не тільки пропарювання, у тому числі і повножирного насіння сої, в пропарювачі, в якому підтримується тиск 2 МПа, а температура до 250 °С, але і обробку його в спеціальному резервуарі, де відбувається спучування зерна за рахунок різкого зниження тиску на його поверхні. В результаті пропарювання сої поліпшуються її поживні якості. Жир залишається в насінні і його деструкції не відбувається. Витрата пари становить 250 – 300 кг/т, електроенергії – 10 кВт год/т. Така ж технологія пропонується для обробки кінських бобів [16].

Підвищення поживної цінності соєвих бобів після сухої екструзії відзначено в деяких роботах при порівнянні з іншими способами обробки. Так, Wiseman J. порівняв обмінну енергію (ОЕ) сої, обробленої різними способами, в дослідях на птахів. Згідно з його даними, найбільшу величину ОЕ має екструдована соя (4282 ккал/кг), потім йде тостована соя (3732 ккал/кг), мікронізована (3684 ккал/кг). McNab J встановив, що поряд з високим рівнем енергетичної цінності екструдована соя характеризується високою перетравністю поживних речовин, яка перевищує перетравність, отриману при інших способах теплової обробки.

Експандування – спосіб вологотеплової обробки з використанням спеціального технологічного устаткування. Процес експандування являє собою обробку продукту в кондиціонері-пропарювачі і експандері, на виході з якого температура продукту може регулюватися в межах від 90 до 140 °С. Такий температурний режим може забезпечити інактивацію антипоживних речовин сої.

Деякі дослідники стверджують, що пророщування зерна, як правило, знижує активність інгібіторів протеїназ, зменшує вміст фітінгової кислоти і практично повністю руйнує олігосахариди, що викликають посилене газоутворення в шлунку тварин.

Таким чином, в технології видалення або знешкодження відзначено зниження токсичних речовин є певні напрацювання. Ефективність технологій оцінюється не тільки якістю обробки, енергетичними за витратами і реакцією тварин, а й часом і фінансовими витратами на реалізацію у виробництві. Тобто

використання існуючого обладнання, за умови вдосконалення окремих технологічних прийомів або вузлів устаткування для підвищення кормової цінності зерна бобових культур є раціональним напрямком.

З існуючих способів теплової обробки в комбікормовій промисловості знайшли застосування: гранулювання, плющення, екструдкування, а також обсмажування і, як його різновид, мікронізація або обробка інфрачервоними променями.

Гранулювання передбачає обробку неподрібненого або попередньоподрібненого зерна в пресах-грануляторах, де продукт піддається дії сил тиску і тертя при проходженні пресують головки і матриці. В результаті чого продукт нагрівається до температури 55 – 75 °С, відбувається руйнування зернівки (при використанні неподрібненого зерна) і модифікація нативних біополімерів. Перед надходженням в пресуючу головку зерно додатково зволожується паром або водою, при використанні пресів-грануляторів зарубіжних конструкцій процес здійснюється без застосування пари.

Плющення – спосіб вологтеплової обробки зерна з попередніми його пропарюванням. Процес плющення включає зволоження зерна та його відволожування, пропарювання і отримання пластівців шляхом розплющування зерна. Зерно зволожують водою до вологості 18 – 20 % в спеціальних машинах і витримують в бункерах протягом 3 – 4 годин (процес зволоження) з метою розподілу вологи по всій зернівці. Після зволоження зерно пропарюють в спеціальних апаратах при постійному перемішуванні протягом 20 – 30 хвилин. Вологість зерна при цьому збільшується приблизно до 20 – 25 %, зерно "вариться", так як при тиску пари 0,15 – 0,20 МПа його температура піднімається до 90 – 100 °С. Плющення зерна забезпечує зусилля стиснення, досягає 10 – 12 МПа в робочому зазорі між парними вальцями, що обертаються з однаковою швидкістю назустріч один одному.

Екструдкування відноситься до термодинамічних способів обробки зерна, що викликає глибокі біохімічні перетворення всіх біологічних структур зерна. При цій технології, яка може і не включати попередню підготовку зерна, продукт

пропускають через матрицю. Процес супроводжується високими температурами (до 140 – 160 °С), що створюється за рахунок фрикційних сил і використання пари, і чергуванням тиску і розрядження. При екструдюванні, поряд з термічною обробкою матеріалу, відбувається механохімічне деформування продукту під тиском в екструдуючій голівці і "вибух" під час розрядження на виході з неї. В результаті такої комплексної обробки можливі "розтягування" волокнистої структури рослинного матеріалу і термічна денатурація протеїну, в результаті яких відбувається переорієнтація білкових молекул в просторі, перерозподіл і утворення нових зв'язків, вивільнення білків з клітинних структур. Все це сприяє поліпшенню розщеплювання білків травними ферментами.

Обсмажування передбачає інтенсивну теплову обробку цільного зерна, в результаті якої воно втрачає до 30 % початкової вологості. Залежно від типу використовуюваного обладнання обробка проходить при температурі від 110 до 170 °С. Тривалість обсмажування 60 – 90 секунд.

Різновидом цієї технології є обробка зерна інфрачервоними променями (мікронізація), випромінюваними нагрітими керамічними пластинами. При проникненні ІЧ-променів в матеріал збуджується коливання молекул зерна, завдяки чому відбувається швидке внутрішнє нагрівання зернівки протягом 40 – 180 секунд до температур 90 – 95 °С і різке підвищення тиску пари води в ній. Це призводить до істотних фізико-хімічних і біологічних змін.

Останні два способи не настільки широко використовуються при обробці зерна в комбікормовій промисловості, тому не були досліджені в роботі стосовно до обробки зерна бобових культур з метою інактивації антипоживних і підвищення перетравності поживних речовин.

Розроблена екструдерна технологія отримання повножирної і напівзнежиреної сої з використанням вітчизняних екструдерів марки КМЗ, модернізованих спеціальними насадками і приставками. Технологічний процес реалізується на спеціальній лінії і забезпечує інактивацію антипоживних речовин сої без погіршення якості білка.

Для отримання повножирних продуктів пропонується спеціальна насадка, яка встановлюється на екструдері КМЗ. Для отримання напівжирного продукту пропонується олієвідокремлююча приставка. Обробка в екструдері зі спеціальною насадкою забезпечує підвищення температури сої до 120 – 130 °С, що призводить до зниження активності уреазу до 0,1 – 0,2 од. рН. При цьому не зазначено втрат якості білка, про що свідчить розчинність білка в КОН (більше 75 %). Обробка продукту на другому екструдері, що працює з олієвідокремлюючою приставкою при температурному режимі 90 – 95 °С, забезпечує віджимання до 50 % олії і отримання напівзнежиреного продукту із залишковим вмістом жиру 10 – 11 %. Одним з недоліків екструдера КМЗ-2У при переробці сої з використанням спеціальної насадки і приставки є низька вироб продуктивність і великі енерговитрати.

Доцільність використання того чи іншого способу в практиці визначається, перш за все, енергетичними затратами і ступенем впливу на якість оброблюваного матеріалу. Тому необхідний вибір режимів обробки, що забезпечують при мінімальних енерговитратах інактивацію антипоживних речовин з найменшим пошкодженням білка для кожного зерна конкретно.

На підставі аналізу науково-технічної літератури виявлено, що:

- зернобобові культури (кормовий горох, кормові боби, вика, люпин, соя), що містять від 25 до 40 % повноцінного білка, є перспективним замінником тваринного білка і соєвого шроту в виробництві комбікормів. Крім того, соя, яка містить до 20 % жиру, могла б замінити в рецепті рослинну олію, для введення якої потрібні спеціальні технологічні лінії.

- використання зернобобових культур, крім сої, в складі комбікормів обмежується антипоживними і шкідливими речовинами, знижуючи їх кормову цінність і надають в певних концентраціях негативно впливає на організм тварин і птиці. В даний час виведені нові сорти бобових культур з низьким вмістом антипоживних і шкідливих речовин, що вимагає свого вивчення.

- рівень вмісту антипоживних речовин в сої на порядок вище, ніж в інших бобових культурах, тому без попередньої обробки її використання в складі

комбікормів неприпустимо. Існуючі способи обробки застосовуються в основному для соєвого шроту і не завжди забезпечують стабільну якість продукту. Результати дослідів на тваринах, проведені за кордоном, свідчать про найбільшу величину обмінної енергії та перетравності поживних речовин сої, обробленої методом сухої екструзії, в порівнянні з іншими видами обробки. За кордоном для екструдювання сої використовується екструдер американської фірми Інста-Про. Використання вітчизняного екструдера КМЗ без його модернізації для цієї мети неможливо. Нові на ринку вітчизняні екструдери вимагають розробки раціональних режимів, що забезпечують інактивацію антипоживних речовин без істотного пошкодження білка сої.

Висновки до розділу. Мета та задачі досліджень

Дана робота, спрямована на розробку технології, що забезпечує підвищення кормову цінність зерна бобових культур за рахунок інактивації антипоживних речовин, для застосування в складі комбікормів різного цільового призначення замість тваринного білка, соєвого шроту й рослинної олії, є актуальною.

Основна мета досліджень, проведених в даній роботі, заключається в підвищенні кормової цінності зерна бобових культур за рахунок інактивації антипоживних речовин шляхом теплової обробки для використання в комбікормах і кормових концентратах. Для реалізації поставленої мети передбачалося проведення комплексу досліджень.

У завдання досліджень входило:

- вивчення зерна бобових культур (кормового гороху, кормових бобів сої) на основі аналізу хімічного складу, антипоживних і шкідливих речовин з виявленням доцільності його обробки та використання в якості компонента комбікорму;
- визначення ефективності різних способів обробки, що забезпечують зниження антипоживних властивостей і підвищення перетравності поживних речовин зерна бобових культур;

- вивчення оптимальних параметрів процесів пропарювання та екструдювання зерна бобових культур;
- розробка технологічної лінії переробки зерна бобових культур при виробництві комбікормів і кормових соєвих концентратів;
- дослідження стан охорони праці в ТОВ «Дніпросоя»;
- розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – процес теплової обробки зерна бобових культур, зв'язок з технологічними параметрами зерна та параметрами процесу.

Предмет дослідження – закономірності та взаємозв'язок технологічного процесу теплової обробки зерна бобових культур, вплив його на ефективність.

2 ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Методи визначення фізико-механічних властивостей і хімічного складу

Об'єктами досліджень були обрані зерна бобових культур, що вирощуються в Україні, а саме соя і горох.

Для характеристики фізико-механічних властивостей зерна бобових культур визначали розмір, масу 1000 насінин, натуру, кут природного укусу за загальноприйнятими методиками.

При виконанні досліджень використовували наступні прилади: літрова пурка ПХ-1, електронні ваги серії «556», електронний штангенциркуль ШЦЦ-1 0-125 0,01, масштабна лінійка, термометр ТЛ-2 лабораторний.

Визначення відносної вологості зерна відбувалося відповідно до ГОСТ 13496.5-92 [21]. Зерно сушилося протягом 60 хвилин у сушильній установці при температурі t , рівної 130 °С. Вологість W , %, визначалася у відсотках по формулі:

$$W = 100 \frac{m_1 - m_2}{m_1}, \quad (2.1)$$

де m_1 – маса зерна до висушування, кг;

m_2 – маса зерна після висушування, кг.

Для досягнення необхідної вологості зерна додавалася в нього вода. Необхідна кількість води обчислювалася за допомогою формули:

$$\Delta m_g = m \left(\frac{W_k - W_n}{100 - W_k} \right), \quad (2.2)$$

де m – маса зерна до зволоження, кг;

W_k – кінцева вологість (що задається), %;

W_n – початкова вологість (вихідна), %.

Зерно після зволоження перебувало в ексікаторі. Далі в ході дослідів воно зберігалося в герметизованих ексікаторах, що уможливило підтримувати необхідну вологість зерна постійною протягом усього ходу досліджень.

Об'ємна маса в, кг/м зерна визначалась за ГОСТ 28254-89. У досліді використовувалася пурка літрова ПХ-1 ГОСТ 7861-74 згідно з методикою, викладеною в ДГОСТ 28254-89 [22] (рис. 2.1), а результат обчислювався по формулі:

$$\gamma = \frac{G_3}{V_{II}}, \quad (2.3)$$

де γ – об'ємна маса зернофуражу, кг/м³;

G_3 – маса зернофуражу в пурці, кг;

V_{II} – обсяг пурки (він рівний 0,001 м³).



Рисунок 2.1 – Загальний вид літрової пурки ПХ-1

Плинність – здатність зерна переміщатися по похилій поверхні під дією своєї маси. Переміщення зерна в машинах, самопливом можливо лише завдяки плинності маси зерна. Такий показник, як плинність зерна визначається кутом природнього відкосу. Кут природнього відкосу – це складовий кут між діаметром

підстави й твірною конуса, що виходить при вільному падінні зернової маси на горизонтальну площину (рис. 2.2) [32]. Методика визначення кута природнього відкосу зерна проводилася відповідно до ГОСТ 28254-89 [22].

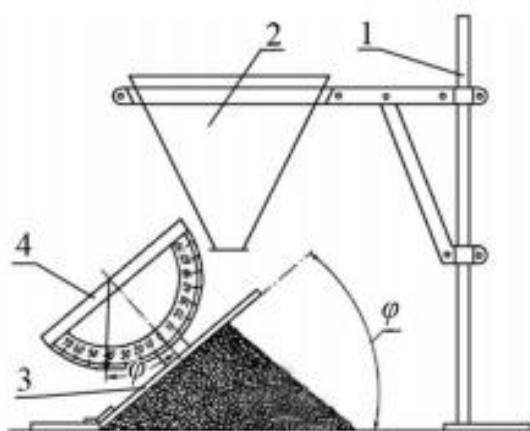


Рисунок 2.2 – Схема лабораторної установки для знаходження кута природнього відкосу.

1 – штатив установки; 2 – воронка; 3 – пластинка; 4 – транспортир зі стрілкою; φ – кут природнього відкосу.

При вивченні хімічного складу зерна бобових культур використовували стандартні методи. Вміст сирого протеїну визначали методом К'ельдаля по ГОСТ 13496.3; сирого жиру – методом Соксклета по ГОСТ 13496.15; клітковини – по ГОСТ 13496.2; золи – по ГОСТ 26226; крохмалю та цукрів – по ГОСТ 26176; кальцій – по ГОСТ 26570; фосфор – по ГОСТ 26657.

Для характеристики біологічної цінності зерна бобових культур визначали вміст розчинних фракцій білка – класичним методом за схемою Т.Б.Осборна; амінокислотний склад – на амінокислотному аналізаторі Т-339 після кислотного гідролізу бн соляною кислотою протягом 24 годин; триптофану – колориметрично; атакивання білків протеолітичними ферментами – методом А.А. Покровського і І.Д.Ертанова; атакиваність крохмалю амілолітичними ферментами – ензиматичним методом *in vitro*.

Виділення білкових фракцій здійснювали послідовно 6 – 8 кратною екстракцією дистильованою водою (водорозчинні білки); 1 молярним розчином

хлориду калію; 80 % розчином гідроксиду натрію після попереднього настоювання на кожному етапі екстракції при температурі + 4 °С протягом 20 годин.

Для колориметричного визначення триптофану проводили лужний гідроліз зразків в запаяних ампулах при температурі 110 °С протягом 14 годин. Як гідролізуючий агент використовували 2,2 нормальний розчин гідроксиду барію. Після нейтралізації гідролізату, осадження гідроокису барію і центрифугування додавали розчин парадіметіламінобензальдегіда і визначали оптичну щільність на фотоелектроколориметрі при зеленому світлофільтрі.

Основою методу А.А. Покровського і І.Д.Ертанова є ферментований гідроліз в умовах, при яких доступність атакваних пептидних зв'язків визначається факторами, пов'язаними з хімічним складом продукту. Гідроліз матеріалу проводили при температурі 37 – 38 °С і рН середовища 7,8 протягом чотирьох годин в присутності ферменту трипсину. По закінченню гідролізу визначали вміст азоту методом К'ельдаля.

При визначенні атакваного крохмалю, інкубацію проводили при температурі 35 °С і рН середовища 8,2 протягом двох годин. Як амілолітичні ферменти використовували ферментний препарат протосубтилін 10 Гз з активністю 2000 од. Активним початком препарату є фермент амілоглюкозидаза, або глюकोамілаза. Ступінь розщеплення крохмалю оцінювали за кількістю звільненої в результаті ферментолізу глюкози, кількість якої визначали за кольоровою реакцією з фенолом.

2.2 Методи визначення антипоживних і токсичних речовин

Для оцінки антипоживних факторів визначали: активність інгібіторів трипсину (ТІА) і хімотрипсину (ХІА) казеінолітичним методом Какейда в модифікації І.І. Бенкен; активність уреазы – стандартним методом по ГОСТ 13979.9; вміст танинів – методом Май-Баума-Кудревич; фітинової кислоти – за

методикою П.С.Попова. Для оцінки токсичних речовин визначали вміст ціаногенних глікозидів – меркуриметричним методом.

Казеїнолітичний метод визначення активності інгібіторів трипсину і хімотрипсину включає спектрофотометричне (при довжині хвилі $\lambda = 280$ нм) визначення продуктів розпаду казеїну, що утворилися при визначеній концентрації трипсину або хімотрипсину в присутності або відсутності інгібіторів, які добре екстрагуються боратним буфером. Роботу по визначенню ТІА і ХІА вели в області лінійної залежності адсорбції від концентрації ферменту в пробі, для чого спочатку будували стандартну криву, використовуючи різні концентрації робочого розчину ферменту від 0,3 до 0,9 мл в 1 мл боратного буфера ($\text{pH} = 7,6$). На кривій залежності оптичної щільності від концентрації ферменту визначали лінійний ділянку, яка для застосовуваного ферментного препарату трипсину лежала в області концентрації 0,4 – 0,6 мл/мл, хімотрипсину – 0,3 – 0,6 мл/мл.

Далі, виходячи з того, що у насіння різних видів рослин характер інгібування трипсину і хімотрипсину неоднаковий, визначення антитрипсинової і антихімотрипсинової активності проводили при різного ступеня гальмуванні. Для цього будували криву пригнічення трипсину і хімотрипсину різними кількостями екстракту матеріалу, за допомогою якої установлюють межі тієї області гальмування, де спостерігалася лінійна залежність між зменшенням активності ферментів і кількістю доданого екстракту.

Як ферменти використовували кристалічний трипсин і хімотрипсин з підшлункової залози великої рогатої худоби.

Метод визначення танинів заснований на здатності розчину сечовини повністю витягувати дубильні речовини з тонкоподрібненого повножирного насіння. Концентрацію танинів визначали за інтенсивністю забарвлення екстракту насіння реактивною сумішшю колориметрично. Розрахунок вели по калібровочній кривій, побудованій з водних розчинів пірокатехина, що дає з реактивною сумішшю зелене забарвлення.

Метод визначення фітину (солей інозитфосфорної кислоти) заснований на витяганні його соляною кислотою з подальшим осадженням хлорним залізом, який відокремлюється центрифугуванням. Фосфор фітину визначали після мокрого озолення осаду колориметрично. Калібрувальну криву будували по розчинах однозамещеного фосфорнокислого калію. Кількість фосфору, знайдена по калібрувальній кривій, множили на коефіцієнт перерахунку в інозитфосфорну кислоту.

Сутність вагового методу визначення алкалоїдів Маха-Ледерлея полягає у тому, що алкалоїди у вигляді солей органічних кислот витягуються ефірхлороформною сумішшю в присутності луку шляхом настоювання. Потім алкалоїди переводили в солі мінеральних кислот, добре розчинні в воді з'єднання, і визначали алкалоїди по різниці між масою осаду до і після прожарювання, яку ведуть до постійної маси.

2.3 Методика дослідження ефективності обробки зерна бобових культур

При дослідженні впливу різних способів обробки на кормову цінність зерна бобових культур визначали найбільш ефективний. В якості критеріїв для оцінки ефективності обрано такі показники: активність інгібіторів трипсину (ТІА) і хімотрипсину (ХІА); активність уреаз; розчинність білка у воді або лузі; атакування білка протеолітичними ферментами; атакування крохмалю амілолітичними ферментами. З огляду на те, що соя відрізняється від інших розглянутих бобових культур біохімічними властивостями, рівнем вмісту антипоживних речовин, вимогами до підготовки, дослідження вели паралельно для сої та гороху.

Зерно гороху сої обробляли методами пропарювання і екструдювання, тобто існуючими в комбікормовій промисловості. Якість обробки оцінювали по зниженню ТІА і ХІА; індексом розчинності білка у воді, атакуванню білка протеолітичними ферментами і атакуванню крохмалю амілолітичними

ферментами. Потім проводили дослідження процесу з метою встановлення раціональних режимів.

Дослідження кінетики інактивації антипоживних речовин зерна сої та гороху і зміни поживних речовин в залежності від температури і тривалості обробки проводили на лабораторно-стендових установках. При проведенні досліджень величини досліджуваних факторів змінювали в наступних межах: температуру – від 60 до 150 °С; тривалість обробки – від 3 до 30 хвилин. У відібраних зразках обробленого зерна визначали активність інгібіторів трипсину і хімотрипсину, вміст алкалоїдів, розчинні фракції білка, атакування білків протеолітичними ферментами по вище наведеним методикам.

Крім того, вивчали вплив на поживні і антипоживні якості зерна бобових культур хімічних реагентів і біологічних факторів.

2.4 Опис експериментальних установок

Для проведення експериментальних досліджень було розроблено і виготовлено лабораторно-стендову установку для обробки зерна бобових культур методами пропарювання і екструдювання.

Установка для обробки зерна бобових культур методом екструзії обладнана на базі екструдера ЕЗ-210М (рис. 2.3). У шнеку екструдера передбачено застосування шайб різного діаметру – 117,5 і 120 мм. Екструдер додатково обладнаний пропарювачем.

Обробка зерна бобових велася як із застосуванням пропарювача, так і без нього. Регулювання вологості продукту здійснювалося зміною подачі пари, температури – шляхом перекриття вихідних отворів головки екструдера і кількістю продукту, що подається в екструдер. Для охолодження екструдата використовувалася пневмосистема.

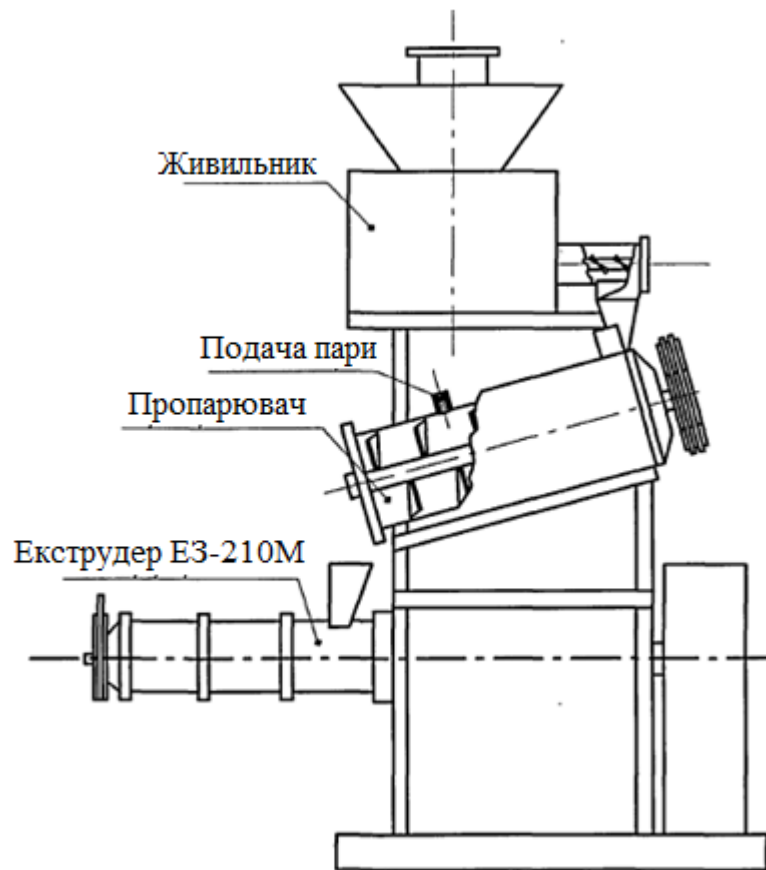


Рисунок 2.3 – Схема екструдера ЕЗ-210М обладнаного пропарювачем

Екструдуванню піддавали попередньо подрібнене зерно гороху та сої. При пропарюванні температуру зерна змінювали від 70 до 90 °С за рахунок дозованої подачі пари. Температуру екструдування підтримували в межах 100 – 120 °С із застосуванням пропарювання; 110 – 150 °С – без пропарювання.

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи було розглянуто методики та методи проведення експериментальних досліджень, а також приведено схеми та опис обладнання, що було використано для проведення досліджень.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Визначення фізико-механічних властивостей і хімічного складу зерна бобових культур

Фізико-механічні властивості насіння бобових культур, зокрема сої та гороху оцінювали за наступними показниками, як: лінійні розміри, середній обсяг, площа зовнішньої поверхні, сферичність, кут природного укусу, маса 1000 насінин, натура або об'ємна маса. Лінійні розміри і форма зерна визначають не тільки щільність укладання його при формуванні шару і особливості переміщення при транспортуванні, але і мають важливе значення для процесів перенесення тепла, вологи, особливо при гідротермічної обробці.

Насіння бобових культур мають округлу форму, про що свідчать лінійні розміри (табл. 3.1) і значення коефіцієнта сферичності, розрахованого нами за формулами, наведеними Г.А. Егоровим ін. (1984). Середній об'єм насіння бобів гороху та сої варіює від 45,5 мм³ до 396,3 мм³ у бобів кормових і в порівнянні з середнім об'ємом зерна пшениці, рівним 18,0 – 18,6 мм³ (Попов Н.Я.), в 2,5 – 22 рази більше. Лінійні розміри насіння бобових культур змінюються в досить широких межах, що істотно впливає на вирівняність зернової маси по крупності і може викликати певні труднощі при виборі оптимальних режимів теплової і вологотеплової обробки.

Питома зовнішня поверхня у дрібного зерна більш розвинена, ніж у великого. Так, на одиницю об'єму зерна гороху відводиться – 0,74 – 0,90 мм², бобів сої – 0,65 мм². Тому дрібне зерно має швидше зволожуватися і прогріватися, а волога в ньому швидше розподіляється. Зі збільшенням ширини і товщини зерна зростає його сферичність. Так, коефіцієнт сферичності бобів сої дорівнює 0,88; гороху – 0,95 – 0,97. Сферична форма зерна бобових культур обумовлює його задовільну сипкість (кут природного укусу дорівнює 25 – 35 °). Зі збільшенням розмірів насіння і зниженням сферичності відмічено збільшення кута природного укусу, тобто часткового погіршення сипучості насіння.

Таблиця 3.1 – Фізико-механічні властивості зерна бобових культур

Вид зерна	Вологість, %	Геометричний розмір насіння, мм			Об'єм насіння, мм ³	Площа зовнішньої поверхні, мм ²	Коефіцієнт сферичності	Кут природного укусу, град.	Маса 1000 зерен, г	Натура (об'ємна маса), г/л
		довжина	ширина	товщина						
Горох	13,0 – 13,3	6,9 – 7,3	6,0 – 6,3	5,8 – 6,0	145,4	129,0	0,96	27 – 30	250 – 270	760 – 770
Соя	12,9 – 13,4	8,5 – 12,9	7,7 – 9,0	6,6 – 8,1	396,3	257,0	0,88	30 – 35	460 – 500	790 – 800

Натура, або об'ємна маса, зерна залежить від багатьох факторів: сферичності, крупності, щільності, стану поверхні зерен, наявності домішок в зерновій масі, їх види, а також вологості зерна. Натура грає важливу роль в годівлі сільськогосподарських тварин і птиці. Проведеними в США дослідженнями щодо доцільності згодовування партій зерна, що відрізняється по натурі, різних видів тварин встановлено наступне. Зерно з об'ємною масою 580 – 650 кг/м³, як правило, містить на 10 % менше перетравності енергії, ніж нормальне. На зростання свиней об'ємна маса зерна не впливає, якщо вона не нижче 650 кг/м³.

Натура насіння досліджуваних культур, як показали результати визначення, перевищує умовну нижню межу і становить 760 – 770 кг/м³ у насіння гороху, 790 – 800 кг/м³ у насіння бобів сої.

За хімічним складом і кормової цінності насіння бобових культур найбільш близькі кормам тваринного походження – рибного борошна, а також сухого знежиреного молока. Порівняльний аналіз зерна гороху та сої показав, що

найбільш високим вмістом сирого протеїну характеризується зерно сої (31,3 – 32,7 %), а горох (21,9 – 26,7 %, табл. 3.2).

Соя, на відміну від інших бобових культур, має в своєму складі більшу кількість жиру (18,2 – 22,4 %).

Таблиця 3.2 – Хімічний склад зерна бобових культур, %

Вид зерна	Сирий протеїн	Сирий жир	Сира клітковина	МЕВ	Сира зола	Фосфор	Кальцій	Крохмаль	Загальні цукри
Горох	25,2 – 25,8	2,0– 2,5	4,1– 4,6	54,3– 56,4	2,6– 2,9	0,29– 0,35	0,11– 0,12	43,8– 44,1	7,4– 7,6
Соя	31,3– 32,7	18,2– 18,6	6,3– 6,9	42,5– 45,5	2,6– 2,8	0,45– 0,50	0,10– 0,11	36,0– 38,2	4,7– 5,5

Клітковина сконцентрована в насінневих оболонках зерна, тому для підвищення енергетичної цінності продукту можливе застосування лущення зерна перед згодовуванням.

Крім того, на відміну від ячменю, незрощені з ядром насінневі оболонки зерна бобових культур, можна максимально відокремити шляхом обробки насіння сухим насиченим паром з наступним охолодженням і дробленням на однопарному вальцювому верстаті.

Зерно гороху та сої характеризується високим вмістом крохмалю. Вміст крохмалю в зерні цих культур становить 38,2 – 46,8. Деякі дослідники (Clayton Gill, 1990) вважають негативним співвідношення між протеїном і крохмалем в зерні гороху та сої і пов'язують з ним велику мінливість обох компонентів при різних способах обробки зерна.

Найсолодшими з досліджуваних бобових культур є горох, що містить 7,4 – 7,8 % цукрів. Згідно з літературними джерелами, домінуючими цукрами в зерні бобових культур є сахароза, стахіоза, рафіноза. Висока концентрація низькомолекулярних цукрів може стати причиною низької засвоюваності, так як в тонкій кишці тварин не міститься необхідних ферментів, що розщеплюють олігосахариди, наприклад, рафінозу. Крім цього, енергетична цінність олігосахаридів нижче, ніж сахарози, так як вони адсорбуються в товстій кишці і піддаються дії мікроорганізмів.

3.2 Визначення впливу антиживильних і токсичних речовин зерна бобових культур на їх якість

Зерно бобових культур володіє трипсинінгібіторною активністю (ТІА) та хімотрипсинінгібіторною активністю (ХІА) в більшій чи меншій мірі (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Активність інгібіторів протеїназ зерна бобових культур

Вид зерна	ТІА, мг/г	ХІА, мг/г
Горох	1,24 ± 0,30	1,66 ± 0,51
Соя	34,65 ± 0,50	9,16 ± 0,50

Зерно гороху по загальній антипротеолітичній активності можна віднести до зерна із середнім рівнем активності (понад 3 до 9 мг/г). Для гороху сумарна активність інгібіторів трипсину і хімотрипсину коливається в межах від 2,90 ± 0,40 до 5,90 ± 0,40 мг / г.

Антипротеолітична активність насіння сої на порядок вище зерна гороху. Так, трипсинінгібіторна активність сої склала 27,72 – 34,65 мг/г, хімотрипсинінгібіторна активність – 8,25 – 9,16 мг/г. За сумарною інгібіторною активності соя відноситься до зерна з високим рівнем активності (понад 9 мг/г). У сої переважає трипсинінгібіторна активність, причому співвідношення ТІА/ХІА набагато більше і становить 3,36 – 3,78.

Іншим чинником, що знижує розщеплюваність білків зерна в харчовому тракті тварин, є таніни, виявлені в насінні гороху. При значному вмісті вони можуть утворювати з білками недоступні ферментативному розщепленню комплекси за рахунок взаємодії фенольних груп танінів і активних центрів білкових амінокислот. У зерні гороху їх вміст склав 0,28 – 1,56 % (табл. 3.4).

Результати, представлені в таблиці 3.4, свідчать про те, що у дослідженому зерні бобових культур присутня фітинова кислота, вміст якої коливається від 1,07 до 1,62 %.

Таблиця 3.4 – Антипоживні і токсичні речовини зерна бобових культур

Вид зерна	Таніни, %	Фітинова кислота, %	Алкалоїди, %
Горох	0,28 ± 0,08	1,23 ± 0,19	-
Соя	0,64 ± 0,05	1,24 ± 0,18	-

Таким чином, соя за змістом антиживильних речовин (ТІА і ХІА) на порядок перевершує горох. Її використання в складі комбікормів в сирому вигляді недоцільне з огляду на низьку перетравність протеїну. Застосування зерна гороху в годівлі сільськогосподарських тварин і птиці обмежується антипоживними і токсичними речовинами. Однак найбільшу кількість антиживильних речовин може бути інактивовано при відповідній обробці зерна.

3.3 Визначення ефективності інактивації антиживильних речовин бобів сої при обробці в екструдері

Слід зазначити, що містяться в зерні бобових культур біологічно активні речовини антиживильного спрямування головним чином представлені речовинами білкової природи. Тому їх природа схильна до змін при температурному, хімічному, біологічному та інших видах впливу. У той же час, як показали результати досліджень, зерно гороху за хімічним складом і рівнем антиживильних чинників відноситься до крохмалистого зерна. Тому існуючі в комбікормовому виробництві способи теплової обробки зерна, такі як

гранулювання, плющення, екструдуювання, можуть бути застосовні для інактивациі антиживильних речовин зерна бобових культур. Перед обробкою у відповідному обладнанні зерно піддається пропарюванню або кондиціонуванню, в результаті якого воно нагрівається і зволожується. Ступінь нагріву і зволоження зерна залежить від параметрів і кількості пара, тривалості процесу, стану та фізичних характеристик зерна. Крім того, в літературних джерелах відсутні відомості про існуючі способи обробки зерна гороху, але є інформація про деякі способи обробки сої. Однак в опублікованому матеріалі відсутній єдиний підхід в оцінці якості обробки сої. Тому не представляється можливим проведення порівняння пропонуванних або реалізованих способів обробки сої за літературними джерелами. За кордоном для оцінки якості обробки соєвих продуктів використовується показник активності інгібітора трипсину, активності уреазі і індекс дисперсності або розчинності протеїну. Для всіх цих показників визначено оптимальні межі варіювання значень, що характеризують ступінь обробки і якість готового продукту.

Виходячи з вище викладеного, були досліджені показники якості сої, оброблюваної відомими способами, і проведені дослідження по обробці зерна гороху способом екструдуювання з метою інактивациі антиживильних речовин і поліпшення перетравності поживних речовин.

При екструдуюванні, поряд з термічною обробкою матеріалу, відбувається механохімічне деформування продукту під тиском в голівці екструдера і «вибух» під час розрідження на виході з неї. В результаті такої комплексної обробки можливі «розтягування» волокнистої структури рослинного матеріалу і термічна денатурація протеїну, в результаті яких відбувається переорієнтація білкових молекул у просторі, перерозподіл і утворення нових зв'язків, вивільнення білків з клітинних структур. Все це сприяє поліпшенню розщеплення білків травними ферментами.

Екструдуювання зерна бобових культур проводили на екструдері ЕЗ-210М, з пропарюванням попередньо подрібненого зерна і без нього.

У дослідях з пропарюванням тиск пари, що надходить був в межах 0,20 – 0,25 МПа. За рахунок обробки паром температура зерна підвищувалася до 72 – 90 °С, вологість зростала до 15,7 – 18,0 %. Пропарені продукти надходили в шнек екструдера, в якому були встановлені шайби діаметром 129 і 130 мм.

У дослідях без пропарювання початкова вологість зерна становила 11,9 – 13,3 %, температура – 15 – 20 °С. Під дією сил тиску і тертя в корпусі шнека екструдера температура продуктів зростала до 110 – 130 °С. Більше підвищення температури продукту на даній конструкції екструдера досягти не представлялося можливим (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Технологічні режими обробки зерна бобових культур при екструдюванні

Вид зерна	Тиск пари, МПа	Витрата пара, кг/т	Температура пропареного зерна, °С	Вологість пропареного зерна, %	Продуктивність екструдер, кг/год.	Температура екструдата, °С	Вологість екструдата, %
Екструдювання з попередніми пропарюванням							
Горох	0,20	50	72	17,1	410	110	11,4
Соя	0,22	50	90	15,7	330	110	13,5
Екструдювання сухе							
Горох	-	-	-	-	360	110	9,3
Соя	-	-	-	-	360	130	7,2

За органолептичними показниками готовий продукт мав спучену структуру, особливо без застосування попереднього пропарювання. Вологість його в дослідях без пропарювання дорівнювала 6,7 – 9,3 %. При екструдюванні з пропарюванням – 13,5 %.

Аналіз поживної цінності (табл. 3.6) показав, що екструдювання цілком закономірно забезпечує зниження вмісту антиживильних речовин. Крім того, переробка зерна в екструдерах з пропарюванням більш ефективна як по техніко-економічними показниками, так і за якістю готового продукту.

Таблиця 3.6 – Показники якості екструдованого зерна бобових культур

Вид зерна, сорт	Атакованість білка трипсином, мг/г	Атакованість крохмля амілоглюкозидазой, мг/г	ТІА, мг/г	ХІА, мг/г	Фітінова кислота, %
Необроблене зерно					
Горох	105,8	102,0	1,24	1,66	1,23
Соя	92,7	73,9	1,67	1,08	1,24
Екструдування з пропарюванням					
Горох	102,8	324,2	0,23	0,36	0,66
Соя	102,2	392,3	0,25	0,13	0,74
Екструдування сухе					
Горох	76,4	447,6	0,24	0,27	0,78
Соя	73,0	450,6	0,11	0,03	0,83

Так, при обробці зерна в екструдері без пропарювача активність інгібіторів трипсину і хімотрипсину знизилася, відповідно з 1,62 – 2,48 мг/г до 0,11 – 0,37 мг/г% і з 1,08 – 3,63 мг/г до 0,03 – 0,33 мг/г.

Поряд з інактивацією інгібіторів відзначається тенденція до зниження атакує мості білків трипсином з 86,4 – 113,5 мг/г до 73,2 – 110,1 мг/г, не дивлячись на короткочасність впливу високих температур. Атакуємість крохмалю амілоглюкозидазою, навпаки, зросла з 70,3 – 107,7 мг/г до 395,3 – 487,1 мг/г, або більш ніж в 4 – 5 разів. Вміст фітінової кислоти у всіх досліджуваних бобових культур знизилося до 0,68 – 0,83 %.

При застосуванні пропарювача атакуємість крохмалю амілоглюкозидазою зросла до 261,7 – 392,3 мг/г, атакуємість білків трипсином підвищилася до 98,0 – 121,4 мг/г, активність інгібіторів трипсину і хімотрипсину знизилась, відповідно до 0,23 – 0,56 мг/г і 0,13 – 0,61 мг/г. Зміна вмісту фітінової кислоти було в тих же межах, що і при екструдуванні без пропарювання.

Таким чином, проведені дослідження показали, що при екструдуванні зерна бобових культур за рахунок впливу більш високих температур (110 – 130 °С) перетравність крохмалю, а також смакові якості продуктів підвищуються, про що відзначається тенденція до зниження атакування білків протеиназами. Пропарювання зерна перед екструдуванням призводить до зменшення

температури в екструдері, а отже, знімає негативний вплив високих температур на перетравність білків. Зміна антиживильних факторів знаходиться в тих же межах, що і при екструдюванні без пропарювання.

Зіставлення досліджених способів теплової обробки зерна бобових культур з точки зору найбільш повної інактивації антиживильних і поліпшення перетравності поживних речовин дозволяє зробити висновок, що найбільш ефективним способом є екструдювання з пропарюванням. В результаті такої обробки досягається оптимальне зниження активності інгібітора трипсину (на 79,6 – 89,1 %) і хімотрипсину (на 76,8 – 90,8 %) для всіх оброблюваних зернобобових культур. У той же час помітне значне підвищення атакуюння крохмалю дії амілоглюкозидози (на 244,1 – 692,9 %) і відсутність негативного впливу високих температур на якість білка, що оцінюється ступенем атакуюння його трипсином, яка підвищилася на 1,8 – 10,2 %.

3.4 Визначення раціональних режимів обробки зерна бобових культур

Попередні дослідження показали, що найбільш ефективним способом обробки зерна бобових культур, що забезпечує інактивацію антипоживних речовин, є екструдювання. Умовами дослідження було передбачено екструдювати зерно гороху та сої з попередніми пропарюванням з метою зволоження зерна та зниження температури обробки за рахунок зменшення сил тертя. Відповідно до цього були досліджені режими пропарювання і екструдювання досліджуваних бобових культур.

3.4.1 Дослідження процесу пропарювання зерна гороху та сої

При обробці зерна парою відбувається його зволоження і нагрів. Зволожувати зерно необхідно перед екструдюванням для додання йому пластичності з метою зменшення сили тертя продукту, а отже, і температури обробки. Механізм зволоження зерна полягає в сорбції вологи на поверхню зернівки і подальшим її перенесенням з поверхні всередину зернівки. Питання

міграції вологи в зерно вивчалися багатьма дослідниками, якими встановлено, що при зволоженні зерна парою волога в зернівку проникає рівномірно по всій поверхні. На першій стадії процесу, коли температура зерна низька, відбувається конденсація пари, потім спостерігається дифузійне проникнення вологи всередину. У нерухомому паровому середовищі зволоження зерна не значне. Для підвищення інтенсивності процесу необхідно збільшувати швидкість подачі пари або її кількість.

Динаміка вологості зерна бобових культур в процесі пропарювання представлена на рис 3.1.

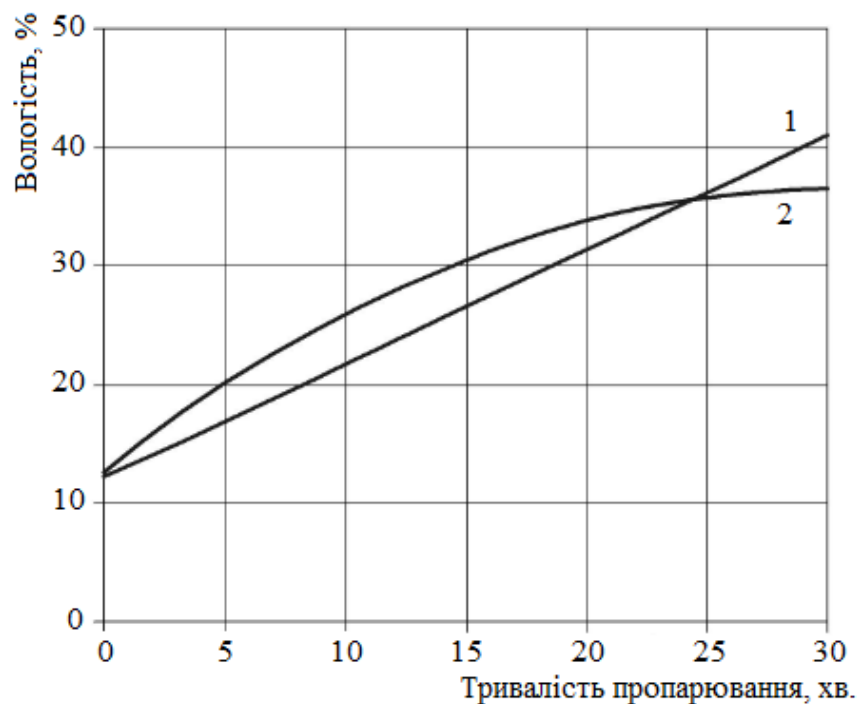


Рисунок 3.1 – Криві зволоження зерна бобових культур в процесі пропарювання
1 – зерно гороху; 2 – насіння сої

Вологість зерна через 5 хв пропарювання насиченою парою тиском 0,20 – 0,25 МПа при витраті 60 – 75 кг/т досягала 17,5 – 18,3 %; 10 хв – 21,1 – 28,3 %; 20 хв – 29,2 – 34,0 %; 30 хв – 40,0 – 41,5 %. Слід відмітити різке зниження інтенсивності вологопоглинання насінням сої уже через 20 хвилин пропарювання. Що стосується насіння гороху то і через 30 хвилин пропарювання швидкість поглинання вологи ними практично не змінилася, і в цьому часовому інтервалі залежність ступеня зволоження від тривалості пропарювання носить лінійний

характер. В результаті обробки зерна парою його температура підвищилася до 90 – 95 °С. Причому таких значень температура сої та гороху досягла вже через 5 хвилин пропарювання.

Інгібітори трипсину і хімотрипсину нестійкі в термічних умовах, в результаті впливу на зерно тепла і вологи досягається їх часткова інактивація. Ефективність інактивації тісно пов'язана з тривалістю процесу і вихідної активністю інгібіторів необробленого зерна (рис. 3.2).

При вологотепловій обробці цього зерна після двадцять хвилин нагрівання парою відзначається повна інактивація інгібіторів трипсину і хімотрипсину. При цьому зерно мало вологість 31,4 %, температуру 95 °С. За такий же час нагрівання активність інгібіторів трипсину бобів кормових знизилася більш ніж на 80 %. Згідно з існуючими вимогами обробка вважається достатньою, якщо вдалося знизити активність інгібіторів трипсину на 80%.

Отже, вже на стадії пропарювання можна домогтися позитивного результату інактивації антиживильних речовин. За результатами проведених дослідів відмічено зниження розчинності білка всіх зернобобових культур (рис. 3.3). Встановлено, що зниження розчинності білку, викликане зміною структурних і біохімічних властивостей білкової молекули, що залежить від тривалості пропарювання.

Визначення атакуювання білка протеолітичними ферментами (рис. 3.3) показало, що обробка парою протягом 20 хвилин не призводить до розпаду білка, незважаючи на втрату ним розчинності. Можна припустити, що в процесі вологотеплової обробки зерна присутній в ньому крохмаль піддається модифікації, і протеїн фізично зв'язується з матрицею модифікованого крохмалю, переходячи в не розчинний у воді стан. Протеїн наче «захищається» крохмалем. Однак, травні ферменти легко розчиняють матрицю крохмалю, вивільняючи білок. На першій стадії пропарювання (протягом 10 хвилин) відзначається зростання атакуювання білків протеолітичними ферментами, а потім зниження. Зміни атакуювання білка протеолітичними ферментами також залежать від тривалості пропарювання.

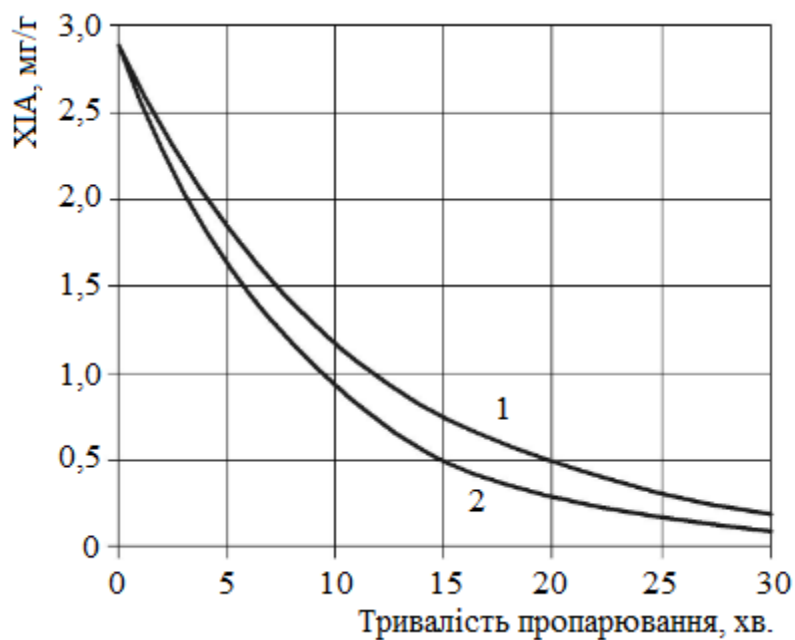
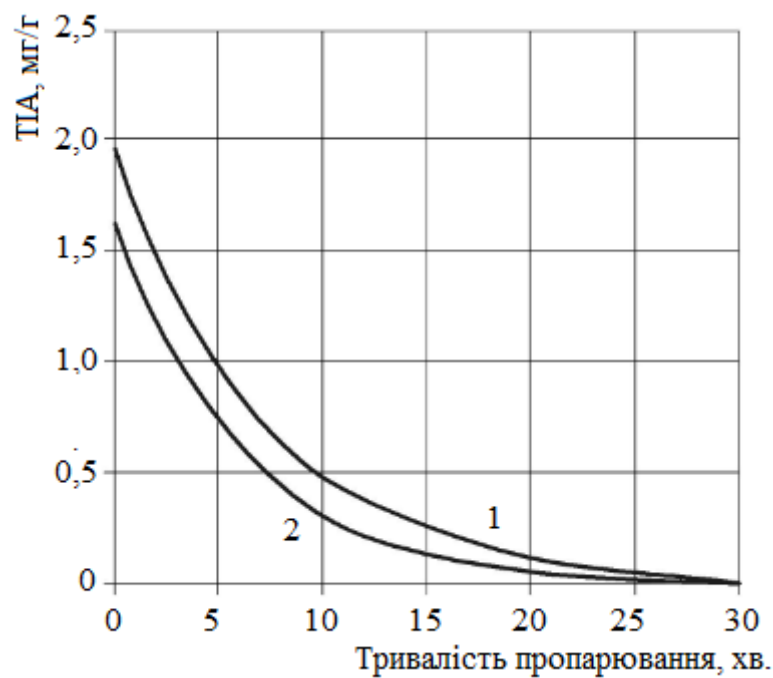


Рисунок 3.2 – Залежність активності інгібітора трипсину (ТІА) і хімотрипсину (ХІА) від тривалості пропарювання
1 – зерно гороху; 2 – насіння сої.

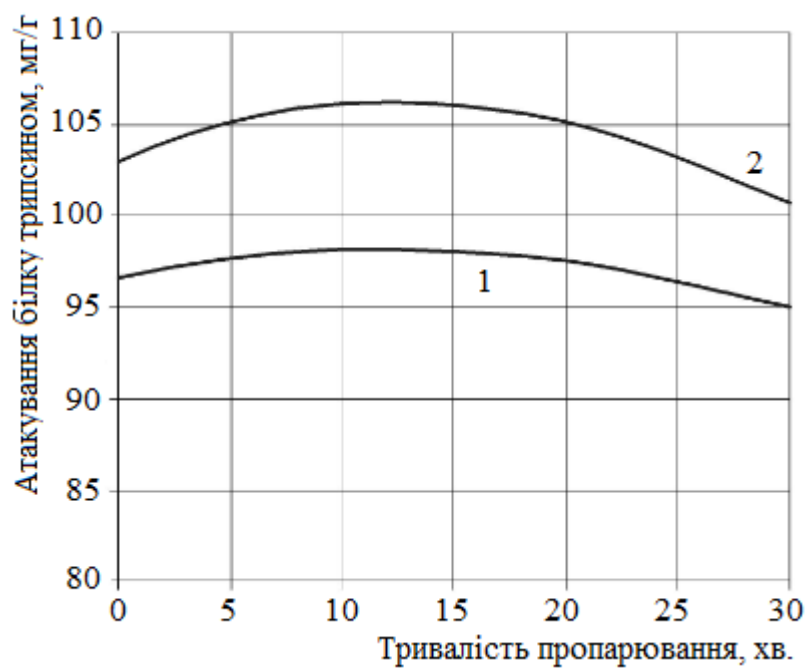
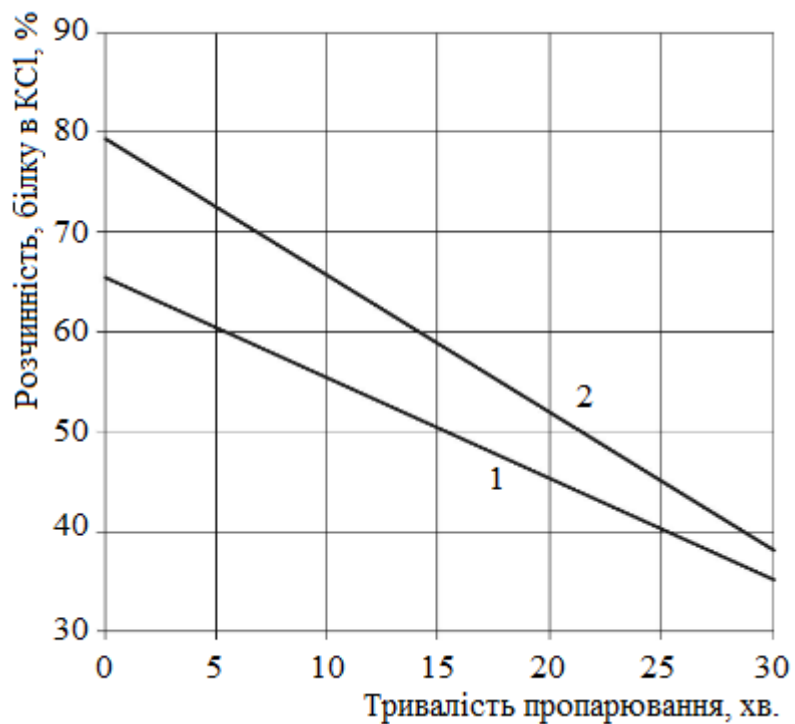


Рисунок 3.3 – Залежність якості білка бобових культур від тривалості пропарювання

1 – зерно гороху; 2 – насіння сої.

3.4.2 Вивчення впливу температури зерна на антипоживні речовини і якість білка гороху та сої

Результат термічної обробки визначають кінцева температура і час, які тісно пов'язані між собою, так як більш тривалий період обробки призводить до більш високої температури оброблюваного продукту. При екструдванні продукт піддається короткочасному високотемпературному впливу. Якщо зерно попередньо зволожується, то його температура при обробці в екструдері залишається на більш низькому рівні завдяки випаровуванню вологи. Надмірна термічна обробка зерна бобових культур призводить до втрати розчинності білка. В цьому випадку причина полягає не у фізичному зв'язуванні протеїну з матрицею модифікованого крохмалю, а в агломерації протеїну з утворенням хімічних поперечних зв'язків, які не можуть гідролізувати ендогенними ферментами. Для більшості термічно оброблених компонентів, в тому числі зерна бобових культур, ефективна нижня межа розчинності білка у воді, яка на сьогодні не відома.

На даному етапі роботи визначали вплив температури при екструдванні на якість білка і активність інгібіторів трипсину і хімотрипсина зерна бобових культур. Екструдванню піддавали зерно гороху та сої, яке попередньо пропарюють, і тоді температура в голівці екструдера досягала 100, 110 і 120 °С; або тільки подрібнювали, і тоді температура в голівці екструдера досягала 130 і 140 °С. Вологість пропареного продукту становила 17,5 – 18,0 %; подрібненого – 10,5 – 11,0 %.

У порівнянні з пропарюванням термічна обробка надає більший вплив на зерно бобових культур. Навіть мінімальне підвищення температури істотно впливає, в тому числі на структуру і біохімію білка. При термічній обробці відзначається різка інактивація інгібіторів трипсину і хімотрипсину, що мають білкову природу (рис. 3.4).

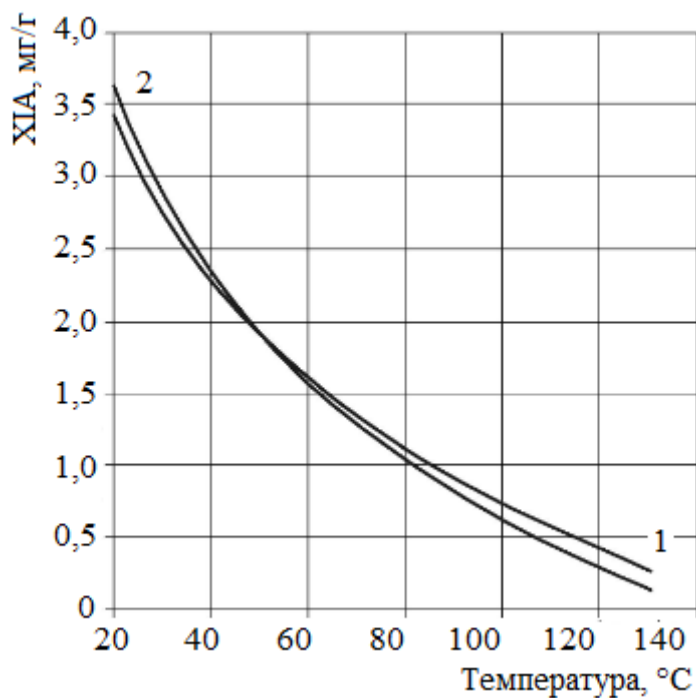
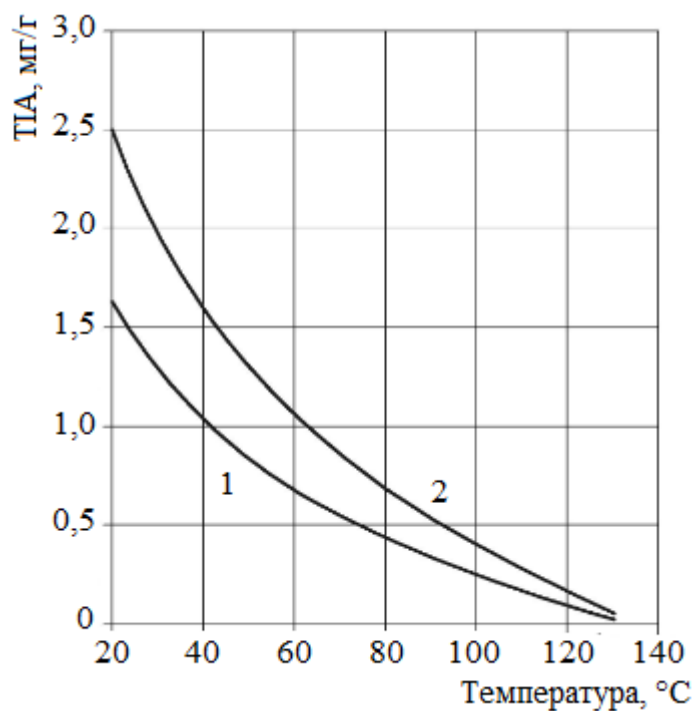


Рисунок 3.4 – Залежність активності інгібітора трипсину (ТІА) і хімотрипсину (ХІА) від температури нагріву зерна
1 – зерно гороху; 2 – насіння сої.

Зі збільшенням температури до 140 °С спостерігається різке зниження розчинності білка (рис. 3.5).

При температурі 120 °С вже відзначається незначне зниження атакування протеїну трипсином (рис. 3.5).

Дослідженнями встановлено, що температура нагріву надає більш істотний вплив на інгібіторну активність, так і на якість білка. Саме незначне підвищення або пониження температур може привести до неефективної інактивації, що в свою чергу пригнічує або навіть руйнує поживні речовини.

Як показали попередні дослідження, попереднє пропарювання зерна бобових культур не тільки підвищує ефективність роботи екструдера, а й сприяє поліпшенню якості обробленого продукту. Для обґрунтування раціональних режимів екструдювання з пропарюванням проведена серія дослідів, в яких обробці піддавали ціле зерно гороху та сої при різній витраті пари (табл. 3.7). Зміною витрати пара досягали різного ступеня зволоження зерна. У Пропарювачі зерно нагрівалось до температури 70 – 90 °С. Витрата пари в досліджуваних межах не надавало істотного впливу на температуру пропареної суміші, але помітно вплинуло на вологість, яка збільшилася в процесі пропарювання з 11,9 – 13,4 % до 15,4 – 20,0 %. Вологість екструдованого продукту після охолодження перебувала в межах від 10,2 до 14,7 %. Температура продукту на виході з екструдера коливалася в межах від 100 до 132 °С при витраті пари 45 – 65 кг/т і продуктивності екструдера 340 – 450 кг/год. Відзначено підвищення стійкості процесу екструдювання з попередніми пропарюванням. Екструдер працював без коливань по навантаженню.

При витраті пари понад 60 кг/т, вологість кінцевого продукту була 13,8 – 14,8 %. При більш високій вологості пропареної суміші відзначено підвищення продуктивності екструдера. Однак, кінцевий продукт, отриманий з такої пропареної суміші, за органолептичними показниками не були досить високої якості.

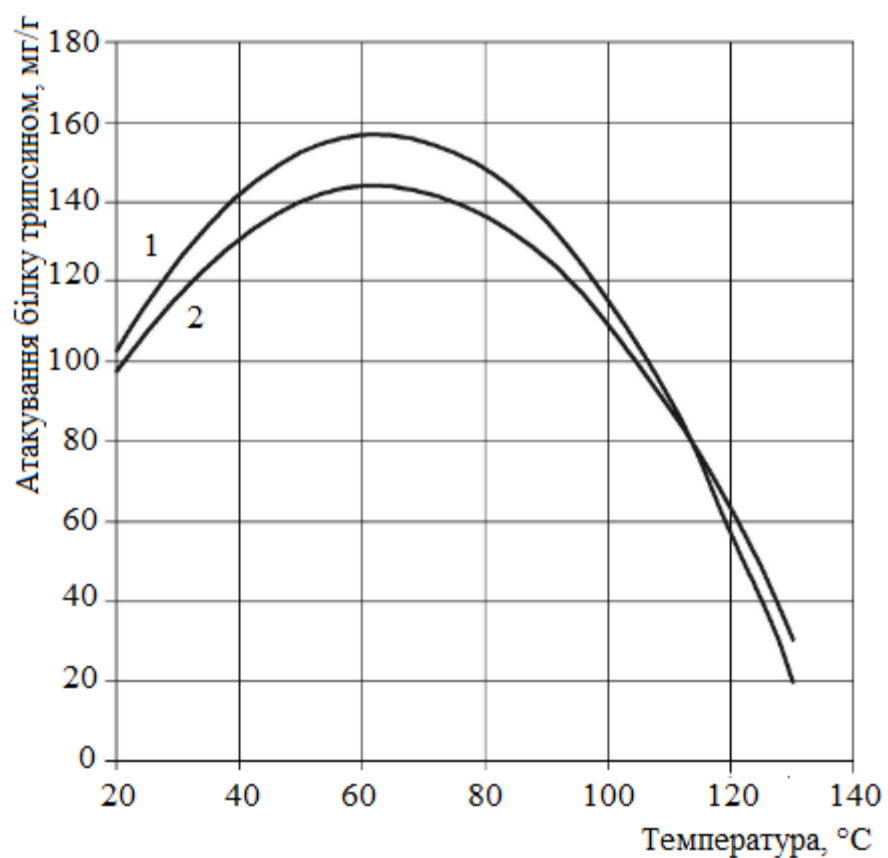
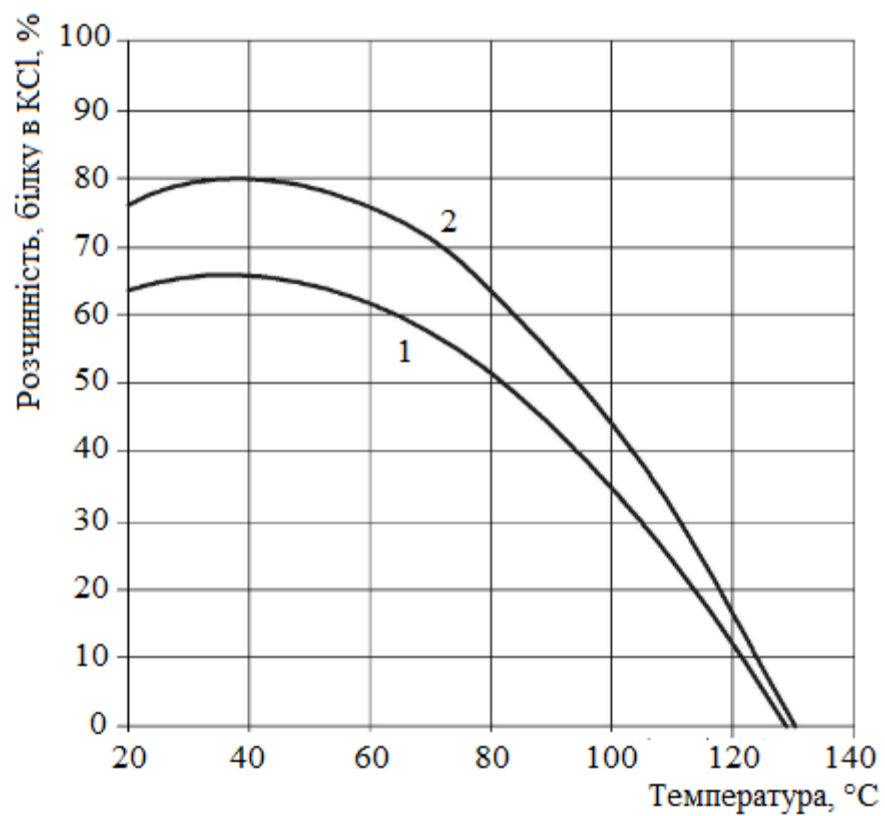


Рисунок 3.5 – Залежність якості білка від температури нагріву зерна бобових культур

1 – зерно гороху; 2 – насіння сої.

Таблиця 3.7 – Технологічні режими обробки зерна бобових культур при екструдванні з попередніми пропарюванням

Вид зерна	Витрати пари, кг/т	Тиск пари, МПа	Вологість пропареного зерна, %	Температура пропареного зерна, °С	Вологість екструдата, %	Температура екструдату, °С	Продуктивність екструдера, кг/год.	Питома витрата електроенергії, кВт год/т	Атакуємість білка трипсином, мг/г	Атакуємість крохмалю амілоглюкозидазою, мг/г	ТІА, мг/г	ХІА, мг/г
Горох									96,6	105,4	2,48	3,42
	45	0,18	15,7	70	10,2	120	380	105,3	93,8	447,9	0,24	0,30
	50	0,20	17,1	74	11,4	110	400	100,0	101,5	421,4	0,30	0,37
	55	0,20	17,4	74	11,5	110	410	97,5	98,6	415,8	0,32	0,43
	60	0,22	19,2	75	14,0	105	450	88,9	95,9	369,1	0,47	0,87
Соя									102,9	70,3	1,62	3,61
	45	0,18	15,4	85.	10,5	132	340	117,6	89,4	390,4	0,18	0,24-
	50	0,20	17,6	90	11,5	125	370	108,1	109,0	367,2	0,27	0,27
	55	0,22	18,0	90	12,0	120	370	108,1	103,8	340,0	0,37	0,40
	65	0,24	20,0	90	14,8	105	430	93,0	95,7	301,2	0,51	0,98

Кращі показники якості були отримані при режимі: витрата пари 50 – 55 кг т; вологість пропареної суміші 16 – 18 %; температура продукту в екструдері 110 – 120 °С; продуктивність екструдера 350 – 400 кг/год. Продукт був спученим і однорідним за структурою. Крім цього отримані найкращі результати за ступенем інактивації антипоживних речовин, атакуювання білків і крохмалю гідролітичеськими ферментами.

На підставі результатів досліджень можна рекомендувати дотримуватися режимів екструдування з попередніми пропарюванням зерна бобових культур: витрата пара 50 – 55 кг/т; тиск пари 0,18 – 0,30 МПа; вологість пропареної суміші 16 – 18 %; температура продукту в екструдері 110 – 120 °С; продуктивність екструдера 350 – 400 кг/год.

Висновки до розділу

При витраті пари понад 60 кг/т, вологість кінцевого продукту була 13,8 – 14,8 %. При більш високій вологості пропареної суміші відзначено підвищення продуктивності екструдера. Однак, кінцевий продукт, отриманий з такої пропареної суміші, за органолептичними показниками не були досить високої якості. Кращі показники якості були отримані при режимі: витрата пари 50 – 55 кг т; вологість пропареної суміші 16 – 18 %; температура продукту в екструдері 110 – 120 °С; продуктивність екструдера 350 – 400 кг/год. Продукт був спученим і однорідним за структурою. Крім цього отримані найкращі результати за ступенем інактивації антипоживних речовин, атакуювання білків і крохмалю гідролітичеськими ферментами.

На підставі результатів досліджень можна рекомендувати дотримуватися режимів екструдування з попередніми пропарюванням зерна бобових культур: витрата пара 50 – 55 кг/т; тиск пари 0,18 – 0,30 МПа; вологість пропареної суміші 16 – 18 %; температура продукту в екструдері 110 – 120 °С; продуктивність екструдера 350 – 400 кг/год.

4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

4.1 Технологія переробки насіння сої в кормові продукти

На основі проведених експериментальних досліджень нами було запропоновано виконати практичне впровадження отриманих результатів досліджень в умовах діючого підприємства з виробництва високобілкових кормів ТОВ «Дніпросоя». Технологічна схема лінії виробництва повножирної сої та соєвого концентрату ТОВ «Дніпросоя» представлена на рисунку 4.1.

Технологічний процес переробки насіння сої в кормові продукти, здійснюється у відповідність до технологічного регламенту і включає наступні технологічні операції:

- очищення сировини від металомагнітних, крупної смітної і мінеральної домішок;
- приготування сумішей для пресування у відповідності до рецептури;
- пресування сої або соєвих сумішей;
- охолодження екструдованих продуктів;
- відпуск готової продукції.

Відповідно до технологічної схеми сою, зернові та зернобобові компоненти з накопичувальних бункерів (1) послідовно пропускають через магнітну колонку (2) і сепаратор (3) для очищення від металомагнітних і смітних домішок. Очищення зерна проводять відповідно до вимог «Правил організації і ведення технологічних процесів виробництва продукції комбікормової промисловості». Для очищення від металомагнітних домішок в лінії встановлюється магнітна колонка з постійним магнітом (типу УЗ-ДКМ). Для очищення зерна від великих і мінеральних домішок використовують сепаратори з двома ситовими рамами (типу А1-БІС, А1-БЛС). В сортувальних рамах сепаратора для відбору великих домішок встановлюють решітні полотна з круглими отворами діаметром від 10 мм до 16 мм або дратові сітки з отворами розміром від 8×8 мм до 18×18 мм. У підсівних рамах сепаратора для відбору мінеральних домішок встановлюють решітні

полотна з круглими отворами діаметром від 1 мм до 1,4 мм, або з продовгуватими отворами розміром від 1,0×10 мм до 1,2×12 мм, або дротові сітки з отворами розміром від 0,85×0,85 мм до 1,0×1,0 мм.

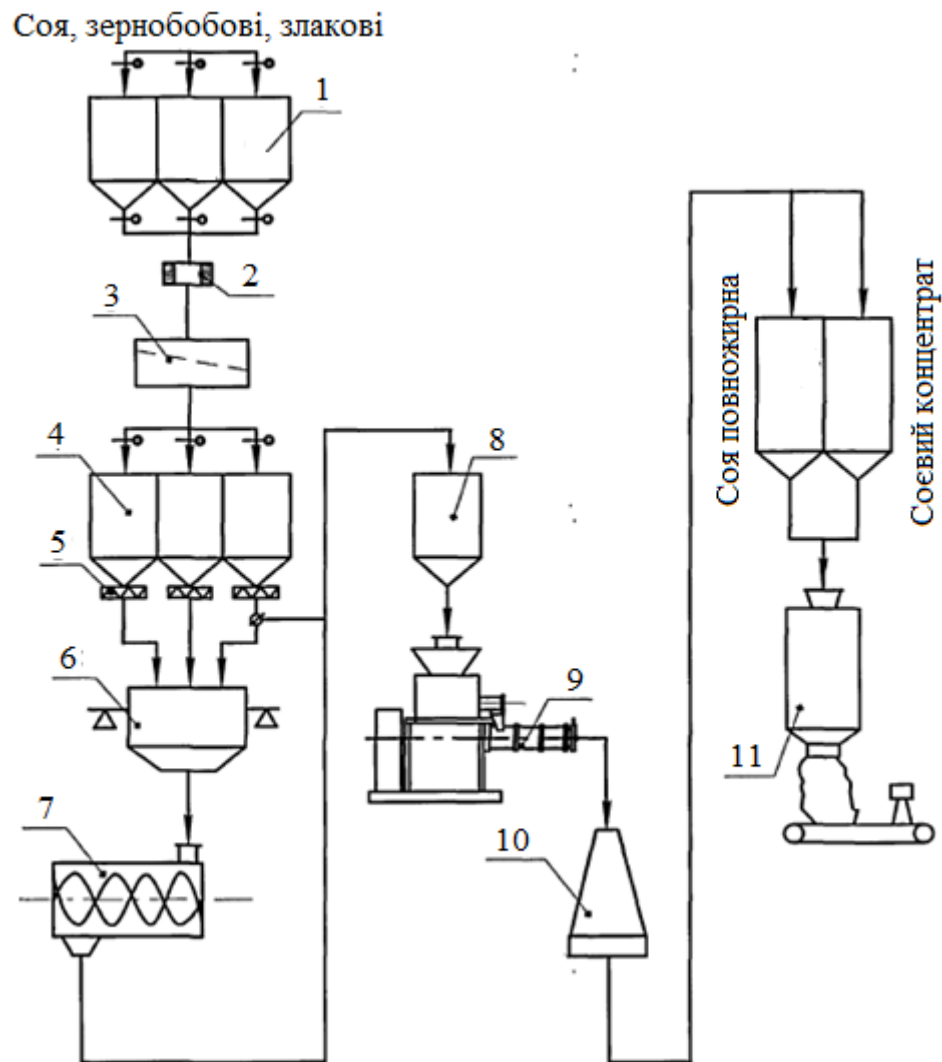


Рисунок 4.1 – Технологічна схема лінії виробництва повножирної сої та соєвого кормового концентрату

1 – накопичувальний бункер; 2 – магнітна колонка; 3 – сепаратор; 4 – наддозаторні бункери; 5 – живильник; 6 – ваговий дозатор; 7 – змішувач; 8 – оперативний бункер; 9 – екструдер; 10 – охолоджувальна колонка; 11 – ваго відбійний апарат.

В очищеному зерні не допускається наявність металоманітних, великих смітних і мінеральних домішок.

Насіння сої, зернобобових і злакових культур після очищення направляється в наддозаторний бункера (4). Суміші соєвих концентратів готують шляхом

відважування компонентів на ваговому дозаторі (6), куди відповідно до рецептури з наддозаторних бункерів (4) подається соя і горох або ячмінь. Відважені порції надходять в змішувач періодичної дії (7), що працює в стандартному режимі. Підготовлена суміш направляється в надекструдерний бункер (8).

Для приготування екструдованих кормових соєвих продуктів очищене насіння сої або суміші соєвих концентратів піддають однократному екструдуванню на прес-екструдеру вітчизняного виробництва типу ЕЗ-210М. З метою найбільш повного руйнування насіння і інактивації антиживильних речовин на екструдерах в вихідній голівці встановлюється спеціальна втулка (фільера) з отвором діаметром від 3 до 8 мм в залежності від типу застосовуваного екструдера і продукту, що виробляється. Температура екструдата на виході з головки екструдера повинна бути в межах від 125 до 135 °С. Режими переробки сої в кормові соєві продукти представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Режими переробки сої на екструдері ЕЗ-210М

Марка екструдера	Діаметр отворів фільери, мм	Температура продукту, °С	Навантаження електродвигуна, А	Продуктивність, кг/год	Питома витрата електроенергії, кВт год/т
ЕЗ-210 М	3	125	60	430	74,4 – 77,9
	4-5	125	60	430-450	71,7 – 80,6
Примітка: в чисельнику показники для повножирної сої, в знаменнику для соєвого концентрату					

Після екструдера отримані екструдати повножирної сої або соєвого концентрату направляються в охолоджувальну колонку типу ДГ (10). Охолодження екструдованих повножирних продуктів здійснюють до температури, що не перевищує температуру навколишнього середовища більше ніж на 10 °С.

Екструдовані соєві кормові продукти мають вигляд дрібної крупки, яка потребує додаткового подрібнення при введенні в комбікорми.

Приготовлені соєві кормові продукти направляються безпосередньо в виробництво для вироблення комбікормів або в бункер на упаковку.

Орієнтовна норма виходу екструдованої повножирної сої складає не менше 94,5 %, соєвого концентрату – не менше 95 %. Усушка при екструдуванні сої становить не більше 4,8 %, соєвих концентратів – не більше 4,3 %. Якість готової продукції контролюється за показниками (табл. 4.2) у відповідність з ТУ 9296-038-00932117-2004 «Соя повножирна кормова. Технічні умови» та ТУ 9296-039-00932117-2204 «Корм соєвий. Технічні умови».

Таблиця 4.2 – Показники якості отриманого продукту

Найменування показника	Кормова повножирна соя	Кормовий соєвий концентрат
Колір	від світло-жовтого до світло-коричневого	від жовтого до жовто-зеленого
Запах	властивий сої без сторонніх запахів	властивий бобовим без сторонніх запахів
Масова частка сирого протеїну в перерахунку на абсолютно суху речовину, %, не менше	30,0	19,5 – 25,0
Масова частка водорозчинного протеїну, % до сирого протеїну	15,0 – 30,0	Не нормується
Масова частка сирого жиру в перерахунку на абсолютно суху речовину, %, не менше	18,0	9,0
Масова частка вологи, %, не більше	12,0.	12,0
Масова частка золи, не розчинної в соляній кислоті, %, не більше	0,5	0,5
Активність уреаз (зміна рН за 30 хв)	0,05-0,3	0,15
Активність інгібітору трипсину в перерахунку на абсолютно суху знежирену речовину, мг/г	3,5 – 8,5	Не визначається
Металомагнітна домішка, мг/кг, не більше: - частинки розміром до 2 мм; - частинки розміром більше 2 мм і частки з гострими ріжучими краями	30 Не допускаються	30 Не допускаються
Токсичність	Не допускається	Не допускається

Висновки до розділу

Вданому розділі дипломної роботи було запропоновано практичне впровадження отриманих результатів експериментальних досліджень в умовах ТОВ «Дніпросоя». В результаті чого було отримано зразки соєвого екструдату та соєвого концентрату, встановлено, що орієнтовна норма виходу екструдованої повножирної сої складає не менше 94,5 %, соєвого концентрату – не менше 95 %. Усушка при екструдуванні сої становить не більше 4,8 %, соєвих концентратів – не більше 4,3 %.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Дослідження та оцінка стану охорони праці на підприємстві в ТОВ «Дніпросоя»

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя і працездатність людини в процесі трудової діяльності [64].

Основними функціями служби охорони праці в ТОВ «Дніпросоя» є:

1. Створення ефективної системи управління (СУОП), яка б сприяла удосконаленню діяльності кожного структурного підрозділу і кожної посадової особи.
2. Здійснення оперативно-методичного керівництва роботою з охорони праці.
3. Розробка разом із структурними підрозділами заходів по забезпеченню норм безпеки, гігієни праці та виробничого середовища або їх підвищення (якщо вони досягнуті)
4. Забезпечення працюючих правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та іншими нормативними актами.
5. Проведення паспортизації цехів, дільниць, робочих місць щодо відповідності їх вимогам безпеки.
6. Здійснення оперативного та поточного контролю за станом охорони праці на підприємстві.
7. Розслідування, облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, а також розрахунок шкоди від них.
8. Планування та контроль витрат коштів на охорону праці.
9. Пропаганда та агітація безпечних і нешкідливих умов праці шляхом проведення консультацій, конкурсів, бесід, лекцій, наочної агітації та методичної роботи кабінету охорони праці.

10. Організація навчання, підвищення кваліфікації та перевірки знань з питань охорони праці посадових осіб.

11. Забезпечення працюючих колективними та індивідуальними засобами захисту від шкідливих та небезпечних чинників виробництва, лікувально-профілактичним харчуванням, миючими засобами, санітарно-побутовими приміщеннями, надання передбачених законодавством пільг і компенсацій, пов'язаних із важкими і шкідливими умовами праці.

12. Контроль за дотриманням вимог трудового законодавства щодо використання праці неповнолітніх, інвалідів та жінок, проходженням попередніх, періодичних, щорічних обов'язкових та інших, передбачених відповідними документами, медичних оглядів працівниками підприємства.

13. Контроль за відповідністю нормативним актам про охорону праці машин, механізмів, устаткування, транспортних засобів, технологічних процесів, засобів протиаварійного колективного та індивідуального захисту працюючих, наявністю технологічної документації на робочих місцях.

В підприємстві охорона праці і умови праці організовані на належному рівні. В наявності господарства є медпункт, в цеху з підготовки зерна до зберігання повний набір побутових санітарно-гігієнічних приміщень. Крім того, в гаражах, майстернях облаштовані роздягальні для особистого і виробничого одягу; в цеху розміщені туалети, умивальники, душові. В приміщенні столової розташований буфет, кімната для відпочинку. Кожний із підрозділів господарства забезпечений аптечками першої медичної допомоги. Територія підприємства в нічний час освітлюється. Запасна водойма та різні побутові ями огорожені і позначені відповідними знаками безпеки.

Оперативну роботу і контроль за станом охорони праці в підприємстві здійснює інженер з охорони праці, який підпорядкований директору товариства. Інженер з охорони праці господарства – це людина з вищою інженерною освітою, зі стажем роботи 7 років, з них на посаді інженера з охорони праці – 4 роки.

В підприємстві є добре оснащений кабінет з охорони праці. В ньому проводиться навчання працівників безпечним методам праці, семінари, тематичні

заняття з робітниками різних професій тривалістю 30 годин. Кабінет обладнаний учбовими плакатами, макетами різних установок, зразками індивідуального захисту.

В цеху з підготовки зерна до зберігання виділене місце під куточок з охорони праці, яке обладнане відповідними стендами.

При вступі на роботу на підприємство робітники ознайомлюються з колективним договором, в якому є угода по охороні праці.

Раз на рік проводиться медогляд всіх робітників господарства. Останні два роки в товаристві паспортизація не проводилась. Підприємство, по можливості, забезпечує робітників спецодягом, а тих, хто працює на шкідливих роботах – спецхарчуванням.

В підприємстві проводяться всі види інструктажів, про що свідчать відповідні записи в журналах реєстрації.

Основними причинами травматизму в товаристві є старіння обладнання та техніки.

На підприємстві добре організована пожежно-сторожова охорона, яка оснащена зв'язком зі всіма підрозділами товариства.

Територія та об'єкти підприємства обладнані блискавко-захистом, технічними первинними засобами пожежогасіння.

Небезпечні виробничі фактори на підприємстві – це фактори, вплив яких на організм працюючого у відповідних умовах праці може призвести до травм або іншого раптового, різкого погіршення стану здоров'я, а саме це робота з підвищеними струмами (до 380 В) високими температурами обладнання для теплового обробітку зерна [64].

Шкідливі фактори – це фактори, вплив яких на організм працюючого може призводити в певних умовах до захворювання або зниження рівня працездатності, а саме це високий рівень запиленості та нерівномірне освітлення робочих місць [64].

В ТОВ «Дніпросоя» стан охорони праці відповідає всім вимогам законодавства, але маються недоліки: частково не проводиться атестація робочих

місць; підвищений рівень запиленості робочих місць; не проводиться інструктаж з охорони праці та наданню першої медичної допомоги, для учнів і студентів, які прибувають на виробничу практику до господарства.

5.2 Вимоги безпеки праці під час роботи на екструдері зернової сировини [65]

Загальні положення

До роботи оператором екструдерів 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.

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 (380 В);
- підвищена температура обладнання для обробки зернової сировини тиском, що обслуговується;
- підвищена температура і вологість повітря робочої зони оператора екструдера зернової сировини;
- рухомі частини та механізми обладнання.

Правила безпечного виконання робіт на екструдері зернової сировини

Працівник зобов'язаний:

- 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.

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 правил безпечного виконання робіт в порядку, встановленому Правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства та чинним законодавством.

Вимоги безпеки перед початком роботи для оператора екструдера зернової сировини

Необхідно надіти 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 в зоні розташування екструдера зернової сировини.

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

Вимоги безпеки під час роботи

При роботі дотримуватися всіх вимог правил безпеки та заходи при роботі з електрообладнанням цеху з виробництва кормових продуктів, а саме екструдера, дробарки. 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.

Вимоги безпеки після закінчення роботи оператора екструдера зернової сировини

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

Перевірити і привести в порядок робоче місце.

Зняти і прибрати спецодяг в гардероб, виконати гігієнічні процедури, переодягнутися в особистий одяг.

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

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

При виникненні стороннього шуму, появі 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 погіршенню почуття, що відбулося на робочому місці, потерпілий або очевидець зобов'язаний надати першу долікарську медичну допомогу потерпілому, його доставку в медпункт і сповістити керівництво.

5.2.1 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в ТОВ «Дніпросоя»

Розрахунок штучного заземлення електроустановок з виробництва кормових продуктів.

Захисне заземлення – це електричне з'єднання з землею або її еквівалентом, металічних неструмопровідних частин, які можуть опинитися під напругою [66].

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.

Визначаємо розрахунковий опір ґрунту з урахуванням сезонних змін:

$$\rho_{\epsilon} = \rho_{\epsilon p} \cdot k_c^{\epsilon} = 50 \cdot 1,8 = 90 \text{ Ом}\cdot\text{м} \quad (5.1)$$

де $\rho_{\epsilon p}$ – питомий опір ґрунту, згідно завдання $\rho_{\epsilon p} = 50 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;

k_c^{ϵ} – коефіцієнт сезону, приймаємо 1,8.

Визначаємо опір одиночного вертикального електрода, Ом:

$$R_e = \frac{0,366 \cdot \rho_e}{L} \cdot \left[\lg\left(\frac{2L}{d}\right) + 0,5 \lg\left(\frac{4S + L}{4S - L}\right) \right], \quad (5.2)$$

де S – відстань від земної поверхні до середини вертикально розташованого електроду, м.

$$S = t_0 + 0,5L = 0,85 + 0,5 \cdot 3,0 = 2,35 \text{ м} \quad (5.3)$$

Тепер

$$R_e = \frac{0,366 \cdot 90}{3,0} \cdot \left[\lg\left(\frac{2 \cdot 3,0}{1,2}\right) + 0,5 \lg\left(\frac{4 \cdot 2,35 + 3,0}{4 \cdot 2,35 - 3,0}\right) \right] = 12,68 \text{ Ом.}$$

Визначаємо приблизну кількість електродів n_0 , приймаючи коефіцієнт використання вертикальних електродів $\eta_e = 1$ і припустимий опір заземлюючого обладнання $R_d = 4$ Ом:

$$n_0 = \frac{R_e}{\eta_e \cdot R_d} = \frac{12,68}{1 \cdot 4} = 3,17 \approx 4 \text{ шт.} \quad (5.4)$$

Проведемо перевірочний розрахунок необхідної кількості вертикальних заземлювачів:

$$n = \frac{R_e}{\eta_e \cdot R_d} = \frac{12,68}{0,75 \cdot 4} = 4,3 \approx 5 \text{ шт.}$$

Приймаємо кінцеву кількість електродів яка складає 5 штук і позначається $n_{e.ост.}$, коефіцієнт використання вертикальних електродів $\eta_{e.ост.} = 0,7$ і визначаємо довжину горизонтальної з'єднувальної смуги L_e .

Довжина горизонтальної з'єднувальної смуги при розташуванні електродів в ряд визначаємо за формулою:

$$L_2 = 1,05 \cdot a \cdot n_{в.ост.} - 1 = 1,05 \cdot 3,0 \cdot 5 - 1 = 12,6 \text{ м.} \quad (5.5)$$

Визначаємо опір горизонтальної смуги:

$$R_2 = \left(\frac{0,366 \cdot \rho_2}{L_2} \right) \cdot 0,51 \lg \left(\frac{2 \cdot L_2^2}{b \cdot t_0} \right), \quad (5.6)$$

де ρ_2 – розрахунковий опір для горизонтальної смуги.

$$\rho_2 = \rho_{zp} \cdot k_c^2 = 50 \cdot 6 = 300 \text{ Ом} \quad (5.7)$$

де k_c^2 – коефіцієнт клімату для горизонтальної смуги.

Тепер,

$$R_2 = \left(\frac{0,366 \cdot 300}{12,6} \right) \cdot 0,51 \lg \left(\frac{2 \cdot 12,6^2}{0,09 \cdot 0,85} \right) = 15,12 \text{ Ом}$$

Визначаємо сумарний опір контуру заземлення:

$$R_{сум} = \frac{R_г \cdot R_2}{R_г \cdot \eta_2 + n_{в.ост.} \cdot R_2 \cdot \eta_{в.ост.}} = \frac{12,68 \cdot 15,12}{12,68 \cdot 0,74 + 5 \cdot 15,12 \cdot 0,7} = 3,1 \text{ Ом} \quad (5.8)$$

де η_2 – коефіцієнт використання горизонтальної смуги.

Згідно розрахунків кількість заземлювачів складає 5 шт. довжиною по 3,0 м, довжина з'єднувальної смуги складає 12,6 м, електроди розставлені в ряд,

сумарний опір контуру заземлення складає $3,1 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$, отже розрахунки виконані вірно.

Схема системи заземлення електрообладнання цеху з виробництва кормових продуктів ТОВ «Дніпросоя» приведена на рисунку 5.1.

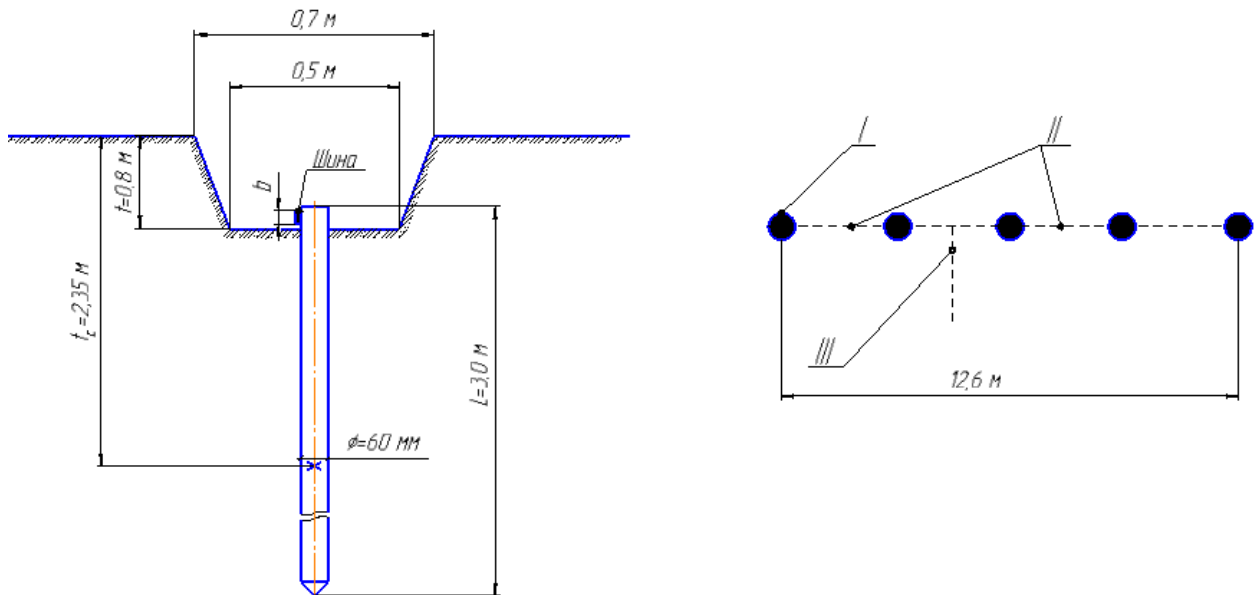


Рисунок 5.1 – Схема системи заземлення електрообладнання цеху з виробництва кормових продуктів ТОВ «Дніпросоя»

I – електроди заземлення; II – шина; III – заземлюючий провідник.

Рекомендації щодо покращення охорони праці. Для поліпшення стану охорони праці на підприємстві пропонуємо:

- відповідально виконувати інструкції з охорони праці та належно їх виконувати робітниками елеватора;
- замінювати непридатні засоби індивідуального захисту та спецодяг і спецвзуття своєчасно;
- створити оптимальні умови, які забезпечать підвищення працездатності і продуктивність праці;
- переглянути наявність всіх запобіжних пристроїв а також загорж задля для попередження травматизму;
- збільшити фінансування заходів та засобів з охорони праці.

5.3 Аналіз показників виробничого травматизму та захворювань, причини їх виникнення в ТОВ «Дніпросоя»

Аналіз виробничого травматизму виявляє причини нещасних випадків як в масштабах окремої галузі господарювання, так і в масштабах відомства. Шляхом проведення такого аналізу на виробництві виявляються джерела травматизму та основні причини, що призвели до нещасного випадку [67].

Причини, що призводять до травматизму бувають побічними і безпосередніми. Побічні причини, що обумовлюють настання нещасного випадку, можуть бути виявлені ще за довго до його виникнення. Безпосередні причини передують нещасному випадку тому їх неможливо виявити завчасно.

При проведенні аналізу було виявлено деякі недоліки (порушення) з охорони праці на підприємстві, а саме:

- неналежне виконання інструкцій з охорони праці деякими робітниками елеватора;
- несвоєчасна заміна непридатного захисного взуття працівникам елеватору;
- видача лише одного респіратора на зміну.

Для аналізу стану виробничого травматизму та захворювань розглянемо дані таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Основні показники виробничого травматизму на ПП «Агробізнес Газда» за 2017 – 2019 роки

Показники	Роки		
	2017	2018	2019
Кількість працюючих, чол.	24	24	24
Кількість нещасних випадків, од.	1	-	-
Кількість днів непрацездатності:			
- від травматизму	18	-	-
- від профзахворювань	-	-	-
Коефіцієнт частоти травматизму	41,67	-	-
Коефіцієнт важкості травматизму	18000	-	-
Коефіцієнт втрат робочого часу	750	-	-

У 2017 році на підприємстві трапився нещасний випадок з працівником, який під час обслуговування сепаратора пошкодив руку, тобто порушив вимоги безпеки. Кількість днів непрацездатності склала 18 днів.

Для кількісної характеристики виробничого травматизму в основному використовують такі показники [67]:

- коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 1000, \quad (5.9)$$

$$K_{\text{ч}} = \frac{1}{24} \cdot 1000 = 41,67$$

- коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{в}} = \frac{D}{T} \cdot 1000, \quad (5.10)$$

$$K_{\text{в}} = \frac{18}{1} \cdot 1000 = 18000$$

- коефіцієнт втрат робочого часу

$$K_{\text{вт}} = \frac{D}{P} \cdot 1000, \quad (5.11)$$

$$K_{\text{вт}} = \frac{18}{24} \cdot 1000 = 750$$

де T – кількість нещасних випадків (травм) за досліджуваний період;

P – середня (за списком) кількість працівників, чол.;

D – сумарна втрата днів непрацездатності в результаті нещасного випадку, днів.

5.4 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях у разі вибуху зернового пилу

На підприємстві ТОВ «Дніпросоя» проводяться роботи з переробки зерна, які пов'язані з високою запиленістю, що може призвести до пожежі та вибуху. Тому на підприємстві розробляються заходи щодо дії працівників у разі вибуху.

Ознаки, що свідчать про небезпеку вибуху. На небезпеку вибуху може вказувати запах газу і задимлення. Близько приміщення – сліди ремонтних робіт, ділянки стіни з порушеним забарвленням, що відрізняється від загального фону.

У транспортних мережах ознаками, що свідчать про небезпеку вибуху, може бути нетиповий перебіг технологічної операції.

Основні вражаючі фактори вибуху. Пожежо-вибухові явища характеризуються такими факторами:

- повітряної ударної хвилею, що виникає при різного роду вибухах газо-повітряних сумішей, резервуарів з перегрітою рідиною і резервуарів під тиском;
- тепловим випромінюванням і осколками, що розлітаються;
- дією токсичних речовин, які застосовувалися в технологічному процесі чи утворилися в ході пожежі або інших аварійних ситуаціях.

Вторинні наслідки від вибухів. Дія повітряної ударної хвилі може викликати вторинні наслідки, так як при вибуху вибухової речовини в атмосфері виникають ударні хвилі, що поширюються з великою швидкістю у вигляді областей стиску. Ударна хвиля досягає земної поверхні і відбивається від неї на деякій відстані від епіцентру вибуху, фронт відбитої хвилі зливається з фронтом падаючої хвилі, внаслідок чого утворюється так звана головна хвиля з вертикальним фронтом.

При наземному вибуху повітряна ударна хвиля, як і при повітряному вибуху, поширюється від епіцентру з вертикальним фронтом. Працівники можуть отримати пошкодження від вибуху.

Найбільш характерними видами травм при аваріях і катастрофах, викликаних вибухами, бувають: поранення, забиті місця, переломи кісток, розриви і розчавлювання тканин, ураження електричним струмом, опіки, отруєння.

Дії працівників при вибухах:

- при вибуху на підприємстві перш за все необхідно попередити робітників і службовців, а також оповістити яке проживає поблизу населення;
- необхідно скористатися індивідуальними засобами захисту, а при їх відсутності для захисту органів дихання – використовувати ватно-марлеву пов'язку;
- при пошкодженні будівлі вибухом входити в нього слід з надзвичайною обережністю. Необхідно переконатися у відсутності значних ушкоджень перекриттів, стін, ліній електро-, газо-і водопостачання, а також витоків газу, осередків пожежі.
- якщо вибух викликав загоряння, необхідно використовувати первинні засоби (вогнегасники). Для недопущення поширення вогню треба задіяти пожежні крани і гідранти.
- при порятунку постраждалих слід дотримуватися запобіжних заходів від можливого обвалу, пожежі та інших небезпек, обережно вивести і надати їм першу медичну допомогу, загасити палаючий одяг, припинити дію електричного струму, зупинити кровотечу, перев'язати рани, накласти шини при переломі кінцівок.

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи було розглянуто вимоги охорони праці під час роботи на екструдері зерна, а також приведено розрахунки системи заземлення, згідно розрахунків кількість заземлювачів складає 5 шт. довжиною по 3,0 м, довжина з'єднувальної смуги складає 12,6 м, електроди розставлені в ряд, сумарний опір контуру заземлення складає $3,1 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$.

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.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

Метою проведення економічних розрахунків по обґрунтуванню ефективності проведених досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільності проекту по обґрунтуванню технології та обладнання для виробництва кормових продуктів з зерна бобових культур, зокрема насіння сої з метою підвищення ефективності їх використання при згодовуванні тваринам та збереження їх корисних властивостей.

В результаті проведенні досліджень найбільш затратними статтями кошторису будуть витрати на організацію досліджень, а саме це витрати на обладнання для термічної обробки бобів сої, витрати на дослідні зразки насіння сої, витрати на електроенергію, амортизаційні відрахування та заробітну плату працівників. Перелік робіт, що передбачається ходом проведення дослідження з встановлення впливу параметрів процесу та режимів термічної обробки насіння сої при виробництві кормових продуктів, наведений у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1	2	3
1-2	Обґрунтування вибраного напрямку досліджень	2
2-3	Літературний пошук	18
3-4	Розробка методики та послідовності виконання дослідів	5
4-5	Підготовка дослідних зразків насіння сої	2
5-6	Підготовка устаткування для проведення досліджень	23
6-7	Дослідження впливу процесу диспергування бобів сої та соєвого екструдата на властивості отриманих частинок	2
6-8	Дослідження фізико-механічних властивостей зерна бобових культур	2
6-9	Визначення показників якості зерна бобових культур	4
6-10	Визначення раціональних режимів обробки зерна бобових культур	6

Продовження таблиці 6.1

1	2	3
7-11	Обробка матеріалів експериментальних досліджень	1
8-11		1
9-11		3
10-11		2
11-12	Підготовка матеріалу до публікації	5
12-13	Формування демонстраційного матеріалу	4

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. 6.1).

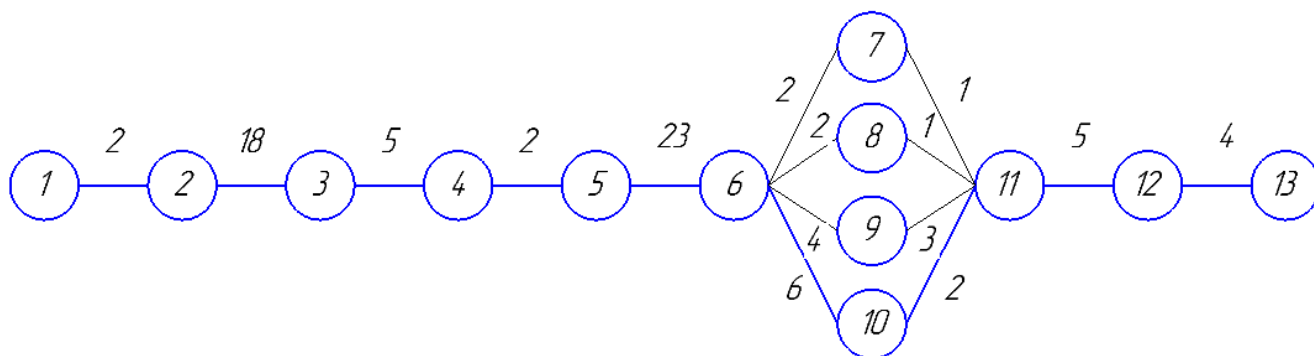


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

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

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-11-12-13}^1 = 3 + 15 + 3 + 4 + 2 + 25 + 1 + 1 + 5 + 4 = 63;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-11-12-13}^2 = 3 + 15 + 3 + 4 + 2 + 25 + 3 + 1 + 5 + 4 = 65;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-11-12-13}^3 = 3 + 15 + 3 + 4 + 2 + 25 + 8 + 3 + 5 + 4 = 72;$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є третій шлях з тривалістю в 72 дні.

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 і-тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху $L_{KP} = 72$ дні.

Резерв шляху розраховують за формулою:

$$R_1 = T_1^n - T_1^p, \quad (6.1)$$

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. 6.2.

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:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^n - t_{ij}, \quad (6.2)$$

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

t_{ij} – загальна тривалість роботи, днів.

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:

$$R_{ij}^a = T_j^p - T_i^p - t_{ij}, \quad (6.3)$$

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.

Таблиця 6.2 – Терміни здійснення подій (ранній та пізній) і резерв шляху

Номер події	Ранній термін здійснення події T_1^p , дні	Пізній термін здійснення події T_1^n , дні	Резерв шляху R_1 , дні
1	0	0	0
2	3	3	0
3	18	18	0
4	21	21	0
5	27	27	0
6	29	29	0
7	52	54	0
8	53	62	9
9	55	62	7
10	60	60	0
11	63	63	0
12	68	68	0
13	72	72	0

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

Коефіцієнт напруженості робіт розраховують за формулою:

$$K_{ij}^H = \frac{L_{maxij} - t_{ij}}{L_{кр} - t_{ij}}, \quad (6.4)$$

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

$L_{кр}$ – довжина критичного шляху ($L_{кр} = 72$ дні).

Результати розрахунків наведені у табл. 6.3.

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 6.3 – 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	0,05
3-4	0	0	0,26
4-5	0	0	0,31
5-6	0	0	0,36
6-7	0	0	0,57
7-8	0	7	0,73
7-9	0	5	0,75
7-10	0	0	0,81
8-11	0	0	0,75
9-11	0	0	0,77
10-11	0	0	0,87
11-12	0	0	0,94
12-13	0	0	1,00

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно витратити 72 дні. 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. 6.3 свідчать про те, що календарні терміни окремих видів робіт можна зміщувати в часі в разі виникнення необхідності.

6.2 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:

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (6.5)$$

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

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

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Насіння сої, кг	50	9,00	450,00
Зерно гороху, кг	50	8,00	400,00
Всього			850,00

Заробітна плата людей, що приймали участь у дослідженнях, визначається множенням середньочасового заробітку працівника на кількість витраченого часу. Результати розрахунку наведені в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	9000	53,57	15	803,55
Всього				803,55

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

$$H = \frac{803,55 \cdot 22}{100} = 176,78 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.6)$$

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 роботу екструдера складають:

$$E_{\text{екстр}} = 2,2 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 1,68 = 79,83 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу персонального комп'ютера:

$$E_{\text{п.к.}} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 160 \cdot 1,68 = 217,73 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії складуть:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{екстр.}} + E_{\text{п.к.}} = 79,83 + 217,73 = 297,56 \text{ грн.}$$

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

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (6.7)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 6.6.

Таблиця 6.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Екструдер	8380,00	15	3	10,33
Персональний комп'ютер	10800,50	24	20	142,03
Всього				152,36

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:

$$\frac{803,55 \cdot 80}{100} = 642,84 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	850,00
Заробітна плата	803,55
Нарахування на заробітну плату	176,78
Електроенергія	297,56
Амортизація	152,36
Накладні витрати	642,84
Всього	2923,09

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

6.3 Розрахунок вартості дослідження

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

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.8)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 2923,09 + \frac{30 \cdot 2923,09}{100} = 3800,02 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 3800,02 грн.

Висновки до розділу

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 72 дні. 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 та витрати на заробітну плату, які складають 850,00 грн та 803,55 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3800,02 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Вивчено зерно бобових культур (кормового гороху, кормових бобів сої), а саме проаналізовано хімічний склад, наявність антипоживних і шкідливих речовин та виявлено доцільності його обробки та використання в якості компонента комбікорму;

2. Визначено ефективність різних способів обробки, що забезпечують зниження антипоживних властивостей і підвищення перетравності поживних речовин зерна бобових культур, а саме при витраті пари понад 60 кг/т, вологість кінцевого продукту була 13,8 – 14,8 %. При більш високій вологості пропареної суміші відзначено підвищення продуктивності екструдера. Однак, кінцевий продукт, отриманий з такої пропареної суміші, за органолептичними показниками не були досить високої якості. Кращі показники якості були отримані при режимі: витрата пари 50 – 55 кг т; вологість пропареної суміші 16 – 18 %; температура продукту в екструдері 110 – 120 °С; продуктивність екструдера 350 – 400 кг/год. Продукт був спученим і однорідним за структурою. Крім цього отримані найкращі результати за ступенем інактивації антипоживних речовин, атакуювання білків і крохмалю гідролітичними ферментами.

3. Визначено оптимальні режими процесів екструдювання з попередніми пропарюванням зерна бобових культур: витрата пара 50 – 55 кг/т; тиск пари 0,18 – 0,30 МПа; вологість пропареної суміші 16 – 18 %; температура продукту в екструдері 110 – 120 °С; продуктивність екструдера 350 – 400 кг/год.

4. Розроблено технологічну лінію переробки зерна бобових культур при виробництві комбікормів і кормових соєвих концентратів та запропоновано практичне впровадження отриманих результатів експериментальних досліджень в умовах ТОВ «Дніпросоя». В результаті чого було отримано зразки соєвого екструдату та соєвого концентрату, встановлено, що орієнтовна норма виходу екструдованої повножирної сої складає не менше 94,5 %, соєвого концентрату – не менше 95 %. Усушка при екструдюванні сої становить не більше 4,8 %, соєвих концентратів – не більше 4,3 %.

5. Розглянуто вимоги охорони праці під час роботи на екструдері зерна, а також приведено розрахунки системи заземлення, згідно розрахунків кількість заземлювачів складає 5 шт. довжиною по 3,0 м, довжина з'єднувальної смуги складає 12,6 м, електроди розставлені в ряд, сумарний опір контуру заземлення складає $3,1 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$.

6. Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на основні матеріали та витрати на заробітну плату, які складають 850,00 грн та 803,55 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3800,02 грн.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Абрамов О.В. Разработка способа производства хрустящих хлебных палочек с применением одношнекового экструдера [Текст] : дис. канд. техн. наук : 05.18.12 / О. В. Абрамов ; Воронеж, гос. технол. акад. – Воронеж, 1999 – 241 с.
2. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов [Текст] / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
3. Богатырев А.Н. Система научного и инженерного обеспечения пищевых и перерабатывающих отраслей АПК России [Текст] / А. Н. Богатырев, В. А. Панфилов, В. И. Тужилкин и др. – М.: Пищ. Пром-сть, 1995. – 528 с.
4. Богатырев А.Н. Термопластическая экструзия: научные основы, технология, оборудование [Текст] / под ред. А.Н. Богатырева, В.П. Юрьева. – М. : Ступень, 1994. – 200 с.
5. Быковская Г. Экструзионная технология в Японии [Текст] / Г. Быковская // Хлебопродукты. – 1992. – № 7. – С. 48 – 50.
6. Винникова Л.Г. Экструзионная обработка продуктов с пищевыми волокнами [Текст] / Л.Г. Винникова // Пищ. Пром-сть. – 1991. – № 11. – С. 51 – 55.
7. Витюк Л.А. Совершенствование процесса производства полуфабрикатов чипсов, канд. техн. наук [Текст] / Л. А. Витюк – Моек. гос. ун-т пищ. пр-в, Москва., 1999. – 27 с.
8. Гамаюнов Н.И. Изменение структуры коллоидных капиллярнопористых тел в процессе тепломассопереноса [Текст] / Н.И. Гамаюнов, С.Н. Гамаюнов // Инженерно-физ. журн. – 1996. – Т. 69, № 6. – С. 954 – 957.
9. Гинзбург А.С. Теплофизические характеристики пищевых продуктов [Текст]: справочник / А.С. Гинзбург, М.А. Громов, Г.И. Красовская. – М.: Агропромиздат, 1990. – 286 с.
10. Грачев Ю.П. Моделирование и оптимизация тепло- и массообменных процессов пищевых производств / Ю.П. Грачев, А.К. Тубольцев, В.К. Тубольцев. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1984. – 215 с.

11. Груздев И.Э. Теория шнековых устройств [Текст] / И.Э. Груздев, Р.Г. Мирзоев, В.И. Янков. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1978. – 144 с.

12. Добровольский В.Ф. Развитие пищевконцентратной отрасли на период до 2005 г. [Текст] / В.Ф. Добровольский, С.В. Зиновьев, Н.А. Кожин // Пищ. пром-ть. – 2000. – № 7. – С. 56–57.

13. Донченко Л.В. Безопасность пищевой продукции [Текст] / Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта: – М. : Изд-во Факториал, 1998. – 304 с.

14. Дьяконов В. Mathematica 4 [текст]: учебный курс / В. Дьяконов. – СПб. : Питер, 2001. – 656 с.

15. Зинюхин Г.Б. Разработка технологии производства хлебнокрупяных крекеров с применением одношнековых экструдеров [Текст]: авто-реф. дис. канд. техн. наук : 05.18.01 / Г.Б. Зинюхин –М., 1996. С. 20 – 21.

16. Карпов В.Г. Некоторые представления о механизме образования экструзионных продуктов пористой макроструктуры, полученных термической обработкой пеллет [Текст] / В.Г. Карпов, Л.А. Витюк, В.П. Юрьев // Хранение и перераб. сельхозсырья. – 1994. – № 4. – С. 35–37.

17. Касьянов Г. И. Совершенствование технологии экструдатов [Текст] / Г.И. Касьянов, В.А. Грицких, А.В. Бурцев // Хранение и перераб. сельхозсырья. – 2000. – 8. – С. 26–29.

18. Кафаров, В.В. Анализ и синтез химико-технологических систем [Текст] / В.В. Кафаров, В.П. Мешалкин. – М.: Химия, 1991. – 431 с.

19. Клиническая оценка экструзионных продуктов для лечебнопрофилактического питания [Текст] / Л.К. Хакимова, А.И. Горшков, Э.С. Токаев, И.В. Бобренева, Д. Кьосев // Хранение и перераб. сельхозсырья. – 1998.– С. 30–31.

20. Кобылинская Е. В. Изменение состава углеводов вследствие экструзионной обработки крахмала [Текст] / Е.В. Кобылинская, В.Н. Ковбаса // 2 Международная научно-техническая конференция: «Техника и технология пищевых производств», Могилев, 22–24 нояб., 2000 : Тезисы докладов. – Могилев, 2000. – С. 264–265.

21. Кожевников Г.О. Взаимосвязь между термодинамическими и структурными свойствами крахмалов гладкого гороха различных сортов [Текст] / Г.О. Кожевников, А.Н. Даниленко, В.П. Юрьев // Хранение и перераб. сельхозсырья. – 2001. – № 11. – С. 53 – 56.

22. Котова Д. Л. Термический анализ ионообменных материалов [Текст] / Д.Л. Котова, В.Ф. Селеменев. – М.: Наука, 2002. – 156 с.

23. Кретович В.Л. Биохимия растений [Текст] / В.Л. Кретович. – М.: Высшая школа, 1980. – 445 с.

24. Леонтьев В. М. Чечевица [текст] / В.М. Леонтьев. – Л.: Колос, 1996.– 179 с.

25. Манк В.В. Состояние воды в крахмале и его экструдатах по данным ЯМР [Текст] / В.В. Манк, Е.В. Кобылинская, В.Н. Ковбаса // Пищ. ингредиенты: сырье и добавки. – 1999. – № 2. – С. 14 – 15.

26. Мачихин Ю.А. Формование пищевых масс [Текст] / Ю.А. Мачихин. – М.: Колос, 1992. – 272 с.

27. Машины и аппараты пищевых производств. В 2 кн.: Учеб для вузов [Текст] / С.Т. Антипов, И.Т. Кретов, А.Н. Остриков и др. ; под ред. акад В.А. Панфилова. – М.: Высш. шк., 2001. – 1384 с.

28. Медведев Г.М. Производство экструдированных крекеров с повышенной белковой ценностью [Текст] / Г.М. Медведев, С.Б. Рахимов // Пищ. пром-сть (Москва). – 2000. – 9. – С. 84–85.

29. Миронова Н.Г. Влияние конструктивных особенностей экструдеров различных типов на степень изменения углеводного комплекса и микроструктуры экструдатов [Текст] / Н.Г. Миронова, В.Н. Ковбаса, Е.В. Кобылинская // Хранение и перераб. сельхозсырья. – 2000. – № 9. – С. 66 – 69.

30. Миронова, Н. Г. Исследование влияния добавок-обогащителей на процесс экструзии при производстве сухих завтраков повышенной пищевой ценности [Текст] / Н.Г. Миронова, В.Н. Ковбаса, Е.В. Кобылинская // Хранение и перераб. сельхозсырья. – 2000. – 8. – С. 67 – 69.

31. Нечаев А.П. Пищевая химия [Текст] / А.П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.

32. Остриков А.Н. Разработка экструдеров с регулируемой величиной давления [текст] / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.С. Рудометкин, К.В. Платов // Технические науки, - 2003. – № Специальный выпуск журнала, «Математическое моделирование и компьютерные технологии» – С. 50 – 54.

33. Остриков А.Н. Производство экструдированных продуктов с белковыми добавками [текст] / А.Н. Остриков, К.В. Платов, А.С. Попов // Пищевая промышленность. – 2003. – № 11, С. 32–33.

34. Остриков А.Н. Управление процессом экструзии с использованием аналого-цифрового преобразователя [Текст] / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко, К.В. Платов // Известия вузов. Пищевая технология. – 2004. – № 4. – С. 75–78.

35. Остриков А.Н. Экструзия в пищевых технологиях [Текст] / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.С. Рудометкин – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с.

36. Параметры обработки и структурно–механические свойства экструдатов из рисовой крупы [Текст] / И.Б. Хейфец, Т.С. Захаренко, Е.Ю. Платова, М.М. Чхартешвили // Пищ. пром-сть. – 1991. – № 11. – С. 50–51.

37. Платова Е.Ю. Физико-химические свойства экструдированного комбинированного крупяного сырья [Текст] / Е.Ю. Платова, В.Т. Линиченко, С.В. Краус // Пищ. пром-сть. – 1992. – № 11. – С. 25.

38. Попов, В.П. Разработка технологии производства сухих полуфабрикатов крекеров с использованием варочных экструдеров [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.18.01 /В.П. Попов. – М., 1995. –24 с.

39. Применение экструзии при производстве диетических продуктов, обогащенных пищевыми волокнами [Текст] / О.Е. Павловская, Л.Ф. Голтвяница, Л.Г. Винникова, С.А. Фурсова, Н.В. Копылова, К.С. Ладодо, В.Д. Малкина. – М.: 1992. – С. 1–20. – (Сер. Консервн., овоще- суш. и пищекокнц. Пром-сть. Обзор, инфор. Вып. 2).

40. Пылов А.П. Зерновые бобовые культуры (горох, чечевица, фасоль) [текст] / А.П. Пылов. – М., Знание, 1975. – 62 с.

41. Растительный белок [Текст] / пер. с фр. В. Г. Долгополова ; под ред. Т.П. Микуловича – М.: Агропромиздат, 1991. – 684 с.

42. Реологические свойства сырья и качество экструдатов [Текст] / С.В. Краус, В.Т. Линиченко, Л.И. Кошелюхова, В.Г. Карпов, Н.Н. Абросимова // Пищ. пром-сть. – 1988. – № 7. – С. 54–56.

43. Решение пространственной задачи тепломассообмена в сужающемся канале пластицирующего экструдера [Текст] / Н.М. Труфанова, Л.А. Ковригин, И.Э. Володарская, И.Л. Сырников, А.Г. Щербинин. // Тепломассообмен ММФ – 92. Сб. докладов II – го международного форума. 1992 г. – Минск, 1992. – С. 12–16.

44. Рогов И.А. Химия пищи. Книга первая [Текст] / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко, Н.А. Жеребцов – М.: Колос, 2000. – 384 с.

45. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов / под. ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М. Брандес, Медицина 1988. – 342 с.

46. Сиренко, А.А. К вопросу о единстве природы сверхпластической деформации [Текст] / А.А.Сиренко, Ф.У. Еникеев, М.А. Мурзинова. – ДАН Том 340, № 5, 1995. – С. 614–616.

47. Скачков В.В. Моделирование и оптимизация экструзии полимеров [Текст] / В.В. Скачков, Р.В. Торнер, Ю.В. Стунгур. – Л.: Химия, 1984. – 152 с.

48. Скурихин, И.М. Химический состав пищевых продуктов (Справочник) [Текст] / под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева – 2-е изд. – М.: Агропромиздат, 1987. – В 2 кн.

49. Современное состояние и основные направления совершенствования экструдеров [Текст] / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, В.Н. Василенко, К.В. Платов, 2004, выпуск 1, – М : ООО «Полиграфсервис», 40 с.

50. Толстогузов В.Б. Новые формы белковой пищи [Текст] / В.Б. Толстогузов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 304 с.

51. Торнер Р.В. Теоретические основы переработки полимеров [Текст] / Р.В. Торнер; – М.: Химия, 1977. – 460 с.

52. Труфанова, Н.М. Определение длин зоны загрузки и зоны задержки плавления при переработке полимеров на червячных экструдерах [Текст] / Н.М. Труфанова, А.Г. Щербинин, И.Л. Сырников // Динамические, прочностные характеристики машин и конструкций. Межвуз. сб. научн. трудов. – Пермь, 1994. – С. 120–128.

53. Шенкель Г. Шнековые прессы для пластмасс [Текст] / Г. Шенкель; пер. с нем. под ред. А. Я. Шапиро. – Л.: Госхимиздат, 1962. – 467 с.

54. Шестернина С.А. Применение экструзионной технологии в комбикормовой промышленности [Текст] / С.А. Шестернина. – М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1994. – С. 1–29. – (Обзор, инфор.).

55. Щербинин А.Г. Математическое моделирование процессов тепломассопереноса при экструзии полимеров [Текст] : дис.канд. техн. наук. / А.Г. Щербинин: – Пермь, 1994.

56. Экструдирование зерновых компонентов [Текст] / О. Топурия, Д. Кацитадзе, Ю. Парлагашвили, В. Кацитадзе // Комбикорм, пром-сть. – 1990. – № 3. – С. 18–19.

57. Экструдовані рыборастительные продукты [Текст] / И.Ш. Бузиашвили, Г.Н. Дзюба, А.И. Мглинец, В.И. Степанов, Б.А. Устинников // Пищ. пром-сть. – 1991. – № 5. – С. 41–42.

58. Экструзионная техника и технология; состояние, перспективы // Пищ. пром-сть. – 1995. – № 7. – С. 4–5.

59. Юков, В.В. Процессы экструзии теста и способы производства экструдированных мучных изделий [Текст] : дис.канд. техн. наук: 05.18.12 / В.В. Юков.– М., 1994.– 168 с.

60. Юрьев В. П. Физико-химические основы получения экструзионных продуктов на основе растительного сырья / В.П. Юрьев, А.Н. Богатырев // Вестник сельхоз. науки – № 12, 1991 – С. 43–51.

61. Янков В.И. Процессы переработки волокнообразующих полимеров (Методы расчета) [Текст] / В.И. Янков, В.П. Первадчук, В.И. Боярченко. – М.: Химия, 1989. – 320 с.

62. Дослідження підготовки вуглеводів сировини [Текст] / В. Ковбаса, О. Кобилінська, В. Терлецька, О. Ромашко, О. Сторожук // Харч, і перероб. пром. – 2000. – № 8–9. – Р. 14–15.

63. Ковбаса В.М. Зміни вуглеводного комплексу зернових у процесі екструзії [Текст] / В.М. Ковбаса, Н.Г. Миронова, Н.Г. Шаповал Н.Г. // Вісн. аграр. науки. – 1997. – № 3. – Р. 55–57.

64. ДСТУ 2293-99. Охорона праці терміни та визначення основних понять (34095).

65. ДНАОП 0.00-4.15-98 Положення про розробку інструкцій з охорони праці.

66. ДСН 3.3.6.042-99. Безпека роботи з електрообладнанням.

67. ДНАОП 0.00-4.03-01. Положення про порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві.

Додатки