

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до кваліфікаційної роботи
ступеня вищої освіти «Магістр»
на тему:

**Обґрунтування процесу переробки сировини
рису та сої в продукти харчового призначення**

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу,
групи МГХТ-2-22
освітньо-професійної програми «Харчові технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Ярослав Ашенбрєнер

Керівник: _____Юрій Чурсінов

Рецензент: _____

Дніпро 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«09» листопада 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЕВІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Ашенбренера Ярослава Сергійовича

1. Тема роботи: «Обґрунтування процесу переробки сировини рису та сої в продукти харчового призначення»

Керівник роботи: Чурсінов Юрій Олексійович, доктор технічних наук, професор, затверджені наказом закладу вищої освіти від «09» листопада 2023 року №3423

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 грудня 2023 року

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

2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань теплової обробки зерна та насіння з метою покращення їх показників якості при виробництві харчових продуктів. 3. Нормативно-технологічна документація

4. Патентна документація

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити). Вступ. 1 Огляд літературних джерел. 2 Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень. 3 Експериментальна частина. 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5 Організаційно-економічна частина.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Огляд літератури. 2. Мета та задачі досліджень. 3. Матеріали і методи досліджень. 4. Дослідна частина. 5. Практичне впровадження отриманих результатів. 5. Кошторис витрат на проведення досліджень. 6. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-3	Професор ЧУРСІНОВ Юрій	09.11.2023	08.12.2023
4	Професор ЧУРСІНОВ Юрій	09.11.2023	08.12.2023
5	Професор ЧУРСІНОВ Юрій	09.11.2023	08.12.2023

7. Дата та видачі завдання 09 листопада 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	09.11-10.11.23	виконано
2	Огляд літературних джерел	11.11-16.11.23	виконано
3	Характеристика сировини та методологія експериментальних досліджень	17.11-20.11.23	виконано
4	Експериментальна частина	20.11-22.11.23	виконано
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	25.11-27.11.23	виконано
6	Організаційно-економічна частина	27.11-30.11.23	виконано
7	Загальні висновки та бібліографія	03.12-05.12.23	виконано
8	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	06.12.2023	виконано

Здобувач вищої освіти _____

(підпис)

Ярослав АШЕНБРЕНЕР

Керівник роботи _____

(підпис)

Юрій ЧУРСІНОВ

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить 88 сторінки друкованого тексту, 11 рисунків та ілюстрацій, 18 таблиць та використано 54 літературних джерел посилань.

Метою роботи є огрунтування процесу переробки сировини рису та сої в продукти харчового призначення на основі процесів взривання та екструдуювання даних видів сировини.

Об'єкт дослідження – процесу переробки сировини рису та сої в продукти харчового призначення.

Предмет дослідження – переробка рису та сої

Теоретично та експериментально виявлено характер зміни зерен сої у робочому механізмі шнекового екструдера з отриманням кінцевого екструдату. Було оцінено зміни в складі сої після екструдуювання. Також було досліджено зміни в зерні рису після нагрівання.

Ключові слова: ДОСЛІДЖЕННЯ, РИС, СОЯ, ПЕРЕРОБКА РИСУ, ПЕРЕРОБКА СОЇ, ЕКСТРУДУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЯКІСТЬ, ЕКСПЕРИМЕНТИ, ОБГРУНТУВАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	9
1.1 Історичний огляд переробки рису та сої.....	9
1.2 Харчова цінність переробки.....	11
1.3 Характеристика сировини рису та сої в продуктах харчового призначення.....	21
Висновки за розділом.....	34
2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	35
2.1 Об'єкт та предмет дослідження.....	35
2.2 Матеріали і прилади, що використано в кваліфікаційній роботі....	35
2.3 Методика проведення взривання рису.....	50
2.4 Методика проведення екструдуювання сої.....	51
Висновки за розділом.....	53
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	55
3.1 Постановка задачі дослідження.....	55
3.2 Проведення процесу вибуху рису.....	56
3.3 Визначення показників рису після вибуху.....	57
3.4 Екструдуювання сої.....	58
3.5 Визначення показників якості екструдованої сої.....	65
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	66
4.1 Загальні положення охорони праці на підприємстві	66
4.2 Аналіз виробничого травматизму.....	69
4.3 Заходи з поліпшення стану охорони праці.....	72
Висновки за розділом.....	73

ЧАСТИНА.....	74
5.1 Організація проведення дослідження.....	74
5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи	77
5.3 Розрахунок вартості дослідження.....	81
Висновки за розділом.....	81
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	82
БІБЛІОГРАФІЯ	84
ДОДАТКИ.....	88

ВСТУП

У світі виробництва продуктів харчування шлях від сировини до кінцевого споживчого продукту є довгим процесом, що включає складну серію кроків, кожен з яких допомагає перетворити сировину на продукти харчування. В цій дипломній роботі будуть розібрані важливі сфери переробки сировини рису та сої, а саме будуть описані процеси екструзії сої та взривання рису.

Рис і соя за етапи розвитку людства зазнали значних змін через впровадження нових етапів обробки. Історія переробки рису та сої – це історія інновацій, культурного обміну та наукових відкриттів. Від давніх сільськогосподарських традицій до сучасних промислових процесів, методи перетворення цієї скромної сировини розвивалися, відображаючи зміну обличчя людської цивілізації.

Сучасний рівень інноваційних технологічних процесів спрямований на підвищення фізико-хімічних властивостей природної сировини шляхом комплексної комбінованої дії на неї робочих механізмів.

Процес екструзії є ідеальним процесом для збагачення продуктів білком, клітковиною, вітамінами та іншими речовинами. Здатність регулювати склад продукту для збільшення вмісту білка, вітамінів або мінералів відіграє важливу роль у профілактиці багатьох захворювань людини [1].

Для виробництва екструдованих харчових і кормових продуктів необхідна сировина різного складу і властивостей: соєве борошно, крохмалисті продукти: зернові – кукурудза, рис і овес, сорго; продукти з крохмалю і картоплі, а також різні суміші білків і полісахаридів, в тому числі м'ясо. Вторсировина для молочної та рибної промисловості. Це дозволяє використовувати технологію екструзії для створення продуктів з регульованою харчовою, біологічною та енергетичною

цінністю [3].

Процес взривання рису – це спосіб приготування, який лежить в основі різних кухонь світу і відображає багатогранність людського ставлення до їжі. Незалежно від того, чи це техніка взривання рису в японських суші, ароматний рис басматі в індійській кухні чи рис, який є основною стравою в незліченних інших культурах, процес взривання рису є культурним спадком, який пройшов через етапи розвитку людства та став частиною сучасного кулінарного життя.

Актуальність даного дослідження полягає в необхідності обґрунтування процесів переробки рису та сої для подальшого споживання людьми. Тому що рис та соя є досить доступним продуктом харчування, до того ж землі України досить родючі та здатні забезпечувати населення доступною та здоровою їжею. Після обробки зерна рису та сої стають більш поживними, краще засвоюваними та приємнішими на смак. Завдяки обробці можна змінювати зовнішній вигляд та смак первинного продукту для запобігання звиканню до продукту людьми.

У зв'язку з вищевикладеним, необхідно провести комплексні дослідження з розробки технологій продуктів переробки рису та сої.

Метою роботи є обґрунтування технологій переробки рису та сої в харчові продукти, на основі екструдювання та взривання даних продуктів.

Наукова новизна отриманих результатів пов'язана з визначенням змін в фізичних та біохімічних показниках сої та рису.

Практичне значення отриманих результатів полягає у перекладі технічних рекомендацій з переробки зернових продуктів у виробництво.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Історичний огляд переробки рису та сої

Рис і соя – це одні з найважливіших основних сільськогосподарських культур у світі, які забезпечують харчовими продуктами 8 мільярдів людей на всьому земному шарі. Історія розвитку перероблення цих культур еволюціонувала разом з розвитком людської цивілізації

Вважається, що рис посівний, (лат. *Oryza sativa*), був одомашнений у Давньому Китаї близько десяти тисяч років тому. Одні з перших способів вирощування рисової культури містити звичайне ручне розтирання зерен рису, щоб видалити лушпиння та обмолоту. Але в ході еволюції, щоб робити це ефективніше – люди почали використовувати базові найпримітивніші інструменти, наприклад ступки та дерев'яні товкачі [6].

Великим досягненням у переробленні зерен рису – було розмелювання насінин, яке відділяє висівки від білого ядра рису. Коли люди винайшли млини, які працювали за допомогою сил тварин або людей – використовувались для розтирання та роздроблення рису. До речі вони й стали основою для механічних млинів, які ми використовуємо в сьогоденні. Найперші згадки про рисові млини з водяним приводом датуються третім століттям до н.е. і звісно ці згадки були в Стародавньому Китаї. Розвиток цих технологій і дозволив людям ефективніше і масштабніше переробляти та споживати рис, що і дало змогу розвивати та розширювати цивілізацію [7].

Соя (лат. *Glycine max*) також має дуже давнє походження, тому, що згадки про вирощування сої датуються 5 тисячоліттям до н.е., знову ж таки в Стародавньому Китаї. Давнє населення планети вирощувало сою в першу чергу

через те, що вона покращує властивості ґрунту, та через свої азотфіксуючі властивості. В ті часи, сою в основному вирощувались не для споживання людьми, а як корм для тварин.

Але з розвитком цивілізації – саме в Давньому Китаї сою стали переробляти на харчові продукти. Населення Китаю розробило примітивні технології ферментації та перероблення соєвих бобів на різноманітні продукти, а саме – тофу, місо, та відомий соєвий соус. Ці інноваційні технології зробили соєву культуру невід'ємною часткою раціону китайців, а згодом і багатьох інших цивілізацій, через те, що ці продукти пропонують цінне джерело поживних речовин та білка. Перероблення сої була дуже важкою і базувалась на методах, подрібнення та ферментації, і вчення про ці методи згодом розширились на інших країни Східної Азії, ставши невід'ємною частиною їх культури [16].

З розповсюдженням тенденції вирощування зерен рису та соєвих бобів по всій території Азії, розширювались і знання про технології перероблення цих продуктів. В часи Середньовіччя, Японія взяла та вдосконалила техніку полірування зерен рису, після чого рис набував більш привабливий та біліший зовнішній вигляд. Так, наприклад на території Кореї, коржі з рису, або так називаємі «тток» стали дуже популярним харчовими продуктами, який вдалося створити завдяки вивченням нових технік перероблення зерен рису.

Що до соєвих бобів, то технологія виробництва тофу також розширилась на країни Азії, а саме на Корею та Японію. В цих країнах тофу став одним з основних харчових продуктів. Продукти ферментації з сої, а саме соєвий соус та місо – також стали супер популярними в країнах Східної Азії. Методи перероблення рису та сої розвивались у країнах Азії, що зробило продукти з цих рослин «візитною карткою» азіатської кухні [2].

Але не варто думати, що споживання рису і сої, та технології перероблення цих продуктів обмежувались лише країнами Азії. Через розвиток торгівлі та більшої соціалізації людей і культурному обміну, вчення про ці практики розповсюдились і в інші країни Земного шару. Так, наприклад торговці з Азії, завезли рис в країни Близького Сходу, Північної Африки, і звісно до країн

Європи, де рис став однією з традиційних культур

Ну і промислова революція сприяла ще більш стрімкому розвитку технологій перероблення рису та сої. такий винахід як паровий двигун – дуже сильно підвищив ефективність і масштаби перероблення цих культур. Завдяки паровим двигунам почали з'являтися заводи та фабрики з перероблення соєвих бобів. Через це люди почали виробляти соєве молоко, соєву олію та багато інших продуктів з соєвих бобів. Ці досягнення започаткували переробну революцію та сильно вплинули на глобалізацію харчування та продовольства.

1.2 Харчова цінність переробки

Переробка зерен рису – це багатоетапна і комплексна процедура, яка робить з сирого рису – їстівний рис, що споживається в кожній країні світу. Кожен етап є ключовим для збереження якості, поживності та безпеки кінцевого продукту. З розвитком технологій та сільськогосподарських практик рисопереробна галузь продовжує розвиватися, забезпечуючи стабільне постачання цього важливого продукту харчування [8].

Перший крок у переробці рису починається на етапі приймання та очищення. Сирий рис надходить на переробне підприємство і проходить первинне очищення, видаляючи сторонні домішки, такі як каміння, палички та сміття. На сучасних підприємствах використовується комбінація машин для попереднього очищення, включаючи повітряні аспіратори та машини для видалення каміння, щоб гарантувати, що на наступні етапи потрапляють лише чисті та неушкоджені зерна рису.

Другий крок у переробці рису – це лушення зерна. У сучасних операціях лушення рису переважають механічні луцильні машини. Традиційні луцильні машини оснащені гумовими вальцями, які тиснуть на рисові зерна з різною швидкістю обертання, щоб відокремити лушпиння [8].

Лушення зерна – це операція відділення зовнішньої оболонки від зерна. Використовуваний метод лушення залежить від структури зерна, міцності

зв'язку між оболонкою та ядром, міцності ядра та типу отриманого продукту.

Існує 3 способи лушення. При виборі способу прагнуть отримати якомога більше лушених зерен за малою дробимістю ядра.

Перший спосіб лушення – це пресування + зрізання, який ефективний для круп, оболонки яких не зв'язані з ядром. Основні машини, в яких використано цей спосіб, лушильний постав, вальцедековий верстат і лушильник з обгумованими валками.

Другий спосіб – лушення багаторазовим або одноразовим ударом. Застосовують для круп з пластичною серцевиною і неоплавленою плівкою, що не руйнується при ударі, або коли з плівки отримують подрібнену нумеровану крупу. Багатоударне лушення використовується для лушення вівса, ячменю, пшениці, кукурудзи, для цього призначені злиткові та оббивні машини.

Третій спосіб лушення передбачає поступове зношування оболонки внаслідок тертя зерна об рухому шорстку поверхню [15].

Третій етап переробки рису – сепарація. Сепарація рису є важливим етапом який йде одразу після лушення під час переробки рису, де суміш рисових зерен і лушпиння відокремлюється для отримання чистого товарного рису.

Сепарація рису відіграє важливу роль у збереженні якості та чистоти кінцевого рисового продукту. Видалення лушпиння, висівок і домішок гарантує, що рис відповідає промисловим і споживчим стандартам. Процес сепарації сприяє однорідному зовнішньому вигляду кінцевого рисового продукту. Однорідність розміру і кольору підвищує товарний вигляд і візуальну привабливість рису і звісно його ціну [10].

Четвертий етап переробки – шліфування. Шліфування рису є ключовим етапом обробки рису після збору врожаю, який перетворює зібраний рис на їстівне рисове зерно.

Ядра стають гранулами після шліфування та полірування, тобто видалення залишків плоду, оболонки насіння та алейронового шару частини зародка. Шліфування покращує зовнішній вигляд зерен, наприклад, темні зерна рису стають білими після помелу. Стійкість зерна при зберіганні підвищується за

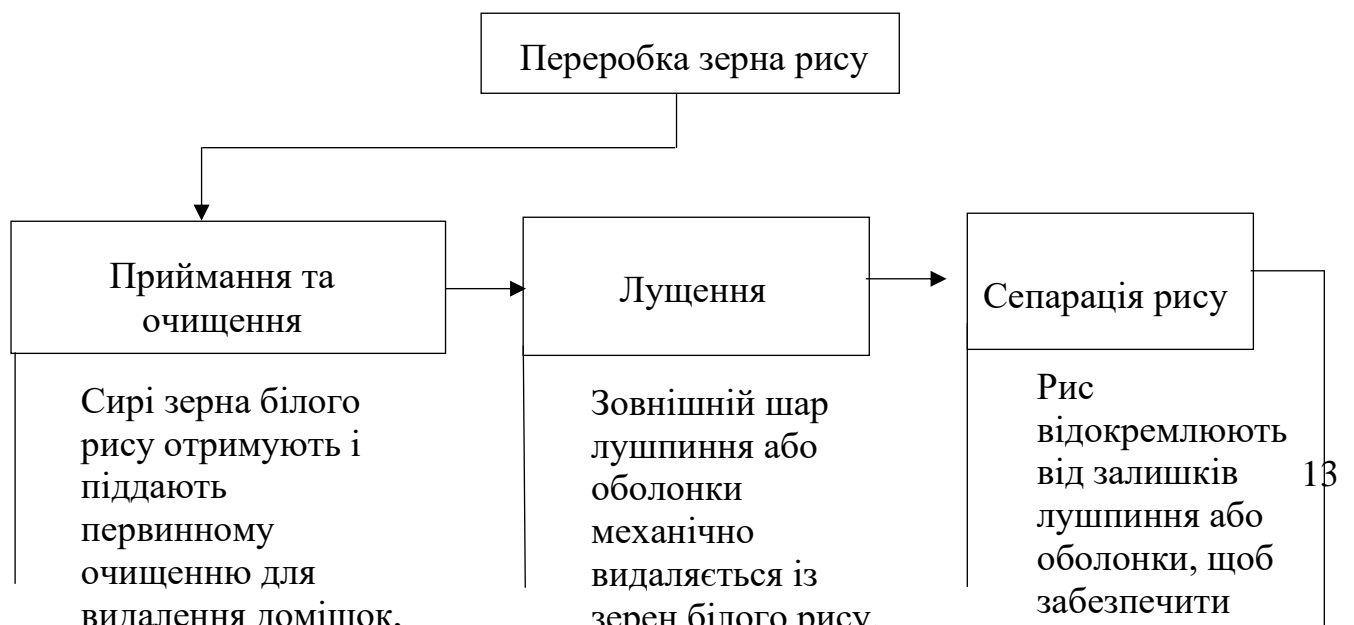
рахунок видалення зовнішнього шару ядра і зародка, який містить велику кількість жиру. Шліфована крупа швидко вариться, а її заварний об'єм збільшується.

У процесі шліфування зовнішня частина корпусу ядра поступово зношується через сильне тертя об абразиви чи інші гострі поверхні та взаємне тертя між корпусами ядер. Тому ефективність виробництва зерна значною мірою залежить від технічного стану шліфувальних машин та способу обробки зерна. Лушительник А1-ЗШН-3 і спеціальні подрібнювачі ЗС-125 і А1-БШМ застосовують для подрібнення зерна, головним чином рисового і вівсяного.

П'ятий етап переробки – полірування рису. Під час цього процесу зерна рису бережно труться одне об одне. Це видаляє пил і залишає шовковистий блиск, який має гарний вигляд на полицях супермаркетів. 30 % рису у світі переробляється на обладнанні Бюлер.

Заключний етап переробки рису – це класифікація та сортування. Це є невід'ємною частиною забезпечення якості в рисовій промисловості. Забезпечення однакового розміру, кольору та зовнішнього вигляду підвищує ринкову конкурентоспроможність рисової продукції. Однорідність зовнішнього вигляду рисового зерна має вирішальне значення для сприйняття споживачем.

Удосконалені системи сортування виявляють і відбраковують дефектні зерна, гарантуючи, що лише високоякісний рис потрапляє до споживачів. Це сприяє підвищенню безпеки харчових продуктів і задоволенню споживачів [8].



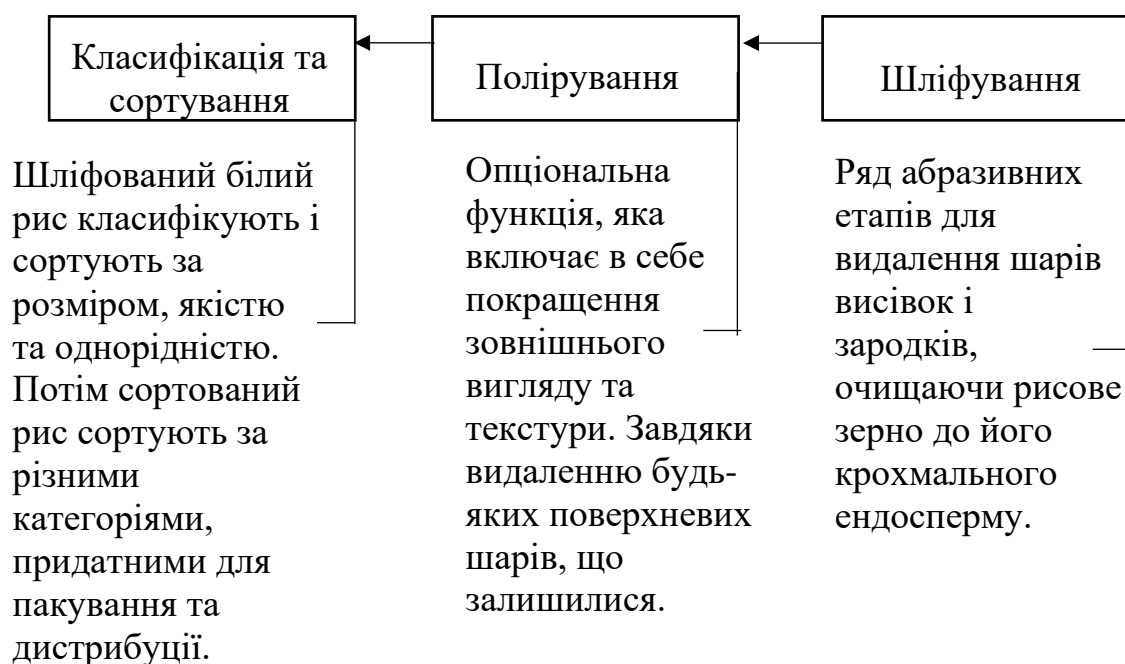


Рисунок 1.1 – Блок-схема процесу переробки рису

Зміни в складі рису до і після обробки:

Обробка призводить до значних змін у складі рису, особливо щодо поживності та зовнішнього вигляду:

- Знижений вміст клітковини: під час процесу подрібнення видалається шар висівок, багатий харчовими волокнами. Таким чином, білий рис має значно менший вміст клітковини, ніж коричневий рис, що впливає на його харчову цінність.
- Втрата вітамінів і мінералів: шар висівок містить необхідні вітаміни та такі мінерали, як вітаміни групи В, залізо і цинк. Процес помелу спричиняє значну втрату цих поживних речовин у білому рисі

- Знижений вміст жиру: під час подрібнення видаляється зародковий шар, який містить здорові жири. Таким чином, білий рис має менший вміст жиру, ніж коричневий рис
- Підвищена концентрація крохмалю: через подрібнення рису концентрація крохмалю збільшується і стає основним компонентом білого рису
- Знижена харчова цінність: хоча білий рис є цінним джерелом вуглеводів та енергія, його харчова цінність нижча, ніж у коричневого рису, який зберігає висівки та зародкові шари та забезпечує більше клітковини, вітамінів та мінералів [12].

Таблиця 1.1 – Види і сорти рисової крупи

Вид крупи	Сорт крупи	Характеристика крупи та способів обробки
Рис шліфований	Екстра	Продукт, отриманий шляхом подрібнення рисових зерен, має шорстку поверхню, з якої повністю видалені квіткові плівки, плодови та насінневі оболонки, більша частина алейронового шару і зародок.
	Вищий	Продукт, отриманий при помелі рису, складається з зерен з шорсткою поверхнею, з яких видалені пильовик, плодова і насіннева оболонка, більша частина алейронового шару і зародок. Вміст забарвленого ядра алейронового шару та частини зародка не перевищує норм, зазначених у цьому стандарті. І продукти, отримані при подрібненні лущених рисових зерен, якість яких не досягає особливого сорту.
	Перший	
	Другий	
	Третій	
Рис подрібнений шліфований.	На сорта не ділиться	Рис переробляється на гранульовані продукти, які виготовляються з рисових зерен, які подрібнюються і додатково шліфуються. Розмір менше 2/3 цілого зерна, а діаметр перед проходженням через перфорацію. сито 1,5 мм.

Таблиця 1.2 – Характеристика рисової крупи

Найменування	Характеристика та норми для рисової крупи
--------------	---

показника	Екстра сорт	Вищого гатунку	Першого сорту	Другого сорту	Третього сорту	Подрібнений
1	2	3	4	5	6	7
1.Колір	Білий	Білий з різними відтінками				
2.Запах	Властивий рисовій крупі без сторонніх запахів, не затхлий, не пліснявий.					
3.Смак	Властивий рисовій крупі без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий.					

Продовження таблиці 1.2

Кількість ядер, що мають відношення довжини ядра до ширини 2,3 і більше, %, не менше	90	-	-	-	-	-
Вологість, %, не більше	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
Доброякісне ядро, %, не менше, ніж	99,7	99,7	99,4	99,1	99,0	98,2
у тому числі: рис подрібнений, %, не більше	4,0	4,0	9,0	13,0	25,0	-
пожовклі ядра рису, %, не більше	НДП	0,5	2,0	6,0	8,0	-
крейдяні ядра рису, %, не більше	1,0	1,0	2,0	3,0	4,0	8,0
ядра з червоними смужками, %, не більше	НДП	1,0	3,0	8,0	10,0	не обмежуються
червоні ядра, %, не більше	НДП	НДП	НДП	НДП	1,0	не обмежуються
глютинозні ядра, %, не більше	0,5	1,0	2,0	2,0	3,0	-

лущені ядра просянки, %, не більше	-	-	-	-	-	3,0
не лущені зерна рису, %, не більше	НДП	НДП	0,2	0,3	0,3	-
Смітна домішка, %, не більше	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,8

Продовження таблиці 1.2

у тому числі: мінеральна домішка	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10
органічна домішка	НДП	НДП	0,05	0,05	0,05	0,05
зараженість шкідниками хлібних запасів	Не допускається					
забрудненість мертвими шкідниками хлібних запасів: мертві жуки, екз. в 1 кг, не більше	НДП	НДП	15	15	15	15
металомагнітна домішка, мг в 1 кг, не більше	3	3	3	3	3	3

Переробка сої – це отримання абсолютно нових продуктів, харчові та смакові якості яких значно відрізняються від вихідної сировини. Завданням переробки є розширення асортименту продукції та внесення більшої різноманітності в харчування а також створити нові компоненти, які використовують у різних галузях промисловості.

Світ промисловості постійно шукає ресурси харчування. Традиційно джерелом білка було м'ясо, але сучасні економічні та соціальні умови змушують зосередитися на отриманні більшої кількості білка рослинного походження.

Соеві продукти, завдяки їх різноманітності та порівняно низькій собівартості, роблять це можливим. Щоб задовольнити зростаючий попит людей на харчовий білок, не дуже далеко у недалекому минулому соєві боби використовували переважно для виробництва олії та комбікормів, останнім часом їх пристосували для виробництва економічного та високопоживного харчового продукту – соєвого білка [22].

Різні види переробки сої, виходячи з накопиченого світового досвіду, можна поділити на 4 групи:

- Найпростіша (основна) технологія.
- Технологія виробництва олії.
- Виробництво соєвого борошна.
- Глибока переробка сої.

Первинна переробка соєвих бобів є класичним способом отримання целюлози в Східній Азії. Найдавніша технологія переробки сої – китайська. Використовується для виробництва соєвого молока, сиру (тофу). Вона дуже проста: замочити боби на ніч, потім подрібнити, розтерти у холодній воді, відфільтрувати, щоб відокремити нерозчинну частину, і кип'ятять. Основним отриманим продуктом є сироподібний тофу з сильно вираженою, специфічною трав'янисто-бобовою смакоароматикою. Цей метод можна використовувати в домашніх умовах і широко використовується людьми [16].

Освоєно і його промислову технологію. Первинна переробка дає базові соєві продукти, які можуть застосовуватися як для прямого використання, так і для подальшої переробки. Такими традиційно є:

- Сировинне соєве молоко;
- Соєвий шрот;
- Соєве лушпиння

На рисунку 1.2. представлена технологічна схема переробки соєвих бобів

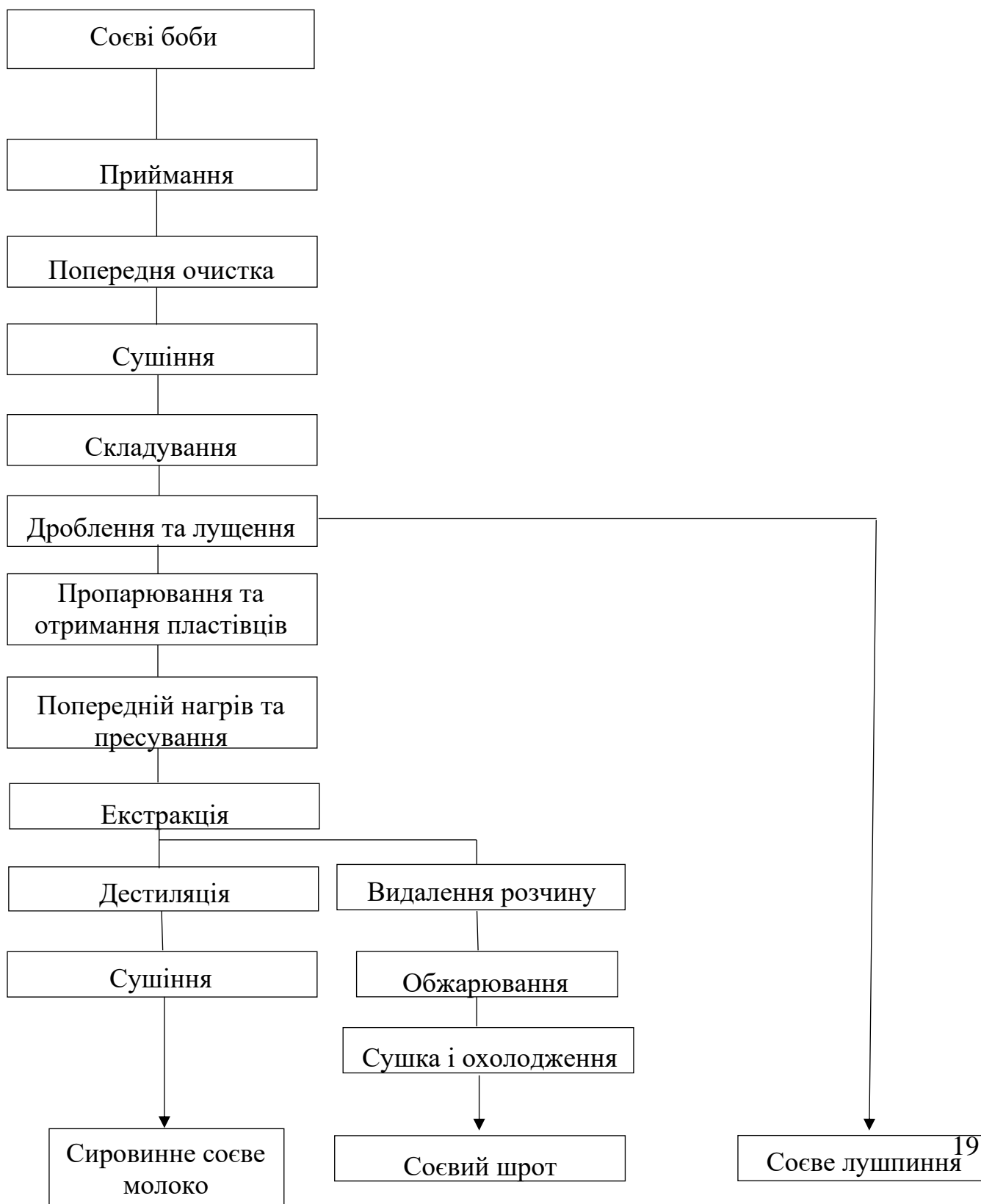


Рисунок 1.2. – Технологічна схема переробки соєвих бобів

Харчова соєва основа – найдешевший соєвий продукт, що знайшов широке застосування в харчуванні людини (рис. 1.3). Вона виробляється як із насіння сої, так і з повножирного соєвого борошна, являє собою водну емульсію речовин і мікроелементів, що входять до складу соєвих бобів. Це солодкувата рідина зі слабко вираженим соєвим присмаком, без запаху, біло-кремового кольору. Спеціальна обробка дає змогу інактивувати антипоживні речовини (уреазу, інгібітори трипсину та ін.), що містяться в соєвих бобах [24].

В схемі 1.3. наведено приклад виробництва харчової соєвої основи

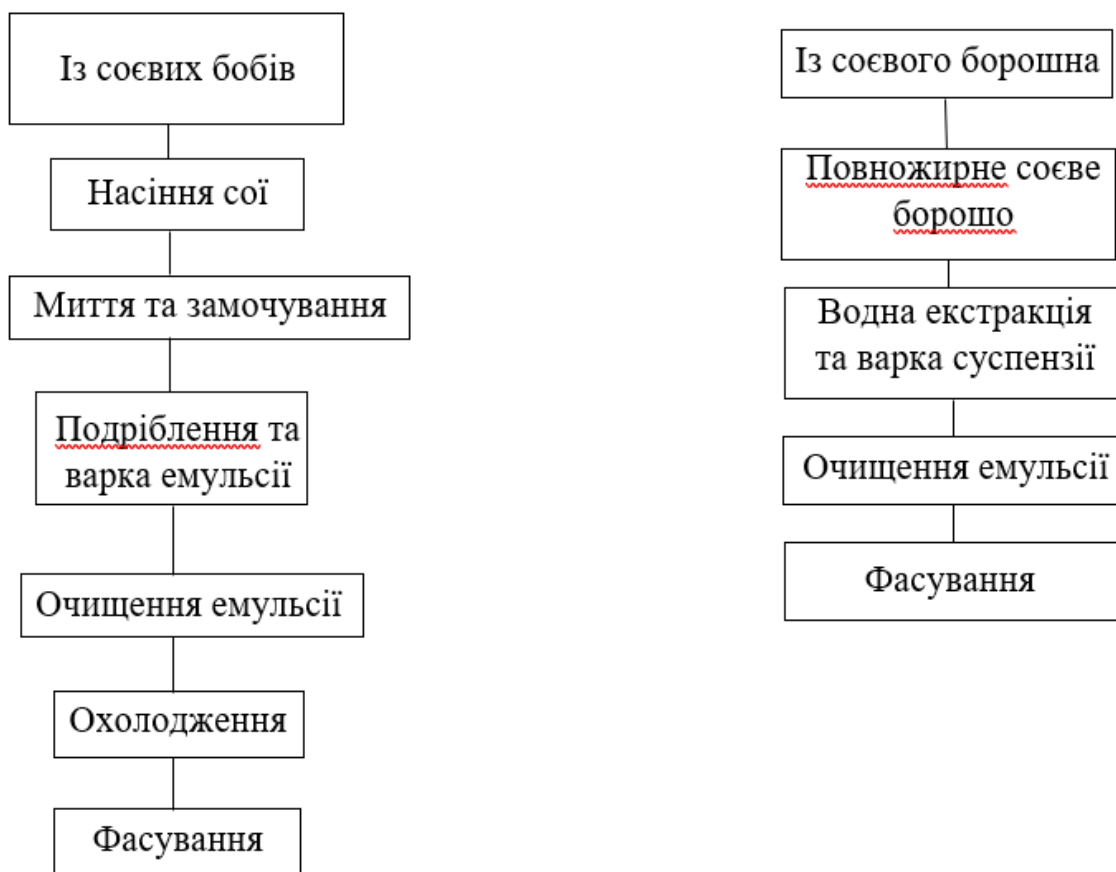


Рисунок 1.3. – Технологічна схема виробництва харчової соєвої основи

Харчова соєва основа може бути використана:

- Для отримання соєвого сиру (тофу);
- Для вироблення соєвого фаршу;
- Для виробництва сухого соєвого молока;

Як рецептурний компонент для виробництва різних соєвих напоїв і десертів, майонезу, згущеного соєвого продукту.

Окара – (харчовий соєвий збагачувач) являє собою твердий, нерозчинний однорідний осад світло-жовтого кольору, без запаху, зі слабо вираженим кольору, без запаху, зі слабо вираженим соєвим присмаком, одержуваний під час очищення соєвої суспензії в процесі виробництва соєвої харчової основи. Окара застосовується під час виробництва різних харчових продуктів як:

- Основи для виробництва соєвої пасти та соєвої ікри;
- Добавок у харчові напівфабрикати (м'ясні, рибні, овочеві тощо);
- Добавок у кулінарні вироби [17].

1.3 Характеристика сировини рису та сої в продуктах харчового призначення

Залежно від місця та умов вирощування сої вміст поживних речовин може сильно коливатися: білка – від 29% до 50,3%, жиру – від 13,5% до 25,4%, а сума білка і жиру – від 52% до 65% [18].

Велика частина білка, що міститься в насінні сої, вважається запасним (або резервними). Місця відкладення запасних білків є внутрішньоклітинними структурами, так званими алейроновими зернами, які розподілені в об'ємі клітини між ліпідними гранулами або сфероїдами. Крім запасних білків, насіння сої містить також невелику кількість структурних білків, які входять до складу різних структурних елементів клітинних і каталітичних (ферментних) білків. Ферментативні та структурні білки мають різноманітний склад і властивості [23].

Ферменти – це білки з каталітичними властивостями. Кожна жива клітина

виконує свою життєдіяльність за допомогою різноманітних ферментів. Великий інтерес викликали ферменти сої:

- Ліпаза
- Гліцеридгідролаза (кальцій присутній як активна група ферменту);
- Амілаза – фермент, що каталізує гідроліз вуглеводів;
- Ліпоксигеназа і пероксидаза – ферменти, що каталізують окисно-відновні реакції [19].

Бета-амілаза та ліпоксигеназа виявлені у великих кількостях у насінні сої.

Ліпоксигеназа сприяє руйнуванню молекул жирних кислот, що призводить до прогорканню продуктів харчування та окисного псування.

Спочатку так звану каротиноксидазу екстрагували з насіння сої та використовували для "відбілювання" каротину. Згодом із цього препарату виділяють кристалічну форму ліпоксигенази. Реакція, що каталізується цим ферментом, протікає на повітрі та прискорюється в присутності кисню. При цьому відбувається значна втрата вітаміну А та розвивається специфічний запах і смак.

Зі знежиреного соєвого борошна було виділено два ферменти ліпоксигенази: ліпоксигеназу 1, що каталізує окиснення вільної лінолевої кислоти, та ліпоксигеназу 2, яка каталізує окиснення лінолевої кислоти в трилінолеву кислоту. Активність ліпоксигенази 1 підвищується в присутності іонів Ca^{2+} , тоді як ліпоксигеназа 2 інгібується іонами Ca^{2+} .

Ліпоксигеназа може бути інактивована термічною обробкою, іонізуючим випромінюванням і механічним впливом.

Запасний білок насіння сої на 85-90% складається з глобуліну, решта – альбуміну та невеликої кількості клейковини.

Біологічна цінність білка визначається двома чинниками: амінокислотним складом і здатністю білка засвоюватися організмом [27].

Амінокислотний склад білка відіграє дуже важливу роль. Для того щоб виробляти власний білок, організму потрібен повний набір амінокислот у

необхідних для цього процесу поєднаннях і кількостях. Загалом у синтезі білка беруть участь 20 амінокислот, але 8 із них є незамінними (есенціальними), оскільки не можуть синтезуватися в нашому організмі й мають надходити з їжею. До них належать: метіонін, лізин, триптофан, фенілаланін, лейцин, ізолейцин, треонін і валін. До незамінних амінокислот також належать гістидин і аргінін, які дитячий організм не може синтезувати.

Щоб визначити біологічну цінність білка, ФАО/ВОЗ (Всесвітня організація охорони здоров'я) пропонує стандартний стандарт амінокислот для порівняння складу будь-якого білка, що тестується. Для цього хімічними методами визначали вміст усіх амінокислот у досліджуваних продуктах. Потім розраховують відсотковий вміст кожної амінокислоти по відношенню до її вмісту в стандартному "ідеальному" білку. Ця величина називається нормою амінокислот. Кінцевою біологічною цінністю білка є амінокислота з найменшою значущістю (%). Основна відмінність між рослинним білком і тваринним білком полягає в тому, що останній містить вищі рівні деяких дефіцитних амінокислот, які визначають його харчову цінність. До таких амінокислот належить насамперед лізин, який у досить невеликих кількостях присутній у рослинних білках. Тому, наприклад, пшеничний білок вважається найгіршим серед рослинних білків. Найбільше лізину містять боби. Численні дослідження показали, що амінокислотний склад соєвого білка є найбільш досконалим з усіх джерел рослинного білка. Вміст лізину в соєвому білку близький до вмісту лізину в таких продуктах, як м'ясо, молоко та яйця.

Значення сої полягає в тому, що амінокислотний склад її білка близький до високоцінних білків тваринного походження, що дає змогу успішно замінювати його в будь-якому типі раціону.

Загалом за вмістом білка соєві боби не мають аналогів і містять 34,9% рослинних білків, тоді як вміст білка в яйцях становить 12%, сирі – 25, нежирній яловичині – 22%, рибі – 20%.

Жирність насіння сої коливається від 13,5% до 25,4%. Ліпіди насіння сої представлені гліцеридами та ліпідними речовинами. Соевий жир являє собою

напіввисихаючу олію, гліцеридний склад якої вказано в таблиці [29].

Таблиця 1.3. – Жирнокислотний склад насіння сої (г/100 г насіння)

Жирна кислота	Вміст	Жирна кислота	Вміст
C _{16:0} (пальмитинова)	1,81	C _{18:2} (лінолева)	8,77
C _{18:0} (стеарінова)	0,69	C _{18:3} (ліноленова)	1,56
C _{18:1} (олеїнова)	4,01	Сумма	16,35

Близько 85% ліпідів становлять ненасичені жирні кислоти, основною з яких є лінолева. У насінні сої вміст стеринів становить 0,5 – 0,8% від маси ліпідів насіння.

Соеві боби багаті на незамінні фосфоліпіди, які надзвичайно корисні для організму людини.

Добре відомо, що при захворюваннях печінки відбуваються патологічні зміни в структурі клітинних мембран і ферментних систем. Біосинтез фосфоліпідів порушується, а його дефіцит призводить до дисфункції клітинних мембран. Особливо схильні до цього впливу мітохондрії (близько 30% складаються з фосфоліпідів), де відбуваються важливі метаболічні процеси, головним з яких є окисне фосфорилування. Через нестачу фосфоліпідів порушується жировий обмін, що призводить до стеатозу печінки. Есенціальні фосфоліпіди сприяють регенерації субклітинних і плазматичних мембран, реактивують ушкоджені мембранозв'язані ферментні системи та рецептори, підвищують детоксикаційну здатність печінки, нормалізуючи тим самим її функцію [5].

Фосфоліпіди в насінні сої представлені лецитином, цефаліном та інозитолфосфоліпідами.

Вміст фосфоліпідів у соєвих бобах сягає 2,0%.

Вуглеводний комплекс насіння сої включає дисахариди глюкозу, раффінозу, крохмаль, галактозу та геміцелюлозу. Їх загальний вміст становить 14-33% від маси насіння.

У насінні сої виявлено дисахариди мальтозу і сахарозу, трисахарид раффінозу і тетрасахарид стахіозу.

Таблиця 1.4. – Вуглеводний склад насіння сої (грам на 100 грам насіння)

Показник	Вміст	Показник	Вміст
Глюкоза	0,01	Стахіоза	3,0
Фруктоза	0,55	Геміцеллюлоза	6,3
Рафіноза	1,58	Клітковина	4,3
Сахароза	5,10	Крохмаль	3,5

Насіння сої багаті на мінеральні речовини. Вміст сирової золи в насінинах становить 5,5 – 6,0% від маси насінин

Таблиця 1.5. – Мінеральний склад насінин сої (на 100 г)

Макроелементи	Вміст, мг	Мікроелементи	Вміст, мг
Калій	1607	Алюміній	700
Кальцій	348	Бор	750
Кремній	177	Йод	8
Магній	226	Марганець	2800
Натрій	6	Мідь	500
Сіра	244	Нікель	304
Фосфор	603	Фтор	120
Хлор	64	Цинк	2010
Залізо	15	Молібден	99,0

В соєвих бобах міститься фітинова кислота у вигляді її магнієво-кальційних солей фітина, котрий представляє собою резерв фосфору в бобах

Основну частину золи бобів складають (до 90%) оксиди фосфору, калію та магнію. В найбільшій кількості міститься калій, на другому – фосфор, оксиди якого разом з оксидами калію складають 70 – 75% маси золи [28].

Як і інші бобові, насіння сої багате вітамінами, особливо вітамінами групи В. Крім того, було доведено, що насіння сої містить у 3 рази більше вітаміну В1, ніж сухе молоко. Соєві боби містять у 6 разів більше вітаміну В2, ніж пшениця,

ячмінь, овес і горох. Також важливо зазначити, що соєві боби багаті на вітаміни РР і Е.

Таблиця 1.6. – Вміст вітамінів у насінні сої (мг/100г)

Показник	Вміст	Показник	Вміст
β-каротин	0,07	Пантотенова к-та	1,75
Вітамін Е	17,30	Рибофлавін	0,22
Вітамін В ₆	0,85	Фолацин, мкг	200,0
Ніацин	2,20	Холін	270,0
Тиамін	0,94	Біотин, мкг	60,0

Крім цих вітамінів, насіння сої містить й інші вітаміни, але в незначних кількостях. Наприклад, соєві боби та продукти їхньої переробки містять мало вітаміну D, тому соєве молоко як замітник молока збагачують цим вітаміном для підвищення його харчової та біологічної цінності.

Висока харчова та біологічна цінність соєвих бобів, а також їхнє широке визнання в харчуванні людей упродовж поколінь є важливими причинами широкого використання соєвих бобів у різних галузях харчової промисловості.

Молочні продукти з соєвих бобів:

- Кисломолочні продукти
- Консерви,
- Напої;
- Йогурт;
- Соуси
- Дієтичні аналоги сиру;
- Замінники горіхів
- Сир (тофу);

Зі зрілих соєвих бобів виготовляють різноманітні консерви, готують квасолевий суп-пюре, подрібнюють на крупу (зернисту ікру, аджику).

Встановлено, що для консервування можна використовувати і незрілі

зелені соєві боби, наприклад зелений горошок. Консервована зелена квасоля за смаком нагадує зелений горошок або лімську квасолю і є чудовою їжею як за смаком, так і за поживною цінністю.

Із соєвих бобів отримують порошок, який може частково замінити какао або каву під час ароматизації харчових продуктів. Для отримання порошку соєві боби пропарюють за 100-120°C протягом 5-35 хвилин, потім сушать гарячим повітрям за 100-120°C, очищають від лушпиння і обсмажують за 100-120°C 35-160 хвилин. Температура 125-235°C. Обсмажені продукти подрібнюються до розміру частинок ≤ 150 мікрон [32].

Соевий соус виготовляють шляхом ферментації суміші цільних соєвих бобів і пшеничного борошна, до якого додають дріжджі. Процес триває 18 місяців, а потім отриману рідину віджимають і переробляють. Для надання йому специфічного смаку додають спеціальні добавки.

Шлях від соєвих бобів до соєвого соусу починається з ретельного відбору. Вибирайте високоякісні соєві боби (зазвичай жовті сорти) через високий вміст у них білка та олії.

Високоякісні соєві боби є основою для приготування соєвого соусу з насиченим смаком. Вміст білка в соєвих бобах є ключовим фактором під час виробництва соєвого соусу. У процесі ферментації соєвий білок ферментативно гідролізується і розщеплюється на амінокислоти та пептиди, що надає соусу характерного смаку. Соєві боби містять олію, яка надає соєвому соусу приємного смаку і текстури. Ліпіди, що містяться в соєвих бобах, відіграють важливу роль у загальному сенсорному сприйнятті, надаючи соусу глибини.

В Індонезії продукт під назвою темпе готують шляхом ферментації соєвих бобів культурою гриба роду *Ornatum*. Його готують удома і їдять того ж дня. Смажений темпе має приємний смак, запах і текстуру.

Традиційний метод приготування полягає в такому: квасолю замочують у воді на ніч, потім вручну видаляють насінневу оболонку і кип'ятять 30 хвилин, зливають воду і кладуть квасолю на тканину для просушування. Потім їх змішують із приготованими заздалегідь невеликими кубиками темпе і

залишають бродити за кімнатної температури на добу. За цей час квасоля вкривається білим міцелієм, утворюючи тверду масу, яку нарізають тонкими скибочками, вмочують у соляний розчин і обсмажують на кокосовій олії [30].

В Японії соєві боби використовують для виробництва продуктів місо і натто. Місо – це паста, отримана шляхом ферментації суміші соєвих бобів, рису, ячменю і солі з пліснявою протягом трьох років. Залежно від техніки місо характеризується насиченим кольором, ароматом і смаком. Використовується як приправа до різних страв і для приготування соусів.

Натто – це соєвий продукт, приготований шляхом поміщення приготованих бобів у рисову солому та інкубації їх із певними штамми бактерій, що надає продукту унікального смаку. Продукт подають із соусом як самостійну страву на сніданок або обід.

В Японії розроблено замітник вершків для приготування крему, який використовують як прикрасу борошняних кондитерських виробів.

Для його отримання готують суміш із 20-30% рослинної олії, 2-4% соєвого борошна, води, підсолоджувачів, ароматизаторів та емульгаторів. Суміш гомогенізують, спінюють і зберігають у замороженому вигляді. Перевага цього продукту в тому, що він зберігає свої якості навіть після багаторазового заморожування і відтавання.

У Німеччині носій (основу) харчових добавок отримують із соєвих бобів.

Пропонований спосіб отримання рослинних носіїв харчових добавок включає такі етапи:

- Замочіть квасолю у водянистому середовищі;
- Подрібнення та витримка розм'якшеної сировини (2 години);
- Окремо від білків, жирів і цукрів;
- Сушіння і кондиціонування.

У Єгипті розроблено технологію виробництва кисломолочного напою лассі з соєвих бобів і пахти. Подрібніть соєві боби з масляною, щоб отримати суміш сухих речовин сої та маслянки у співвідношенні 2:3. Суміш із масовою

часткою сухої речовини 12% гомогенізують за 65°C і тиску 3,5 МПа, потім пастеризують за 85°C і для ферментації термофілів використовують суміш молочнокислих бактерій *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus* (вміст 2%). Помістіть виріб за 37°C на 10-12 годин, додайте 13% сироп і ретельно перемішайте. Готовий кисломолочний напій на основі сої та пахти містить 9% сухих речовин. При зберіганні в поліетиленових пакетах за температури 5°C протягом 10 днів погіршення органолептичних властивостей не спостерігається [31].

У США розроблено і запатентовано спосіб отримання білкових продуктів із соєвих бобів і молочної сироватки (Європейський патент № 152657). Продукт призначений для використання як кормова добавка з подальшим додаванням соєвого білка та/або сухого знежиреного молока як харчового продукту. Цей метод передбачає кип'ятіння соєвих бобів у невеликій кількості води до стану пюре, їх подрібнення в порошок, а потім змішування з порошковою сироваткою. Отриманий пастоподібний продукт багатий на білок, лецитин і соєву олію.

В Японії сир рослинного походження виготовляють із ферментованих соєвих бобів, рослинної олії та сироватки або концентрату сироваткового білка. Цей сир набагато дешевший за звичайний сир, має неповторний смак і аромат, має низький вміст холестерину.

Тут же було розроблено технологію виробництва сиру, що передбачає дозрівання подрібнених цільних або знежирених соєвих бобів із натуральним сиром. До соєвих бобів додають сири, що містять 1% і більше цвілі *Pen.candidum*. Після дозрівання продукт нагрівають до 80-100°C і упаковують у стерильних умовах. Для економії молока і збільшення виходу сиру перед пастеризацією в молоко додають ізолят сої у вигляді дисперсії молочного білка в кількості 15-28% від вмісту казеїну в молоці. Масова частка білка в отриманому продукті становила 27% [33].

Згідно з патентом США, для отримання соєвого сиру сухі соєві боби варять до отримання щільної структури і дрібно подрібнюють у присутності достатньої кількості води до отримання однорідної соєвої пасти, в якій не

виділяється вільна волога. Змішайте бобову пасту з достатньою кількістю сухих речовин сироватки (12-63%). Перемішування змішаного продукту дає змогу компонентам взаємодіяти один з одним, утворюючи однорідну структуру й унеможливаючи виділення вільної вологи.

Білкову їжу, що має смак і запах сиру, отримують шляхом обробки соєвих бобів ферментними комплексами (протеази, амілази, целюлази, ліпази тощо). Для цього з рису готують екстракт, використовуючи плісняву роду *Aspergillus* або *Aspergillus equi*, а потім відокремлюють білок за допомогою етанолу та кухонної солі, змішують із білковим сиром, отриманим шляхом змішування соєвого білка з водою, харчовою олією та жиром. Після дозрівання суміші отримують готовий продукт [11].

Для приготування дієтичних продуктів, таких як сир, ферментовані соєві боби змішують із рослинними та тваринними білками і зберігають за відповідної температури та вологості протягом певного періоду часу. Соєве борошно зазвичай ферментують при 40°C протягом 10 днів, а потім при 50°C протягом 30 днів. Така зміна температури забезпечує розвиток належного аромату [34].

Популярність використання рису в продукти харчового призначення зумовлена його харчовою цінністю: він є багатим джерелом вуглеводів, незамінних амінокислот і різних мікроелементів. Рис має високу енергетичну цінність і становить важливу частину щоденного раціону мільярдів людей, особливо в регіонах, де рис є основним продуктом харчування. Оскільки рис не містить глютену, його можуть вживати люди з обмеженнями в харчуванні, що сприяє його широкому використанню [9].

Кулінарна універсальність рису не обмежена географічними кордонами, і він знаходить своє місце в найрізноманітніших кухнях і кулінарних традиціях. Використовуваний як основа для пікантних страв, як доповнення до карі та рагу або як основний інгредієнт у суші, рис має дивовижну здатність доповнювати й посилювати різноманітні смаки. Нейтральний смак рису дозволяє йому легко поєднуватися з різними кулінарними творіннями, відображаючи його статус кулінарного хамелеона [13].

Шліфований рис містить 8,8% білка. Цілісність білка будь-якого продукту залежить від фракційного та амінокислотного складу. У рисовому зерні на частку найцінніших білкових компонентів – альбумінів і глобулінів – припадає 19-19,3%.

Амінокислотний склад білка рисового зерна свідчить про його високу біологічну цінність. У 100 грамах крупи міститься всього 8,75% амінокислот (99% загального білка), з них незамінних 36,8%

Білок рису містить усі незамінні амінокислоти в хорошому співвідношенні між собою: триптофан – 1 г, лейцин – 4,8 г, ізолейцин – 2,5 г, валін – 4,8 г, треонін – 2,5 г, лізинові кислоти – 2,3 г, метіонін – 2,7 г, фенілаланін – 4,2 г, гістидин – 1,5 г.

Таблиця 1.6. – Білковий комплекс рисової крупи

Харчові речовини	Норма споживання г/добу	Рис шліфований		Рис подрібнений шліфований	
		Вміст в 100г крупи	Задоволення добової потреби, %	Вміст в 100г крупи	Задоволення добової потреби, %
Білки, г, всього	80-100	8,8	9,8	9,7	10,8
В тому числі:					
альбуміни та глобуліни	–	1,7	–	1,83	–
Амінокислоти, г, всього	67,5-82	8,75	11,7	8,7	11,6
Незамінні амінокислоти, г	20-31	3,22	12,6	3	11,8
В тому числі:					
триптофан	1	0,13	13	0,07	7
ізолейцин	3-4	0,33	9,4	1,06	12,5
лейцин	4-6	0,62	12,4	0,46	13,1
валін	3-4	0,62	17,7	0,25	10
треонін	2-3	0,32	12,8	0,34	8,5
лізин	3-5	0,3	7,5	0,21	7
метіонін	2-4	0,35	11,7	0,61	20,3

фенілаланін	2-4	0,55	18,3	–	–
Замінні амінокислоти, г	47,5-51	5,53	11,2	5,7	11,6
В тому числі:					
гістидин	1,5-2	0,19	10,9	0,21	12
аргінін	5-6	0,72	13,1	0,42	7,6
цистин	2-3	0,15	6	0,09	3,6
тирозин	3-4	0,38	10,9	0,34	9,7
аланін	3	0,41	13,7	0,5	16,7
серії	3	0,36	12	0,47	15,7
глутамінова к-та	16	1,43	8,9	1,72	10,8
аспарагінова к-та	6	0,65	10,8	0,81	13,5
гліцин	3	0,44	14,7	0,43	14,3
пролін	5	0,8	16	0,71	14,2

Рисова крупа може задовольнити 12,6% щоденних потреб людини в незамінних амінокислотах. Перевага білка рисової крупи в тому, що він має високу засвоюваність людиною – 97%, тоді як, наприклад, засвоюваність курячого білка становить 100%, а ячмінного білка – 90%.

Ще однією перевагою білка рисового борошна є те, що він не містить глютену – зернового білка, токсичного для людей із целиакією. Целиакія – вроджене захворювання людини, що характеризується хронічною імунотопальною реакцією на білок глютен. Захворювання вражає багато органів, спричиняючи аутизм, шизофренію, анемію, шкірний дерматит, захворювання кісток, а також затримку росту і розвитку в дітей.

Целиакію не можна лікувати медикаментами, і вона змушує людей дотримуватися безглютенової дієти протягом усього життя.

Рисове борошно не містить глютену, що робить його незамінною поживною речовиною впродовж усього життя людини, особливо в дитинстві. Це рисова молочна каша - поживна закуска для дітей, рекомендована Інститутом харчування РАМН [20].

Серед хімічних компонентів шліфованого рису на частку вуглеводів

припадає 74,7% (табл. 1.7), з них на крохмаль припадає 70,3%, харчові волокна - 3%, цукор -1,1.

Таблиця 1.7. – Білковий комплекс рисової крупи

Харчові речовини	Норма споживання, г/добу	Рис шліфований		Рис подрібнений шліфований	
		Вміст, г/100 крупи	Задоволення добової потреби, %	Вміст, г/100 крупи	Задоволення добової потреби, %
Вуглеводи, г, всього	400-500	74,7	16,6	73,7	16,4
В тому числі: Крохмаль	400-450	70,3	16,5	67,7	15,9
Харчові волокна	30	3	10	4,5	15

Продовження таблиці 1.7

Жири, г, всього	80-100	0,6	0,7	0,71	0,8
В тому числі рослинні	30-40	0,6	1,7	0,71	2
Жирні кислоти:	11				
ненасичені		0,35	3,2	0,42	3,8
насичені	25-30	0,11	0,4	0,21	0,8

Рисовий крохмаль є цінною поживною речовиною. Гранули рисового крохмалю мають найменший розмір серед усіх зернових крохмалів (від 3 до 8 мікрон). У зв'язку з цим рисовий крохмаль має підвищену водопоглинаючу здатність і здатність набухати, що забезпечує значне збільшення його маси та об'єму при варінні зерна. Відвар рисової пасти в основному містить желатинізований крохмаль, який потрапляє в киплячу воду і має лікарське значення. Лікарі рекомендують його людям, які страждають на шлунково-

кишкові захворювання, навіть у гострій фазі.

Незначний вміст харчових волокон у шліфованих рисових зернах не тільки сприяє швидкому розварюванню зерен, а й робить їх швидко засвоюваними організмом людини з високою засвоюваністю.

Наявність сахарози у вуглеводах надає рисовим продуктам і стравам солодкого смаку. Борошно шліфоване рисове містить 0,6% жиру, з яких 58,3% становлять мононенасичені та поліненасичені жирні кислоти (лінолева кислота, ліноленова кислота, олеїнова кислота). Ці сполуки життєво важливі для людського організму і відіграють величезну роль в обміні речовин.

Низький вміст жиру означає, що термін зберігання шліфованого рису становить 18 місяців.

Висновки за розділом

Таким чином, цей історичний огляд переробки сої та рису розкриває багатство людської винахідливості, культурного обміну та розвитку сільського господарства. Від стародавніх методів ручного розтирання до сучасних складних промислових процесів, перетворення сої та рису на різноманітні харчові продукти відображає адаптивність суспільства та динамічну взаємодію технологій, торгівлі та кулінарних традицій.

Переробка сої сягає своїм корінням давніх цивілізацій Східної Азії, де бобові культури, що фіксують азот, перетворилися на універсальні та важливі компоненти світової кухні. Розвиток тофу, соєвого соусу та інших соєвих продуктів не лише збагачує раціон харчування, але й демонструє творчі шляхи, якими суспільство може використовувати поживний потенціал сої.

Переробка рису зародилася в Стародавньому Китаї і еволюціонувала від трудомісткого ручного розтирання до машинного шліфування, повністю змінивши масштаби та ефективність виробництва. Технології вирощування та переробки рису поширилися по всьому світу завдяки торговельним шляхам і

культурним обмінам, завдяки чому рис став основним продуктом харчування в усьому світі [21].

Вплив переробки сої та рису виходить за межі кулінарної сфери. Ці основні продукти харчування мають вирішальне значення для глобальної продовольчої безпеки, забезпечуючи життєво необхідні поживні речовини та підтримуючи економічні засоби до існування. Крім того, історичний наратив підкреслює важливість сталих та ефективних методів переробки для задоволення потреб зростаючого населення

У той час як ми стикаємося з нинішніми складнощами і дивимося в майбутнє, дуже важливо розуміти історичний контекст переробки сої та рису. Він формує сучасну практику, надихає на інновації та підкреслює необхідність відповідальних і сталих підходів для забезпечення продовольчої безпеки та захисту багатой культурної спадщини в галузі переробки сої та рису.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкт та предмет дослідження

На основі аналітичного огляду було запропоновано виготовити дослідні зразки рису та сої під впливом різних фізичних та механічних змін. А саме після взривання та екструдуювання.

Об'єктом дослідження є технологія взривання рису для змін та покращення його харчових та смакових якостей. Також об'єктом дослідження є екструдуювання сої та рису збагаченим різними видами добавок. Предмет дослідження – показники складу та якості перероблених зерен та бобів сої. Виготовлення дослідних зразків екстудованих виробів проводилися в лабораторних умовах з метою отримати найкращі результати виробів. Дослідження показників якості одержаних виробів також проводилися в стінах університету в навчальній лабораторії з харчових технологій кафедри харчових технологій.

2.2 Матеріали і прилади, що використано в кваліфікаційній роботі

Основною сировиною для виготовлення екструдованих виробів були – соєве та рисове борошно, виготовлене власноруч. Також при екструдванні було додано кукурудзяне борошно, борошно з гарбузових насінин, петрушка, росторопша та горох

Бобові культури, як відомо, є одним із важливих джерел білка, крохмалю та харчових волокон у їжі. Зерно цих культур містить 18,5–30 % протеїну, 35–52 % крохмалю, 14,6–26,3 % харчових волокон за сухою масою. Він містить велику кількість незамінних амінокислот, таких як лізин, лейцин, аспарагінова кислота та аргінін, які є життєво важливими для кожного при споживанні. Порівняно з пшеничним борошном нут містить білка в 3,0 раза, золи в 2,6 раза, жиру в 4,8 раза, розчинних вуглеводів в 18,2 рази. [25].

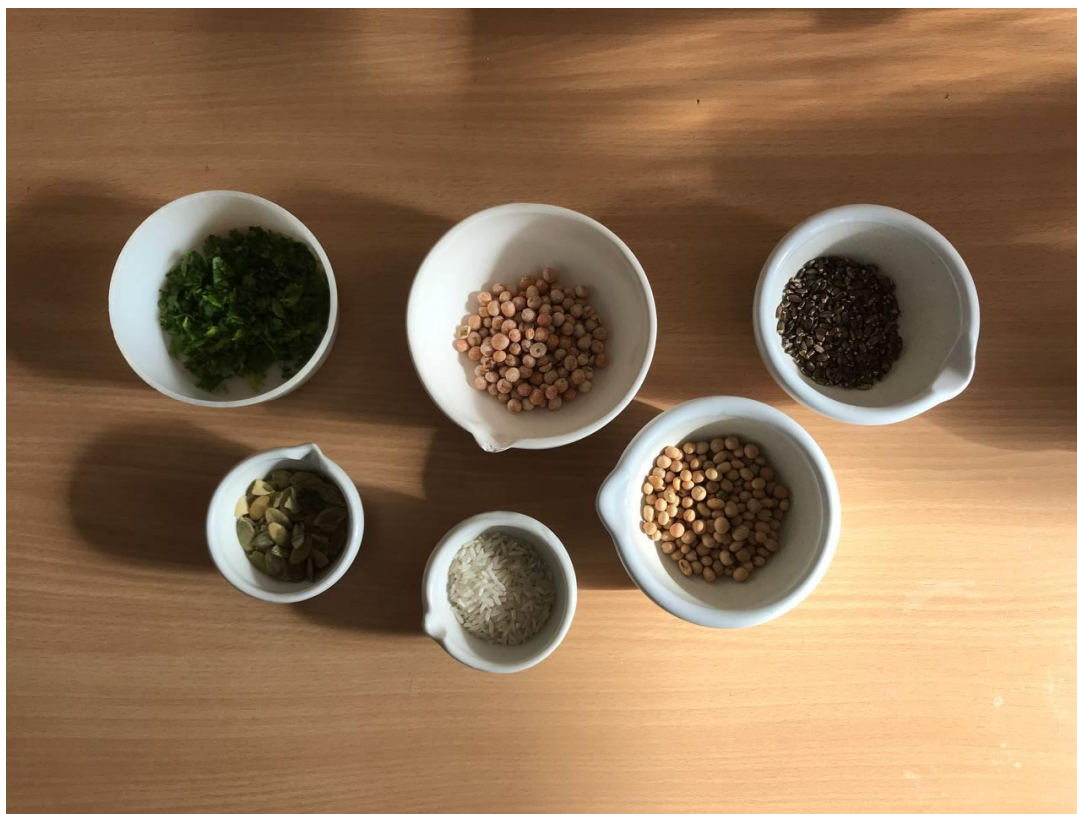


Рисунок 2.1. – Фотографії досліджуваних зразків (зліва на право)

1 – Петрушка; 2 – Горох; 3 – Росторопша; 4 – Насіння гарбуза; 5 – Рис; 6 –

Соя;

Вміст білка в насінні сої коливається від 27% до 68%. На відміну від багатьох рослинних білків, соєвий білок є повноцінним і забезпечує людину та тварин усіма амінокислотами, що слугують будівельними матеріалами під час розвитку клітин і метаболізму в організмі. За якісними компонентами вони найбільш близькі до білків м'яса, яєць і молока. Соєві боби – єдина культура, здатна задовольнити добову потребу людини в амінокислотах у невеликих кількостях (150-260 г) за відсутності в раціоні інших джерел білка [26].

Соєве борошно (незнежирене) має легкий горіховий запах, колір від жовтого до кремового, відсутність бобового запаху, високі технічні та функціональні властивості. Вміст жиру в його інгредієнтах становить не менше 17 %, сирого білка (білка) – не менше 38 %, сирієї клітковини – 3,5 %. У борошні міститься багато вітамінів (А, В, РР і Е), мінеральних речовин (магній, кальцій, йод, мідь, фтор, залізо).

500 грамів соєвого борошна (за вмістом білка) можуть замінити 1,5 кілограма яловичини, 2,5 кілограма хліба, 40 яєць або 32 склянки молока.

Нині продукти, отримані в результаті переробки сої, широко використовуються практично у всіх промислово розвинених країнах світу. В асортимент м'ясної продукції входять різні види ковбас, консерви тривалого (стерилізовані) та обмеженого терміну зберігання (пастеризовані) тощо.

Таблиця 2.1 – Живильні речовини і вміст мінералів в соєвому борошні

Білки	49 г
Вуглеводи	21,7 г
Крохмаль	15,5 г
Харчові волокна	14,1 г
Зольні речовини	5,3 г
Вода	9 г
Жири	1 г
Вітаміни (мг на 100 г)	
Ретинол (А)	0,03

Бета-каротин	0,02
Тіамін (В1)	0,3
Рибофлавін (В2)	0,85
Токоферол (Е)	1
Нікотинова кислота (В3, РР)	12,7
Мінеральні речовини (мг на 100 г)	
Кальцій	134
Магній	145
Натрій	5
Калій	1600
Фосфор	198
Цинк	4

Кукурудзяне борошно широко використовується в кондитерській промисловості для виробництва печива, бісквітів, запіканок. Із зерна виробляють пластівці, повітряну кукурудзу та крупу. Крім того, кукурудзяна крупа перевершує інші крупи (пшоняну, ячну, гречану) за вмістом білка (12,5%). Хімічний склад продукту характеризується калорійністю, вмістом білків, жирів, вуглеводів, харчових волокон і вітамінів. Для органічних продуктів ці параметри значною мірою визначаються природними факторами – температурою та кількістю опадів протягом вегетаційного періоду рослин, сухими або дощовими сезонами, географічною довготою та широтою вирощування, видами рослин зернових та типом ґрунту [35].

Таблиця 2.2 – Харчова цінність кукурудзяного борошна

Показник	Значення
Зола	0,8 гр
Крохмаль	70,6 гр
Моно- та дисахариди	1,3 гр
Насичені жирні кислоти	0,2 гр
Вода	14 гр
Харчові волокна	4,4 гр
Вуглеводи	72,1 гр
Жири	1,5 гр
Білки	7,2 гр
Калорійність	331 кКал
Вітаміни	

Вітамін РР (Ніациновий еквівалент)	3 мг
Вітамін Е (ТЕ)	0,6 мг
Вітамін В2 (рибофлавін)	0,13 мг
Вітамін В1 (тіамін)	0,35 мг
Вітамін А (РЕ)	33 мкг
Бета-каротин	0,2 мг
Вітамін РР	1,8 мг
Макроелементи	
Фосфор	109 мг
Калій	147 мг
Натрій	7 мг
Магній	30 мг
Кальцій	20 мг
Мікроелементи	
Залізо	2,7 мг

Насіння гарбуза складають від 0,75% до 5,0% маси плоду. Форма насіння: кругла або плоска. Шелуха складається з двох частин: зовнішнього шару дерев'янистого, легко відділяється, жовто-білого кольору, внутрішнього шару перетинчастого, зелено-сірого кольору, щільно прилягає до зародка. Шкірка, насіння і сіро-зелений верхній шар насіння гарбуза мають біологічну і лікувальну цінність. У таблиці 2.1 наведено хімічний склад різних насіння гарбуза, що підтверджує, що гарбуз є цінним джерелом цього комплексу. Функціональні харчові інгредієнти: білки, ліпіди, харчові волокна, вітаміни та мінерали [36].

Таблиця 2.3 – Хімічний склад насіння гарбуза

Найменування показника	Столовий зимовий	Вітамінний	Голонасінний
Волога, %	6,36	6,45	6,82
Білок, %	31,36	34,03	35,26
Ліпіди, %	28,42	29,19	31,79
Вуглеводи, %, в тому числі	30,82	26,19	21,39
Клітковина	17,25	19,82	4,22
Розчинні цукру	13,57	6,37	17,17

Мінеральні речовини, %	3,04	4,14	4,74
Масова частка фракцій білків, %			
Альбуміни	25,2	25,5	27,2
Глобуліни	42,8	46,5	48,3
Глютеліни	21,8	19,3	19,9
Нерозчинні білки	10,2	8,7	4,6
Вітаміни, мг / 100 г продукту			
Піридоксин (В6)	0,71	0,76	0,78
Рибофлавін (В2)	0,34	0,32	0,36
Тіамін (В1)	0,22	0,23	0,24
а-токоферол	26,72	27,44	29,88
Р-каротин	21,8	19,3	19,9
Макроелементи, мг / 100г			
Калій	536,74	675,95	924,15
Кальцій	289,44	346,98	380,48
Магній	345,34	350,78	507,64
Натрій	14,96	14,21	16,03
Фосфор	1388,26	1946,65	2292,15
Мікроелементи, мкг / 100г			
Залізо	6210	6540	8220
Марганець	2730	3120	3740
Мідь	960	980	1460

Середній вміст білка в 100 грамах гарбузового насіння становить більше 30%. Вчені виявили, що в насінні гарбуза найвищий вміст білка – 35,26%. Біологічна цінність білка залежить від балансу амінокислотного складу і того факту, що білок піддається атаці ферментів у травному тракті. Насіння гарбуза містить білок і харчові волокна, має високу здатність поглинати воду, утримувати воду, утримувати жир і емульгувати [37].

Розторопша плямиста – дворічна (у культурі однорічна) трав'яниста рослина сімейства айстрових, що досягає у висоту 1,5 м. Рід розторопша плямиста включає лише два види: розторопшу з плямистим листям і розторопшу із зеленим листям. Деякі автори стверджують, що ці дві рослини добре схрещуються. Крім того, колір успадковується за моногібридним механізмом. Існує гіпотеза, що рід Растропша складається лише з одного виду: розторопші з двома формами.

Стебла ребристі, верхня частина пряма або розгалужена, бороздчаста, циліндрична, гола або злегка опушена, борошниста. Нижні листки зібрані в

розетки. Він довгастої форми, перисто–лопатевий або розщеплений по краях, з колючими зубцями, темно-зелений, блискучий, з великою кількістю білих плям на черешку, до 80 см завдовжки. Верхні листки ланцетні, менші за нижні, сидячі, нерозділені, з зубчастими краями і жовтими колючками. Самі верхні листки невеликі, з великими лопатями, що облягають стебла біля основи, і овальними верхівками. Коренева система стрижнева. Суцвіття кулясто-кошикоподібне, 3–6 см завдовжки.

Листки обгортки слабоопущені або голі. Суцвіття плоскі, м'ясисті. Квітки в кошику трубчасті, двостулкові, пурпурні або пурпурно-червоні, рідше білі, по краях листків на стеблах і квітконіжках гострі жовті колючки.

Квітки в суцвітті розпускаються сотні років. Плоди насіння з щільною чорною шкіркою, овальні або оберненояйцевидні, 8 мм завдовжки і 2–4 мм завширшки, з ниткоподібними краями (гребенями), що дозволяють швидко відлітати. Волоски такого чубчика не зовсім рівні один одному, вони в 2–3 рази довші за сім'янки і утворюються з приквітків. У процесі дозрівання плід зазнає багатьох морфологічних, фізіологічних і біохімічних змін: колір околоплодника насіння змінюється від кремового до світло-коричневого або чорного, вміст олії в сім'ядолях зародка збільшується з 1,26 до 26,78%, вміст флавонолігнанів збільшується. Від 0,71 до 21,32 мг/г сухих фруктів. Маса плоду зростає з 5 мг до 26 мг. Зріла сім'я буде залишатися схожою протягом тривалого часу. Кожен кошик дає близько 100 насінин, а одна рослина може зацвісти 10–50 кошиків. Період цвітіння з липня до пізньої осені. Плоди дозрівають нерівномірно з вересня по жовтень.

Як сировину лікарські рослини використовують зрілі плоди розторопші плямистої, з яких одержують екстракти та концентровані витяжки флавонолігнаної фракції (2,8–3,8%): силібіну, силімарину та силібіну. Флаволигнани – це особливий клас біоактивних речовин, які можна віднести до флавоноїдів і фенілпропаноїдів. Плоди розторопші містять силібін А і В, ізосилібін А і В, силібінін, ізосилібінін, силімарин і дугласин. Флаволигнани расторопши плямистої: 1 – силибин А, 2 – силибин В, 3 – изосилибин А, 4 –

изосилибин В, 5 – силикристин, 6 – изосиликристин, 7 – силидианин, 8 – таксифолин.

Виявлені відмінності у вмісті силібінів А і В, ізосилібінів А і В, силібіну, ізосилібіну і силібініну дозволяють диференціювати два хімічних ферменту етохолекарственого рослини – силібін силібін, в якому вміст силібіну становить 68–69 %, і Основну масу складають силібін А і силібін. В. 25–27% силібіну, 47–57% вміст силібіну, низький вміст силібіну та силібіну, а основними компонентами є ізосилібін А та В.

Вміст флавонолігнанів у плодах вище, ніж у листі та коренях, тому його використовують як лікарську рослинну сировину для приготування препаратів гепатопротекторної дії. Крім основних діючих речовин, плоди розторопші містять також жирну олію (32%). Олія плодів – жовтувата рідина, яка використовується в медицині для лікування ран, виразок, пролежнів і запальних процесів, а також в косметичній промисловості. Масло містить жирні кислоти: лінолеву кислоту (56%), ліноленову кислоту, олеїнову кислоту (21%), міристинову кислоту (0,1%), пальмітинову кислоту (8%), стеаринову кислоту (5%), бегенову кислоту (2%). і арахідова кислота (3%). Завдяки переважанню ненасичених жирних кислот очікується, що він буде проявляти F – вітамінну активність. Токофероли – 0,038%, стерини – 0,063%, фосфоліпіди також містяться в ліпофільній частині плодів.

Вміст білка в плодах 25–30%. Протеїн містить усі незамінні амінокислоти, тому макуха використовується як цінна кормова добавка у тваринництві.

Вуглеводи – клітковина (26%), моносахариди і дисахариди – рамноза, ксилоза, арабіноза, глюкоза.

Флавоноїди: кверцетин, броколін, кемпферол, апігенін, ериодиктіол, нарінгенін, дугласін, лютеолін, рутин. Є інформація про наявність водорозчинних вітамінів (вітаміни групи В), а також жиророзчинних (А, D, E). У плодах зосереджено мідь і селен. Мікроелементи розподілені майже рівномірно в усіх органах рослини [38].

Зерна гороху містять 20–35% білка, крохмаль, цукор, жир, вітаміни (А, В,

B2, B6, C, PP, K, E), каротин, мінеральні речовини (калій, кальцій, марганець, залізо, фосфор, сіль). Він сприяє виведенню солі з організму і корисний серцево-судинним хворим. У 100 грамах крупи міститься 491 калорій. (100 грамів пшениці містить 457 калорій). Білка приблизно стільки ж, скільки в сирому м'ясі. В 1 кілограмі зерен гороху міститься 1,17 калорій, 180-240 г перетравного протеїну, 15,2 г лізину, 3,2 г метіоніну, 2,3 г цистеїну, 1,6 г триптофану та ін. Зелений горошок і незріла квасоля (сорти овочів), що використовуються в консервах, містять до 25-30% цукру. • Горохове борошно використовують у виробництві концентрованих кормів. Тварин також годують зеленими кульками, сіном і соломою, які мають високий вміст протеїну і набагато вищу поживну цінність, ніж стрункі культури.

Горох є важливою частиною сімейства однорічних трав. Його зелена речовина ідеально підходить для використання в сидру. Це цінний попередник для зернових та інших польових культур [39].



Рисунок 2.2 – Екструдор

Аналіз процесів переробки зернової сировини екструдуюванням: Екструдовані корми, володіють рядом переваг в порівнянні з традиційною, підготовленою, подрібненою кормосуміші, застосовуваною для годівлі сільськогосподарських тварин та птиці. Екструзія включає в себе кілька процесів: температурна обробка під тиском, механічне деформування і «вибух» продукту при виході гранул з матриці прес-екструдера. Після екструзійної обробки поліпшуються споживчі властивості кормів, так як утворюються різні ароматичні речовини, значно зростає активність ферментів, що покращує перетравність. Крохмаль розщеплюється до декстринів і цукрів, протеїни піддаються денатурації. Так як процес екструзії проходить при високій температурі, значно зменшується кількість токсинів та інших антипоживних речовин. При цьому вплив на корм високих температур і тиску скорочені до можливого мінімуму і становлять 4-6 с. За такий короткий час вітаміни та мікроелементи не руйнуються. [4].

Процес екструзії корми полягає в обробці суміші в робочому органі при тиску і температурі. З вихідного пристрою матриці виходять гранули, діаметром 4-8 мм і довжиною 1-3 см, з вологістю 5-7%. Гранули є готовими для згодовування. При необхідності гранули подрібнюють на дисковому подрібнювачі в крупку, наприклад, для кормів дрібній птиці, малька риби і т. д.

Після екструзійної обробки практично вдвічі збільшується поживна цінність кормів. При екструзійній обробці кормосумішей, частина роботи шлунку тварини виконується екструдером і відповідно енергія корму повністю йде на будову тваринного організму. Це, безсумнівно, впливає на економію, особливо якщо господарство відчуває дефіцит кормів. Покращується економічний результат вирощування тварин.

Велика рогата худоба, свині, птахи, кролики, вівці, кози поїдають їжу повністю. Немає відходів і недоцільного використання зерна. Корм має приємний запах і смак, що подобається тваринам. У них немає можливості вибирати інгредієнти. Все харчування має однаковий склад і засвоюється практично

повністю (до 95%). Безумовно, екструдовані корми незамінні при вирощуванні молодняку сільськогосподарських тварин. 90% загибелі молодняку відбувається від хвороб кишково–шлункового тракту, або інфекцій занесених через травну систему разом з кормом. В даному випадку така ймовірність мінімальна, так як корм стерильний.

При згодуванні молодняку екструдованих гранул загибель тварин від кишково-шлункових захворювань знижується в 1,5–2 рази. При переході на грубі корми, тварини у ранньому віці не змучені кишковими захворюваннями, значно обганяють своїх однолітків у зростанні. При роздаванні екструдованих гранул знижується запиленість приміщень, а це чистота і стерильність. Збільшується збереження корму. Відсутній ефект самосортування кормосуміші. Продовжується термін служби технологічного обладнання. А це все економія коштів. Екструдат володіє гарними абсорбуючими властивостями, тому він володіє, крім кормових властивостей, профілактичну дію при шлунково-кишкових розладах. [40].

В процесі екструзії в робочому органі, за рахунок тертя частинок кормосуміші, короткочасно виникає висока температура і тиск, за рахунок чого плавиться крохмаль, що знаходиться в кормосуміші. При виході продукту з матриці, відбувається миттєве скидання тиску і зниження температури. Продукт виходить легкий, зі вспіненою структурою та пористою масою.

Екструзійну обробку сировини та напівфабрикатів, що використовують в кормовиробництві відносять до безперервного процесу переробки крахмаломістких і інших харчових матеріалів при комплексній дії тепла, вологи, тиску і напруги зрушення. Отримувані при цьому вироби екструдати, набувають нові, прийнятніші для безпосереднього вживання властивості, структуру і форми. Від традиційних процесів, вживаних в харчовій промисловості при вологотермічній обробці сировини, екструзія відрізняється тим, що найчастіше протікає при високих значеннях температури, тиску, напруги зрушення, невеликому вмісті вологи і в короткий час. Методи екструзії для обробки сировини, що містить крохмаль і зернопродукти, можна розділити на три основних типи:

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

Гаряча екструзія – обробка сировини при температурах, перевищують температуру клейстеризації крохмалю, але не вище 120° С для отримання напівфабрикатів або продуктів з частковим збереженням натуральних властивостей сировини.

Високотемпературна екструзія – обробка сировини при температурі більш 120°С з метою одержання продуктів з підвищеним ступенем деструкції і повністю готових до вживання.

При першому методі екструзії властивості сировини змінюються внаслідок дії механічної дії при переміщенні під тиском. Цей метод використовується для формування виробів заданої форми, його широко застосовують в кондитерській промисловості, виробництві макаронних виробів, безбілкової (крохмальної) вермішелі. При другому методі сухі інгредієнти сировини змішують з певною кількістю води і подають в екструдер, де разом з механічною дією їх піддають тепловій обробці зовнішніми обігрівачами. Продукт, що отримують, відрізняється зниженою щільністю, невеликим збільшенням об'єму, пластичністю, комірчастою будовою, йому необхідна додаткова обробка. Високотемпературна екструзія порівняно новий прогресивний технологічний процес вологотермічної обробки різних зернових матеріалів. Застосування його дозволяє розширити асортимент і здешевити виробництво готових сумішей для миттєвого приготування в тому числі і харчових продуктів, з високим вмістом білка і модифікованих крахмалепродуктів різного призначення [41].

Екструзія – обробка крахмалевмісних матеріалів, змішаних з іншими рослинними речовинами (білок, жир, цукор), підвищує якість їх засвоєння, покращує смакові властивості. Для проведення екструзії крахмалевмісних мас застосовується в основному шнековий екструдер. Залежно від стадії обробки матеріалу в екструдері його циліндр по довжині можна умовно розділити на три зони: прийому сировини; стискання і утворення пружно- пластичної маси;

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

Для визначення параметрів обробки зернової сировини екструдуюванням, використовувалась установка для екструдуювання. Вона має основний робочий орган – це червячний шнек, який має змінні насадки, частину завантаження зерна, дільницею його витиску через вузьку фільтру, та механізм приводу з редуктором для забезпечення різних швидкостей обробки [42].

Методика визначення параметрів процесу при обробці сировини екструдуюванням

При дослідженнях завантажували робочий орган екструдера, де за рахунок постійної подачі зернової сировини збільшувався тиск, а за рахунок тертя між шнеком, шаром зерна та корпусом, виникала температура, тому що фільтру, яка має отвір всього 8 мм не дає можливості суміші виходити з зони обробки. Дія високого тиску і температури, приводить до перетворення зерна в тістоподібну масу, яка при виході з отвору фільтру розширюється за рахунок різного тиску в камері і в зоні виходу продукту, всмоктує повітря і перетворюється в легкі екстудовані повітряні продукти.

Згідно програми досліджень було заплановано визначити вплив зміни тиску на процес трансформації зернової маси у пористу структуру, а також дослідити зміни температури обробки, які виникають в результаті зміни тиску в робочій камері гвинта і корпусу.

Отримані результати на графіку (рис. 2.3) показали, що зі збільшенням робочого тиску температура виходячого екструдера збільшується.

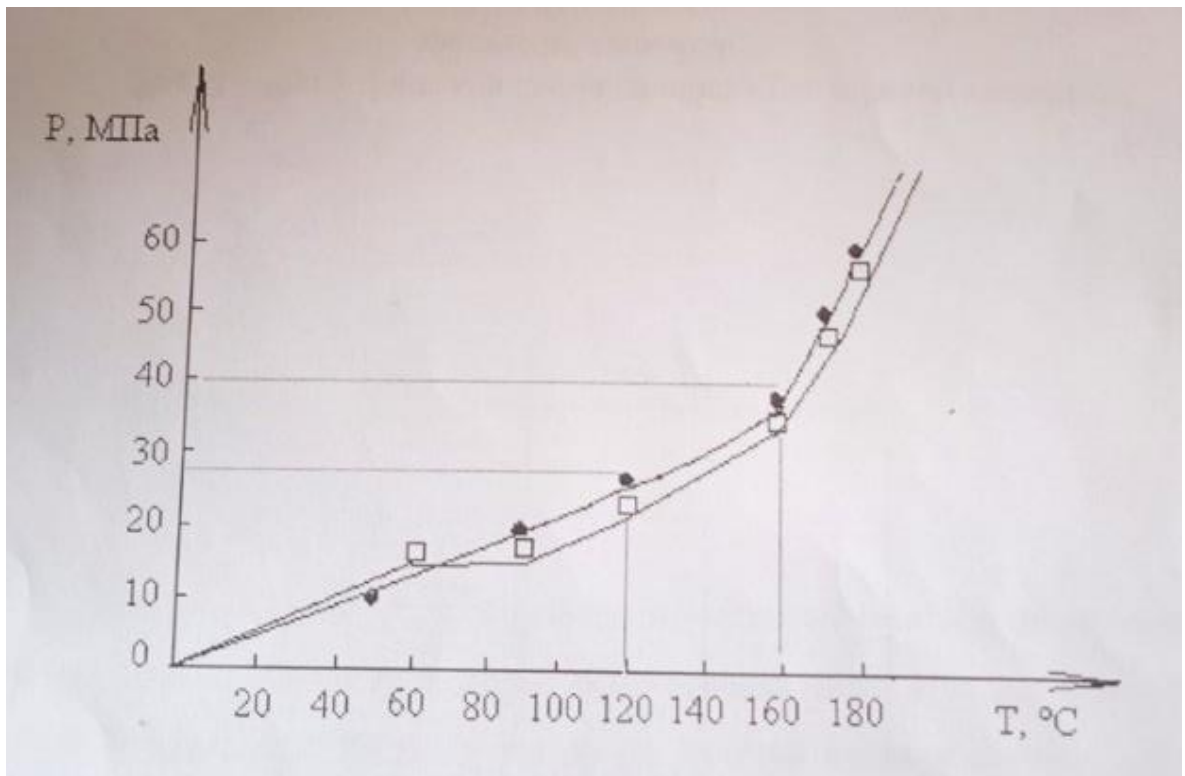


Рисунок 2.3 – Графік залежності температури від тиску

Однак при тиску від 0 до 3 МПа температура досягає лише 120°C, що відповідає процесу гарячої екструзії, при якій можливо з зернової маси отримувати кормові напівфабрикати, які характеризуються збереження в них натуральних властивостей переробляємих зернових мас.

Для взривання рису було попередньо приготовлено партію довгозернистого рису вищого гатунку. Перед взривання рису, зерна були відварені 25 хв в кип'ячій воді, промиті в холодній воді для запобігання злипанню. Після чого висушені в духовій шафі при температурі 60°C до повного випаровування вологи. В даному зразку це заняло 3 години 40 хв.

Є деякі зміни в якості та фізичних властивостях рису до і після варіння. Ці перетворення мають вирішальне значення для визначення текстури, смаку та загальної смакової якості рису. Ось таблиця змін:

Таблиця 2.5. – Зміни в рисовій крупі до та після варіння

Показник:	До варіння	Після варіння
Текстура і структура	Сирі рисові зерна тверді, сухі та компактні. Вони містять велику кількість гранульованого крохмалю, оточеного твердим зовнішнім шаром, який називається висівками	Під дією тепла і води під час варіння гранули крохмалю вбирають вологу, розширюються і розм'якшуються. Зерна рису клейстеризовані та мають більш м'яку текстуру. Частинки розпушуються і відокремлюються одна від одної, а структура стає більш відкритою.
Колір	Сирий рис зазвичай напівпрозорий, перлинно-білий. Зовнішній шар, або висівки, надає коричневому рису характерний колір.	Білий рис стає непрозорим і розширюється, коли вбирає вологу. Коричневий рис зберігає свій характерний колір завдяки наявності шару висівок. Процес варіння також надає рису трохи кремового кольору.

Продовження таблиці 2.5

Аромат і смак	Сирий рис має нейтральний аромат і смак, з мінімальним ароматом.	Рис виділяє приємний аромат під час варіння, особливо з таких сортів, як рис басматі та жасмин. Смак рису стає більш виразним залежно від таких факторів, як тип рису, спосіб приготування та будь-які додані приправи.
---------------	--	---

Вологість	Сирий рис має дуже низький вміст вологи	Варений рис має набагато більший вміст вологи через поглинання вологи під час варіння. Цей вміст вологи допомагає надати вареному зерну м'якшої текстури.
Зміни харчової цінності	Сирий рис містить такі поживні речовини, як вуглеводи, білки, вітаміни та мінерали	Хоча поживні речовини залишаються практично незмінними, біодоступність деяких поживних речовин може збільшитися. Наприклад, процес варіння робить крохмаль більш засвоюваним, а тепло може розщепити деякі антипоживні речовини, присутні в сирому рисі.
Обсяг і розміри	Зерна сирого рису маленькі, щільні та компактні.	Зерна стають більшими, вбираючи воду, що призводить до збільшення об'єму. Зварений рис стає більш пухким і займає більше місця, ніж сирий



Рисунок 2.4 – Проварений та висушений в духовій шафі рис

2.3 Методика проведення взривання рису

При проведенні дослідження кваліфікаційної роботи було розроблено наступний план проведення взривання рису.

1. Попередня підготовка рису
 - 1.1. Промивання
 - 1.2. Варіння (100°C – 25 хв)
 - 1.3. Промивання під холодною водою
 - 1.4. Сушіння в духовій шафі
 - 1.5. Охолодження
2. Нагрівання в машині POPCORN MACHINE GOODFOOD PCM10 без додавання соняшникової олії (192°C – 5хв)
3. Нагрівання в машині POPCORN MACHINE GOODFOOD PCM10 з додавання соняшникової олії (198°C – 2хв)
4. Охолодження



Рисунок 2.5 – Машина для приготування попкорну

2.4 Методика проведення екструдуювання сої

У процесі екструзії сировина зазнає фазовий перехід від крихкого склоподібного стану до високоеластичного та в'язкого стану. Процес екструзії відбувається наступним чином. Підготовлена сипуча сировина у вигляді гранул або сумішей надходить через завантажувальний отвір в робочу камеру і переміщується по завантажувальному отвору шнеком. Виріб у робочому приміщенні рухається по складній траєкторії, при цьому збільшується ступінь стиснення, яка визначається відношенням площі робочого каналу до загальної площі форми на виході продукту. матриця.

У процесі екструзії вихідний крохмалевмісний матеріал зазнає термомеханічного пошкодження, переходячи з пухкого дисперсійного стану в еластично-в'язкопластичну речовину (гель), що характерно для висококонцентрованих крохмальних клейстерів і денатурованих білків. Ці перетворення відбуваються під впливом сировини з необхідною вологістю (до 40%), високою температурою (до 200 °С) і тиском (до 25 МПа). У разі додавання рідких біоактивних добавок вода з цих добавок випаровується. Ущільнений продукт нагрівається за рахунок тертя і зсувної деформації між частинками і поверхнею робочого органу, що обертається. Такий режим роботи називається автогенним, якщо є додатковий регульований нагрів від зовнішнього джерела тепла (електронагрівання) режим роботи. є багатокутним. Отримана маса рухається на підкладку через шнек і видавлюється через його отвори під певним тиском.

На виході продукту з пір матриці, через різку різницю температур і тиску (між зоною високого тиску і зоною атмосферного тиску (6 - 25 МПа)), вода миттєво випаровується, а накопичена енергія продукт виділяється зі швидкістю, приблизно рівною швидкості вибуху, тим самим утворюючи пористу структуру і збільшуючи об'єм (набухання) екструдату. При цьому внаслідок «вибуху» (або «декомпресійного удару») продукту його структура зазнає глибоких перетворень:

клітинні стінки розриваються, руйнуються та гідролізуються. Під дією тиску пари у виробі утворюються пори, а гранули крохмалю, що залишилися цілими, розщеплюються. Різкий перепад температури забезпечує твердіння крохмалю і закріплює його структуру, яка утворюється під дією водяної пари [43].

Екструзію широко використовують для виробництва харчових продуктів різного призначення, використовуючи практично всю доступну крохмалевмісну сировину. Оскільки сирий продукт зазвичай подрібнюють перед екструзією, можна використовувати суміші компонентів з різними властивостями, включаючи побічні продукти з інших галузей.

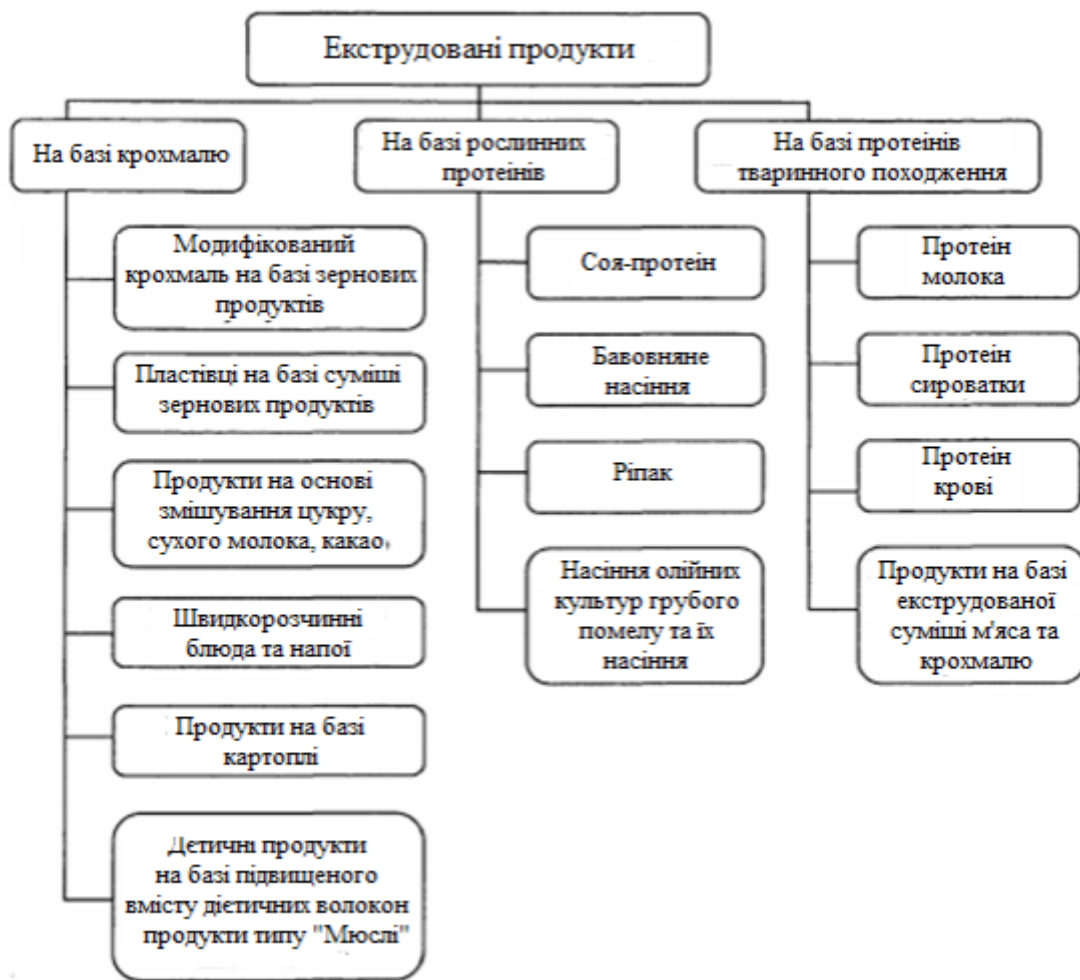


Рисунок 2.6 – Класифікація екструдованих продуктів

При проведенні дослідження кваліфікаційної роботи було розроблено

наступний план проведення процесу екструдуювання зернових сумішей.

1. Очищення зернових сумішей
2. Подрібнення їх до стану борошна
3. Завантаження до екструдора

Висновки за розділом

Визначено об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є технології взривання та екструдуювання рису та сої. Предмет дослідження – показники складу та якості перероблених зерен та бобів. Наведено приклади й матеріали які використані в дипломній роботі. Було охарактеризовано основні види сировини які використовуються в дослідженнях – рис та сою. Також було охарактеризовано другорядну сировину, таку як росторопша, горох, кукурудза, насіння гарбуза, петрушка. Описано методика виготовлення дослідних зразків зігрітого зерна рису та екстурованих виробів

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Постановка задачі дослідження

Традиційна практика нагрівання рису часто розглядається як простий етап підготовки для покращення смаку, при цьому мало уваги приділяється його потенційному впливу на поживні властивості готового рису. Це дослідження спрямоване на вирішення таких наукових питань:

«Якою мірою та за допомогою яких механізмів процес нагрівання впливає на поживні властивості рису, і як можна використати ці знання для оптимізації методів нагрівання для підвищення загальної харчової цінності рису?»

Формулювання дослідницького питання підкреслює необхідність ретельного вивчення конкретних способів, якими процес нагрівання сприяє або змінює поживну цінність рису. Вивчаючи потенційний вплив на ключові харчові параметри, такі як вітаміни, мінерали та біологічно активні сполуки, дослідження має на меті надати науково обґрунтовану інформацію, яка може сприяти розробці методів термічної обробки, які не тільки покращують сенсорні властивості, але й покращують поживні властивості цінність харчових продуктів. основні продукти. Це узгоджується з ширшою метою сприяння здоровому харчуванню.

Хоча процес екструзії широко використовується у виробництві харчових

продуктів, екструзія рису та сої створює унікальний набір проблем і можливостей. Існують прогалини в знаннях щодо оптимальних параметрів процесу та впливу екструзії на харчову цінність і сенсорні властивості кінцевого продукту. Це дослідження спрямоване на вирішення таких наукових питань:

«Які оптимальні умови екструзії для спільної обробки рису та сої для отримання продуктів з вищою поживною цінністю, бажаними текстурними властивостями та сенсорною прийнятністю, і як цей процес спільної екструзії може сприяти розробці нових продуктів із покращеним харчуванням?»

Формулювання питання дослідження підкреслює необхідність вивчення синергетичних ефектів коекструзії рису та сої, зосереджуючись на технічних і сенсорних аспектах. Це дослідження має на меті надати цінну інформацію про складний зв'язок між умовами обробки та якістю коекстурованого продукту, сприяти розвитку харчової науки та технологій, а також прокласти шлях до розробки інноваційних та поживних харчових продуктів.

3.2 Проведення процесу вибуху рису

Технологія приготування рису:

По-перше хочу відзначити, що процес взривання рису досить довгий та трудомісткий. Враховуючи попередню підготовку, то для приготування партії рису займатиме приблизно 4 години.

Для проведення взривання рису потрібно обрати потрібний рис, а саме крохмалистий воскоподібний. Підготовка і термічна обробка зерна займає 2,5-3,5 години. Перший етап – відсортувати рис, відсіявши сміття, половиу та чорне насіння. Провести промивання принапні тричі, Причина миття рису полягає в очищенні. Миття рису видаляє бруд, пил, сміття, хімічні речовини та жуків – коротше кажучи, ви позбавляєтеся речей, які, можливо, не потрібні у готовому рисі. Зрештою, рис пройшов довгий шлях до того часу, як він досягнув вашого місцевого супермаркету. Дорогою він може «підбирати» речі або переносити речовини, які не були належним чином видалені під час виробничого процесу.

Ще одна причина промивання рису – це видалення надлишків крохмалю з поверхні зерна. Це робить готовий варений продукт пухким і розсипчастим. Інакше, якщо його не промити, на рисі залишиться зайвий крохмаль і після варіння він стане липким.

Потім треба варити рис протягом 30 хвилин, періодично помішуючи. Після варіння треба одразу промити рис холодною водою для запобігання злипанню.

Одразу після промивання та вичахання рис треба починати сушити. Деко застелити пергаментом для випічки або змастити тонким шаром олії. Охолоджений варений рис висипати на лист. Розгладьте їх, щоб вийшов рівний тонкий шар. У такому вигляді рис відправляється в розігріту до 60 градусів духовку на 3 години. Кожне зернятко стає твердим і сухим через тривале нагрівання.

Процес вибуху зерен рису проводиться на спеціальній установці, яка приведена опису в експериментальних досліджень.

В нашому випадку підготовлений рис ми розділили на 2 наважки по 50 грамів для проведення двох варіантів взривання. Першу пробу рису змачували олією, а друга частина мала загальний вигляд сирого рису, згідно його фізико-механічних характеристик.

В першому варіанті було обрано методику проведення взривання рису без соняшникової олії. Для цього в розігріту до 195°C машину для приготування попкорну ми додали підготовлений рис та зігрівали його близько 5 хвилин. Під час проведення експерименту було чутно так звані «мікро-вибухи» схожі на ті коли ми готуємо звичайний попкорн, але приблизно в 5 разів тихіше. Після 5ти хвилин було вирішено припинити експеримент через початок підгорання рису.

Другий варіант був більш класичний, схожий на приготування повітряного рису в домашніх умовах. Тобто було додано рафіновану соняшкову олію. Одразу хочу відмітити, що ефект був сильніший та процес проходив швидше. Машина була також розігріта до 195°C. Але через додавання олії після 2 хвилин взривання експеримент був припинений через підгорання. З соняшковою олією вибухи були гучнішими та взірвані зерна рису були більшого діаметру.

В завдання входить оцінка показників обох частин рису по органолептичним, фізико-хімічним та біохімічним показникам

3.3 Визначення показників рису після вибуху

Проведено оцінку зразків після процесу вибуху зерен при температурі від 190 до 195 °С. По органолептичним показникам видно, що рис після вибуху в обох зразках має коричневий колір (приблизно 80%) і десь до 20% чисто зірвані зерна які мають білий колір внутрішньої структури ендосперму.

Зразки рису без додавання олії значно менше зірваних зерен, близько 90%, просто прожарені, однак останні 10% зерен, видно, що вони були піддані температурі і мають вигляд готових, як би взірваних та піджарених зерен. У інших зразках з додаванням олії – спостерігається більш виражене взривання зерен. Близько 80% зерен просто прожарені, коричневі. Інші 20% мають вигляд готового продукту

Запах (приємний) зерновий, непережарений. У зразках з додаванням олії – присутній маслянистий олійний запах.

Що відноситься до біохімічних характеристик рису після вибуху, то можливо констатувати наступне:

При такій термообробці на представленій установці за короткий час обробки рису, забезпечує збереження в зерні протеїну, вітамінів і амінокислот. В той же час в результаті вибуху крохмаль рису перетворюється в цукор, що призводить до поліпшення смакових якостей і зовнішньому вигляді зерна рису. В цьому випадку можливо запропонувати такий рис розмелювати та готувати з борошна швидкорозварювані каші.

3.4 Екструдкування сої

Незважаючи на те, що процес екструзії широко використовується у виробництві харчових продуктів, екструзія рису та сої створює унікальний набір

проблем і можливостей. Існують прогалини в знаннях щодо оптимальних параметрів процесу, впливу екструзії на харчову цінність і сенсорні властивості кінцевого продукту. Це дослідження спрямоване на вирішення таких наукових питань:

«Які оптимальні умови екструзії для спільної обробки рису та сої для отримання продуктів з вищою харчовою цінністю, бажаними текстурними властивостями та сенсорною прийнятністю, і як цей процес спільної екструзії може сприяти розробці нових продуктів з покращеним харчовим профілем?»

Формулювання питання дослідження підкреслює необхідність вивчення синергетичних ефектів екструдуювання рису та сої, зосереджуючись на технічних і сенсорних аспектах. Це дослідження має на меті надати цінну інформацію про складний зв'язок між умовами обробки та якістю екструдованого продукту, сприяти розвитку харчової науки та технологій, а також прокласти шлях до розробки інноваційних та поживних харчових продуктів.

Екструзія – це короткочасний процес приготування їжі при високій температурі. Тривалість віджиму 30-90 секунд, спрямована на забезпечення кращої засвоюваності різних видів круп та інших продуктів. Екструзія заснована на поєднанні процесів змішування, варіння та формування продукту в одній машині.

Процес екструзії харчових продуктів є більш складним через процес обробки. Крім фізичних компонентів, різні компоненти біополімерів супроводжуються складними хімічними перетвореннями. Ці перетворення відбуваються під дією різноманітних механічних сил у присутності вологи та значних термічних впливів (до 200°C)

Нагрів виробу здійснюється за рахунок перетворення механічної енергії в тепло (автогенний режим роботи), що використовується для подолання внутрішнього тертя і площинних деформацій виробу, або додаткового нагріву зовнішніми нагрівачами (політропний режим роботи).

Змінними параметрами процесу екструзії є склад, властивості, вологість сировини та спосіб попередньої підготовки. У процесі екструзії можуть

змінюватися температура, тиск, тривалість та інтенсивність механічного впливу на сировину [45].

В даний час екструзійні методи переробки крохмалю і крохмалевмісної сировини можна розділити на три основні методи: холодне формування, термічна обробка і формування під високим тиском (гаряча екструзія).

При застосуванні першого методу сировина змінюється лише механічно, оскільки вона повільно рухається під тиском і формує задану форму.

Другий спосіб – змішування сухих інгредієнтів сировини з певною кількістю води, подача в екструдер і механічна заливка для термічної обробки. Продукт нагрівають за допомогою електричних, рідинних і парових нагрівачів, і отриманий екструдат характеризується щільністю, незначним збільшенням об'єму та пластичністю. Іноді екструдати вимагають додаткової обробки – сушіння

Третя стадія – гаряча екструзія, або екструзійне «варіння», здійснюється при високій швидкості і тиску, при цьому механічна енергія істотно перетворюється в теплову, в результаті чого відбуваються глибокі зміни якісних показників матеріалу. Крім того, регульоване введення тепла може здійснюватися або безпосередньо в продукт, або через зовнішню стінку екструдера.

Екструзійне варіння – відносно новий прогресивний технологічний процес термомеханічної обробки різноманітних дисперсних, тістоподібних і пюреподібних продуктів. Його використання дає можливість розширити асортимент і знизити ціни. Виробляє ряд готових сумішей для готового дитячого харчування, снєків, сусів-пюре, продуктів з високим вмістом білка та продуктів з модифікованого крохмалю різного призначення.

Для екструзії розведених крохмалевмісних речовин використовують шнековий екструдер. Основним робочим механізмом екструдера є спеціально розроблений шнек, який обертається в бочці. Один кінець циліндра має тангенціально або радіально розміщений отвір для завантаження сировини, а інший – підставу, закріплену на ньому. Обертаючись, шнек захоплює завантажену сировину, штовхає її до субстрату та видавлює через отвори.

Зовнішній вигляд виробу та його якість певною мірою залежать від розміру та форми отворів матриці. Матеріал матриці повинен мати високу міцність, достатню стійкість до активації і якомога менший опір переміщенню продукту відносно поверхні свердловини.

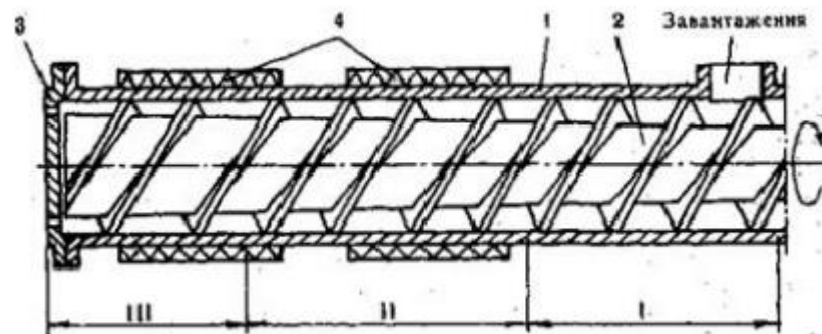


Рисунок 3.1 – Циліндр екструдера з урахуванням стадій процесу обробки.

I – зона приймання сировини; II – зона стиснення (клеїстеризації); III – зона вилресовування.

Характерним для цих регіонів є те, що продукти кожного регіону мають різні фізико-хімічні та структурно-механічні властивості. Хід усього процесу залежить від того, як продукт обробляється на кожній ділянці окремо.

У зоні I шнековий конвеєр повинен забезпечувати безперервну і рівномірну подачу необхідної кількості сировини для заповнення в зони II і III. Однак подача об'ємних порошків з низьким потоком, таких як крохмаль, може знизити продуктивність екструдера. Крохмаль являє собою високодисперсну двофазну систему з високорозвиненою поверхнею розділу, картопляний крохмаль 5,77 м²/г, кукурудзяний 10,9 м²/г. Молекулярні зв'язки між гранулами крохмалю та між гранулами крохмалю та різними матеріалами дуже важливі. Для забезпечення безперервної і рівномірної подачі сировини в машину живильник оснащують різними пристроями (механічними мішалками, вібраторами та ін.).

Інколи використовують двошнекові екструдери, особливості конструкції

яких дозволяють вирішити проблеми живлення і транспортування сировини. Найпродуктивніше екструдери працюють при певному співвідношенні коефіцієнтів тертя між матеріалом і циліндром і між матеріалом і шнеком. Необхідно намагатися зменшувати другий при максимальному значенні першого. Для збільшення зчеплення матеріалу з циліндром у ньому встановлюються спеціальні затримуючі пристрої різного виду.

У конструкції екструдера передбачені камери і шнеки, які встановлюються відповідно до поставлених технологічних завдань. Є завантажувальна камера, в яку можна вводити добавки для твердих речовин, і закрита камера з отворами для вимірювання температури і тиску, а також для введення рідин і відбору проб. Деякі елементи кріпляться на шнеки, які транспортують, змішують і ріжуть продукти, завдяки чому їх можна узгоджувати з технічними завданнями [46].

Сьогодні цей принцип використовується в екструдерах, в яких шнеки обертаються в одному напрямку і протилежно один одному.

Існує багато різних конструкцій шнеків.

1. Одновалкові шнеки:

- крок гвинтової лінії зменшується у шнеку до виходу з екструдера;
- крок гвинтової лінії шнеку збільшується до виходу з екструдера;
- наявність гвинтової лінії в кожусі шнеку;
- конусний кожух;
- конусний кожух ка крок гвинтової лінії шнеку, що зменшується до

виходу з екструдера.

2. Здвоєні шнеки, що не входять у зчеплення:

- шнеки, що обертаються в одному напрямку, торкаючись стінок кожуха;
- шнеки, що обертаються назустріч один одному, торкаючись стінок кожуха;

3. Здвоєні шнеки, що входять у зчеплення:

- шнеки, що обертаються в одному напрямку та самі очищаються;

- частково самоочищаються;
- камерні шнеки;
- конусні шнеки і конусний кожух.

Відомі способи пресування тіста, паштетів та інших виробів через прес-форми пресом не виключають забивання отворів за рахунок висихання, утворення містків і т.п., особливо якщо продукт має густу консистенцію. Оскільки вони обидві є неньютонівськими рідинами, початкове напруження зсуву має бути перевищено, щоб забезпечити екструзію через головку. У звичайному вертикальному пресі стискання матеріалу створює велику силу стиснення. Щоб усунути цей недолік, необхідно використовувати будь-який механізм для вібрації п'яти плунжера преса, який вставляється в сильно заповнений циліндр продукту з днищем форми. Необхідні коливання; перпендикулярно силі стиснення, тобто паралельно дну форми: частота й амплітуда вибираються відповідно до характеристик продукту таким чином, щоб він втрачав свою початкову структуру в циліндрі й переходив у рідкий стан до того, як буде випущений [47].

Для екструзійної переробки крохмалю і крохмалевмісної сировини використовують багатошнекові або одношнекові екструдери. Останні мають просту конструкцію і порівняно з обладнанням харчової промисловості та виробництва комбікормів відрізняються тим, що шнек має більшу лінійну швидкість обертового робочого діаметра – до 2,5 м/с. Маса проходить безпосередньо з шнекового каналу шнека в отвір матриці.

Процес екструзії супроводжується фізико-хімічними змінами. В результаті вихідна речовина, що містить крохмаль, переходить із дисперсного пухкого стану в в'язкопружну речовину, характерну для висококонцентрованих крохмальних клейстерів і денатурованих білків, і піддається термохімічній денатурації. Ці перетворення викликані механічними силами, а також наявністю вологи та високих температур.

У процесі екструзії на якість кінцевого продукту впливають вид сировини, її склад, умови обробки, геометрія та кінематичні характеристики пристрою тощо.

Вивчення механізму дії цих факторів на формування фізико-хімічних властивостей екструдатів є важливою і складною задачею [4].

Принцип роботи екструдера також полягає в тому, що в зерновій тканині, поміщеній в герметичну камеру, при нагріванні підвищується внутрішній тиск за рахунок випаровування міститься в ній вологи. Миттєва розгерметизація камери супроводжується різким падінням тиску в тканині зерна, що призводить до розширення пароповітряної суміші та різкого збільшення об'єму зерна – воно ніби вибухає.

Стигли зернові продукти, які не потребують додаткового варіння перед вживанням, належать до так званої категорії сухих сніданків. Найбільш поширені зерна кукурудзи, пшениці, рису, вівса, ячменю. Слід зазначити, що спочатку круп'яна продукція збиралася в основному з цільного зерна, а зараз широко використовуються продукти переробки крупи – крупа, борошно, крохмаль.

Підготовлену крупу або борошно віджати. Пропускають через екструзійний пристрій (у вигляді тонких смуг або джуту) під впливом високої температури і тиску. Продукт, що виходить з екструдера, розрізається спеціальними пристроями на шматки, які від миттєвого падіння тиску вибухають, значно збільшуючи його об'єм і істотно змінюючи фізико-хімічні властивості.

Основним технологічним етапом екструзійного методу обробки будь-якого матеріалу є екструзія. Вимоги до обладнання залежать від мети обробки.

Використовуються три основні типи екструдерів: одношнекові, двошнекові та планетарні. Найнадійніший і простий у використанні двошнековий екструдер, який зазвичай використовується у харчовому виробництві, особливо для обробки крохмалю та крохмалистих інгредієнтів.

Складність конструкції і її висока вартість компенсуються поліпшенням експлуатаційних характеристик екструдера. Конструкція робочого механізму екструдера (шнек, бочка, форма), система його підігріву, схема розміщення робочого механізму та його кількість постійно вдосконалюються.

Конструктивні особливості екструдера можна розглядати як хімічний реактор, де реакції можуть відбуватися при високих температурах, тисках і силах

зсуву. Це дозволяє використовувати їх для комбінованої хімічної і вологотемічної обробки крохмалю і матеріалів, що містять крохмаль.

Описано конструкцію одноствольних і двоствольних екструдерів для харчових виробництв. Двошнековий екструдер має шнеки, які обертаються в одному і протилежному напрямках. Другий спосіб – ротаційний варіант, який краще підходить для обробки термолабільних продуктів. У порівнянні з одношнековими екструдерами використання двошнекових екструдерів може знизити вимоги до якості обробки сировини (змочування, кондиціонування) перед екструзією. Двошнекові екструдери самоочищуються. Завдяки встановленню на шнеку спеціальних змішувальних елементів відбувається пластифікація харчових інгредієнтів.

Екструдери з двозахідними шнеками в основному використовуються в харчовій промисловості. Порівняно з двошнековими машинами, одношнекові машини мають певні технічні недоліки, такі як менша здатність гомогенізувати оброблені матеріали. Цей недолік спробували усунути в одношнековому екструдері Buss Kneading Company в США. Унікальна конструкція шнека має три розриви по довжині кожного кроку, включаючи спеціальні пальці, які закріплені на внутрішній поверхні корпусу екструдера. Це дозволяє підвищити якість вашої обробки. Запропонована конструкція впливає на основні технологічні параметри екструзійного блоку – інтенсивність помелу, розподіл температури та вологості [49].

3.5 Визначення показників якості екструдованої сої

Встановлено, що рослинні білки сої в широкому вигляді містять шкідливі ензими, наприклад соя, або насіння льону. Процес екструдювання який супроводжується ефективним способом усунення шкідливих ензимів, а саме сапонінів, уреаз, антиоксидантів, інгібітору трипсіна, без ризику втрати лізіну та інших амінокислот, які чутливі до нагріву. Зерно сої набуває приємний смак, зберігаючи високий рівень висококалорійних олій в готовому продукті та

тривалий термін придатності завдяки деактивації ліпоксигенази та ензимів в процесі температурного вибуху. Також створюється можливість отримання повножирної сої.

В цілому, проведені експерименти екструдуювання сої, як моноорма та злакових сумішей, які описані в програмі досліджень, дозволили отримати продукти, як харчового так і кормового призначення, високої якості та однорідності екстудованої структури ендосперму, яка добре споживається та засвоюється.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Загальні положення охорони праці на підприємстві

Згідно Закону України «Про охорону праці»: «Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності» [50].

Як правило, підприємства з виробництва екстудованої продукції мають складну структуру та унікальні технологічні процеси. Фактори ризику, що впливають на якість виробництва на виробничій дільниці з виготовлення екстудованих виробів, включають як загальні фактори ризику, так і індивідуальні фактори, але всі вони належать до категорії особливо небезпечних виробництв. Тому екструзійні підприємства надають великого значення охороні праці.

Контроль за заходами з охорони праці підприємства є складним і розгалуженим, складною і розгалуженою є і загальна структура функціональних зв'язків. Відповідальним за стан охорони праці всього підприємства є керівник підприємства. Організацію і системне керівництво охороною праці покладає інженер з охорони праці, який підпорядковується лише раді директорів підприємства. Інженери з охорони праці відповідають за організацію, проведення

і контроль заходів з охорони праці на всіх виробничих ділянках [51].

Відповідальний інженер з контролю за охороною праці: повинен дотримуватись чинного законодавства, міжвідомчих, відомчих та інших нормативних актів, розповідати працівникам робочі інструкції з питань охорони праці, виконувати приписи, пропозиції та висновки органу держнагляду з питань охорони праці, застосовувати засоби охорони праці. Дотримуватись інструкцій з охорони праці щодо машин, установ, устаткування, транспортних засобів, процесів, заходів запобігання нещасним випадкам, колективного та індивідуального захисту працівників; забезпечувати технічними документами на робочих місцях; оперативно навчати та інструктувати працівників, атестувати та переатестувати з питань охорони праці посадових осіб і персоналу, зайнятого на роботах підвищеної небезпеки, та дотримання вимог безпеки при виконанні цих робіт. Також в його обов'язки входить: забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, лікувально-профілактичним харчуванням, прибирання засобів і санітарно-гігієнічних приміщень, організації питного господарства та надання встановлених законодавством пільг і компенсацій працівникам, пов'язаних з важкими і шкідливими умовами праці [52].

Працівники повинні розуміти та виконувати всі вимоги щодо безпечної роботи. З цією метою компанія проводить презентацію для кожного співробітника. Цим займається головний інженер, заступник інженера або інженер з охорони праці. На вступному інструктажі зазвичай розглядаються наступні питання: правила внутрішнього трудового розпорядку, безпеки які пов'язані з перебуванням працівників на території, заходи безпеки дорожнього руху (особливо під час прийому сировини, на складах, приймальному обладнанні, загальні правила електробезпеки, протипожежної безпеки), порядок використання гігієнічних приміщень, робочого одягу, надання першої допомоги при нещасних випадках тощо. Проведення вступного інструктажу з техніки безпеки обов'язково відображається в особистій контрольній картці [52,53].

Основні вимоги безпеки перед початком роботи:

Необхідно перевірити придатність і використовувати засоби

індивідуального захисту (спеціальний одяг, спецвзуття тощо). Якщо ви працюєте позмінно, ви повинні прийти на робоче місце раніше, щоб прийняти зміну і підготуватися до обробки сировини.

Перевірка робочого місця (при змінній роботі разом з працівником, якого він замінює) для перевірки: справності систем вентиляції, технічного обладнання, комунікацій; ремонтпридатності контрольно-вимірювальних приладів, пристроїв блокування та сигналізації; пожежогасіння. наявність і придатність обладнання, колективний захист, перевірка роботи обладнання (ходу процесу) під час безперервної роботи при відповідних рівнях освітлення тощо. Визначити наявність сировини, напівфабрикатів, матеріалів, тари, транспортних засобів тощо в необхідних кількостях.

На робочому місці оператора устаткування повинна знаходитися лише необхідна для здійснення процесу сировина, матеріали, тара тощо. Вислухати інформацію працівника, який замінюється, щодо недоліків та зауважень щодо роботи обладнання, установок тощо. Під час зміни дотримуйтеся процедур, визначених компанією.

При виробництві кормів екструзією зернових сумішей використовується велика кількість технічного обладнання з обертовими або рухомими частинами. Частота обертання ротора дробарки, наприклад, 1300-2800 об/хв. Такі високі швидкості обертання вимагають ретельного їх балансування. Якщо ротор дробарки незбалансований, під час роботи дробарки буде виникати вібрація та характерний шум. Вібрації машини можуть шкідливо відбиватися на підлозі, але, що найголовніше, це може призвести до нещасних випадків і нещасних випадків. Щоб виключити можливість поломки при падінні продукту, конус над дозатором і насадка над дозатором повинні мати підвищену міцність. Клапани для відбору проб повинні добре регулюватися та перемикатися без зусиль з боку обслуговуючого персоналу. Необхідно забезпечити надійний захист усіх з'єднань важелів розподільника, храпових механізмів, приводів, ременів і зірочок, торців і вільних частин обертового вала. Дозатори повинні бути герметичні, щоб уникнути пилу.

Обладнання для зважування, подрібнення та змішування мікродобавок повинні бути герметичними і мати можливість виключати мікропульверизатори, сита, змішувачі та механізми транспортування мікродобавок.

При виникненні надзвичайної ситуації оператор зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника та вжити заходів щодо її ліквідації.

При виникненні пожежі працівники повинні припинити роботу, вимкнути електроживлення електрообладнання та негайно загасити пожежу існуючими засобами пожежогасіння відповідно до вимог інструкцій з пожежної безпеки підприємства. При травмі необхідно надати потерпілому першу допомогу (до приїзду швидкої).

Після завершення робочої зміни, працівник повинен прибрати робоче місце. Якщо робітник працює в зміну, не він не повинен залишати обладнання працюючим, доки не прийде змінний працівник і не прийме зміну. Здати зміну в установленому порядку та повідомити чергового про всі несправності та зауваження щодо роботи обладнання, приладів тощо, та надати іншу інформацію, необхідну для забезпечення безперервної безпечної роботи. Спецодяг та інші засоби індивідуального захисту, що використовуються на роботі, зберігаються у встановлених для цього місцях. Про всі виявлені під час роботи недоліки повідомляти безпосереднього керівника [54].

4.2 Аналіз виробничого травматизму

Аналіз показує, що найбільша частка нещасних випадків припадає на зернозприймальні цехи підприємства з виробництва екстудованих виробів, а саме частка нещасних випадків становить близько 70%, на другому місці ремонтні та транспортні цехи. Оскільки в цьому проекті розглядається лише цех з виробництва зернових екстудованих виробів, на ньому і буде проводитись аналіз виробничого травматизму.

За останні п'ять років у цеху виробництва екстудованих кукурудзяних виробів сталася незначна кількість нещасних випадків з тимчасовою втратою

працездатності (табл. 4.1). Це пов'язано з високим ступенем механізації цехових робіт і дотриманням працівниками заходів з охорони праці. Основними факторами, що призвели до нещасного випадку, стали обертовий робочий механізм верстата, підвищена запиленість окремих приміщень цеху, надмірний шум і вібрація, підвищена температура, недостатнє освітлення робочих місць.

Таблиця 4.1 – Загальні статистичні показники виробничого травматизму

Показники	2017	2018	2019
Кількість робітників цеху	15	16	17

Продовження таблиці 4.1

Кількість нещасних випадків	1	0	1
Кількість днів втрати працездатності	11	0	14

На основі статистичних даних за останні п'ять років розраховано основні показники виробничого травматизму на підприємствах (табл. 4.1).

Фактори частоти, тяжкості та втрати робочого часу будуть визначені за допомогою статистичних методів аналізу травм.

Коефіцієнт частоти нещасних випадків визначаємо за формулою:

$$K_v = (n / P) \cdot 1000, \quad (5.1)$$

де n – кількість нещасних випадків;

P – кількість робітників в цеху.

Тоді по роках коефіцієнт частоти буде становити:

В 2017 році:

$$K_{ч.2017} = (1/15) \cdot 1000 = 66,6$$

В 2018 році було 0 нещасних випадків, тому не розраховуємо цей рік.

В 2019 році:

$$K_{ч.2019} = (1/17) \cdot 1000 = 58,8$$

Коефіцієнт тяжкості визначаємо за формулою:

$$K_T = D / n, \quad (5.2)$$

де D – кількість днів втрати працездатності.

По роках цей коефіцієнт становитиме:

В 2017 році:

$$K_T = 15 / 1 = 15$$

В 2019 році:

$$K_T = 14 / 1 = 14$$

Коефіцієнт втрати робочого часу визначаємо за формулою:

$$K_{II} = (D / P) \cdot 1000 \quad (5.3)$$

По роках цей коефіцієнт становитиме:

В 2017 році:

$$K_{II} = (11/15) \cdot 1000 = 733,3$$

В 2019 році:

$$K_{II} = (14/17) \cdot 1000 = 823,3$$

Результати розрахунку показників виробничого травматизму по підприємству за останні три роки наведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2. – Показники виробничого травматизму за останні три роки

Показники	2017	2018	2019
Коефіцієнт частоти	66,6	0	58,8
Коефіцієнт тяжкості	15	0	14
Коефіцієнт втрати робочого часу	733,3	0	823,3

З аналізу видно, що роком з найвищою частотою травматизму на виробництві та коефіцієнтом втрати робочого часу був 2019 рік. У цей час кількість працівників у цеху зменшилася, а загальна ситуація з травматизмом на виробництві була відносно стабільною, з лише кількома нещасними випадками, пов'язаними з виробництвом. Щороку трапляється ряд нещасних випадків, які не пов'язані з серйозними травмами та втратами, що призводить до втрати працездатності лише на кілька днів або взагалі без втрати працездатності.

4.3 Заходи з поліпшення стану охорони праці

Оскільки виробнича компанія встановила велику кількість обладнання для

подачі повітря та вентиляторів, створювані шум і вібрація є досить великими, тому для компанії дуже важливо запобігати цим факторам і контролювати їх. Зменшення рівня шуму та вібрації на вашому підприємстві покращить умови праці, підвищить продуктивність і зменшить ризик травм на робочому місці. Також доцільним буде встановлювати прилади для очистки повітря, тому що на підприємствах є багато пилу, який виникає внаслідок роботи приладів по очищенню сировини, або який виникає внаслідок зберігання вже доставленої сировини.

Для захисту працівників від шуму встановлені допустимі норми звукового тиску в октавних смугах (тобто в тій частині діапазону частот, де відношення високих частот до низьких частот дорівнює 2) ГОСТ 12.1.003 - 83 «Шум. Загальні технічні вимоги».

На основі аналізу та виявлення недоліків в охороні праці рекомендуємо такі заходи щодо поліпшення умов праці:

- Впроваджувати конструктивні рішення та заходи для забезпечення усунення або зниження до заданих рівнів шуму, вібрації, радіації та інших факторів на існуючому обладнанні.
- Впровадження обладнання та пристроїв для забезпечення використання безпечної напруги до 12 В в особливо небезпечних приміщеннях і до 42 В в місцях з підвищеним ризиком ураження електричним струмом;
- Заходи щодо розширення та реконструкції санітарно-побутових приміщень та їх дообладнання;
- Організація охорони праці в кабінетах і куточках;
- Оскільки температура екструдованого продукту перевищує 100°C, для зони вивантаження екструдату наповнювача робочого тіла передбачена огорожа.

Висновки за розділом

Проаналізувши стан охорони праці на підприємствах з виробництва екструдованих виробів для виявлення недоліків та протиправних дій у стані охорони праці було виявлено та описано методи та заходи для покращення умов охорони праці.

Проаналізовано виробничий травматизм на підприємстві за останні три роки та на його основі сформовано заходи щодо покращення охорони праці на підприємстві.

Рекомендовані заходи щодо поліпшення умов праці, особливо на ділянках виробництва екструдованих були описані в цьому розділі. Усі перелічені заходи спрямовані на поліпшення умов праці та охорони праці на підприємствах.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Організація проведення дослідження

Переробка рису та сої в харчові продукти знаходиться на перетині сільськогосподарських, технологічних і кулінарних інновацій і є ключовою сферою харчової промисловості. Оскільки населення світу продовжує зростати, попит на поживну та екологічно чисту їжу продовжує зростати. У цій статті розглядаються організаційні та економічні аспекти переробки рису та сої, щоб з'ясувати складну мережу факторів, які керують ефективним та сталим виробництвом продуктів харчування з цих основних культур.

Рис і соя є основними продуктами харчування в усьому світі, забезпечуючи необхідні поживні речовини та слугуючи універсальними інгредієнтами в багатьох кулінарних традиціях. Перетворення цих сирих сільськогосподарських продуктів на різноманітні харчові продукти передбачає складну взаємодію організаційних структур, економічних міркувань і технологічних досягнень. Розуміння складності цього процесу є необхідним не тільки для забезпечення стабільних і стійких ланцюгів постачання продовольства, але також має вирішальне значення для вирішення сучасних викликів продовольчої безпеки, стійкості та економічної життєздатності.

Поживний вміст рисових і соєвих продуктів є ключовим фактором у переробній промисловості. Стратегії збагачення та біозбагачення використовуються для підвищення поживного вмісту цих основних харчових продуктів. Соеві продукти, від тофу до соєвого молока, демонструють універсальність і адаптивність сої в громадському харчуванні, щоб задовольнити різноманітні харчові переваги, включаючи вегетаріанців і веганів.

Ринок обробленого рису та сої є динамічним і залежить від світової торгівлі, уподобань споживачів і кулінарних тенденцій. Готові до вживання рисові продукти, такі як рис швидкого приготування та рисові закуски, задовольняють потреби стрімкого способу життя. Альтернативи м'ясу на основі сої вписуються в зростаючу тенденцію рослинної дієти. Здатність галузі адаптуватися до мінливої динаміки ринку відображає її стійкість і здатність реагувати на споживчий попит.

Динаміка ринку та кулінарні тенденції в переробці рису та сої є невід'ємною частиною кулінарного гобелена, що відображає складність і різноманітність світової харчової промисловості. Від орієнтованих на зручність уподобань зайнятих міських жителів до етично свідомого вибору екологічно свідомих споживачів, галузь задовольняє низку потреб. Оскільки кулінарні тенденції продовжують розвиватися, а ринки стають все більш взаємопов'язаними, переробка рису та сої є не лише харчовою необхідністю, але й творчим дослідженням смаків, культури та цінностей у глобальному масштабі. Майбутнє обіцяє подальші інновації та адаптацію, оскільки галузь продовжує робити свій внесок у багатий і зростаючий світ кулінарних вражень.

Перелік робіт при проведенні дослідження кваліфікаційної роботи з обґрунтування процесу переробки рису та сої в продукти харчового призначення, та матриця тривалості робіт наведені у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , дні
------------	--------------------	---------------------------------

1	2	3
1-2	Вибір теми роботи	1
2-3	Обробка літературних та патентних джерел за визначеною темою та підготовка аналізу	6
3-4	План дослідження та вибір методу досліджень	2
4-5	Проведення екструдювання сої	1
4-6	Визначення показників якості екструдюваної сої	3
4-7	Проведення взривання рису	1
4-8	Визначення показників рису після взривання	3

Продовження таблиці 5.1

5-9	Обробка результатів лабораторних досліджень по всім факторам	4
6-10	Виконання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»	2
7-11	Виконання розділу «Організаційно-економічна частина»	2
8-12	Оформлення дипломної роботи та виконання презентаційних матеріалів та додатків	4
Всього		28

За одержаними даними побудовано сітьовий графік (рис. 5.1).

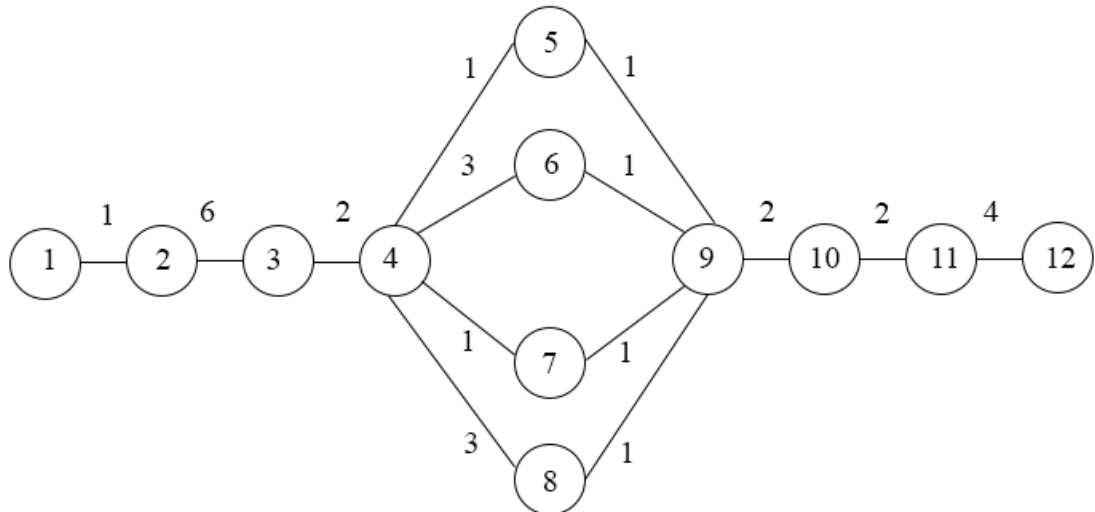


Рисунок 5.1 – Сітьовий графік проведення роботи

Сітьовий графік – це графічне представлення послідовності та залежностей між завданнями в проекті чи роботі. Він використовується в управлінні проектами для планування та відстеження роботи, необхідної для досягнення конкретної мети чи завдання.

Основні елементи мережевої діаграми включають вузли (завдання або події) і стрілки, що показують послідовність завдань. Кожен вузол представляє конкретне завдання, а стрілки вказують напрямок і залежності між ними.

Сітьовий графік дозволяє визначити критичний шлях проекту, який є послідовністю завдань, що визначає мінімальний час, необхідний для завершення проекту. Це також полегшує відстеження прогресу та розподіл ресурсів.

За допомогою сітьового графіку можна ефективно планувати, розподіляти завдання між командами та контролювати виконання проекту.

З матриці видно, що найбільш тривалими роботами є : 2-3; 4-6; 4-8; 5-9; 8-12;

Тривалість критичного шляху дорівнює:

$$TK = 2+14+3+1+3+1+3+10+3+3+14+ = 28 \text{ днів}$$

Отже для того, аби виконати всі поставлені задачі та завдання кваліфікаційної роботи, необхідно витратити 28 днів.

5.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження кваліфікаційної роботи

Витрати, пов'язані з проведенням дослідження, були визначені на основі кошторису. До них відносяться матеріали, електроенергія, заробітна плата, амортизація та накладні витрати.

Вартість первинних і допоміжних матеріалів можна знайти за такими виразами:

$$M = \sum m_1 \cdot C_1 \quad (5.1)$$

де m_1 – кількість витраченого і-го матеріалу;

C_1 – ціна одиниці і-го матеріалу, грн.

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Рис довгозернистий, кг	0,2	50	10
Соя, кг	0,1	85	8,5
Всього			18,5

Результати розрахунку заробітної плати людей, що приймали участь у дослідженнях наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн

Дипломний керівник	8300	49,40	10	490,00
Всього				490,00

Нарахування на заробітну плату складають:

$$H = \frac{490,00 \cdot 22}{100} = 107,80 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначаємо за виразом:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (5.2)$$

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:

$$E_{\text{змш.}} = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,68 = 1,512 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу машини для попкорну складають:

$$E_{\text{прес.}} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 0,5 \cdot 1,68 = 0,9828 \text{ грн.}$$

Загальні затрати електроенергії складають:

$$E = E_{\text{екст.}} + E_{\text{м.п.}} = 1,512 + 0,9828 = 2,4948 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, що використовується в процесі

проведення досліджень, розраховуємо за формулою:

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (5.3)$$

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. 5.4.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Екструдер	1500,00	15	1	0,61
Машина для попкорну	5800,00	15	1	2,38
Персональний комп'ютер	30000,00	24	30	591,78

Продовження таблиці 5.4

Всього				594,77
--------	--	--	--	--------

Накладні витрати пов'язані з обслуговуванням і управлінням виробництвом. До них належать: плата за послуги та плата за адміністративний персонал. Непрямі витрати, включно з витратами, пов'язаними з установкою та обслуговуванням, які дорівнюють 80% розрахованої заробітної плати керівника дослідження, є:

Накладні витрати становлять:

$$\frac{(490 \cdot 80)}{100} = 392 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 5.5.

Таблиця 5.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	18,5
Заробітна плата	490
Нарахування на заробітну плату	107,8
Електроенергія	2,49
Амортизація	594,77
Накладні витрати	392
Всього	1605,56

Дивлячись на результати, видно, що на першому місці по витратам стоїть амортизація та заробітна плата. Оскільки дослід проводився з малою кількістю основних матеріалів і час на проведення експерименту в сумі був приблизно 2 години, тому витрати на ці пункти стали найменшими.

5.3 Розрахунок вартості дослідження

Виконувана науково-дослідна робота є фундаментальною, тому ціна визначається виходячи з витрат на дослідження та рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (5.4)$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$C = 1605,56 + \frac{30 \cdot 1605,56}{100} = 2087,228 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 2087,228 грн.

Висновки за розділом

Дослідження, проведене щодо екструдуювання сої та взривання рису, показало, що було розроблено план дослідження та розроблено мережевий план із критичною тривалістю шляху 28 дні. Тривалість критичного шляху не перевищує запланований термін виконання дослідження, тому складений мережевий графік можна вважати реалістичним. Розрахунок видатків показує, що найбільшу питому вагу в загальному обсязі витрат займає амортизація машин, що займає 37% витрат на дослідження.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Проведено експеримент з екструдуюванням зерна сої, а також експеримент зі взриванням рису. Після дослідження було виявлено зміни в фізичному, смаковому та біохімічному складу переробленої сировини рису та сої.

Розроблено технологію взривання рису, для покращення його смакових властивостей. Було визначено, що при взриванні рису, більша частина зерен просто підсмажується, а менша частина взривається та покращує свої кулінарні властивості. Було запропоновано такий рис розмелювати та готувати з борошна розмеленого рису швидкорозварювані каші.

Встановлено, що в експерименті по проведенню процесу вибуху зерен рису при температурі від 190 до 195 °С було виявлено, що рис після вибуху в обох зразках має коричневий колір (приблизно 80%) і десь до 20% чисто зірвані зерна які мають білий колір внутрішньої структури ендосперму. Отримані зразки були на запах приємними зерновий, без підгорілого запаху. У зразках з додаванням олії був присутній маслянистий олійний запах.

За короткий час експерименту над зернами рису, забезпечується збереження в зерні протеїну, вітамінів і амінокислот. В той же час після вибуху крохмаль який знаходиться в ендоспермі рису перетворюється в цукор, що призводить до поліпшення смакових якостей і зовнішньому вигляді зерна рису.

При проведенні екструдуювання сої було обгрунтовано доцільність цього процесу, та описано, які зміни в складі сої спостерігаються. Було зазначено, що при екстудуванні сої, її поживність збільшується, Встановлено, що процес екструдуювання є ефективним способом усунення шкідливих ферментів, а саме сапонінів, уреаз, антиоксидантів, інгібітору трипсіна, без ризику втрати лізіну та інших амінокислот, які чутливі до нагріву.

Зерно сої стає приємним на смак, зберігаючи високий рівень висококалорійних олій в готовому продукті та при екстудуванні готовий продукт стає набагато зберігаємим, завдяки деактивації ліпоксигенази та ензимів в процесі температурного вибуху. Також створюється можливість отримання повножирної сої.

Отримані результати досліджень були високої якості та однорідності екстудованої структури ендосперму, яка добре споживається та засвоюється як людьми, так і тваринами.

Було описано та проаналізовано охорону праці на підприємстві з виробництва екстудованих виробів та виявлено декілька недоліків, які також були описані та запропоновано заходи для їх усунення. Проаналізовано виробничий травматизм на підприємстві за останні три роки та на його основі сформовано заходи щодо покращення охорони праці на підприємстві.

Експерименти з проведення екстудування сої та взривання рису, було

тривалістю 28 днів. Тривалість самого критичного шляху не перевищувало запланований термін виконання дослідження. Розрахунок витрат показує, що найбільшу вартість в обсязі витрат займає амортизація машин, що займає 37% витрат на дослідження.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Гулий І. С., Пушанко М. М., Орлов Л. О., Мирончук В. Г., Українець А. І., Лісовенко О. Т., Таран В. М., Гуцалюк В. М., Яровий В. Л., Литовченко І. М., Пушако Н. М. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Вінниця: Нова книга, 2001. – 576 с.
2. Безручко О. Поповнення ринку сортів рослин: соя культурна // Пропозиція. - 2008. - 68-69 с
3. Процеси і апарати харових виробництв: підручник / За редакцією проф. І. Ф. Анежика.- К.: НУХТ, 2003. – 400 с.

4. Обладнання підприємств харчової та переробної промисловості / І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов та ін.–Вінниця: Нова Книга, 2001.– 576 с.
5. Бабич А. О. Проблема білка: сучасний стан, перспективи виробництва і використання сої // Корми і кормовиробництво. – 1992. - № 33. –С.3-13.
6. "Тенденції та перспективи розвитку ринку сої в Україні."
<http://www.iae.org.ua/ua/analytics/analitika-ta-ohlyady>
7. Smith, J. (2005). "Modernization of Rice Processing: A Historical Perspective." *Journal of Food Science and Technology*, 42(3), 221-235.
8. Brown, A. R. (2010). "Advancements in Rice Hulling Technologies." *International Journal of Agricultural Engineering*, 17(2), 87-102.
9. Patel, S., & Gupta, R. (2018). "Automation in Rice Processing: A Comprehensive Review." *Journal of Food Engineering*, 64(4), 309-325.
10. International Rice Research Institute (IRRI). (2021). "Rice Processing: Principles and Innovations." Retrieved from <https://www.irri.org>
11. Smith, A. F. (1995). The Origins of Rice Agriculture: Recent Progress in East Asia. *Antiquity*, 69(266), 898-908.
12. Hymowitz, T. (1970). On the Domestication of the Soybean. *Economic Botany*, 24(4), 408-421.
13. Bray, F. (1984). *The Rice Economies: Technology and Development in Asian Societies*. University of California Press.
14. Huang, H., & Wang, L. (2001). *Handbook of Soybean Processing and Utilization*. Marcel Dekker.
15. Matsuda, M. (2001). *Soybean Foods and Their Processing in Asia*. Food and Agricultural Organization (FAO) of the United Nations.
16. Shurtleff, W., & Aoyagi, A. (2012). *History of Soybeans and Soyfoods in China and Taiwan, and in Chinese Cookbooks, Restaurants, and Chinese Work with Soyfoods outside China (1024 BCE to 2014): Extensively Annotated Bibliography and Sourcebook*.
17. Hymowitz, T. (1970). On the Domestication of the Soybean. *Economic Botany*, 24(4), 408-421.

18. Liu, K. (1997). *Soybeans: Chemistry, Technology, and Utilization*. Springer Science & Business Media.
19. Huang, H., & Wang, L. (2001). *Handbook of Soybean Processing and Utilization*. Marcel Dekker.
20. Bray, F. (1984). *The Rice Economies: Technology and Development in Asian Societies*. University of California Press.
21. Smith, A. F. (1995). The Origins of Rice Agriculture: Recent Progress in East Asia. *Antiquity*, 69(266), 898-908.
22. Головне управління статистики в АПК. (2022). "Виробництво сої в Україні." <https://www.apk-inform.com/uk/statistika/soya#2022>
23. Інститут аграрної економіки. (2019). "Тенденції та перспективи розвитку ринку сої в Україні."
24. Бабіч А.О. Сучасне виробництво і використання сої. - К. Урожай, 1993. - 429 с
25. Campbell, B., Kreider, R. B., Ziegenfuss, T., La Bounty, P., Roberts, M., Burke, D., ... & Antonio, J. (2007). International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 4(1), 8.
26. Hoffman, J. R., & Falvo, M. J. (2004). Protein – which is best? *Journal of Sports Science & Medicine*, 3(3), 118–130.
27. AOAC International. (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (20th ed.). Gaithersburg, MD: AOAC International.
28. Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1-2), 248-254.
29. Jones, D. B. (1931). Factors for Converting Percentages of Nitrogen in Foods and Feeds into Percentages of Protein. *USDA Circular*, 183.
30. Shurtleff, W., & Aoyagi, A. (2012). *History of Soybeans and Soyfoods in China and Taiwan, and in Chinese Cookbooks, Restaurants, and Chinese Work with Soyfoods outside China (1024 BCE to 2014): Extensively Annotated Bibliography and*

Sourcebook.

31. Liu, K. (1997). Soybeans: Chemistry, Technology, and Utilization. Springer Science & Business Media.

32. Kim, H., & Hwang, K. T. (2009). Soybean proteins: extraction, functional properties, and production of soy protein isolates and concentrates. In *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 54, pp. 231-267). Academic Press.

33. Messina, M. (2016). Soy and Health Update: Evaluation of the Clinical and Epidemiologic Literature. *Nutrients*, 8(12), 754.

34. Huang, H., & Wang, L. (2001). *Handbook of Soybean Processing and Utilization*. Marcel Dekker.

35. Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України. (2021). "Стан та перспективи розвитку аграрного сектору України."

36. Інститут олійних культур ім. В.Я. Юр'єва НААН України. (2022). "Гарбуз: агротехніка вирощування та переробка."

37. Kris-Etherton, P. M., & Hecker, K. D. (2015). Bonanome, A. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American Journal of Medicine*, 98(2A), 199-208.

38. <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1140/roztoropsha-plyamista#:~:text=>

39. Kiple, K. F., & Ornelas, K. C. (Eds.). (2000). "The Cambridge World History of Food." Cambridge University Press.

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

41. Kirk-Othmer. (2011). "Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology: Extrusion." John Wiley & Sons.

42. Kokini, J. L., & Ponte, J. G. (1994). "Extrusion Cooking of Maize Grits: Effects of Barrel Temperature, Feed Moisture Content, and Screw Speed on the Torque Rheology." *Journal of Food Science*, 59(3), 534-538.

43. White, J. L. (2008). "Extrusion of Plastics." CRC Press.

44. <https://ideas-center.com.ua/?p=36925>

45. Київ 2018 " ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ"
46. Faubion, J. M., Hosney, R. C., & Varriano-Marston, E. (1989). "Extrusion-Cooking of Wheat Flour." *Cereal Chemistry*, 66(4), 342-347.
47. Singh, S., & Singh, N. (2011). "Extrusion-Cooking of Pulse Proteins: Processing and Product Developments." In *Extrusion Cooking Techniques* (pp. 197-224). CRC Press.
48. Обладнання підприємств харчової та переробної промисловості: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід.
49. http://4ua.co.ua/cookery/xa2ac69a5d43b89421216c37_0.html
50. Закон України про охорону праці «345 – VI від 02.09.2008»
51. Вінокурова Л.Е., Васильчук М.В., Гаман М.В. Основи охорони праці.
52. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі. – К.2011.
53. Ткачук А.В., Запашний Р.В. та ін. Навчальний посібник. Охорона праці та промислова безпека. – К. 2009.
54. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання. /К.Н. Ткачук, М.О.