

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

**Обґрунтування процесу обробки бобів сої
інфрачервоним випромінюванням**

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

_____ Дорошенко Євгеній Васильович

Керівник: _____ Куянов Юрій Юрійович

Рецензент: _____

Дніпро 2020

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технології зберігання і переробки

сільськогосподарської продукції

доктор технічних наук, професор

Чурсінов Ю.О.

(підпис)

« ____ » _____ 2020 р.

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

Дорошенко Євгенію Вікторовичу

1. Тема роботи «Обґрунтування процесу обробки бобів сої інфрачервоним випромінюванням».

Керівник роботи Куянов Юрій Юрійович, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» вересня 2020 року № 2397.

2. Строк подання студентом роботи 27 листопада 2020 року

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

2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань 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 потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Матеріали і методи досліджень.

3 Дослідна частина. 4 Практичне впровадження отриманих результатів.

5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-

економічна частина. Загальні висновки. Список джерел посилання. Додатки.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Огляд літератури. 2. Мета та задачі досліджень. 3. Матеріали і методи досліджень. 4 Дослідна частина. 5 Практичне впровадження отриманих результатів. 6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 7 Кошторис витрат на проведення досліджень. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 29 вересня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис) _____

Дорошенко Є.В.

Керівник роботи _____

Куянов Ю.Ю.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 100 сторінок друкованого тексту, 17 рисунків та ілюстрацій, 19 таблиць та використано 79 літературних джерел посилань.

Метою роботи є розробка нового способу обробки соєвих бобів на основі інфрачервоного енергопідводу, що дозволяє отримувати продукти для харчової і комбікормової промисловості з високими фізико-хімічними і функціонально-технологічними властивостями.

Об'єкт дослідження – технологічний процес обробки бобів сої установкою ІЧ-опромінення.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних показників процесу обробки бобів сої ІЧ-променями з якісними показниками кінцевого продукту.

Незважаючи на високу харчову цінність соєвих бобів, вони вимагають специфічного технологічного підходу при використанні для харчових і кормових цілей, так як насіння сої, на відміну від іншого олійного насіння, містять в своєму складі ряд природних антипоживних речовин.

Присутність антипоживних речовин в насінні сої зменшує її поживну цінність, позначається на харчовій та кормовій ефективності, а також може викликати пригнічення зростання, зниження приросту тварин, гіпертрофію підшлункової залози, зміну або ураження слизової оболонки, алергічні прояви.

Класичні методи зниження антипоживних речовин засновані на тривалій високотемпературній обробці соєвих бобів, що попередньо пройшли стадії зволоження, подрібнення, або при використанні цілісних бобів – процес варіння.

Ключові слова: СОЯ, ВОЛОГІСТЬ, ТЕМПЕРАТУРА, ТРИВАЛІСТЬ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ТЕМПЕРУВАННЯ, ІЧ-ОБРОБКА, ЗВОЛОЖЕННЯ, ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1 Використання соєвих бобів в харчовій промисловості	10
1.2 Біологічні особливості соєвих бобів	20
1.3 Способи зниження активності антипоживних речовин соєвих бобів	23
1.3.1 Інфрачервона обробка зернової сировини	25
Висновки до розділу	27
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	29
2.1 Матеріали досліджень	29
2.2 Методи досліджень	30
2.2.1 Визначення фізичних показників зерна	30
2.2.2 Визначення біохімічних показників зерна	30
2.2.3 Мікробіологічні методи аналізу зерна	30
2.3 Устаткування для проведення досліджень	31
2.3.1 Експериментальний стенд дослідження процесу інфрачервоної обробки зернової сировини	31
2.3.2 Промислова установка »для термообробки зернової сировини	32
Висновки до розділу	34
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	35
3.1 Дослідження кінетики мікронізації соєвих бобів і розробка пропозицій по апаратурному оформленню процесу	35
3.2. Дослідження кінетики нагрівання соєвих бобів з нанесенням поверхневої вологи	44
3.3 Вибір критеріїв оцінки якості соєвих бобів при ІЧ обробці	47
3.3.1 Вплив режимів термообробки на показник активності уреаз	48
3.3.2 Вплив режимів термообробки на білковий комплекс соєвих бобів	50
3.3.3 Вплив режимів ІЧ-обробки соєвих бобів на ліпідний комплекс сої	52

3.3.4 Вплив режимів ІЧ-обробки соєвих бобів на мікробіологічні показники зерна	57
3.4 Шляхи використання соєвих бобів, які пройшли термообробку	59
Висновки до розділу	61
4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	62
4.1 Розробка апаратно-технологічної схеми отримання продуктів з соєвих бобів, які пройшли стадію ІЧ-обробки	62
4.2 Показники якості і функціональні властивості соєвих бобів, які пройшли термообробку	64
Висновки до розділу	65
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	66
5.1 Дослідження та оцінка стану з охорони праці в ТОВ «Дніпросоя»	66
5.2 Вимоги безпеки праці під час обробки бобів сої на установці ІЧ-опромінення	70
5.2.1 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в ТОВ «Дніпросоя»	73
5.2.2 Рекомендації щодо покращення стану охорони праці	76
5.3 Аналіз виробничого травматизму та захворювань, причини їх виникнення на підприємстві	76
5.4 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях у разі вибуху	78
Висновки до розділу	80
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	81
6.1 Організація проведення дослідження	81
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	86
6.3 Розрахунок вартості дослідження	89
Висновки до розділу	90
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	91
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	93
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Проблема забезпечення населення тваринним білком гостро стоїть у всьому світі, в тому числі і в Україні. Альтернативне рішення – створення продуктів з високим вмістом протеїну на основі рослинної сировини. Серед перспективних сировинних ресурсів вченими в останні десятиліття виділяється соя.

Соеві боби містять 38 – 45 % протеїну, що вдвічі перевищує його вміст в яловичині і майже в чотири – в ковбасних виробках. Протеїн соєвих бобів містить всі незамінні амінокислоти, за вмістом метіоніну, цистину, лізину – найбільш цінних білків, він близький до білків м'яса. Крім того, соєві боби багаті вітамінами (Е, В₁, В₂, В₆, пантотенова кислота, ніацин, холін, фолієва кислота, біотин), в них досить багато клітковини, тому вони особливо цінні для створення лікувально-профілактичних продуктів для людини.

Жирність сої висока, а саме 18 – 23 %, тобто, приблизно так само, як і у тваринних жирів, але з дуже важливою відмінністю – жир сої набагато цінніше, так як він містить ненасичені жирні кислоти, багато йоду, а також речовини, що розчиняють холестерин в крові людини.

Незважаючи на високу харчову цінність соєвих бобів, вони вимагають специфічного технологічного підходу при використанні для харчових і кормових цілей, так як насіння сої, на відміну від іншого олійного насіння, містять в своєму складі ряд природних антипоживних речовин.

Головним чином, це інгібітори протеази і гемагглютеніни (лектини, сапоніни), а також речовини, що викликають алергічні, ендокринні та рахітні розлади.

Присутність антипоживних речовин в насінні сої зменшує її поживну цінність, позначається на харчовій та кормовій ефективності, а також може викликати пригнічення зростання, зниження приросту тварин, гіпертрофію підшлункової залози, зміну або ураження слизової оболонки, алергічні прояви.

Класичні методи зниження антипоживних речовин засновані на тривалій високотемпературній обробці соєвих бобів, що попередньо пройшли стадії зволоження, подрібнення, або при використанні цілісних бобів – процес варіння.

Дані способи мають істотні недоліки, пов'язані, по-перше, з використанням парового обладнання, і як наслідок з великими енергозатратами і підвищеними вимогами до безпеки виробництва, по-друге, зі зниженням поживної цінності готового продукту. Крім того, процес є тривалим, що відбивається на продуктивності переробних підприємств.

Безпосередня обробка вихідної сировини (без додаткового зволоження бобів) не дозволяє досягти необхідних змін в складі насіння сої. Зокрема, домогтися заданого рівня зниження антипоживних речовин соєвих бобів.

Виходячи з перерахованого вище дослідження по розробці раціональних технічних рішень, заснованих на методі інфрачервоної обробки сої, що дозволяють отримувати продукт з високою біологічною цінністю і низьким (допустимим) вмістом антипоживних речовин, є, без сумніву, актуальними і перспективними.

Метою роботи є розробка нового способу обробки соєвих бобів на основі інфрачервоного енергопідводу, що дозволяє отримувати продукти для харчової і комбікормової промисловості з високими фізико-хімічними і функціонально-технологічними властивостями.

Відповідно до поставленої мети були визначені наступні конкретні завдання:

- дослідити кінетику нагрівання соєвих бобів при ІЧ-обробці, встановити поверхневу температуру нагрівання соєвих бобів і середньозважену;
- обґрунтувати тривалість ІЧ-обробки соєвих бобів;
- підібрати оптимальні режими технологічних операцій нанесення поверхневої води перед ІЧ-обробкою і послідує температурування;
- вивчити вплив режимів термообробки на утримання інгібіторів трипсину, білковий комплекс, ліпідний комплекс соєвих бобів, а також їх мікробіологічну забрудненість;

- розробити апаратурно-технологічну схему отримання продуктів з соєвих бобів, які пройшли стадію термообробки та провести практичне впровадження отриманих результатів;

- дослідити стан охорони праці в ТОВ «Дніпросоя»;

- провести розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес обробки бобів сої установкою ІЧ-опромінення.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних показників процесу обробки бобів сої ІЧ-променями з якісними показниками кінцевого продукту.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Використання соєвих бобів в харчовій промисловості

Соєві боби, будучи одночасно продовольчою, технічною та кормовою культурою, не мають собі рівних по універсальності застосування (табл. 1.1). Цікаво знати, що від м'ясної худоби, яка відгодовується на одному гектарі пасовища, можна отримати харчового білка, щоб прокормити одну людину 731 день. Той же самий гектар, засаджений пшеницею, дозволяє отримати білка, щоб прогодувати людину 1572 дня. У той час як з соєвих бобів, вирощених на одному гектарі землі, можна отримати харчового білка, достатнього для того, щоб прогодувати 5099 днів одну людину [37].

Соєві білки мають багато областей застосування, тому що вони володіють необхідними в комбінованих продуктах функціональними властивостями при меншій вартості в порівнянні з альтернативними добавками тваринного походження, такими, як сухе молоко, казеїн, яєчні жовтки і білки або желатин.

У таблиці 1.2 наведені функціональні властивості, що найбільш часто зустрічаються в комбінованих продуктах і показано, як вони діють і які для цього використовуються види соєвих білків [22].

Зараз у всьому світі широкий асортимент продукції з сої забезпечує її успішне застосування в різних галузях харчової промисловості, а саме: хлібопекарської, кондитерської, молочної, макаронної, фармацевтичної, м'ясопереробної та інших галузях [41, 58, 59, 67].

Таблиця 1.1 – Середньозважений хімічний склад сої та інших харчових продуктів

Показник	Соєві боби	Квасоля	Сир нежирний	Яловичина 1 категорії	Яйце куряче	Добова потреба
Білок, %	34,9	21,0	18,0	20,0	12,7	70 – 90
Загальна кількість амінокислот, %	34,36	20,59	17,95	19,94	12,60	
в т.ч.: незамінні амінокислоти	12,67	8,02	7,68	7,70	5,24	
в т.ч.: замінні амінокислоти	21,67	12,57	10,27	12,24	7,35.	
Жири, %	17,3	2,0	0,6	9,8	11,5	80 – 100
Вітаміни, мг на 100 г:						
Е	17,3	3,8	-	-	2,0	12 – 15
В ₆	0,9	0,9.	0,2.	0,4	0,1	1,8 – 2,0
РР	2,2	2,1	0,5	5,0	0,2	15 – 25
В ₂	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4	1,3 – 2,4
В ₁	0,9	0,5	0,04	0,07	0,07	1,5 – 2,5
В ₉ (Фолацин)	0,2	0,1	0,04	0,01	0,007	0,2
Мінеральні речовини, мг на 100 г:						
Калій	1607	1100	117	355	140	2500 – 5000
Кальцій	348	150	120	10	55	800 – 1100
Магній	226	103	24	25	12	300 – 500
Фосфор	608	480	189	200	192	900 – 1500
Залізо	15,0	5,9	0,1	2,9	2,5	10-18
Кобальт	0,03	0,02,	0,002	0,007	0,01	0,1 – 0,2
Марганець	2,8	1,34	0,008	0,035	0,03	5 – 10
Мідь	0,5	0,58	0,06	0,2	0,083	2
Фтор	0,12	0,044	-	0,063	0,055	0,5 – 1

Таблиця 1.2 – Функціональні властивості соєвих бобів

Функціональні властивості	Дія	Харчові системи, в яких використовуються	Продукти
Розчинність	Розчинення білка в залежності від рН	Напої	Соєве борошно, концентрат, ізолят, гідролізат
Абсорбція і зв'язування води	Зв'язування води за допомогою водневих зв'язків; захоплення води (немає крапель)	М'ясні вироби, ковбаси, хліб, кекси	Соєве борошно, концентрат
В'язкість	Загустіння; зв'язування води	Супи, підливи	Соєве борошно, концентрат, ізолят
Гелеутворення	Утворення білкової матриці	М'ясні вироби, сир, сири	Концентрат ізолят
Когезія – адгезія	Протеїн діє як адгезивний матеріал	М'ясні, випечені, і макаронні вироби, ковбаси	Соєве борошно концентрат ізолят
Еластичність	Дисульфідні зв'язки в деформованих гелях	М'ясні і випечені вироби	Ізолят
Емульгування	Утворення і стабілізація жирових емульсій	Ковбаси, супи, кекси	Соєве борошно, концентрат, ізолят
Абсорбція жиру	Зв'язування вільного жиру	М'ясні вироби, ковбаси, пончики	Соєве борошно, концентрат, ізолят
Зв'язування смаку	Адсорбція; зв'язування; звільнення	Замінники м'яса, випечені вироби	Концентрат, ізолят, гідролізат
Плівкоутворення	Утворює плівки, щоб не пропускати газ	Збиті вироби, десерти, кекси	Ізолят, соєва сироватка, гідролізат
Регулювання кольору	Відбілювання	Хліб	Соєве борошно

У хлібопекарській промисловості, в основному, використовується соєве олія і соєве борошно. Тісто, склад якого входить соєве борошно, виходить більш однорідним, готові вироби мають кращу текстуру і форму. Соєве борошно використовується в рецептурах хліба для надання йому кращих смакових якостей, істотного збільшення терміну зберігання, відбілювання пшеничного борошна [41, 67]. Вона зменшує всмоктування жиру при смаженні.

В результаті отримують більш якісні пончики, виробництво яких обходиться дешевше за рахунок економії олії. Можна отримати, відмінні макарони з м'яких сортів пшениці додаючи соєве борошно. Збагачення соєвим борошном покращує поживні властивості макаронів; спагеті або вермішелі. Найчастіше для цього застосовується знежирене або повножирне соєве борошно (15 % сухої ваги), можуть додаватися вітаміни. Такі макаронні вироби містять від 15 до 17 % білка [56].

Соєві білки широко використовуються при виготовленні сумішей для каш і як компоненти пресованих брикетів для сніданків з зерна, фруктів і горіхів.

У кондитерській промисловості вже давно застосовують соєву крупу, соєве борошно з різним вмістом жиру, соєвий ізолят і концентрат. Повножирне і знежирене соєве борошно використовується при приготуванні різних кондитерських мас для широкого асортименту: борошняних кондитерських виробів, цукерок, карамелі, пастило-мармеладних виробів, драже, халви і ін., Замінюючи традиційну сировину, як сухе і згущене молоко, горіхоплідну сировину [58].

Також зі знежиреного соєвого борошна виходить замітник яєчного білка, а обсмажені боби використовуються в заміниках кави. У цукерках типу карамелі й ірису, що містять соєве борошно, затримується процес дегідратації і цим скорочується випадання кристалів цукру. Лецитин – побічний продукт виробництва рослинної олії, використовується для виготовлення шоколаду і глазури. Він додає продуктам дієтичні і лікувальні властивості [67].

З метою зниження вартості виробництва, скорочення проявів алергічних реакцій, підвищення поживності і покращення функціональності був розроблений

ряд аналогів молочних продуктів на основі соєвих білків. Вони включають замітники молока, сиру, морозива, замітники вершків для кави, коктейлі, напої, муси і креми [50].

Ізоляти є найкращими інгредієнтами для виготовлення аналогів молочних продуктів, так як вони за формою являють собою дрібні частинки, містять велику кількість білка і нейтральні на смак. Соеві замітники молока не містять лактози (молочного цукру) [48, 50, 56, 57].

У м'ясопереробній промисловості застосовуються соєві білки при виробництві м'ясних продуктів і їх аналогів. Продукти, що містять соєві білки, мають апетитний вигляд, відповідну текстуру і смак, їх виробництво обходиться дешевше, а кінцевий продукт виходить більш соковитим, містить більше білків і менше жиру, і, таким чином, краще збалансований з точки зору його поживності.

Хлібоподібна форма текстурованого соєвого продукту гарантує швидку гідратацію, що робить пластівці зручними для використання у виробництві. Смакові відчуття зберігаються навіть в процесі консервування, а також при заморожуванні і розморожуванні [35, 57].

Текстуровані білки сої використовуються для виробництва котлет, тефтель, біфштексів, начинок для піци [23, 28, 59, 63].

Соева макуха і шрот використовуються для отримання глютамату натрію (солі – підсилювача смаку), використовованого в консервах, концентратах супів і бульйонів, продуктах швидкого приготування й в сумішах спецій [41]. Також соєвий шрот використовується для отримання, гідролізату рослинного білка, який використовується в продуктах для формування м'ясного або грибного смаку [20, 60].

Технологія виробництва являє собою обробку шроту харчовою кислотою (для розщеплення білка на амінокислоти) з подальшою нейтралізацією, випаровуванням і кристалізацією:

Однією з основних ролей соєвих білків, крім їх застосування-в харчуванні людини, є відгодівля тварин. Соева макуха, не знежирені і знежирені соєві крупи, додаються в комбікорми на основі кукурудзи і зерна, дозволяють отримувати

найякісніший рослинний корм, що дозволяє більш ніж вдвічі збільшити середньорічні надої і виростити худобу без гормонів.

Завдяки поживності, соєві білки часто використовують як замітник молочних білків для відгодівлі молодняка – ягнят, поросят і особливо телят. Зазвичай білками сої замінюються не більш ніж 30 % молочних білків. Для заміни використовують соєве молоко і соєву муку. Багато замітники молока включають соєві концентрати, так як вони містять більше білка і краще сприймаються тваринами. Для цього використовуються також ізоляти соєвого білка.

Завдяки своєму хімічному складу соя – необхідний інгредієнт раціону комбікормів. При складанні рецептів комбікормів додавання сої дозволяє отримувати біологічно повноцінні високощільні раціони з обмінною енергією 3300 ккал/кг. Однак поживна цінність будь-якого продукту залежить не тільки від вмісту в ньому природного біокомплексу речовин, але і від їх здатності засвоюватися організмом людини і тварин. Незважаючи на високі харчові цінності соєвих бобів, вони вимагають специфічного технологічного підходу при використанні для харчових і кормових цілей, так як насіння сої на відміну від іншого олійного насіння містять в своєму складі ряд антипоживних речовин.

Залишкова продукція відділення олії – макуха або шрот – широко використовують як сировину для отримання напівзнежиреного, знежиреного соєвого борошна, крупи і як висококонцентрований білковий корм для тварин, а якщо врахувати що при переробці 1000 кг сої отримують 850 кг макухи із залишковим вмістом олії 2–4 %, то без відповідної теплової обробки це все перетвориться в відходи [15, 38]. Концентрати, ізоляти соєвих білків, використовуються також для відгодівлі ягнят, поросят і молодняка інших тварин.

Використання соєвого шроту при складанні науково-обґрунтованих рецептур комбікормів сприяє помітному зниженню витрат на виробництво одиниці тваринницької продукції, дає відчутне скорочення часу відгодівлі тварин, зменшення їх захворюваності та загибелі. За деякими даними при регулярному згодовуванні тваринам обробленого соєвого шроту і корму на

основі сої середньодобовий приріст живої маси може збільшитися в два рази, а витрати корму на виробництво одиниці продукції знизитися на 1/3. При цьому період відгодівлі для отримання 100 кг приросту живої маси може зменшитися в середньому на 10 – 15 днів на тлі підвищення якості продукції тваринництва [65].

У США замість кісткового, рибного борошна, бавовняної макухи останнім часом при виробництві комбикормів широко використовують соєвий шрот. Білкова частина вироблених в цій країні кормів часто більш ніж на 2/3 забезпечується саме присутності в них соєвим шротом. Близько 2/3 телят, вирощуваних в Сполучених Штатах Америки для заповнення молочного стада, відгодовуються заміниками молока. При цьому до 30 % молочних білків може замінюватися білками сої .

У розвинених державах світу останнім часом велика увага приділяється проблемам здорового і лікувально-профілактичного харчування. Внаслідок цього в багатьох регіонах все більшу увагу звертають на продукти переробки соєвих бобів.

У США, Канаді, країнах ЄС, Китаї, Японії, Кореї соя знаходить широке застосування в харчовій промисловості. З варених соєвих бобів проводиться соєве молоко (соєвий напій), що використовується як питної напій (часто в поєднанні з шоколадним, ванільним, горіховим наповнювачем), як добавка в сухі сніданки і в різні види випічки, при виробництві кондитерських виробів, каш і супів.

Соєве молоко – це низькокалорійний напій молочного типу кремового кольору з приємним горіховим запахом, що містить близько 2,5% білка і 1,5% жиру. Соєвий напій є гарним заміником коров'ячого молока завдяки своєму унікальному природному складу з оптимальним вмістом білків, ліпідів, лецитину, харчової дієтичної клітковини, біогенних мікро- і макроелементів, відсутністю в своєму складі холестерину і лактози. Такий хімічний склад робить можливим використання даного напою в харчуванні дітей раннього віку; літніх людей; людей, що не переносять коров'ячого молока, які страждають на виразкову хворобу і гіперсекрецію шлунка, харчовими алергіями.

Сухе соєве молоко – порошок кремового кольору з приємним горіховим запахом, є ідеальним джерелом повноцінного білка, цінним джерелом вітамінів, незамінних амінокислот, мінеральних речовин (особливо, солей кальцію і заліза). Воно використовується в ряді випадків як альтернативний продукт харчування, а також в якості замітника сухого коров'ячого молока, для приготування напоїв, каш, супів, солодких паст, майонезів, соусів, кондитерських виробів і т.д.

В результаті віджиму на фільтр-пресі соєвого молока отримують соєвий харчовий збагачувач – окару (нерозчинний соєвий залишок), який має світло-жовтий колір, нейтральний смак і характерну круписту консистенцію, може містити до 5 % білку, 4 % жиру, будучи рослинним джерелом двовалентного заліза. Завдяки нейтральному смаку, відсутності вираженого запаху він поєднується практично з усіма харчовими продуктами, додається до перших і других страв, використовується в складі м'ясних і овочевих котлет (до 30 %), при приготуванні хлібобулочних виробів, випічки, печива, підлив, соусів, як добавки до млинців і оладок.

Соєвий сир або сир (тофу) в Китаї та Японії виробляють вже протягом більше 2000 років з згорнутого соєвого молока (напою). Коагулянт віджимають (пресують), а отриману масу зберігають у воді в холодильниках або в герметичних упаковках. Заморожений тофу набуває світло-золотистий колір і пружну консистенцію. Свіжий соєвий сир не має запаху і дуже добре вбирає смак, тому при виробництві тофу використовують різні ароматизатори (трави, спеції, морську капусту, кріп, кмин). У зв'язку з високою харчовою цінністю, дієтичними властивостями, низьким вмістом жиру і вуглеводів тофу незамінний в дієтичному харчуванні. Продукт має консистенцію м'якого сиру, кремоватий колір, ніжний на смак.

Пастоподібні, солодкі соєві сири схожі з звичайними молочними сирковими масами. Соєва сиркова маса готується як тофу, але в неї додається цукор, а іноді і какао. Зазвичай вона має світло-коричневий колір, ніжний смак, легко засвоюється і може вживатися в сирому вигляді, а також використовуватися для приготування кремів, бутербродів, випічки та ін. Соєва сироватка – це

проміжний продукт, одержуваний при виготовленні тофу і використовуваний при приготуванні соусів, м'ясних і овочевих страв, в косметичних цілях, в якості замітника молочної сироватки в кулінарії.

Соеві кефіри і йогурти виробляють із застосуванням кефірної та йогуртної закваски, які корисні для мікрофлори кишківника. Соеві йогурти є аналогом натуральних кисломолочних продуктів з вмістом близько 2,5 % білка і 1,5 % жиру, мають хорошу засвоюваність і позитивно впливають на організм людини. Соеві напої виготовляють із соєвої емульсії з додаванням цукру з подальшим сквашуванням її чистими культурами термофільного молочнокислого стрептокока і болгарської палички або біфідобактеріями.

Соевий майонез – низькокалорійний соєвий продукт емульсійного типу, що містить зазвичай до 2,5 % білка, 25 % жиру, до складу якого входять соєва олія, соєвий білок, сіль, цукор, оцет, гірчицю та інші добавки. Соеві майонези в своїй основі мають рослинний білок і не містять яєчного порошку і холестерину, що робить їх дуже корисними при дієтичному харчуванні.

Соева сметана – унікальний дієтичний продукт, що містить до 4 % білка, 20 % жиру, за складом і харчовою цінністю практично не поступається натуральній сметані, виробленій з коров'ячого молока. Соева білкова пінка – юба, що утворюється при нагріванні соєвого молока, містить велику кількість білка і жиру і успішно використовується в якості інгредієнта вегетаріанських страв. Борошно з смаженого цільного насіння сої – кінако – використовують, змішуючи з цукром, як обсіпки і в якості основи для приготування кексів.

Соева шоколадна паста, що містить до 6 % білка і 25 % жиру, використовується для приготування кондитерських виробів і бутербродів. Харчовою промисловістю випускаються консервовані зелені соєві насіння (які досягли приблизно 80 % зрілості). При приготуванні супів використовується місо – солоня приправа зі специфічним смаком, що отримується в результаті тривалого бродіння суміші, що складається з соєвих бобів, солоної води і закваски – коджи (часто використовується для ферментації рису).

Соевий соус (шою) також відноситься до ферментованню соєвих продуктів. Для його приготування використовують проварений знежирений соєвий шрот, подрібнені підсмажені пшеничні зерна, закваску коджи, солону воду, а іноді і спеціальні мікроорганізми. Лецитин, одержуваний з сої, використовується у фармацевтичній промисловості. Білкові соєві продукти також знаходять застосування при виробництві фармацевтичних препаратів і харчових добавок (ізофлавоїни, сапоніни, фітинова кислота, інгібітори протеаз). Хімічний склад і харчова цінність 100 г соєвих продуктів представлений в таблиці 1.3 [15,17].

Таблиця 1.3 – Хімічний склад і харчова цінність 100 г соєвих продуктів

Показник	Місо	Темпе	Наatto	Окара	Ізолят	Соевий соус шою	Соеве молоко
Вода, г	41,5	55,0	55,0	81,6	5,0	71,1	93,3
Енергетична цінність, ккал	206	199	212	77	338	53	33
Протеїн, г	11,8	19,0	17,7	3,2	80,7	5,2	2,8
Вуглеводи, г	28,0	17,0	14,4	12,5	7,4	8,5	1,8
Жир, г	6,1	7,7	11,0	1,7	3,4	0,1	1,9
Сира клітковина, г	2,5	3,0	1,6	4,1	0,3	0,0	1,1
Кальцій, мг	66	93	217	80	178	17	4
Залізо, мг	2,74	2,26	8,60	1,30	14,50	2,02	0,58
Цинк, мг	3,32	1,81	3,03	-	4,03	0,37	0,23
Вітамін В ₁ , мг	0,10	0,13	0,16	0,02	0,18	0,05	0,16
Вітамін В ₂ , мг	0,25	0,11	0,19	0,02	0,10	0,13	0,07
Вітамін РР, мг	0,86	4,63	0,00	0,10	1,44	3,36	0,15
Вітамін В ₆ , мг	0,22	0,30	-	-	-	0,17	0,04
Вітамін В ₉ , мг	33,0	53,0	-	-	176,0	15,5	1,5

Наatto – продукт, одержаний з зварених цілих соєвих насінин, ферментованих *Bacillus natto*. Темпе – продукт ферментації варених соєвих насінин за допомогою культури цвілевих грибів *Rhizopus oligosporus*, що використовується в якості добавки в супи або в продукти швидкого приготування, в якості замітника м'яса в других стравах. У Китаї виробляють

соу-тофу (ферментований тофу) шляхом інокуляції невеликих кубиків пастеризованого твердого тофу мікроорганізмами *Actinomyces - elegans* (або іншими пліснявими грибами), подальшої ферментації і заключній витримці продукту в розсолі, приготовленому на основі рисової горілки і 12 % солі. Готовий продукт має солоний смак і текстуру на зразок плавленого сиру [22, 47, 56, 66].

1.2 Біологічні особливості соєвих бобів

Біологічною особливістю сої є наявність великої кількості антипоживних речовин, негативний вплив яких на людський організм в більшості випадків вдається нівелювати при застосуванні сучасних технологій переробки та методів контролю якості рослинної сировини. Так, за даними деяких вчених, рослинні гідролізовані протеїни можуть викликати погіршення мозкової діяльності і нервової системи дітей, що пов'язують з втратою активності деяких амінокислот і появою шкідливих мікробіальних метаболітів в результаті гідролізу протеїнів [37].

Крім того, соя здатна активно накопичувати радіоактивний стронцій, який відноситься до найбільш небезпечних радіонуклідів. Є дані про те, що соя, вирощена в регіонах з підвищеною радіоактивністю, містить функціонально змінені білки [15,46].

Незважаючи на високі харчові та лікувально-профілактичні цінності соєвого насіння, вони через специфічний неприємний терпкий смак і запах, мало придатні для безпосереднього вживання в їжу. Шрот і борошно, отримані з сирії сої, погано зберігаються і швидко набувають присмак гіркоти, тобто зіпсованого жиру. Поживна цінність необробленого насіння сої та інших бобових культур різко знижена (сире зерно бобових містить лише 15 – 20 % засвоюваного білка) через вміст в них сполук білкової природи [59].

Незважаючи на високі харчові цінності соєвих бобів, вони вимагають специфічного технологічного підходу при використанні для харчових і кормових

цілей, так як насіння сої, на відміну від іншого олійного насіння, містить в своєму складі ряд природних антипоживних речовин. Головним чином, це інгібітори протеази і гемагглютеніни (лектини, сапоніни), а також речовини, що викликають алергічні, ендокринні та рахітні розлади [21, 23]; деякі з них, мабуть, грають велику роль в захисті рослин від несприятливих екологічних чинників, включаючи вплив комах, вірусів; бактерій та ін. судячи з усього, будь-які рослини: містять ту чи іншу кількість протеолітичних ферментів і їх інгібіторів, але найбільш активні останні в соєвих бобах [15,46].

Присутність антипоживних речовин в насінні сої зменшує її поживну цінність, позначається на харчовій; кормовій ефективності, а також може викликати, пригнічення зростання, зниження приросту тварин, гіпертрофію підшлункової залози, зміну або ураження слизової оболонки, алергічні прояви [15, 22].

Найглибше досліджені інгібітори сої, перш за все інгібітори протеолітичних ферментів – трипсину і хімотрипсину. У бобах сої міститься п'ять і більше інгібіторів трипсину в кількості 5 – 10 % від загального вмісту білка, їх активність коливається від 18,2 до 42,8 мг/г.

Інгібітори гетерогенні, відрізняються високою термостабільністю і стійкістю до протеолітичного розщеплення, в їх складі дуже низький вміст триптофану і метіоніну. Вони представлені водорозчинними інгібіторами Кунітца, спирторозчинними інгібіторами Баумана-Бірка і невеликою кількістю інших білків [16, 23].

За розчинністю інгібітори трипсину відносяться до глобулінів,. Їх відмінною рисою є утворювати з ферментами стійких сполук-комплексів, у складі яких ферменти повністю позбавлені каталітичної активності [15].

Шлунково-кишкові розлади при вживанні насіння сої обумовлені присутністю в них глікозидів, у яких 1,6-зв'язок не розривається під час перетравлення в кишківнику. Ці сполуки під впливом кишкової флори метаболізуються з утворенням метану і вуглекислого газу, які скупчуються в кишківнику. З олігосахаридів сої, що мають небажані функції, слід зазначити

трисахарид: рафінозу, утворену молекулами глюкози, фруктози і галактози, а також стахіоза, утворену молекулами галактози [15].

Метеоризм обумовлений відсутністю в організмі людини галактозидази – ферменту, необхідного для гідролізу рафінози і стахіоза.

Сапоніни в соєвому борошні складають 0,5 – 2,2 %. Вони надають бобам гіркуватий смак і надають гемолітичний вплив на червоні кров'яні тільця. Це поверхнево-активні речовини, погано адсорбуються шлунково-кишковим трактом [22].

У насінні сої в незначній кількості міститься фітинова кислота, зазвичай у вигляді магнієво-кальцієвих солей – фітину. Фітинова кислота являє собою важливий резерв фосфору в насінні багатьох рослин, в тому числі в зернових, бобових і олійних.

Низька розчинність більшості солей фітинової кислоти обумовлює їх неповне всмоктування, а також засвоєння організмом багатьох макро- і мікроелементів, що містяться в їжі: кальцію, магнію, заліза, цинку, молібдену, марганцю, міді. Надходження значних кількостей фітинової кислоти з рослинною їжею надає рахітогенну дію. Фітинова кислота може утворювати з білками насіння комплекси, змінюючи розчинність і знижуючи величину рН, що відповідає їх осадженню.

Характерною особливістю насіння сої є наявність в їх білковому складі ферментів – уреази і ліпоксигенази. Частка уреази становить до 12 % від усіх білків. У присутності буферного розчину уреаза розщеплює сечовину з утворенням амонійної солі вугільної кислоти, вуглекислого газу і води. Уреаза має найбільшу активність при рН 7,0. Подальші перетворення можуть призводити до утворення аміаку і отруєння тварин організмів, а також порушення нормального функціонування роботи нирок. За своєю хімічною дією уреаза специфічна. Показник її активності дозволяє лише побічно оцінити необхідний ступінь термообробки сої. Визначення активності уреази необхідно при контролі якості соєвого борошна і шротів.

1.3 Способи зниження активності антипоживних речовин соєвих бобів

Багато які з перерахованих вище небажаних природних речовин і компонентів, що містяться в соєвих бобах, є термолабільними і руйнуються при термічній обробці, яка необхідна для повного засвоєння білка всіх бобових культур. Термічна обробка виявляється досить ефективною по відношенню до інгібітору трипсина, активність якого знижується практично в такій же мірі, як і активність уреазу [1]. Тому в зв'язку з легкістю аналізу за показником активності уреазу судять і про активність інгібітору трипсину. Нагрівання також частково інактивує термолабільні гемаглютеніни (лектини), антивітаміни і фітати. При використанні білкових продуктів з зерна бобових культур в хлібопеченні, кондитерській та інших галузях харчової промисловості з метою підвищення харчової цінності продуктів харчування одним з санітарно-гігієнічних вимог, передбачених при сертифікації, є відсутність високої активності, як інгібіторів ферментів, так і лектинів. У порівнянні з інгібіторами ферментів зниження активності лектинів може бути досягнуто при застосуванні м'якших режимів обробки – нагрівання при 80 °С. Термоденатурація збільшує здатність до перетравлення насіння і соєвих білків.

Багато антипоживних речовин, що негативно впливають на якість насіння сої, після інактивації позитивно впливають на раціон харчування, так як багаті незамінними амінокислотами. Для сирової сої необхідна обробка, яка призведе до дезодорації зерна і значної зміни його хімічних і біологічних комплексів, підвищення харчової цінності, звільнення від яких погано пахнучих стримуючих засвоєння білків речовин [17].

В якості основного, найпростішого і доступного методу руйнування антипоживних речовин, що містяться в сирому насінні сої, давно вже використовується їх теплова обробка, яка полягає в нагріванні насіння протягом певного достатнього проміжку часу з використанням в деяких випадках додаткового зволоження, як правило, у вигляді пара.

З метою підвищення ефективності теплового впливу великого значення надають правильному вибору таких параметрів обробки, як температура, час, вологість і ін.

Для отримання високоякісних соєвих продуктів максимальної поживної цінності необхідно здійснювати вибір оптимальних параметрів технологічного процесу при ретельному дотриманні відповідних режимів обробки (в тому числі і на її окремих стадіях). При використанні теплової обробки продукти переробки соєвого насіння внаслідок денатурації білка під впливом вологи і високих температур можуть мати знижений індекс розчинності азоту (NSI) і диспергованість білка (PDI) [96]. Тривалий жорсткий термічний вплив може привести до зниження поживної цінності соєвих білкових продуктів (погіршення балансу незамінних амінокислот), при перегріванні біологічного матеріалу білки можуть втрачати свою розчинність і погано засвоюватися організмом.

У зв'язку з вищесказаним (з метою розробки оптимальних режимів обробки) американські вчені велику увагу звертають на взаємозв'язок між активністю інгібітора трипсину, коефіцієнтом ефективності білка (PER) і умовами теплової обробки продуктів переробки сої. Крім того, перегрів соєвого насіння в процесі теплової обробки призводить до збільшення ризику пошкодження олійної фракції з утворенням компонентів, які погано або зовсім не засвоюються тваринами.

В даний час розроблено досить багато ефективних методів, технологічних прийомів інактивації антипоживних факторів, компонентів комбікормів і способів підготовки їх до легкого і швидкого засвоєння організмом тварин. Режими обробки сої і соєвого знежиреного борошна з метою інактивації протеолітичних інгібіторів, руйнування антипоживних елементів і стерилізації, також добре відомі з технології переробки сої при виробництві соєвого молока, сиру-тофу, замінників традиційної молочної та м'ясної сировини.

1.3.1 Інфрачервона обробка зернової сировини

Початкові дослідження з використання ІЧ-опромінення мали на меті знизити втрати зерна при зберіганні, заподіяні комірними шкідниками і псування зерна за рахунок розвитку бактеріальної і грибової мікрофлори [17, 21]. Зараз ІЧ-обробку використовують і для досягнення інших цілей.

Останнім часом велика увага приділяється термообробці зернової сировини за допомогою інфрачервоного енергопідводу. Цей метод є екологічно чистим, суттєво інтенсифікуючи процеси кондиціонування зерна і підвищує його поживні властивості. Метод ІЧ-обробки знаходить все більше застосування в різних галузях харчової промисловості: кондитерської, хлібопекарської, консервної, харчоконцентратної, м'ясомолочної та ін. [5, 8, 11, 34, 46].

Термообробка зерна ІЧ-опроміненням дозволяє швидко нагріти зерно. Волога, що знаходиться в зерні або на його поверхні, починає переміщатися до його центру. Поверхневі шари зернівки завдяки високій температурі звільняються від вологи і спікаються, утворюючи щільну оболонку без пір і капілярів. Волога, перемістившись в центр зернівки, перетворюється в пар, градієнт загального тиску якого по мірі підвищення температури зернівки різко збільшується. При досягненні температури 140 – 160 °С градієнт загального тиску пари настільки збільшується, що відбувається «вибух» зернівки і градієнт загального тиску релаксує. Перед цим об'єм зернівки збільшується приблизно в 1,5 – 2 рази, відбувається розтріскування, зниження міцності продукту, зміна біохімічних і фізико-технологічних показників [54].

Обробка зерна ІЧ-променями робить істотний вплив і на вуглеводний комплекс зерна, відбувається декстринізація крохмалю. На відміну від клейстеризації, процес декстринізації характеризується незначним набуханням крохмальних гранул і їх руйнуванням в залежності від температурного режиму. При декстринізації крохмалю змінюються його фізико-хімічні властивості. Спостерігається підвищення вмісту речовин, розчинних у воді, що сприяє кращій засвоюваності продукту.

Промислове застосування ІЧ-нагріву почалося з переробки зернової сировини в комбікормовій промисловості, коли фірма Micronizing LTD (Англія 1980 рік) реалізувала спосіб ІЧ-нагрівання вологого зерна до температури 90 – 100 °С з подальшим плющенням його в гарячому стані плющильними вальцями.

Застосування газової горілки з температурою поверхні керамічної трубки 1000 – 1100 °С з максимумом випромінювання 2,0 – 5,0 мкм значно здешевлювало обробку, але дозволяло нагрівати зерно по режиму «мікронізації» [53]. Спроби збільшити, швидкість нагріву приводили до перегріву і обгорання поверхні зерна. Тому розробники були змушені обмежити щільність променистого потоку і застосувати технологічний прийом попереднього зволоження зерна до вологості 22 – 24 %, щоб за рахунок випаровування охолоджувати поверхню зерна, а також газові випромінювачі були розташовані на відстані 250 мм від поверхні зернового шару при прогріванні його до 100 °С, витрачалася кількість тепла, еквівалентна 250 – 270 кВт на тонну зерна. Теплова обробка такого типу являє собою процес варіння, обмежений за часом кількості вільної води, що випаровується [53] 1

Важливе значення має проникнення інфрачервоних променів в товщу матеріалів і продуктів, а також специфічний вплив опромінення на їх структуру. Це найбільш складне питання знаходиться ще в стадії дослідження, однак треба думати, що опромінення продуктів-інфрачервоними променями слід розглядати не тільки як метод інтенсивної термічної обробки, але і як процес більш глибокого впливу на фізико-хімічну і біологічну природу матеріалу [14].

Вважають, що глибина проникнення в продукт інфрачервоних променів тим більша, чим менше величина довжини хвилі випромінювання. Особливістю передачі тепла матеріалами, що нагрівається інфрачервоним випромінюванням, в порівнянні з конвектною передачею, є можливість створення у багато разів більшої щільності потоку тепла. Це дозволяє досягти значно більших швидкостей прогріву матеріалу [4].

Застосування ІЧ-опромінення при обробці зерна є ефективним методом, перевіреним практикою харчоконцентратного виробництва.

З 2000 року ТОВ «ПК Старт», розробила і впровадила в харчоконцентратне виробництво установку (УТЗ-4) для термообробки злакових культур ІЧ-випромінюванням. На базі УТЗ-4 здійснюється виробництво швидкорозварюваних круп і пластівців, що не вимагають варіння.

Вибір оптимальних режимів ІЧ-обробки зернової сировини, що дозволяють отримати готовий продукт високої якості на обладнанні, що випускається серійно вітчизняним виробником, є важливим завданням подальших досліджень.

Висновки до розділу

Огляд джерел літератури показав, що серед пріоритетних напрямків наукових досліджень в харчовій промисловості є технологічні аспекти проблеми зниження антипоживних властивостей зернобобових культур, технологічні параметри обробки повножирних соєвих бобів за новими технологіями, що забезпечують підвищені якісні характеристики сої і високі споживчі переваги товару.

Вітчизняними та зарубіжними фахівцями пропонуються різні схеми переробки соєвого зерна в харчовому і комбікормовому виробництві. Серед них пріоритетними є схеми, засновані на застосуванні короткочасного високотемпературного інфрачервоного нагріву. Маючи безсумнівні переваги, ця технологія у вітчизняній харчовій галузі, на жаль, впроваджується досить складно.

По-перше, через відсутність теплового ІЧ-обладнання. По-друге, через брак оптимальних технологічних схем організації виробництва і технічно грамотного персоналу.

Як рішення зазначених «вузьких» місць високотемпературних технологій отримання термообробленої сої можна запропонувати способи цілеспрямованого зміни вихідних властивостей соєвого зерна. Огляд літературних джерел показав, що такі способи існують, дають певні переваги. Серед них виділяють спосіб

інфрачервоної обробки сировини, який широко застосовується при виробництві ряду продуктів харчування на зерновій основі.

Виходячи з вищесказаного метою роботи є розробка нового способу обробки соєвих бобів на основі інфрачервоного енергопідводу, що дозволяє отримувати продукти для харчової і комбикормової промисловості з високими фізико-хімічними і функціонально-технологічними властивостями.

2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Матеріали досліджень

Для дослідження був відібраний найбільш районований сорт соєвих бобів «Соната», характеристика якого представлена в таблиці 2.1 з відповідністю до вимог ДСТУ 4964:2008 «Соя. Технічні вимоги».

Зазначений сорт стійкий до несприятливих погодних умов і найбільш поширених захворювань.

Таблиця 2.1 – Якість досліджуваної партії соєвих бобів

Найменування показника	Характеристика
Колір	Світло-жовтий
Запах	Властивий нормальному насінню сої
Форма	Куляста
Поверхня	Гладка, матова,
Стан	Не гріється, в здоровому стані
Вологість, %	9,2
Сміттєва домішка, %	0,14
Органічна домішка, %	0,12
Насіння рицини	Не виявлено
Зараженість шкідниками зернових запасів	Не виявлено

Згідно ДСТУ 4964:2008 «Соя. Технічні вимоги» соя, яку поставляють переробним підприємствам, повинна мати колір – однотонний або з наявністю плям, властивий нормальному насінню сої, що поставляється для переробки; запах – властивий нормальному насінню сої, без затхлого, солодового, цвілевого та інших сторонніх запахів; форма – довгасто-овальна або куляста; поверхня – гладка, блискуча або матова. Допускаються насіння зі зморшкуватою поверхнею, що утворилась внаслідок несприятливих погодних умов, але зберігалась форма насіння і нормальний колір сім'ядоль в розрізі. При вмісті зморшкуватого насіння

більше 5 % партія сої отримує характеристику «зморшкувата» і слід було її реалізувати в першу чергу; стан – не гріється, в здоровому стані.

2.2 Методи дослідження

2.2.1 Визначення фізичних показників зерна

Визначення масової частки вологи. Визначення масової частки вологи в соєвих бобах визначали відповідно до ГОСТ 10856-96.

2.2.2 Визначення біохімічних показників зерна

Визначення загального, розчинного і водорозчинного білка. Сумарний вміст загального білка проводили з використанням методу К'ельдаля згідно ГОСТ 10846-91. Виділення розчинного білка здійснювали з використанням 0,2 %-го розчину їдкого натру з подальшим спалюванням проб і визначенням за методом К'ельдаля (ГОСТ 13979.3-98).

Водорозчинний білок визначали шляхом настоювання проби подрібнених соєвих бобів з водою, з подальшою фільтрацією і дослідженням фільтрату за методом Лоурі.

Амінокислотний склад визначали на аналізаторі марки Хітачі.

Визначення активності уреаз. Активність уреаз визначали відповідно до ГОСТ 13979.9-99.

Аналіз ліпідного комплексу соєвих бобів. Визначення кислотного числа соєвої олії титрометричним методом з потенціометричною індикацією по ГОСТ 5476-80.

Визначення йодного числа соєвої олії розчином бромистого натрію і броду в метиловий спирт (метод Кауфмана) по ГОСТ 5475-89:

2.2.3 Мікробіологічні методи аналізу зерна

Контроль мікробіологічного стану соєвого зерна, як вихідного, так і того, що піддався ІЧ-обробці, здійснювали загальноприйнятими в технологіях харчових

виробництв методами досліджень шляхом ідентифікації і підрахунку бактеріальної і грибної мікрофлори при посіві на чашки Петрі з селективними поживними середовищами.

2.3 Устаткування для проведення досліджень

2.3.1 Експериментальний стенд дослідження процесу інфрачервоної обробки зернової сировини

Для дослідження кінетики процесу інфрачервоної обробки зернової сировини створена експериментальна установка з ІЧ-енергопідводом (рис. 2.1).

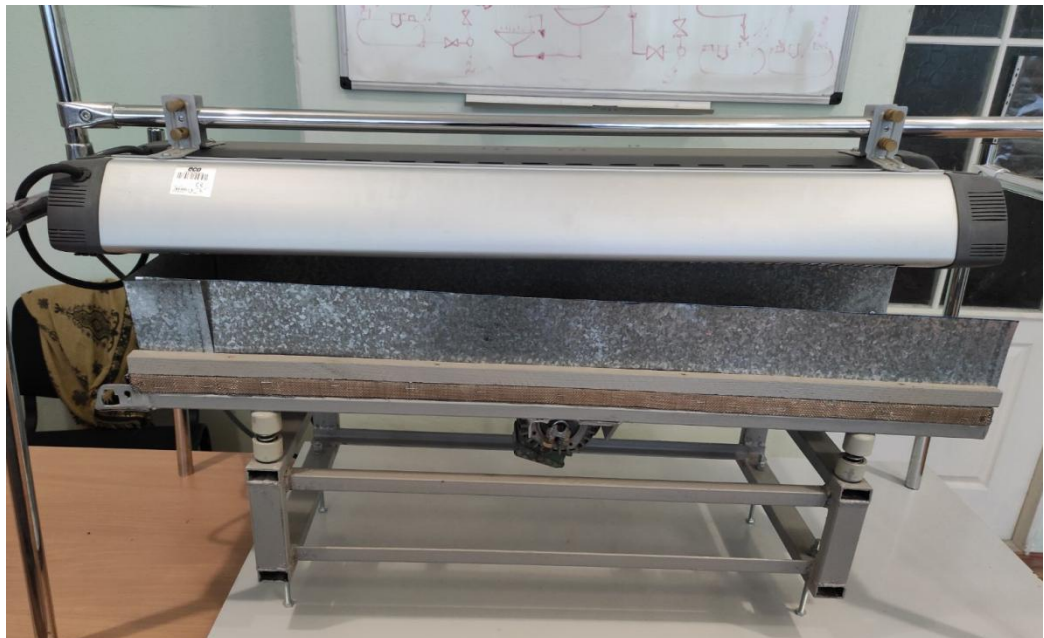


Рисунок 2.1 – Загальний вигляд експериментальної установки для ІЧ-обробки зернової сировини

Установка складається з камери обробки матеріалу, з можливістю зміни відбивачів. Є можливість плавно регулювати розташування випромінювача (щодо відбивача), як в горизонтальній, так і у вертикальній площині, а також проводити дослідження просторового енергетичної опромінення при наступних конструктивних рішеннях:

- 1) як від окремого, так і від групи випромінювачів;
- 2) з можливістю використання відбивачів різної конфігурації;

3) з рівномірним і нерівномірним кроком розташування випромінювачів в горизонтальній площині.

На рисунку 2.2 показано розташування випромінювачів над зоною обробки.

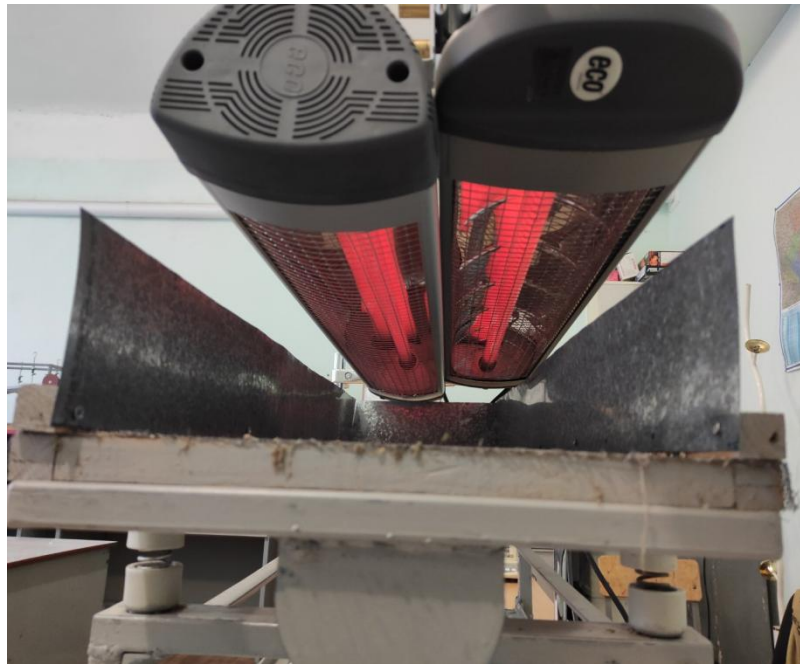


Рисунок 2.2 – Розташування випромінювач на установці

Для зміни напруги на клеммах ІЧ-випромінювачів в діапазоні 0-250 В, а також для створення осцилюючого режиму ІЧ-опромінення в електричній схемі застосований тиристорний блок, вимірювання температури поверхні матеріалу, що опромінюється проводиться за допомогою дистанційного безконтактного інфрачервоного термометра Raytek MiniTemp FS. Також експериментальна установка облаштована вібратором для поступового переміщення продукту.

З метою отримання більш точних даних та наближених до реальних умов обробки було вирішено експериментальні дослідження проводити на установці промислового типу УТЗ-4М.

2.3.2 Промислова установка »для термообробки зернової сировини

Для експериментального дослідження ІЧ-обробки соєвих бобів була застосована установка, що серійно випускається для термообробки зернової сировини УТЗ-4М, загальний вигляд установки представлений на малюнку 2.3.

Установка включає в себе металеву масивну раму, на яку кріпляться всі виконавчі механізми. Стрічковий конвеєр з сіткою з жароміцного матеріалу, зверху накриваючись тепловими касетами, а знизу теплоізоляцією, що утворює зону теплового тунелю, де обробляється продукт шляхом нагрівання ІЧ-хвилями з різною інтенсивністю. Швидкість стрічки, час перебування продукту під нагрівальними блоками (експозиція обробки), товщина шару продукту на стрічці плавно регулюються. Інтенсивність обробки соєвих бобів можна змінювати шляхом регулювання тривалості перебування бобів в камері з ІЧ-випромінювачами.

Час впливу інфрачервоного випромінювання можна варіювати шляхом зміни швидкості переміщення сітчастого металевого транспортера ІЧ-установки. Змінний режим нагріву матеріалу дозволяє мінімізувати градієнт температури шару зернової маси на стрічці і домогтися однорідності обробки зернової сировини. На цій установці здійснюється осцилюючий прогрів зерна.

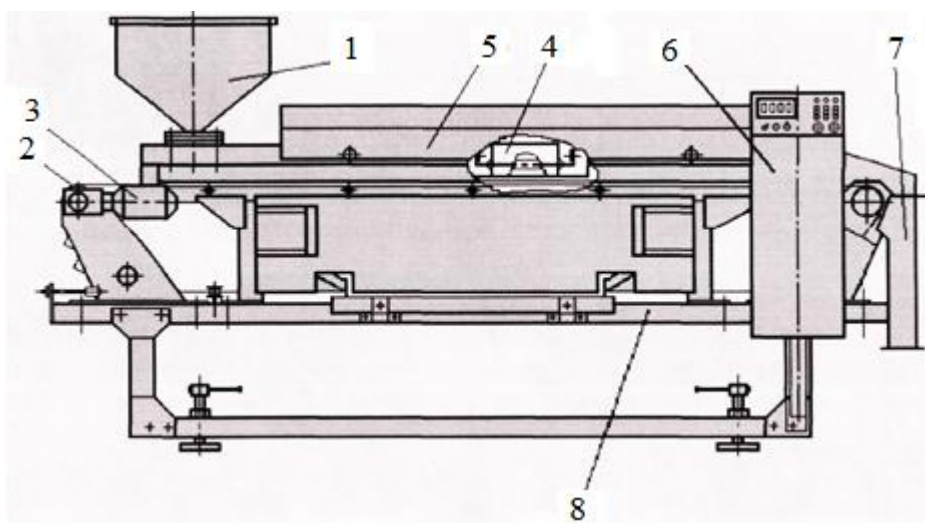


Рисунок 2.3 – Загальний вигляд установки

1 – бункер; 2 – транспортер; 3 – мотор-редуктор; 4 – касета; 5 – кожух; 6 – пульт управління; 7 – температуруючий бункер; 8 – рама.

Такий режим нагріву дозволяє максимально знизити градієнт температур на поверхні і всередині матеріалу. В даній установці використовуються

випромінювачі типу КГТ-220-1000. Кінцеву температуру опрацьованого матеріалу можна контролювати в двох точках, на вході і виході з бункера.

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи було приведено опис методик та матеріалів для проведення досліджень, а також приведено характеристику експериментальної установки та установки промислового типу УТЗ-4М.

3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження кінетики мікронізації соєвих бобів і розробка пропозицій по апаратурному оформленню процесу

Експериментальні дослідження проводилися в умовах ТОВ «Дніпросоя» міста Дніпро. Як об'єкт дослідження в роботі використовували партії соєвих бобів сорту «Соната», вирощені в період 2218 – 2019 роки. Основні біохімічні показники яких представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристика соєвих бобів

Показники	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Вологість, %	9,0.	9,0	9,0
Сирий протеїн, % с.р.	30,7	30,4	35,0
Масова частка жиру, % с.р.	17,5	17,0	18,0
Активність уреазы, од. рН	1,91	2,12	2,50
Кислотне число, мг КОН/г	0,4	0,4	0,4

Показано, що використані в роботі зразки сої характеризувалися вмістом сирого протеїну в межах 30,0 – 35,0 %, масової частки жиру на рівні 17,0 – 18,0 %.

Також встановлено, що вихідні соєві боби мають високу активність уреазы.

В цілому, хімічний склад досліджених зразків соєвих бобів змінювався незначно, тому далі в роботі не вказується, на якому конкретному зразку проводилися окремі етапи роботи.

Всі виконані дослідження проводилися в 3 – 5 повторностях. Експерименти при обробці соєвих бобів з використанням ІЧ-енергопідводу проводили на кількох пробах зерна ($W = 9,0 \%$; $12,0 \%$; $15,0 \%$; $18,0 \%$). Для цього вихідне зерно з $W = 9,0 \%$ зволожували, шляхом розпилення розрахункової кількості води і подальшої витримки в герметичних умовах протягом 48 годин при $t = 5 - 7 \text{ }^\circ\text{C}$ (в холодильнику).

Розрахунок кількості води, що вноситься в пробу, проводили відповідно до [64] за формулою:

$$m_{\text{води}} = \frac{m_{\text{зерна}} \cdot W_k - W_h}{100 - W_h},$$

де $m_{\text{води}}$ – кількість води, необхідна для зволоження $m_{\text{зерна}}$, мЛ;

$m_{\text{зерна}}$ – кількість зерна, призначеного до зволоження, г;

W_k – задана вологість зерна, %;

W_h – вихідна вологість зерна, %.

Підготовлені зразки соєвих бобів з вологістю 9,0 %, 12,0 %, 15,0 % і 18,0 % піддавали ІЧ-нагріву на установці УТЗ-4 при потужності променевого потоку $E = 22 - 24$ кВт/м, яка на практиці збільшує час безпечної обробки [18]. Температуру нагрівання поверхні насіння сої контролювали за допомогою безконтактного термометра RayTeck Mini Temp FS.

З літературних даних відомо, що швидкість нагріву і відповідно потужність енергії є основними факторами, що впливають на зміни, що відбуваються в зерновій сировині [26, 51].

Кінетика нагрівання соєвих бобів в залежності від їх початкової вологості представлена на рисунку 3.1.

Встановлено, що зі збільшенням вологості сої, закономірно зростає час ІЧ-обробки, необхідний для отримання відповідної температури нагріву. Так, наприклад, для прогріву зерна з вологістю 12,0 % до температури 100 °С потрібно 60 секунд, а з вологістю 18,0 % – 80 секунд. Також можна відзначити, що обробка сої методом ІЧ-впливу вимагає більшого часу нагріву в середньому 1,5 – 2 рази, ніж обробка злакових культур.

Для наукового обґрунтування впливу структурно-механічної і капілярно-пористої структури окремих видів зерна були проведені дослідження по визначенню поверхневої і «внутрішньої» (середньозваженої) температури. Як

об'єкти дослідження використовували соєві боби і зерно пшениці з вологістю 15,0 %. Мікронізацію проводили на установці УТЗ-4 до температури нагріву поверхні сировини до 120 – 130 °С.

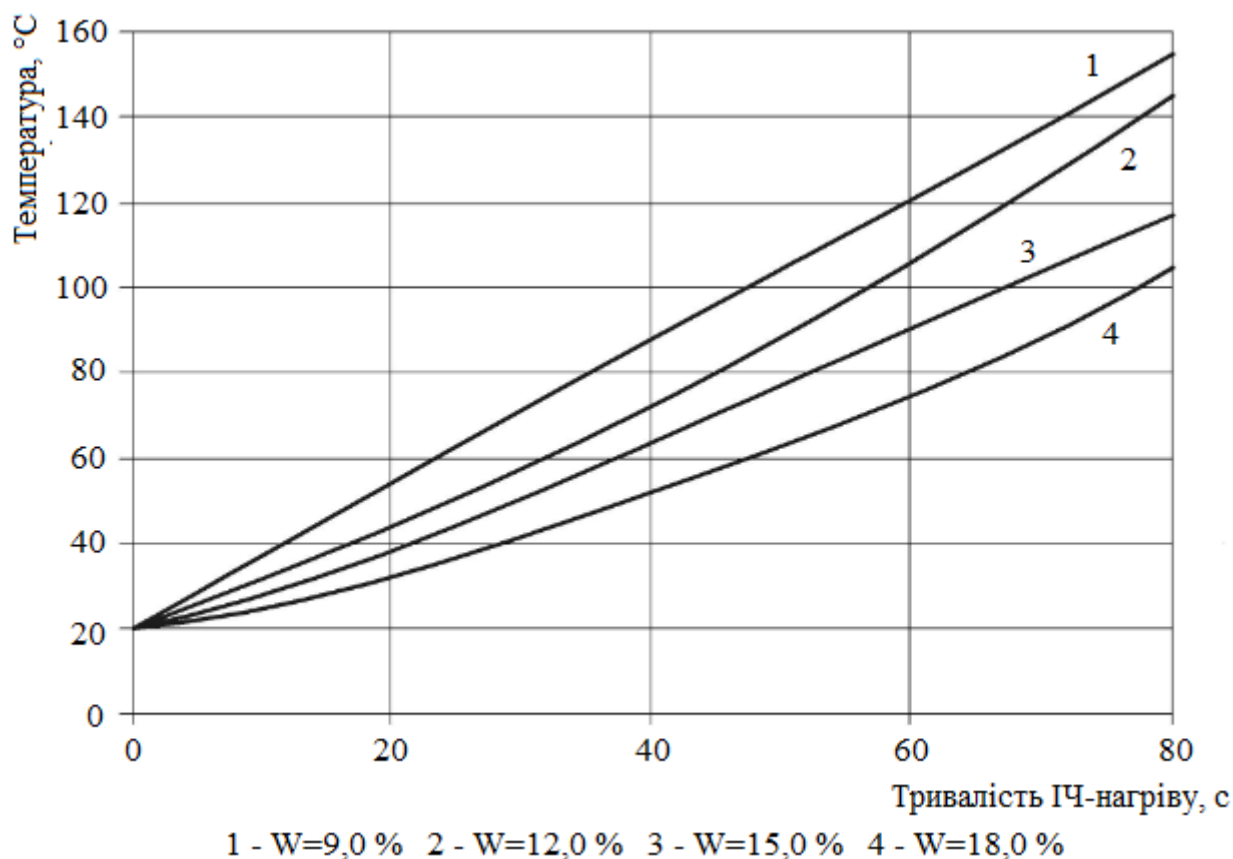


Рисунок 3.1 – Кінетика нагрівання соєвих бобів на ІЧ-установці УТЗ-4 в залежності від початкової вологості сировини

Для визначення середньозваженої температури насіння сої та пшениці зразки, піддані ІЧ-нагріву поміщали в теплоізольовану ємність, оснащену спеціальними термопарами. За середньозважену температуру оброблених проб брали ту, яка, лишалася незмінною протягом 2 – 3 хвилин.

Встановлено (рис. 3.2), що характер зміни поверхневої і «внутрішньої» (середньозваженої) температури насіння сої та зерна пшениці має істотні відмінності. Так, різниця між поверхневою і середньозваженою температурою для пшениці становить 3 – 7 °С, а для сої при тому ж режимі постійного нагрівання – 10 – 30 °С.

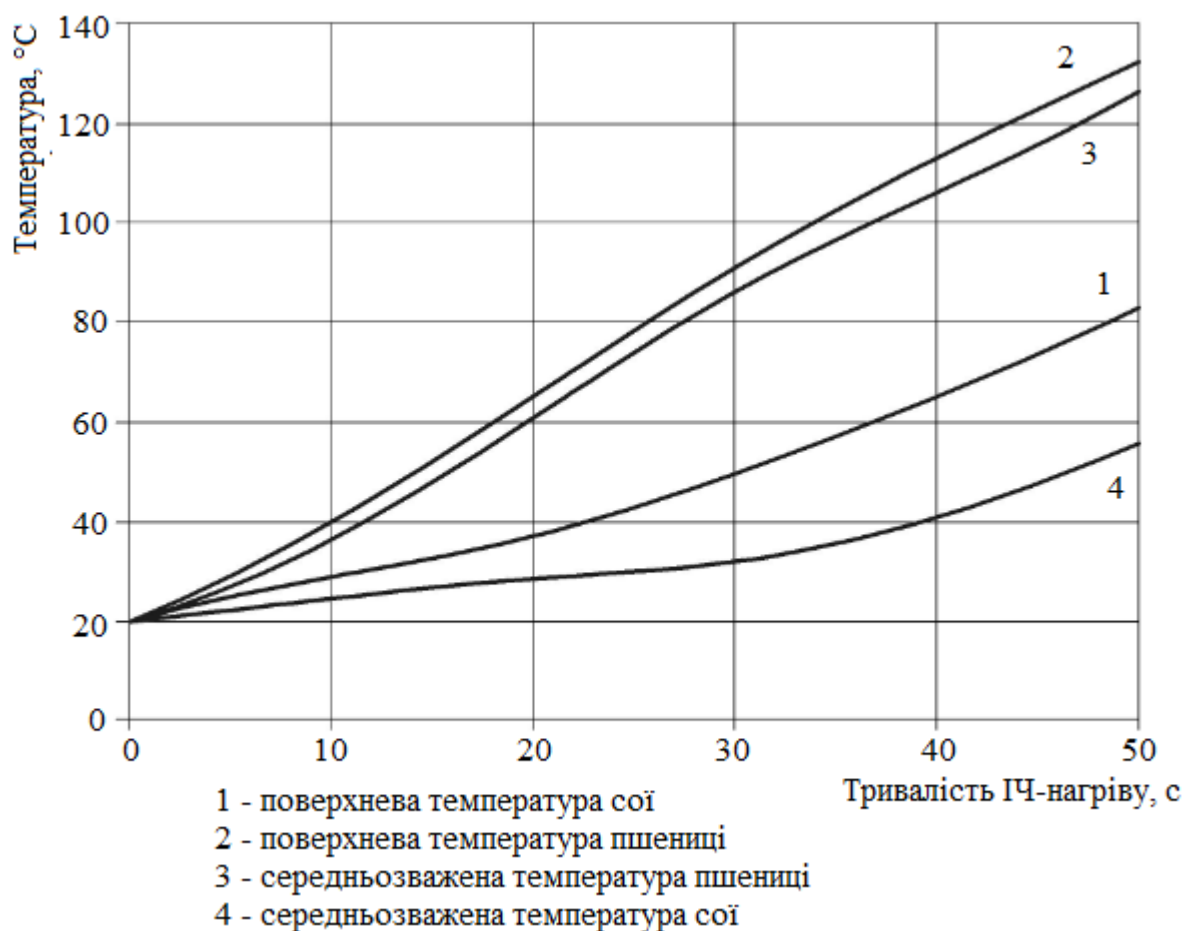


Рисунок 3.2 – Кінетика нагрівання соєвих бобів і зерна пшениці з вологістю зразків 15,0 %

Тобто ІЧ-обробка соєвих бобів характеризується більшою нерівномірністю прогріву зовнішніх і внутрішніх шарів, в порівнянні з злаковими культурами. Даний факт має враховуватися при розробці раціональних режимів мікронізації насіння сої.

Крім того, наведені дані показують, що за вказаний період часу прогріву насіння сої досягають середньозваженої температури на 60 – 70 °C менше, ніж зразки пшениці.

Також в роботі були проведені дослідження по визначенню різниці температур ІЧ-нагріву між поверхневою і середньозваженою в залежності від початкової вологості насіння сої, при тривалості ІЧ-обробки для всіх зразків соєвих бобів протягом 50 секунд. Встановлено (рис. 3.3), що середньозважена температура сировини за вказаний період досягає 50 – 75 °C, причому найбільша

різниця між поверхневою температурою і середньозваженою виявлена для зразків сої з вологістю 9,0 – 12,0 %, вона становить 25 – 35 °С.

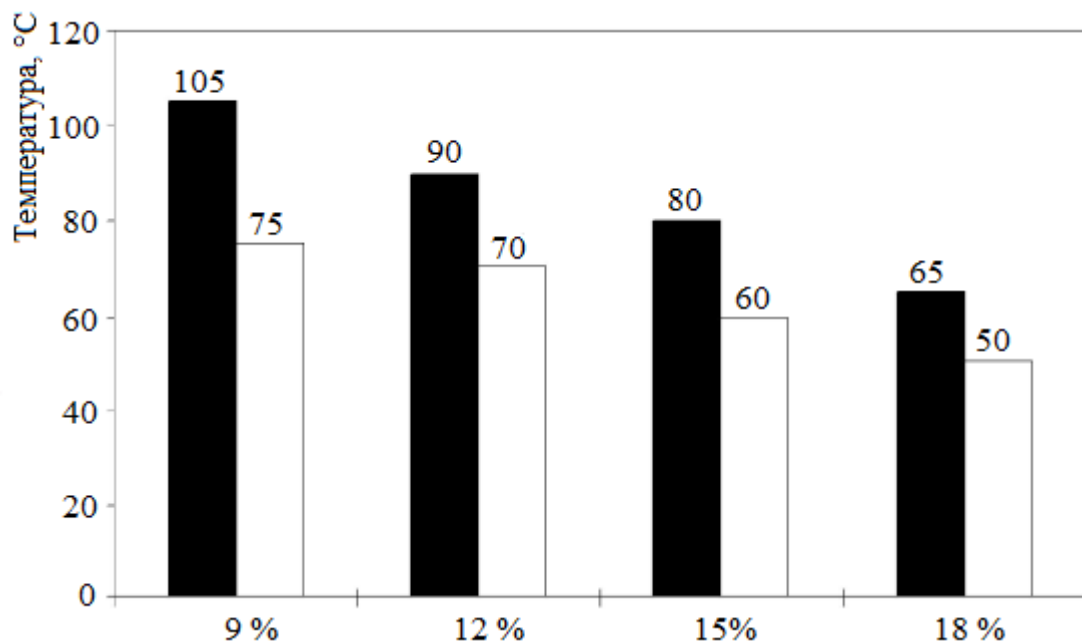


Рисунок 3.3 – Вплив вологості насіння сої на величину поверхневої та середньозваженої температури сировини

Разом з тим, відомо [15], що інгібітор трипсину насіння сої витримує прогрівання при температурі 100 °С протягом 15 хвилин без зниження своєї активності. При цьому автор не наводить дані по впливу вихідної вологості сировини на даний процес. Однак, дослідження, проведені на прикладі ІЧ-обробки пшениці та жита [9] показують, що вибір оптимального режиму мікронізації має чітку залежність від початкової вологості сировини.

У зв'язку з перерахованим вище можна зробити висновок, що рекомендовані для злакових культур режими ІЧ-нагріву не можуть бути використані для обробки насіння сої.

Як видно з представлених даних (рис. 3.4) сухе зерно з вологістю 9,0 %, за 80 секунд досягає середньозваженої температури на рівні 115 – 120 °С, достатньої для інактивації інгібітора трипсину.

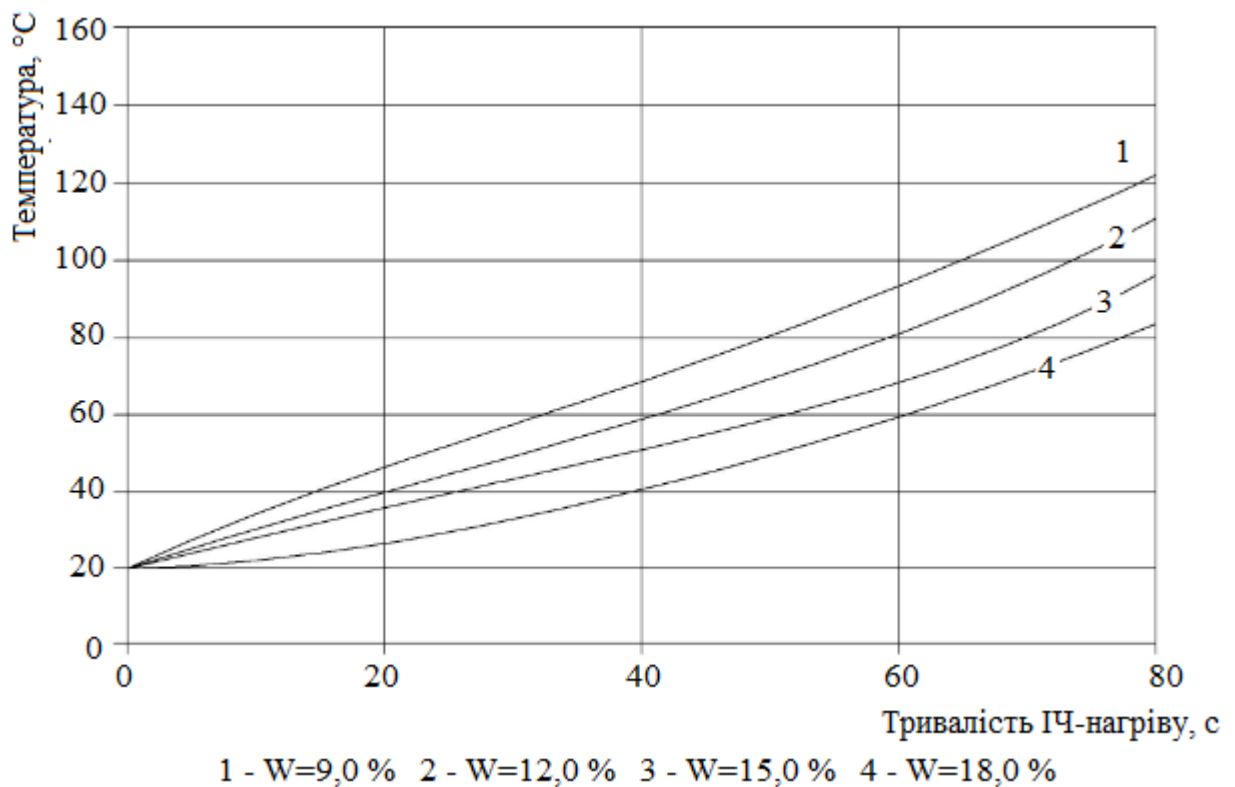


Рисунок 3.4 – Кінетика середньозваженої температури ІЧ-нагріву насіння сої в залежності від початкової вологості сировини

Зразки з більш високою вологістю за вказаний проміжок часу не прогриваються до необхідної температури. Крім того, слід зазначити, що сухе зерно при даних режимах обробки обгорає, так як поверхнева температура може досягати 160 °С і вище.

Таким чином, конструктивні особливості установки УТЗ-4, широко застосовується при обробці злакових культур для зміни їх технологічних властивостей, не дозволяють застосувати її для отримання соєвих бобів; із заданими якісними показниками.

Тому в роботі запропоновано використовувати модернізовану установку для термообробки зерна УТЗ-4 для мікронізації зернобобових культур, в тому числі, насіння сої.

В основу модернізації нової моделі ІЧ-установки було покладено осцилюючий режим, раніше добре вивчений [57]. Він заснований, на послідовності чергування періодів опромінення і періодів відлежування (без

опромінення). Такий режим дозволяє мінімізувати перепад температур на поверхні, і всередині матеріалу, що особливо актуально для досить великих за своїми розмірами зерен бобових культур.

Осцилюючий режим ІЧ-обробки з релаксацією теплового потоку дозволяє управляти розвитком полів градієнта температури і вологості, з утриманням вологи в сировині, здійснюючи цілеспрямовану зміну вихідних технологічних властивостей оброблюваного продукту.

Таким чином, на підставі отриманих даних і з допомогою експериментального стенду для дослідження теплофізичних характеристик зерна і експериментальної установки для дослідження кінетики процесу ІЧ-обробки сировини, була використана модернізована установка УТЗ-4М на основі осцилюючого режиму опромінення для ІЧ-обробки зернобобових культур, зокрема соєвих бобів (рис. 3.5).

Установка УТЗ-4М складається з 3-х нагрівальних блоків, між якими з певним кроком розташовані тіньові зони, що забезпечують релаксацію поверхні об'єкта і дають додатковий час для здійснення термовологопереносу всередину об'єкта обробки.

Ефективність передачі енергії забезпечується певним розміщенням і кількістю галогенних ІЧ-випромінювачів в теплових блоках. Також установка УТЗ-4М характеризується більшою подовою поверхнею, що дозволяє збільшити продуктивність агрегату по обробці насіння сої.

Інтенсифікація тривалості ІЧ-нагріву йде за рахунок зменшення відстані між цоколем ІЧ-випромінювачів і оброблюваним продуктом, а також завдяки зміні параметрів осцилюючого режиму ІЧ-обробки.

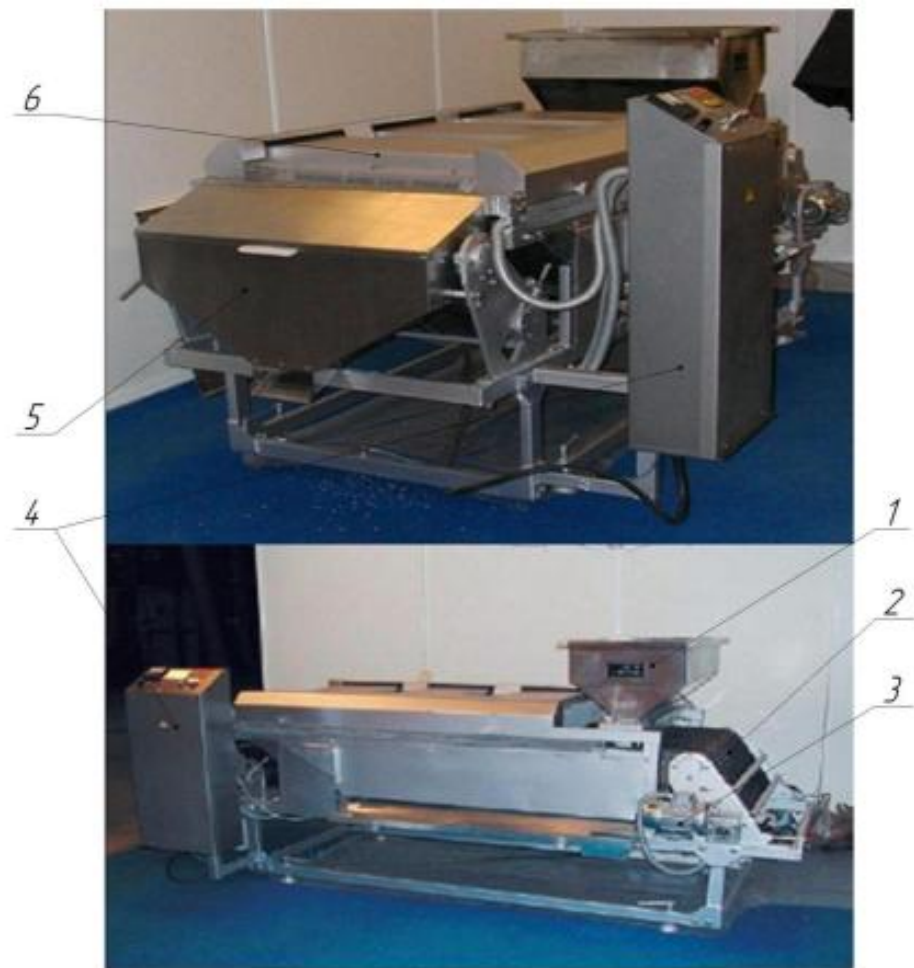


Рисунок 3.5 – Загальний вид установки для мікронізації типу УТЗ-4М

- 1 – бункер завантажувальний; 2 – стрічковий транспортер;
 3 – електродвигун; 4 – блок керування; 5 – бункер для мікронізованого
 зерна; 6 – захисний кожух ПЧ-випромінювачів.

На рисунку 3.6 представлена динаміка нагріву соєвих бобів на модернізованій установці УТЗ-4М в залежності від їх вихідної вологості.

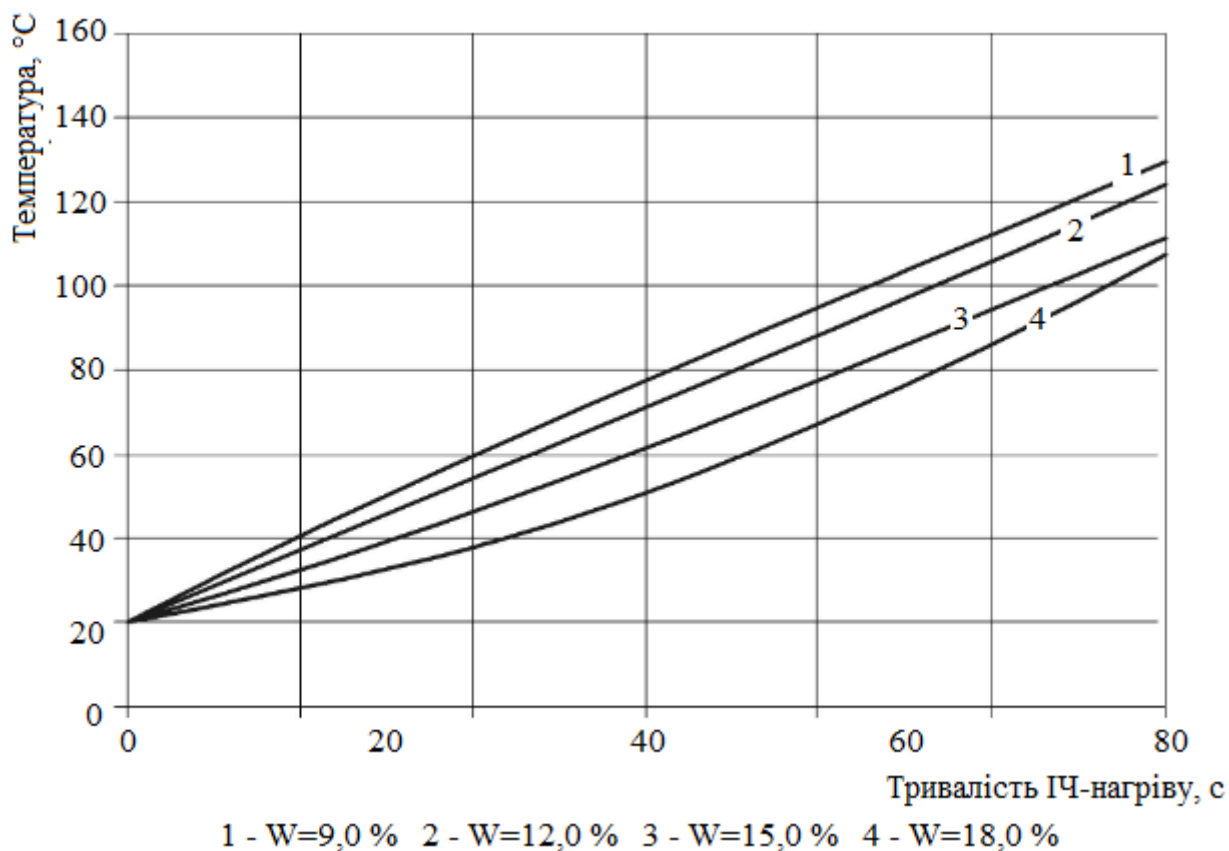


Рисунок 3.6 – Кінетика середньозваженої температури нагріву соєвих бобів на установці УТЗ-4М в залежності від їх початкової вологості

Встановлено, що прогрів соєвих бобів на установці УТЗ-4М характеризується зниженням на 25 – 30 % тривалості ГЧ-обробки. Конструктивні особливості, які є ноу-хау виробника не можуть бути розкриті в повному обсязі в цій роботі.

Крім того, як далі буде показано в розділі 3.2, встановлено, що на інактивацію інгібітора трипсину в соєвих бобах впливає не тільки досягнення сировиною певної середньозваженої температури, а й величина внутрікапілярного тиску, що визначається в першу чергу наявністю вільної вологи (яка в свою чергу залежить від початкової вологості матеріалу), а також тривалість перебування сировини в заданих умовах.

3.2. Дослідження кінетики нагрівання соєвих бобів з нанесенням поверхневої вологи

З відповідністю до вимог ДСТУ на сою, її вологість не повинна перевищувати 12,0 %. У сировині з такою вологістю практично відсутня вільна волога. Тому далі в роботі проведені дослідження зі штучного збільшення кількості вільної вологи.

Принципово існує 2 способи:

1. Замочування сировини із зануренням її в воду протягом певного проміжку часу (ступінь замочування визначається вимогами конкретного одержуваного продукту).

2. Для проведення експериментів в рамках цієї роботи кінцева вологість соєвих бобів повинна становити 15,0 – 18,0 %, для її досягнення сировину замочують даним способом протягом 4 – 5 годин.

При використанні першого способу є ряд недоліків: тривалість процесу, спеціальне обладнання, яке вимагає великих площ. Крім того, соєві боби збільшуються в розмірах, що призводить до зменшення продуктивності лінії їх переробки.

Даний метод раніше був застосований [13].

3. Нанесення вологи на поверхню.

Спосіб нанесення вологи на поверхню зернової сировини при гідротермічній обробці – також добре відомий прийом, що дозволяє інтенсифікувати явище вологомасопереносу і уникнути гідравлічного удару при проникненні тепла в зерно [26, 64].

Однак, в технології підготовки соєвих бобів до подальшої ІЧ обробки він до теперішнього часу не використовувався.

Процес здійснювався за допомогою розпилювальної форсунки, яка дозволяє нанести воду на поверхню матеріалу у вигляді дрібнодисперсного «пилу». Таким чином, досягається рівномірність зволоження соєвих бобів і виключається механічний відведення надлишкової води.

Розрахунок нанесення поверхневої вологи в залежності від початкової вологості соєвих бобів проводили за формулою:

$$q_{\text{води}} = \frac{Q \cdot W_k - W_h}{100 - W_h},$$

де $q_{\text{води}}$ – витрата води, л/год;

Q – продуктивність лінії по переробці соєвих бобів, кг/год;

W_k – задана вологість зерна, %;

W_h – вихідна вологість зерна, %.

В роботі запропоновано апаратне оформлення процесу нанесення поверхневої вологи на сировину, зокрема включення в схему зволожуючого шнекового транспортера, в якому нанесена на поверхню сої вода рівномірно розподіляється і вбирається насінневою оболонкою, збільшуючи її вологість. Далі сировина надходить в приймальний бункер ІЧ-установки, де знаходиться протягом 3 – 5 хвилин.

Загальний час підготовки бобів сої до ІЧ-обробки становить 10 – 15 хвилин. Цей час необхідний для розподілу вологи в насінневій оболонці і з'єднання молекул води, які знаходяться в оболонці, з молекулами води, що знаходяться в капілярах ядра, що дозволяє без гідравлічного удару транспортувати воду всередину ядра, використовуючи явище термовологопровідності, що виникає в матеріалі, який інтенсивно нагрівається під дією ІЧ випромінювання.

Зволожуючий шнековий транспортер комплектується водяною станцією, що дозволяє дозувати необхідну кількість води, що задається для зволоження вихідної сировини.

У зв'язку з тим, що відсутні дані про оптимальну кількість води, яка поверхнево вноситься в роботі було поставлено експеримент, що полягає в наступному: на зразки соєвих бобів з вихідною вологістю 9,0 %, 12,0 %, 15,0 % і 18,0 % була нанесена вода в кількості 2,0 %, 4,0 %, 6,0 % і 8,0 % і змодельовано

процес перемішування в шнековому транспортері і відлежування в приймальному бункері ІЧ-установки. Далі зразки були піддані ІЧ-нагріву протягом 50 секунд і визначені значення поверхневої температури і середньозваженої.

Аналіз табличних даних (табл. 3.2 і 3.3) дозволяє зробити наступні висновки:

1. Нанесення поверхневої води дозволяє провести ІЧ-обробку з більшою рівномірністю нагрівання соєвих бобів (різниця між поверхневою та середньозваженою температурою оброблених зразків насіння сої знаходиться в межах 5 – 15 °С).

2. Виявлено зразки, які характеризуються мінімальною різницею в температурах нагріву поверхневих шарів і зернівки в цілому. Для кожної вихідної вологості соєвих бобів відповідає оптимальна кількість заданої поверхневої води (вологість 9,0 %; 12,0 %; 15,0 % і 18,0 % відповідно кількість вноситься води 4 – 6 %; 2 – 4 %; 2 % і не більше 2 %).

Таблиця 3.2 – Вплив початкової вологості насіння сої та кількості поверхневої води, що наноситься на зміну поверхневої температури при ІЧ-нагріванні сировини (обробка протягом 50 секунд)

Кількість поверхневої води, %	Поверхнева температура ІЧ-нагріву, °С			
	W = 9,0 %	W = 12,0 %	W = 15,0 %	W = 18,0 %
Без нанесення	145	140	130	125
2	135	125	120	117
4	125	120	115	115
6	120	118	115	110
8	118	118	111	106

Таблиця 3.3 – Вплив початкової вологості насіння сої та кількості поверхневої води, що наноситься на зміну середньозваженої температури при ІЧ-нагріванні сировини (обробка протягом 50 секунд)

Кількість поверхневої води, %	Середньозважена температура ІЧ-нагріву, °С			
	W = 9,0 %	W = 12,0 %	W = 15,0 %	W = 18,0 %
Без нанесення	130	125	118	110
2	120	115	112	108
4	118	115	101	100
6	112	105	100	100
8	107	105	100	95

Таким чином, запропоноване апаратне оформлення дозволяє досягти температури на рівні 120 °С за більш короткий проміжок часу. Причому стадія нанесення поверхневої вологи на насіння сої дозволяє знизити різницю між поверхневою і середньозваженою температурою до 5 – 10 °С, що в свою чергу виключає обгорання поверхневих шарів сировини.

3.3 Вибір критеріїв оцінки якості соєвих бобів при ІЧ обробці

З огляду на велику кількість факторів, що впливають на біохімічні, фізико-хімічні та функціонально-технологічні показники соєвих бобів при ІЧ-обробці (вихідна вологість і зволоження перед ІЧ-обробкою; швидкість, тривалість і кінцева температура нагріву бобів; тривалість і кінетика темперування) були обрані основні критерії оцінки: біологічна цінність ліпідних і білкових компонентів сировини, а також вміст антипоживних речовин соєвих бобів.

Першим із критеріїв оцінки якості готового продукту з соєвих бобів повинен бути вміст у ньому інгібіторів трипсину, зниженого до безпечного рівня.

Крім, того, за оптимальний варіант може бути прийнятий той, в якому вміст загального білка в сої, яка пройшла стадію ІЧ-обробки, його амінокислотний склад не поступається вихідній сировині ; а ліпідний комплекс характеризується; максимальним збереженням триацигліцеридів, як сполук, більш стійких в процесі

зберігання, ніж; вільні жирні кислоти, які здатні до окислення з накопиченням в продукті речовин; знижують його біологічну цінність і погіршують споживчі якості.

З літературних даних відомо [15], що при тепловій обробці соєвих бобів зниження кількості інгібіторів трипсину знаходиться: в прямій кореляційній залежності з активністю уреазу. У зв'язку з тим, що останню визначати значно легше, в експериментах пошук оптимального режиму ІЧ-обробки, що забезпечує стандартний показник критерію безпеки (кількість інгібіторів трипсину) проводили за показником активності уреазу.

3.3.1 Вплив режимів термообробки на показник активності уреазу

Як об'єкти дослідження використовували зразки соєвих бобів з вихідною вологістю 9,0 %, 12,0 %, 15,0 % і 18,0 % і поверхневим нанесенням води для зразків з вологістю 9,0 % і 12,0 % в кількості 4,0 % до маси соєвих бобів, а для 15,0 % і 18,0 % – 2,0%. Зразки прогрівали протягом 40 секунд, 50 секунд, 60 секунд, 70 секунд і 80 секунд. В якості контролю використовували вихідні соєві боби без обробки.

Зміна активності уреазу в залежності від початкової вологості соєвих бобів і режимів їх ІЧ-нагріву представлено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Зміна активності уреазу в залежності від початкової вологості соєвих бобів і режимів їх ІЧ-нагріву

Час ІЧ-обробки, с	Активність уреазу, од. рН			
	W = 9,0 %	W = 12,0 %	W = 15,0 %	W = 18,0 %
Без обробки	1,87	1,75	1,90	1,92
40	1,61	1,55	1,74	1,71
50	0,53	0,45	0,48	0,50
60	0,33	0,30	0,36	0,31
70	0,15	0,22	0,34	0,30
80	0,05	0,10	0,10	0,12

Встановлено, що зі збільшенням тривалості ІЧ-обробки активність уреазі соєвих бобів падає. У відповідність зДСТУ безпечний рівень активності уреазі в продукті не повинен перевищувати 0,2 од. рН.

Таким вимогам відповідають зразки з вихідною вологістю 9,0 – 12,0 %, що пройшли ІЧ-нагрів протягом 70 – 80 секунд і зразки сої з вихідною вологістю 15,0 – 18,0 %, оброблені протягом 80 секунд. Хоча мікронізація сировини протягом 60 секунд дозволяє досягти середньозваженої температури соєвих бобів на рівні 115 – 120 °С, активність уреазі не знижується до необхідних значень. Мабуть, далася взнаки короткочасність процесу нагріву.

Разом з тим, як встановлено раніше, ІЧ-обробка протягом 70 – 80 секунд супроводжується перегрівом зовнішніх шарів соєвих бобів, так як температура досягає рівня 140 – 160 °С.

А, отже, тільки мікронізацією проблему зниження рівня активності уреазі вирішити не вдається.

Тому далі в роботі розглядався варіант з подальшим темперуванням ІЧ-обробленої маси соєвих бобів.

Для цього готували зразки з вихідного зерна з вологістю 9,0 %, 12,0 %, 15,0 % і 18,0 %, в перші два зразка додатково вносили 4,0 % поверхневої води, в останні – 2,0 %. Далі підготовлені зразки проходили стадію мікронізації протягом 60 секунд і 50 секунд до середньозваженої температури 105 – 120 °С і піддавалися темперуванню в теплоізольованій ємності протягом 3, 5, 7 і 10 хвилин (табл. 3.5).

Встановлено, що додаткове темперування ІЧ-оброблених зразків сої протягом певного часу дозволяє досягти заданого рівня залишкової активності уреазі.

Так, для зразків, що пройшли мікронізацію протягом 60 секунд, можна рекомендувати мінімальний час темперування – 3 – 5 хвилин, а оброблених протягом 50 секунд – не менше 5 – 7 хвилин.

Таким чином, в результаті досліджень було встановлено режими термічної обробки на модернізованій установці УТЗ-4М, які дозволяють отримати соєві

боби з показниками активності уреаз, що не перевищують нормативного значення.

Таблиця 3.5 – Вплив процесу і часу теперування на активність уреаз

Час теперування, хв	Активність уреаз в зразках ІЧ-обробленої сої, од. рН							
	Час обробки 60 с				Час обробки 50 с			
	W = 9,0 %	W = 12,0 %	W = 15,0 %	W = 18,0 %	W = 9,0 %	W = 12,0 %	W = 15,0 %	W = 18,0 %
Без теперування	0,33	0,30	0,36	0,31	0,53	0,45	0,48	0,50
3	0,21	0,20	0,23	0,20	0,33	0,30	0,32	0,37
5	0,18	0,15	0,17	0,16	0,20	0,20	0,19	0,22
7	0,12	0,11	0,14	0,12	0,16	0,15	0,17	0,17
10	0,05	0,04	0,05	0,05	0,09	0,10	0,09	0,09

3.3.2 Вплив режимів термообробки на білковий комплекс соєвих бобів

У літературі є відомості щодо впливу режимів ІЧ-обробки на білковий комплекс злакових культур [32]. Виявлено глибину зміни в ньому в залежності від виду культури (пшениця, жито, ячмінь). Даних щодо впливу параметрів мікронізації на зміну білкового комплексу в соєвих бобах в літературі не виявлено:

На першому етапі робіт було досліджено сприяння вмісту загального білка, водорозчинного і розчинного в залежності від вихідної вологості сої при обраних на підставі досліджень попереднього розділу режимах термообробки.

Як показано на рис. 3.7, що загальний вміст білка не знижується, разом з тим, ІЧ-обробка супроводжується істотним зменшенням водорозчинного і розчинного білка. Причому відсоток зниження останнього в порівнянні з його вихідним вмістом в сировині більш істотний для соєвих бобів ніж, для обробки злакових культур. Ймовірно за все це пов'язано з особливостями фракційного складу білків соєвих бобів, так як в них кількісно переважають альбуміни (17,9 %), глобуліни (49,5 %) і глютеліни (24,0 %) [18].

Отримані дані (рис. 3.7) мають закономірність, яка раніше виявлена для злакових культур самими термолабільними є водорозчинні білки. Разом з тим,

відсоток зниження фракцій білків для сої більш істотний, ніж для пшениці, жита та ін.

Можливо, це пов'язано з хімічним складом соєвих бобів, відсутністю в них крохмалю, великим вмістом білка. Можна припустити, що крохмаль в якійсь мірі перешкоджає процесу денатурації білків під дією високих температур.

Однак, зниження розчинності білків сировини саме по собі не знижує їх біологічної цінності. Навпаки, є відомості [6] про підвищення ферментативної атакваності денатурованих білків.

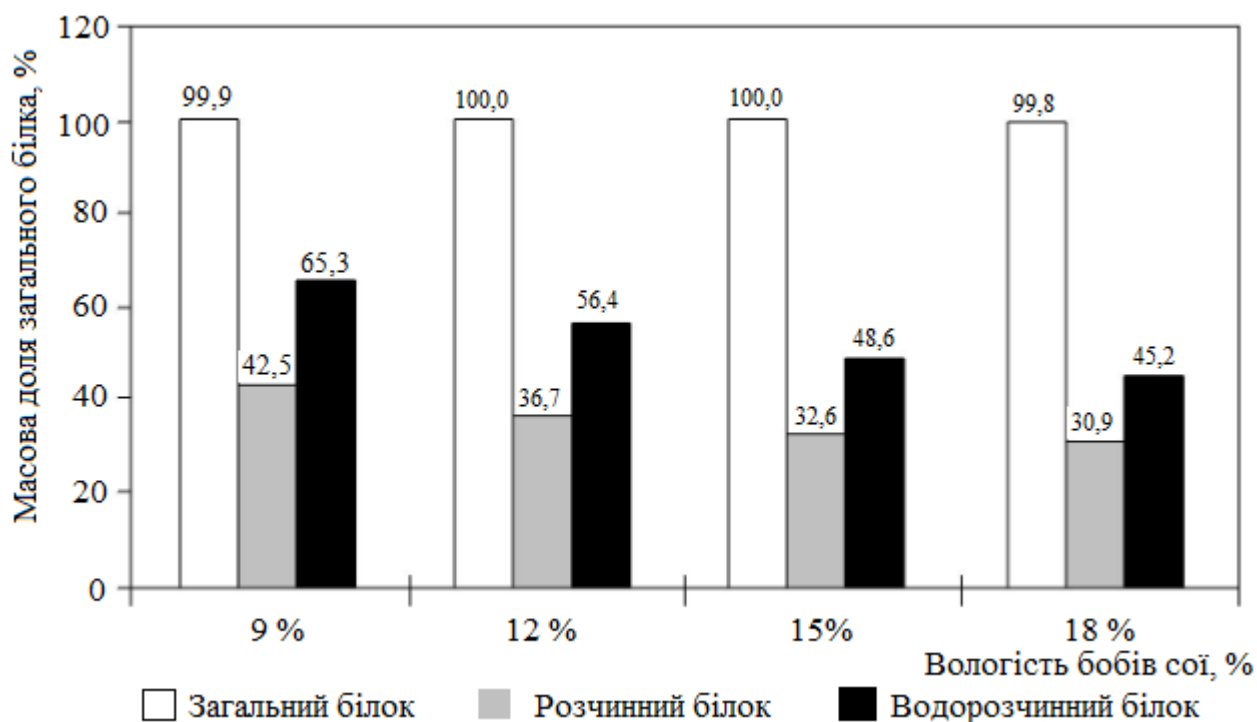


Рисунок 3.7 – Вплив вологості соєвих бобів на зміну білкового комплексу зерна при ІЧ-нагріванні до температури 140 °С

На наступному етапі досліджень було визначено амінокислотний склад контрольного зразка і двох дослідних.

Дані представлені в таблиці 3.6. Встановлено, що, серед незамінних амінокислот в соєвих бобах в порівнянні зі злаковими культурами, такими як пшениця і кукурудза [5], міститься більше лізину (в 10 і більше разів), валіну (в 1,5 – 2 рази), треоніну (в 2 – 5 разів) і менше глютамінової кислоти (в 2 – 3 рази).

ІЧ-обробка і подальше темперування соєвих бобів при обраних режимах обробки не позначаються негативно на амінокислотний склад білків сировини. Загальний вміст амінокислоти в дослідних зразках знаходяться на рівні контролю, йде певний перерозподіл між окремими амінокислотами.

Таблиця 3.6 – Амінокислотний склад білків соєвих бобів, г/100 г білка

Амінокислота	Контрольний зразок (соє без обробки)	Дослідні зразки	
		ІЧ-обробка	ІЧ-обробка + теперування
Треонін	2,33	2,08	2,17
Серін	2,21	2,72	2,19
Глютамінова кислота	5,54	5,50	5,55
Пролин	1,65	1,95	1,50
Гліцин	1,98	2,00	2,02
Аланин	1,79	1,85	1,33
Цистин	0,48	0,60	0,56
Валін	1,34	1,12	1,80
Метіонін	0,57	0,55	0,50
Ізолейцин	2,82	2,59	2,28
Лейцин	2,25	2,33	2,80
Тирозин	1,10	0,71	0,47
Фенілаланін	0,49	0,25	1,13
Лізін	2,40	2,01	2,34
Гістидин	0,62	1,01	0,58
Аргінін	2,71	2,54	2,80
Сума амінокислот	30,28	29,81	30,02

3.3.3 Вплив режимів ІЧ-обробки соєвих бобів на ліпідний комплекс сої

Ліпіди складають в соєвих бобах 20 – 25 % на суху речовину. Загальновідомо [5], що ліполітичні ферменти сої, в першу чергу ліпаза і ліпоксигеназа, мають високу активність і створюють умови для гідролізу жирів з утворенням неприємних на смак і запах продуктів. Дані продукти, до того ж, є в

ряді випадків канцерогенними. Що відбуваються ферментативні процеси також погіршують сировину з позиції її зберігання.

Правильно проведена теплова обробка може стабілізувати ліпідний комплекс бобів за рахунок інактивації ліполітичних ферментів, зниження кислотного і йодного чисел олії.

Кислотне число, відображаючи вміст вільних жирних кислот в олії, є однією з основних характеристик його якості та придатності на харчові цілі. Накопичення в олії вільних жирних кислот свідчить про погіршення її якості, так як наявність цих кислот пояснюється в основному протіканням процесу розщеплення молекул триацилгліцеринів під впливом несприятливих умов зберігання, або внаслідок гідролізу під дією ліпази.

При дослідженні ліпідного комплексу соєвих бобів використана партія насіння сої з вихідною вологістю 9,0 % і кислотним числом 0,4 мг КОН/г соєвої олії.

Були поставлені модельні досліди. Для цього насіння сої зволожували до вологості 15,0 % і далі піддавали ІЧ-обробці при відповідних температурах (визначалася поверхнева температура): 80 °С, 100 °С, 120 °С, 140 °С і 160 °С.

Були отримані відповідно зразки: контрольний (без ІЧ-обробки) і дослідні Д1, Д2, Д3, Д4 і Д5, піддані мікронізації при температурах 80 °С, 100 °С, 120 °С, 140 °С і 160 °С, і дослідні Д1*, Д2*, Д3*, Д4* і Д5* піддані мікронізації при тих же температурах з подальшим темперуванням протягом 5 – 7 хвилин.

Далі отримані зразки закладали на зберігання протягом 1 місяця при температурі близько 25 °С. Мета – встановити активність ліпази соєвих бобів.

Виявлено, що, при зберіганні зволоженого зразка соєвих бобів в сировині протікають ферментативні процеси гідролізу жиру під дією ліпази, в результаті яких накопичуються вільні жирні кислоти. Кислотне число в – контрольному зразку підвищується з вихідних 0,4 мг КОН/г олії до 1,2 мг КОН/г олії.

Також виявлено (рис. 3.8), що прогрів насіння сої при температурі не вище 80 °С (дослідний зразок Д1) супроводжується деяким підвищенням кислотного числа, проти контрольного зразка. Найімовірніше, це може бути пов'язано з

активацією ліпази насіння сої при короткочасному ІЧ-впливі в «м'яких» температурних режимах (середньозважена температура нагріву сої становить близько 55 – 60 °С).

Активууючий вплив температур раніше зазначався рядом авторів для інших ферментів [2, 26, 69].

ІЧ-обробка соєвих бобів при температурі близько 100 °С не дозволяє повністю інактивувати ліпазу сировини, хоча наростання кислотності значно зменшується в порівнянні з контрольним зразком.

Оптимальними дослідними зразками є проби соєвих бобів, ІЧ-обробці при температурі 120 – 140 °С, в яких наростання кислотного числа в процесі зберігання не спостерігалось.

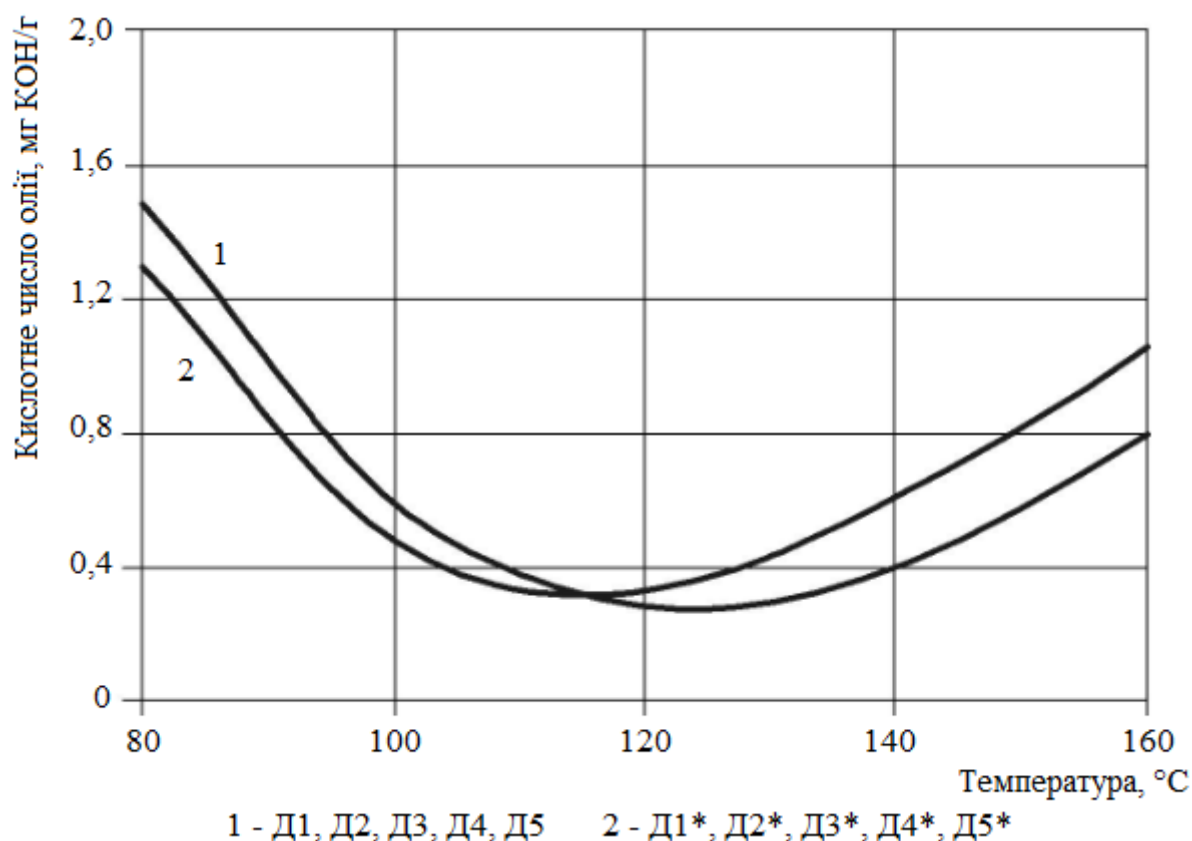


Рисунок 3.8. – Вплив температури ІЧ-обробки насіння сої на кислотне число олії

Більш жорсткий режим обробки сировини (температура 160 °С) призводить до зростання кислотного числа, проте даний факт не може бути пов'язаний з

активністю ліпази. При високих температурах активується окислювальне псування соєвої олії, що має високий вміст ненасичених жирних кислот. Процес протікає за радикальним механізмом з утворенням на першій стадії перекисних і гідроперекисних з'єднань, які руйнуючись, утворюють спирти, окислюються далі до кетонів і карбонових кислот. Наявність останніх призводить до зростання кислотного числа при зберіганні досліджуваних зразків.

У варіанті з темперуванням соєвих бобів після ІЧ-обробки характер кривої суттєво не змінюється. Однак, абсолютні значення показника кислотного числа при температурах ІЧ-нагріву до 120 °С, мають тенденцію до зменшення, а при більш високих температурах, навпаки, до збільшення.

На наступному етапі в роботі було досліджено вплив температури ІЧ-нагріву і наступної стадії темперування протягом 5 – 7 хвилин на активність ліпоксигенази соєвих бобів – ферменту, відповідального за окислення жирних ненасичених кислот в присутності кисню до пероксидів (перекисів). Основні субстрати для ліпоксигенази – лінолева і ліноленова кислоти і їх ефіри. За літературними даними соєва олія містить близько 50 % лінолевої і 10 % лінолевої кислот від їх загальної кількості [5].

В результаті подальшого розкладання утворених перекисів жирних кислот виходять альдегіди, які надають жиру неприємний запах і смак [15,].

Про зміну активності ліпоксигенази соєвих бобів в роботі судили по йодному числу, яке дає уявлення про вміст в жирі ненасичених кислот.

Зміна йодного числа контрольного і дослідних зразків соєвих бобів (в експериментах використовували ті самі зразки, що і при визначенні кислотного числа) в залежності від температури ІЧ-нагріву і подальшого темперування представлено на рисунку 3.9.

Йодне число вихідного зразка соєвих бобів: складало 125 г $J_2/100g$ соєвої олії. У контрольному, дослідних 01 і 02 зразках соєвих бобів, які пройшли зберігання протягом 1 місяця, показник йодного числа склав 207,178 I: 137 г $J_2/100g$ олії відповідно.

Активууючої дії, раніше виявленої для ліпази при «м'якому» режимі ІЧ-обробки, для ліпоксигенази не виявлено. Хоча з літературних даних відомо [5, 11], що нагрівання насіння активізує ліпоксигеназу в діапазоні температур 60 – 80 °С. Однак, ці дані отримані при дослідженні режимних параметрів сушіння насіння, де на активність ліпоксигенази значно впливає тривалість процесу сушки.

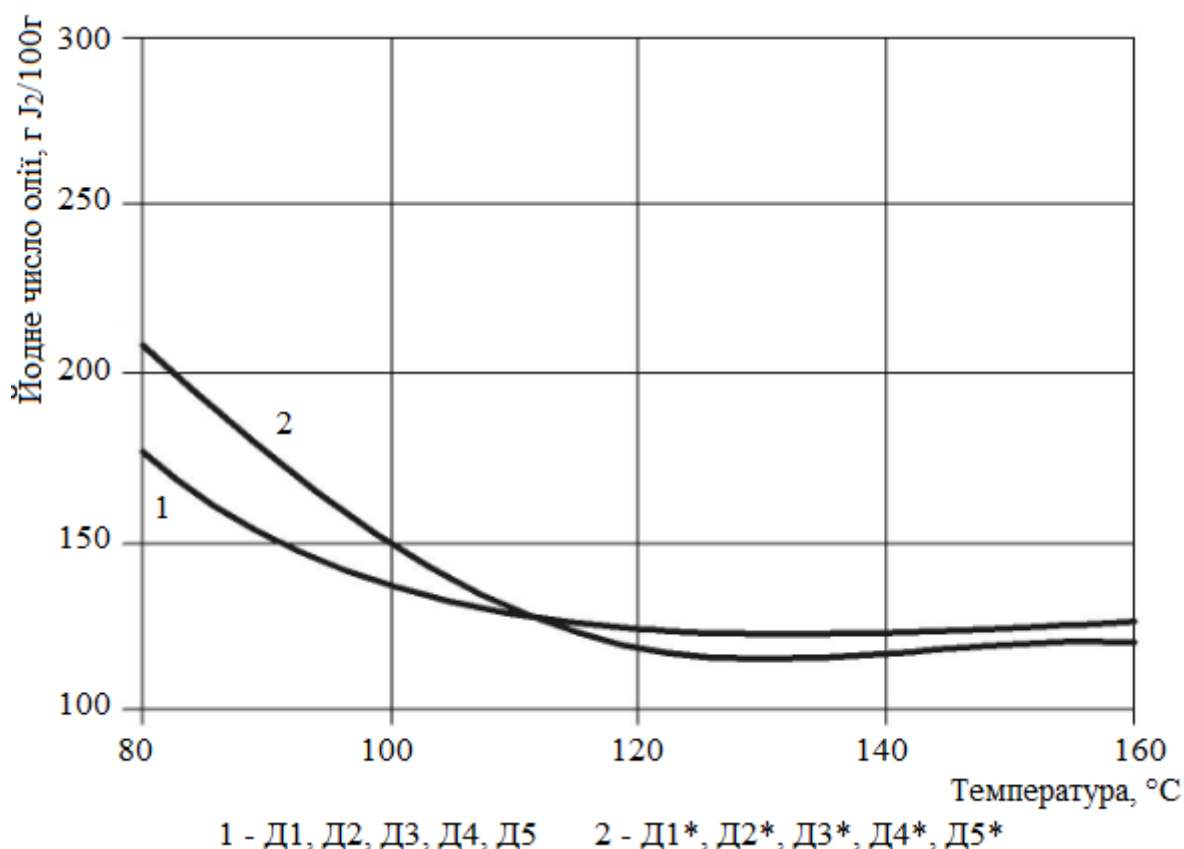


Рисунок 3.9 – Вплив температури ІЧ-обробки насіння сої на йодне число олії

Зразки, піддані ІЧ-нагріву при температурах 140 – 160 °С характеризуються йодним числом вище рівня вихідного зразка. Даний факт пов'язаний не з дією ферменту ліпоксигенази, а, швидше за все, з термічним розкладанням ліпідів, і утворенням перекисів і альдегідів.

Зразок 01 соєвих бобів, підданих ІЧ-обробці при температурі 80 °С і додатковому темперуванню, характеризується незначним наростанням йодного

числа до рівня 228 г J_2 /100г соєвої олії, що може бути пов'язано з активацією ліпоксигенази.

Мікронізація сировини при температурах 120 °С і вище, в тому числі з подальшим темперуванням, дозволяють повністю інактивувати ліпоксигеназу. Значення йодного числа для даного зразка знаходиться на рівні знахтууз контрольного зразка (118 – 125 г J_2 / 100г олії).

Таким чином, рекомендовані режими мікронізації з подальшим темперуванням дозволяють стабілізувати ліпідний комплекс соєвих бобів.

3.3.4 Вплив режимів ІЧ-обробки соєвих бобів на мікробіологічні показники зерна

Відомо, що основним джерелом потрапляння мікрофлори на зерно є ґрунт, до додаткових відносять вітер, опади, комах, птахів. Внаслідок нестачі поживних речовин і вологи на поверхні зерна, що має не пошкоджену оболонку, можуть розвиватися тільки епіфітні (зовнішні) мікроорганізми, які не потрапляють в тканини рослин, не чинять шкідливого впливу на їх розвиток і містяться в основному в зовнішніх шарах зернівки. Чисельність і видовий склад мікрофлори зерна залежать від температури і вологості середовища на етапах вирощування, збору і зберігання врожаю.

Важливе значення в підвищенні мікробного обсіменіння зерна мають його механічні пошкодження. Порушення цілісності покривних тканин зернівки призводить не тільки до підвищеного сумарного вмісту в ньому бактерій і грибів, але до того, що мікроорганізми проникають у внутрішні частини зерна, зокрема в алейроновий шар і ендосперм. Йде наростання субепідермальної (внутрішньої) мікрофлори.

В цілому більшість мікроорганізмів зернової сировини є шкідниками сільського господарства, а тому мета технологічних стадій полягає в зниженні, а в оптимальних варіантах, повному виключенні їх негативної дії на процес.

В роботі проведені дослідження за впливом режимів ІЧ-нагріву соєвих бобів на їх мікробіологічну характеристику. В якості контролю в роботі

використовували проби вихідних соєвих бобів без обробки і підданих конвективному нагріванню.

Встановлено (табл. 3.7), що при конвективному нагріванні такі мікроорганізми, як міцеліальні гриби, паличкоподібні неспороутворюючі і спороутворюючі бактерії тільки частково гинуть.

Таблиця 3.7 – Вплив способів нагріву соєвих, бобів на мікрофлору зерна

Спосіб нагріву	ОМЧ, тис. КУО/г	Бактерії, тис. КУО/г			Гриби, тис. КУО/г
		Коки	Неспороутворюючі	Спороутворюючі	
Без обробки	677	136	274	206	61
Конвективне нагрівання	187	-	25	142	20
ІЧ-нагрівання	10	-	-	10	-

У порівнянні з ІЧ-нагріванням, де бактерії залишилися в незначних кількостях (тільки спороутворюючі), метод конвективного нагріву явно програє. Можна припустити, що ефект ІЧ-обробки як способу в порівнянні з конвективним нагріванням зерна може бути пов'язаний з деякими факторами.

По-перше, тепловий шлях загибелі мікроорганізмів при інфрачервоному опроміненні може пояснюватися тим, що поглинання ними на резонансній частоті енергії зовнішнього електромагнітного поля досить для перегріву клітини мікроорганізму через її малий в порівнянні з рослинною клітиною розмірів [49]. Зерно нагрівається при цьому значно менше (до 130 °С).

По-друге, в процесі ІЧ-опромінення мікроорганізми відчувають «термічний шок», тобто миттєвий нагрів (не більше хвилини) всієї маси зерна до 130 °С. У процесі повільного нагріву адаптивні можливості мікробної клітини реалізуються більш ефективно.

Відомо, що стійкість мікроорганізмів до високих температур визначається клітинними структурами і залежить в першу чергу, від стану мембран, рибосом і окремих білків, а також від швидкості метаболізму. В наших дослідженнях і

раніше проведених роботах виявлено, що під дією ІЧ-обробки білки зерна зазнають глибоких змін, що супроводжуються денатурацією окремих фракцій білкових з'єднань, що виражається в зниженні розчинності білків [32].

По-третє, при ІЧ-обробці в зерні відбуваються такі явища. Волога, рівномірно розподілена по об'єму зернівки, починає по капілярах, порам рухатися до центру зернівки, тобто в напрямку теплового потоку. Так як процес йде швидко, переміщена волога не встигає вийти назовні. При підвищенні температури відбувається її випаровування, пар накопичується в мікрокапілярах і порах зернівки. Подальше нагрівання сприяє збільшенню тиску водяної пари всередині зернівки [24, 62].

Разом з тим відомо, що дія тиску докорінно відрізняється від дії температури. Багато реакції живих організмів на тиск пояснюються змінами швидкостей біохімічних реакцій під впливом цього чинника, а не його впливом на процеси рівноваги.

Живі організми ніколи не знаходяться в стані термодинамічної рівноваги, і між клітиною і навколишнім середовищем відбувається постійний обмін енергії і різних речовин. Більш того, всі внутрішньоклітинні біохімічні реакції в сукупності взаємопов'язані між собою складним чином, так що кожна реакція в якійсь мірі залежить від будь-якої іншої реакції. Ось чому вплив тиску на швидкості внутрішньоклітинних реакцій носить досить складний характер.

3.4 Шляхи використання соєвих бобів, які пройшли термообробку

В даний час соєві боби (не знежирена соя) використовуються на корм худобі, як наповнювач і середовище для виготовлення вітамінів, антибіотиків та інших ліків, у вигляді борошна в хлібобулочній та кондитерській промисловості, у вигляді обсмажених бобів для бісквітів, цукерок, кави, дієтичних продуктів.

Отримання всіх перерахованих продуктів передбачає попередню термічну обробку через підвищений вміст антипоживних речовин в соєвих бобах.

Виробництво соєвого білка і олії – окремі технології, в рамках даної роботи вони не розглядаються.

Розроблений новий спосіб термообробки соєвих бобів дозволяє отримати наступні продукти:

1. Цілісні термооброблені соєві боби.
2. Соєве борошно і крупа термооброблених з соєвих бобів.

Перераховані продукти можуть використовуватися в харчовій промисловості і в сільському господарстві, як у вигляді кінцевого продукту, так і в якості інгредієнтів. Принципова схема отримання продуктів з термооброблених соєвих бобів представлена на рисунку 3.10.

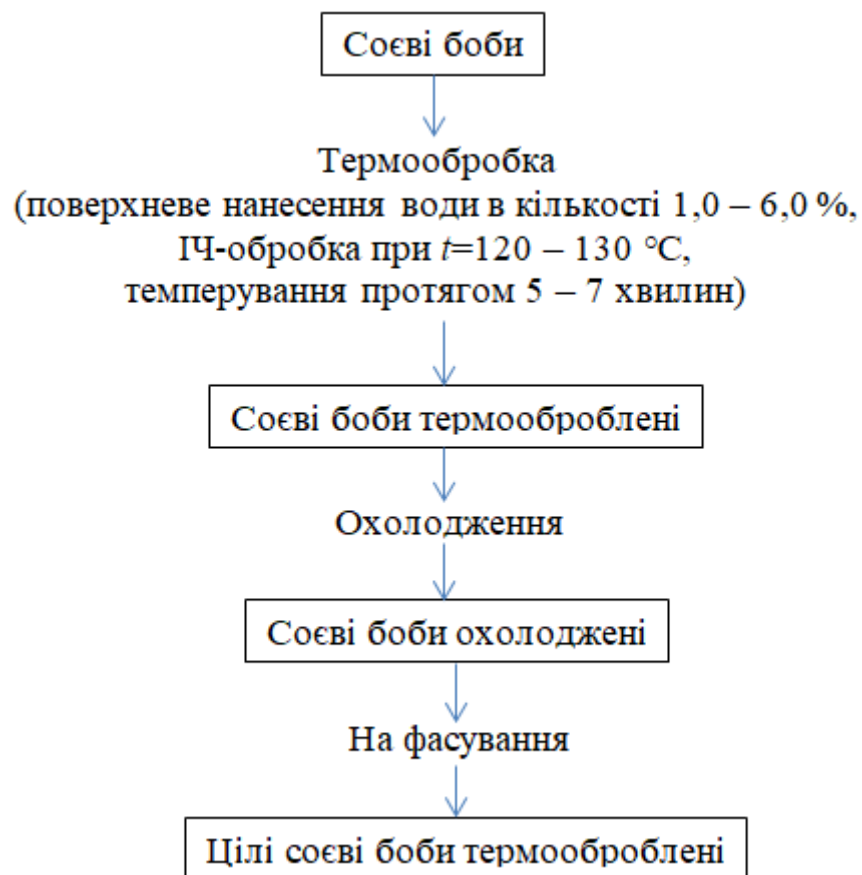


Рисунок 3.10 – Принципова схема отримання продуктів з термооброблених соєвих бобів

Всі існуючі способи термічної обробки соєвих бобів не дозволяють отримувати кінцевий продукт без порушення його зовнішньої оболонки [31]. Останнє призводить до того, що він характеризується скороченим терміном

зберігання, або погіршенням споживчих властивостей. В першу чергу за рахунок порушення цілісності структурних складових (ліпідні капсули) жиру.

Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи нами виявлено відмінності в характері термообробки злакових і бобових культур, які полягають в більшій нерівномірності прогріву сої на відміну від пшениці при ІЧ-обробці сировини на ІЧ-установці УТЗ-4.

Встановлено, що обробка соєвих бобів на існуючій ІЧ-установці УТЗ-4 не дозволяє досягти необхідної середньозваженої температури без «обгорання» поверхні сировини, необхідної, для зниження вмісту антипоживних речовин сої до безпечного рівня.

Досліджено вплив вологості соєвих бобів і температур ІЧ-обробки на модернізованій ІЧ-установці на зміну біохімічних показників сої та визначено оптимальні режими ІЧ-нагріву сировини.

Встановлено, що включення в технологічний процес термообробки сої тільки стадії ІЧ-нагріву не дозволяє знизити вміст уреаз до нормативного значення. Нами запропонована додаткова стадія – темперування і обґрунтована її тривалість.

Встановлено режим термообробки (нанесення поверхневої води в кількості 4,0 – 6,0%, температура ІЧ-нагріву 120 – 130 °С, темперування протягом 5 – 7 хвилин), який дозволяє підвищити в 2,5 – 3,0 ферментативну атакується білків сої, що веде до кращого засвоєння готових продуктів; стабілізувати ліполітичний комплекс сировини, зокрема, знизити активність ліпази і ліпоксигенази.

Встановлено, що метод ІЧ-обробки соєвих бобів є ефективним способом підвищення мікробіологічної чистоти сировини, так як дозволяє істотно знизити (в десятки разів) вміст в них сторонньої мікрофлори.

4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

4.1 Розробка апаратно-технологічної схеми отримання продуктів з соєвих бобів, які пройшли стадію ІЧ-обробки

Апаратно-технологічна схема отримання цілісних термооброблених соєвих бобів представлена на рисунку 4.1.

Відповідно до схеми соєві боби, що доставляються зі складу автомашиною за допомогою авторозвантажувача, зсипають в завантажувальний бункер (1) для неочищеного зерна, з якого стрічковим транспортером (2) направляють в сепаратор зерновий гравітаційний СЗГ-25 (3), далі – в бункер для очищеного зерна (4). Звідки за допомогою шнекового дозатора (5) соя потрапляє в зволожуючий шнековий транспортер (6), в якому на боби наноситься розрахункова кількість води з розпилювальних форсунок системи зволоження (7), потім зволожена соя потрапляє в накопичувальний бункер інфрачервоної установки УТЗ-4М (8). Після теплової обробки соя потрапляє в теплоізольований бункер (9) для проведення процесу темперування протягом 5 – 7 хвилин, де протікають глибокі біохімічні зміни.

Далі за допомогою дозуючого шнекового пристрою термооброблена соя подається на стрічковий транспортер, що веде до охолоджувача (10). Потім охолоджені соєві боби за допомогою стрічкового транспортера надходять в проміжний бункер, звідки за допомогою дозуючого шнекового пристрою подаються на пакувальний автомат.

Розроблений спосіб обробки соєвих бобів на основі ІЧ-енергопідводу рекомендований до впровадження у ТОВ «Дніпросоя» міста Дніпро, що спеціалізується на переробці сої у кормові цілі.

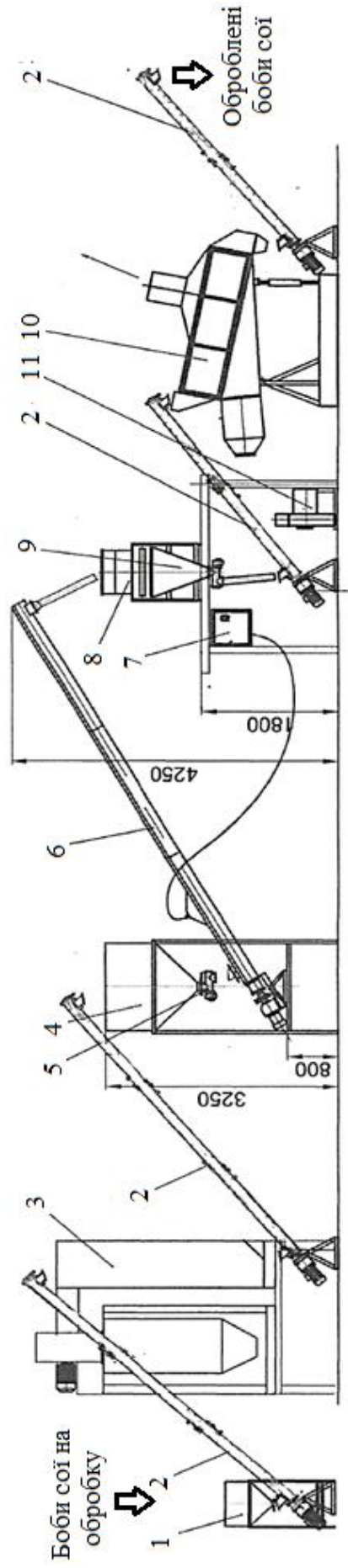


Рисунок 4.1 – Апаратно-технологічна схема отримання цілісних термооброблених соєвих бобів

4.2 Показники якості і функціональні властивості соєвих бобів, які пройшли термообробку

Напрацьовані за вище представленою апаратно-технологічною схемою продукти з термооброблених соєвих бобів були проаналізовані за низкою показників, що характеризують їх якість.

Характеристика термооброблених соєвих бобів представлена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристика соєвих бобів, які пройшли стадію термообробки

Найменування показників	Вихідні соєві боби (без обробки)	Цілі соєві боби, які пройшли обробку
Колір	Світло-жовтий	Світло-коричневий
Запах	Нейтральний	Приємний, слабо-горіховий
Форма	Куляста	Куляста
Активність уреазі, од. рН	1,91	0,11
Розчинний протеїн, %	97,68	41,5
Перетравлюваний білок, %	25,4	95,2
Жир, %	17,2	17,1
Кислотне число олії, мг КОН/г	0,40	0,39
Йодне число олії, г J ₂ /100 г	125,0	124,5
Олігосахариди, % Сафіноза	1,452	1,134
Стахіоза	4,863	2,912

Встановлено, що якісні показники продуктів, отриманих з соєвих бобів, які пройшли стадію ПЧ-обробки, значно перевершують показники вихідних соєвих бобів.

Причому, термообробка соєвих бобів дозволяє знизити показник активності уреазі до залишкового значення. Разом з тим, значення перетравного білка збільшується в 3,5 – 4,0 рази.

Висновки до розділу

Розроблено апаратурно-технологічну схему отримання соєвих бобів, які пройшли стадії ІЧ-обробки і темперування.

Проведено порівняльний аналіз оброблених соєвих бобів, по комплексу якісних характеристик за розробленим способом в порівнянні з існуючими.

Запропоновано новий спосіб обробки соєвих бобів за допомогою інфрачервоного енергопідводу для отримання різних соєвих продуктів і використання їх в харчовій і комбикормовій промисловості.

Запропонований спосіб може бути рекомендований до практичної реалізації на діючому підприємстві ТОВ «Дніпросоя», що випускає кормові продукти на основі сої.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

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

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя і працездатність людини в процесі трудової діяльності [73].

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

1. Створення ефективної системи управління (СУОП), яка б сприяла удосконаленню діяльності кожного структурного підрозділу і кожної посадової особи.
2. Здійснення оперативного-методичного керівництва роботою з охорони праці.
3. Розробка разом із структурними підрозділами заходів по забезпеченню норм безпеки, гігієни праці та виробничого середовища або їх підвищення (якщо вони досягнуті)
4. Забезпечення працюючих правилами, стандартами, нормами, положеннями, інструкціями та іншими нормативними актами.
5. Проведення паспортизації цехів, ділянок, робочих місць щодо відповідності їх вимогам безпеки.
6. Здійснення оперативного та поточного контролю за станом охорони праці на підприємстві.
7. Контроль за відповідністю нормативним актам про охорону праці машин, механізмів, устаткування, транспортних засобів, технологічних процесів, засобів протиаварійного колективного та індивідуального захисту працюючих, наявністю технологічної документації на робочих місцях.

На території підприємства розміщений медичний пункт, який призначений для працівників підприємства, в тому числі і для працівників цеху з обробки бобів сої.

В приміщеннях підприємства, а також і в цеху з обробки бобів сої, немає туалетів для персоналу, вони знаходяться за межами приміщень, на прилягаючій території. Також немає кімнат особистої гігієни жінок і теплих (зимових) туалетів.

В розпорядженні працівників підприємства є їдальня, яка забезпечує харчування: працівникам, які працюють в одну зміну – одноразове харчування (обід).

Всі виробничі цехи, робочі місця і всі транспортні засоби, які обслуговують дане господарство, забезпечуються аптечками першої медичної допомоги .

Вся повнота відповідальності за охорону праці в підприємстві лягає на директора. В його обов'язки входить:

- забезпечити здорові та безпечні умови праці на робочих місцях, дотримання вимог діючих стандартів, правил і норм з охорони праці, щорічно призначати з числа службовців осіб відповідальних за організацію і стан охорони праці в кожному виробничому підрозділі;

- укомплектовувати службу охорони праці згідно штатного розпису, затверджувати разом з комітетом профспілки заходи з охорони праці й пожежної безпеки та забезпечувати їх матеріальними засобами;

- регулярно стан охорони праці та пожежної безпеки на підприємстві розглядати на виробничих нарадах і зборах колективу;

- забезпечити проведення санітарно-технічного стану підприємства, розробку і виконання комплексних планів з охорони праці;

- організувати складання заявок на придбання необхідних засобів індивідуального захисту та забезпечення ними відповідних працівників; видачу спеціальних захисних засобів, мила;

- організувати правильне зберігання, прання, сушіння, знешкодження засобів індивідуального захисту;

- організувати навчання з охорони праці;

- виділяти кошти на придбання літератури, плакатів та інших наочних посібників;

- забезпечувати розслідування та облік нещасних випадків на виробництві.

Директор підприємства забезпечує виконання вказаних зобов'язань. Керівники дільниць несуть відповідальність за стан охорони праці на підпорядкованим їм дільницям:

- спрямовують свою діяльність на забезпечення здорових і безпечних умов праці і пожежної безпеки;

- виконують розпорядження керівника підприємства;

- складають замовлення на забезпечення необхідними засобами захисту, милом, мийними засобами;

- слідкують за підтримкою необхідних санітарно-гігієнічних норм на робочих місцях;

- забезпечують робочі місця аптечками; проводить та реєструє інструктажі на місцях, оформляють допуски до роботи, стежать за технічним станом машин, обладнання, технічних засобів, за правилами використання транспортних засобів;

- забезпечують робочі місця необхідними інформаційними засобами, інструкціями.

Головні напрямки діяльності інженера з охорони праці є покращення пожежної безпеки в приміщеннях і спорудах, покращення електробезпеки ліній електропередач і робочих місць працюючих.

Інженер по охороні праці по спеціальності інженер-механік має вищу освіту. Стаж роботи в сільському господарстві складає 15 років з них 10 років на посаді інженера з охорони праці.

В усіх підрозділах підприємства є спеціалізовані місця з техніки безпеки, які обладнані засобами протипожежної безпеки, наочними засобами, аптечками першої допомоги.

Дані місця являють собою шафи і щити на яких розміщені наочні зображення та інші засоби, які знаходяться біля входу в приміщення дільниць та побутових приміщеннях.

Наказом по підприємству призначено відповідального за пожежну безпеку. Створена ланка (6 чол.), розроблено графік чергування, якого дотримуються. Всі об'єкти закладу обладнані блискавкозахистом та пожежними щитами, які повністю укомплектовані.

Знаки технічної безпеки не встановлені, робота ведеться на задовільному рівні.

В товаристві стан охорони праці знаходиться на належному рівні, але маютьяся недоліки: не приділяється увага курсовому навчанню робітників підрозділів; не всі робітники забезпечені спецодягом; відсутні загорожі перед рухомими частинами обладнання; відсутні або незакріплені кожухи на клиноремінних передачах; аспіраційне обладнання в цеху має великий термін експлуатації; перелік обладнання на пожежних щитах не відповідає вимогам; низька температура в приміщеннях в зимовий період.

Шкідливий виробничий фактор – фактор вплив якого на працюючого за певних умов може викликати професійне захворювання, тимчасове або стійке зниження працездатності, підвищити частоту соматичних і інфекційних захворювань, призвести до порушення здоров'я нащадків (п.4.22 ДСТУ 2293-99) [74], а саме це високий рівень запиленості, нерівномірне освітлення робочих місць та можливість потрапляння під ІЧ-промені.

Небезпечний виробничий фактор – виробничий фактор, вплив якого на працівника у певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого раптового різкого погіршення здоров'я або до смерті. (п.4.18 ДСТУ 2293-99) [74], а саме це робота з підвищеними струмами (до 380 В) високими температурами обладнання для термічної обробки бобів сої.

5.2 Вимоги безпеки праці під час обробки бобів сої на установці ГЧ опромінення

Загальні положення

До роботи оператором установки ГЧ опромінення зерна допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли навчання з обслуговування і безпечної експлуатації цих агрегатів та попереднє навчання й перевірку знань із питань охорони праці і мають про це відповідне посвідчення [75].

Оператори з подібних агрегатів та машин повинні мати відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Узгоджуйте з безпосереднім керівником чітке визначення меж вашої робочої зони. Не допускайте знаходження сторонніх осіб у робочій зоні.

До роботи приступайте у спецодязі [76], упевнившись, що він не має пошкоджень, елементів, які звисають, не прилягають і можуть бути захоплені деталями, що рухаються й обертаються.

Не приступайте до роботи у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння, у хворобливому або стомленому стані.

Куріть тільки у спеціально відведених і обладнаних для цих цілей місцях.

Не працюйте з несправним агрегатом і пристосуваннями, не використовуйте їх не за призначенням, а також не користуйтеся сторонніми предметами.

Перед вживанням їжі вимийте руки з милом, витріть їх чистим рушником або висушіть повітрям.

Не відпочивайте на оброблюваному матеріалі.

Вимоги безпеки перед початком робіт

Отримайте від керівника робіт завдання.

Одягніть спецодяг та засоби індивідуального захисту (не переодягайтесь поблизу обертових або рухомих деталей і механізмів машин і обладнання).

Проведіть технічне обслуговування згідно з інструкцією заводу-виготовлювача.

Перевірте наявність і справність захисних огорожень приводів робочих органів, наявність та справність захисних (запобіжних) пристроїв.

Забезпечте захист струмопідвідних проводів і кабелів до установки від механічних пошкоджень або підвісьте їх на висоту, недоступну для пошкодження машинами та торкання людьми.

Перевірте надійність кріплення й наявність заземлення електрообладнання установки і пульта керування нею. Не приступайте до роботи з відчиненими дверцятами пультів керування, знятих кришках магнітних пускачів та іншої електроапаратури.

Перед включенням машини переконайтесь, що нікому із присутніх біля машини не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів.

Вимоги безпеки під час виконання роботи

Перед включенням машин переконайтесь, що поблизу машин відсутні люди, і подайте звуковий сигнал.

Не працюйте зі знятими огороженнями пасових і ланцюгових передач, муфт, блоків натяжних пристроїв, місць набігання полотен транспортерів на барабани, опорних роликів і роликів нижньої гілки стрічки в зонах робочих місць, а також рухомих частин машин і механізмів, що знаходяться в місцях, вільних для доступу.

Усувайте пошкодження, проводьте очищення машини від зерна, мащення й регулювання тільки при виключеному рубильнику, відключеному штепсельному з'єднанні і зупиненій машині.

Під час обслуговування й очищення вузлів машин і електрообладнання, що знаходяться високо, користуйтеся розсувною або переносною драбиною з опорними наконечниками, що виключають можливість сковзання її по підлозі (землі, площадці тощо).

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Зупиніть машину при електроударі, з'явленні стороннього шуму, вібрації, запаху горілого і загорянні зерна в сушильній камері. Зупинку машини починайте з припинення подавання електричного струму.

При появі напруги на корпусі машини терміново відключіть загальний рубильник. Викличте чергового електрика. Усі пошкодження електроприводів, пульту управління, силової й освітлювальної мереж повинен усувати тільки електрик.

При враженні працівника електричним струмом як можна швидше звільніть потерпілого від його дії (тривалість дії струму визначає тяжкість травмування), для цього негайно відключіть рубильник чи інший пристрій.

При неможливості швидкого відключення електроустановки вживайте заходів щодо звільнення потерпілого від струмоведучих частин, користуючись мотузкою, палицею, дошкою чи іншими сухими діелектричними предметами, або відтягніть потерпілого за одягу (якщо вона суха і відстає від тіла), наприклад за поли піджака, за комір, при цьому уникайте дотику з оточуючими металевими предметами й частинами тіла потерпілого, не покритими одягом.

Якщо потерпілий торкається проводу, який лежить на землі, то перш ніж підійти до нього положіть собі під ноги суху дошку, згорток сухої одягу або суху, що не проводить електричний струм, підставку і відокремте провід від потерпілого за допомогою сухої палиці, дошки. При цьому рекомендується діяти по можливості однією рукою.

У разі, якщо потерпілий судорожно стискає в руці один струмоведучий елемент (наприклад провід), відокремте потерпілого від землі (просуньте під нього суху дошку, відтягніть ноги від землі мотузкою або за одягу).

Якщо нема можливості відокремити потерпілого від струмоведучих частин чи вимкнути електроустановку від джерела живлення, перерубайте провід сокирою із сухим дерев'яним держакком або перекусіть їх інструментом з ізолюваними ручками. Перерубуйте й перекушуйте кожний провід окремо.

Можна скористатися і неізолюваним інструментом, тільки необхідно обгорнути його ручки сухою вовняною або прогумованою тканиною.

В разі виникнення пожежі на стаціонарних об'єктах викличте пожежну команду, повідомте керівництво і приступіть до ліквідації осередку загоряння згідно з вимогами інструкції про заходи з пожежної безпеки.

При виникненні пожежі на електроустановках у першу чергу необхідно повідомити про це пожежну охорону, відповідального за електрогосподарство, керівника робіт.

При загорянні одяжі постарайтесь зняти її або накрийте палаючу ділянку щільною матерією, при можливості занурте у воду.

Вимоги безпеки після закінчення роботи

Відключіть двигуни агрегату в зворотній послідовності їхнього включення.

Очистіть машини, обладнання, майданчики, робочі приміщення від сміття і віднесіть у спеціально відведене місце.

Приберіть робоче місце. Очистіть інструмент, інвентар, пристрої і покладіть у відведене місце. Приведіть у порядок спецодяг і засоби індивідуального захисту і здайте їх на зберігання.

Помийте руки й обличчя теплою водою з милом.

При здачі зміни повідомте змінника про технічний стан обладнання і розкажіть про особливості роботи.

Повідомте керівника про всі помічені недоліки у процесі роботи і вжиті заходи до їх усунення.

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

Розрахунок штучного освітлення лабораторії. Розрахунок виконаємо за методом використання світлового потоку. Для цього знайдемо висоту підвісу світильників [77]:

$$H_c = H - h_p + h_r, \quad (5.1)$$

де H – висота приміщення, м;

h_p – висота робочого місця, м;

h_r – відстань від стелі до світильника, м.

Для всіх приміщень висота підвісу буде складати:

$$H_c = 3,5 - 1 + 0,5 = 2\text{ м}$$

Далі визначаємо показник приміщення:

$$\varphi = \frac{a \cdot b}{H_c \cdot (a + b)}, \quad (5.2)$$

де a, b – довжина і ширина приміщення відповідно, м.

У нашому випадку цей індекс складає:

$$\varphi = \frac{12 \cdot 6}{2 \cdot 12 + 6} = \frac{72}{36} = 2$$

Для приміщень лабораторій використовують, як правило, світильники з люмінесцентними лампами. В нашому випадку обираємо світильники типу ОДОР, для яких, $\varphi = 2$, коефіцієнт використання світлового потоку $n = 65$. Далі визначаємо кількість світильників в приміщенні лабораторії при умові розміщення їх один від одного на відстані два метри:

$$n = \frac{S}{l^2}, \quad (5.3)$$

Звідси,

$$n = \frac{72}{4} = 18 \text{ шт.}$$

Таким чином, приймаємо кількість світильників рівну 18 шт.

Далі визначаємо світловий потік однієї лампи за формулою:

$$F = \frac{E_{\min} \cdot K \cdot Z \cdot S}{n \cdot \eta}, \quad (5.4)$$

де E – мінімальна освітленість, що дорівнює 300 люкс;

K – коефіцієнт запасу, що враховує запиленість світильників ($K = 1,7$);

Z – відношення середньої освітленості до мінімальної ($Z = 0,53$);

S – площа приміщення, м²;

n – кількість світильників, шт.;

η – коефіцієнт використання світлового потоку ($\eta = 0,55$).

Розрахунковий світловий потік складає:

$$F = \frac{300 \cdot 1,7 \cdot 0,53 \cdot 72}{18 \cdot 0,55} = 1965 \text{ лм}$$

Отже,

$$E = \frac{1965 \cdot 18 \cdot 0,55}{1,7 \cdot 72 \cdot 0,53} = 300 \text{ лк.}$$

Далі за визначеним мінімальним світловим потоком вибираємо лампи для світильників. Таким чином, для обраних світильників типу ОДОР приймаємо люмінесцентні газорозрядні лампи потужністю 60 Вт.

5.2.2 Рекомендації щодо покращення стану охорони праці

1. Більше уваги приділяти курсовому навчанню робітників підрозділів.
2. Провести заходи щодо покращення забезпечення робітників спецодягом.
3. Встановити в передбачених місцях загорожі перед рухомими частинами обладнання, для запобігання травматизму;
4. Закріпити належним чином кожухи на клиноремінних передачах;
5. Для запобігання пиловиділення в приміщення потрібно модернізувати аспіраційне обладнання;
6. Обновити пожежні щити та обладнання;
7. Вжити заходів щодо опалення приміщень.

5.3 Аналіз виробничого травматизму та захворювань, причини їх виникнення на підприємстві

Метою дослідження виробничого травматизму є розробка заходів по запобіганню нещасних випадків на підприємстві. Для цього необхідно систематично аналізувати і узагальнювати їх причини. Аналіз причин травматизму дозволяє поділяти їх на організаційні, технічні, психофізіологічні та санітарно-гігієнічні

Для кількісної характеристики виробничого травматизму використовують такі показники:

$$1) \quad K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 100 \text{ – коефіцієнт частоти травматизму;} \quad (5.5)$$

$$2) \quad K_{\text{в}} = \frac{Д}{T} \text{ – коефіцієнт важкості травматизму;} \quad (5.6)$$

$$3) \quad K_{\text{вт}} = \frac{Д}{P} \cdot 100 \text{ – коефіцієнт втрат робочого часу;} \quad (5.7)$$

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

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

$Д$ – сумарна втрата днів непрацездатності в результаті нещасного випадку, днів.

Так, як в господарстві випадків травматизму за досліджувані роки не було, проводимо розрахунок показників захворювань.

Тоді по роках коефіцієнт частоти буде становити:

$$K_{\text{ч}2017} = \frac{1}{10} \cdot 100 = 10;$$

$$K_{\text{ч}2019} = \frac{1}{8} \cdot 100 = 12,5.$$

Коефіцієнт тяжкості:

$$K_{\text{т}2017} = \frac{5}{1} = 5;$$

$$K_{\text{т}2019} = \frac{10}{1} = 10.$$

Коефіцієнт втрати робочого часу:

$$K_{\text{п}2017} = \frac{5}{10} \cdot 100 = 50;$$

$$K_{\text{п}2019} = \frac{10}{8} \cdot 100 = 125.$$

Випадків виробничого травматизму, завдяки добре організованій роботі з безпеки праці, в ТОВ «Дніпросоя» за період з 2017 – 2019 роки не було зареєстровано.

Основні показники травматизму на підприємстві за останні 3 роки представлено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Основні показники виробничого травматизму на підприємстві за 2017 – 2019 роки

Показники	Роки		
	2017	2018	2019
Кількість працюючих, осіб	10	8	8
Кількість захворювань, од.	1	-	1
Втрати днів непрацездатності: - від захворювань	5	-	10
Коефіцієнт частоти захворювань	10	-	12,5
Коефіцієнт важкості захворювань	5	-	10
Коефіцієнт втрат робочого часу від захворювань	50	-	125

5.4 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях у разі вибуху

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

У транспортних мережах ознаками, що свідчать про небезпеку вибуху, можуть бути непрямі ознаки використання саморобних або промислових вибухових пристроїв, нетипових для даного місця.

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

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

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

падаючої хвилі, внаслідок чого утворюється так звана головна хвиля з вертикальним фронтом.

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

Термічні і механічні пошкодження людей. В останні роки у зв'язку з широким і постійним використанням хімічних речовин у промисловості, сільському господарстві та побуті почастішали випадки опіків хімічними речовинами. Деякі хімічні сполуки на повітрі при зіткненні з вологою та іншими хімічними речовинами вибухають, викликаючи термохімічні опіки.

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

Дії при вибухах:

- при вибуху на підприємстві перш за все необхідно попередити робітників і службовців, а також оповістити яке проживає поблизу населення;
- необхідно скористатися індивідуальними засобами захисту, а при їх відсутності для захисту органів дихання – використовувати ватно-марлеву пов'язку;
- при пошкодженні будівлі вибухом входити в нього слід з надзвичайною обережністю. Необхідно переконатися у відсутності значних ушкоджень перекриттів, стін, ліній електро-, газо-і водопостачання, а також витоків газу, осередків пожежі.
- якщо вибух викликав загоряння, необхідно використовувати первинні засоби (вогнегасники). Для недопущення поширення вогню треба задіяти пожежні крани і гідранти.
- необхідно надати допомогу тим, хто опинився придавлений уламками конструкцій. Допомогти витягти людей з завалів.

Висновки по розділу.

В даному розділі дипломної роботи було досліджено стан та організація охорони праці на підприємстві, безпека праці при роботі з агрегатами та машинами для проведення ІЧ-обробки зерна та зернопродуктів, вимоги перед початком роботи, під час роботи, після її завершення та при виникненні аварійних ситуацій. Також було запропоновано заходи щодо поліпшення стану охорони праці на підприємстві.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

Метою проведення економічних розрахунків по обґрунтуванню ефективності проведених досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільності проекту в цілому. Дослідивши галузь переробки зерна можемо стверджувати, що одним із шляхів підвищення якісних показників бобів сої є їх теплова обробка. Її позитивний вплив проявляється в підвищенні перетравності, зміні білкового комплексу, інактивації інгібіторів травного тракту, утворенні ароматичних речовин, що поліпшують смакові якості. З цією метою і необхідно здійснити наукове забезпечення процесу мікронізації бобів сої і підвищення ефективності процесу за рахунок визначення раціональних технологічних режимів і підвищення якості готової продукції.

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

Перелік робіт, передбачений ходом дослідження з обґрунтування процесу та технологічних параметрів процесу ІЧ-обробки бобів сої з метою підвищення їх якісних показників, наведений у табл. 6.1.

Відповідно до плану проведення дослідження будується сітьовий графік – графічна модель, що відображає майбутню роботу або процес у вигляді окремих етапів і дозволяє шляхом розрахунків визначити оптимальний варіант її виконання. На стадії реалізації сітьовий графік забезпечує можливість оперативного управління ходом виконання роботи (рис. 6.1).

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1-2	Вибір запропонованого напрямку наукових досліджень	1
2-3	Літературний пошук та написання літературного огляду	17
3-4	Розробка послідовності науково-дослідних робіт	5
4-5	Розробка методик проведення наукових досліджень	4
5-6	Підготовка дослідних зразків бобів сої	3
6-7	Підготовка експериментальної установки	18
7-8	Дослідження тривалості процесу ІЧ-обробки в залежності від температури процесу	3
7-9	Вплив режимів мікронізації на зміну показників поживності	5
7-10	Дослідження впливу мікронізації на санітарний стан зерна	4
7-11	Вплив зрошення поверхні бобів на якісні показники процесу	2
8-12	Обробка даних експериментальних дослідження	1
9-12		1
10-12		1
11-12		1
12-13	Підготовка матеріалу для публічного оприлюднення	8

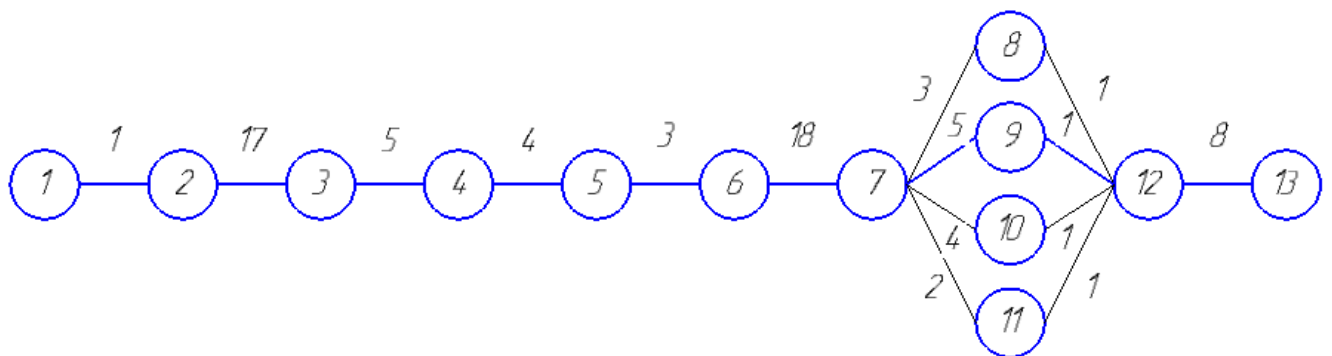


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

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

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13}^1 = 1 + 17 + 5 + 4 + 3 + 18 + 3 + 1 + 8 = 57;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-12-13}^2 = 1 + 17 + 5 + 4 + 3 + 18 + 5 + 1 + 8 = 62;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-12-13}^3 = 1 + 17 + 5 + 4 + 3 + 18 + 4 + 1 + 8 = 61;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-11-12-13}^4 = 1 + 17 + 5 + 4 + 3 + 18 + 2 + 1 + 8 = 59.$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є другий шлях з тривалістю в 62 дні.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

- пізній термін здійснення події T_i^n – різниця між критичним шляхом та максимальним шляхом від даної події до кінцевої;

- ранній термін здійснення події T_i^p – найбільший шлях від початкової до і-тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху $L_{KP} = 62$ дні.

Резерв шляху розраховують за формулою:

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

де R_1 – резерв шляху, днів;

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^p – ранній термін здійснення події, днів.

Результати розрахунку представлені у табл. 6.2.

Повний резерв часу роботи – максимальна кількість часу, на який можна збільшити тривалість даної роботи, не змінюючи при цьому тривалість критичного шляху. Повний резерв часу роботи розраховують за формулою:

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

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

t_{ij} – загальна тривалість роботи, днів.

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

Номер події	Ранній термін здійснення події T_1^p , дні	Пізній термін здійснення події T_1^n , дні	Резерв шляху R_1 , дні
1	0	0	0
2	1	1	0
3	18	18	0
4	23	23	0
5	27	27	0
6	30	30	0
7	48	48	0
8	51	53	2
9	53	53	0
10	52	53	1
11	50	53	3
12	54	54	0
13	62	62	0

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

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

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

T_1^n – пізній термін здійснення події, днів;

T_1^p – ранній термін здійснення події, днів.

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

Коефіцієнт напруженості робіт розраховують за формулою:

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

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

$L_{кр}$ – довжина критичного шляху ($L_{кр} = 62$ дні).

Результати розрахунків наведені у табл. 6.3.

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

Таблиця 6.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

Шифр робіт $i-j$	Вільний резерв часу R_{ij}^e , дні	Повний резерв часу R_{ij}^n , дні	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,02
3-4	0	0	0,32
4-5	0	0	0,40
5-6	0	0	0,46
6-7	0	0	0,68
7-8	0	2	0,81
7-9	0	0	0,84
7-10	0	1	0,83
7-11	0	3	0,80
8-12	0	0	0,84
9-12	0	0	0,87
10-12	0	0	0,85
11-12	0	0	0,82
12-13	0	0	1,00

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно витратити 62 днів. Виконання робіт, які лежать на критичному шляху,

необхідно закінчувати точно в термін, адже вони не мають резерву часу, а коефіцієнт їх напруженості дорівнює найбільшому значенню.

Однак дані табл. 6.3 свідчать про те, що календарні терміни окремих видів робіт можна зміщувати в часі в разі виникнення необхідності.

6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

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

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

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

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

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

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Боби сої, кг	50	5,30	265,00
Всього			265,00

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

Таблиця 6.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8000	50,00	20	1000,00
Всього				1000,00

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

$$H = \frac{1000,00 \cdot 22}{100} = 220,00 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

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

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на розжарення лампи ІЧ-опромінення в дослідній установці:

$$E_{суш} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 1,68 = 43,55 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на комп'ютер:

$$E_{комп} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 112 \cdot 1,68 = 152,41 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії:

$$E_{заг} = E_{суш} + E_{комп} = 43,55 + 152,41 = 195,96$$

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

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 12}, \quad (6.7)$$

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

12 – кількість місяців у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 6.6.

Таблиця 6.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Установка ІЧ опромінення	1340,00	24	3	2,64
Персональний комп'ютер	11000,00	20	14	84,38
Всього				87,02

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

$$\frac{1000,00 \cdot 80}{100} = 800,00 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	265,00
Заробітна плата	1000,00
Нарахування на заробітну плату	220,00
Електроенергія	195,96
Амортизація	87,02
Накладні витрати	800,00
Всього	2567,98

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

6.3 Розрахунок вартості дослідження

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

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

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 2567,98 + \frac{30 \cdot 2567,98}{100} = 3338,37 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 3338,37 грн.

Висновки до розділу

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 62 дні. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, а отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 1000,00 грн та 800,00 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3338,37 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Виявлено відмінності в характері термообробки злакових і бобових культур, які полягають в більшій нерівномірності прогріву сої на відміну від пшениці при ІЧ-обробці сировини на ІЧ-установці УТЗ-4.

Встановлено, що обробка соєвих бобів на існуючій ІЧ-установці УТЗ-4 не дозволяє досягти необхідної середньозваженої температури без «обгорання» поверхні сировини, необхідної, для зниження вмісту антипоживних речовин сої до безпечного рівня.

Досліджено вплив вологості соєвих бобів і температур ІЧ-обробки на модернізованій ІЧ-установці на зміну біохімічних показників сої та визначено оптимальні режими ІЧ-нагріву сировини.

Встановлено, що включення в технологічний процес термообробки сої тільки стадії ІЧ-нагріву не дозволяє знизити вміст уреаз до нормативного значення. Нами запропонована додаткова стадія – темперування і обґрунтована її тривалість.

Встановлено режим термообробки (нанесення поверхневої води в кількості 4,0 – 6,0%, температура ІЧ-нагріву 120 – 130 °С, темперування протягом 5 – 7 хвилин), який дозволяє підвищити в 2,5 – 3,0 ферментативну атакується білків сої, що веде до кращого засвоєння готових продуктів; стабілізувати ліполітичний комплекс сировини, зокрема, знизити активність ліпази і ліпоксигенази.

Встановлено, що метод ІЧ-обробки соєвих бобів є ефективним способом підвищення мікробіологічної чистоти сировини, так як дозволяє істотно знизити (в десятки разів) вміст в них сторонньої мікрофлори.

Розроблено апаратурно-технологічну схему отримання соєвих бобів, які пройшли стадії ІЧ-обробки і темперування.

Проведено порівняльний аналіз оброблених соєвих бобів, по комплексу якісних характеристик за розробленим способом в порівнянні з існуючими.

Запропоновано новий спосіб обробки соєвих бобів за допомогою інфрачервоного енергопідводу для отримання різних соєвих продуктів і використання їх в харчовій і комбікормовій промисловості.

Запропонований спосіб може бути рекомендований до практичної реалізації на діючому підприємстві ТОВ «Дніпросоя», що випускає кормові продукти на основі сої.

Досліджено стан та організацію охорони праці на підприємстві, безпека праці при роботі з агрегатами та машинами для проведення ІЧ-обробки зерна та зернопродуктів, вимоги перед початком роботи, під час роботи, після її завершення та при виникненні аварійних ситуацій. Також було запропоновано заходи щодо поліпшення стану охорони праці на підприємстві.

Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 1000,00 грн та 800,00 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3338,37 грн.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю.П. Адлер, Е.В. Макарова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 279 с.
2. Анго М.А. Инфракрасные излучения [Текст] / М.А. Анго. М.: Госэнергоиздат. – 1957. – 80 с
3. Андонов К.И. Технология и оборудования для тепловой обработки зерна [Текст] / К.И. Андонов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1991. – № 7. – С. 64 – 68.
4. Анискин В.И. К созданию перспективного оборудования для производства зерна [Текст] // Техника в сельском хозяйстве. – 1994. – № 5. – С. 13 – 15.
5. Анискин В.И. Механизация уборки и послеуборочной обработки зерновых культур [Текст] / В.И. Анискин, Э.В. Жалнин. – М.: Из-во «Знание» РСФСР, 1976. – 46 с.
6. Артемьев В.Г. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины [Текст] / В.Г. Артемьев. – Ульяновск. – 2003. – 320 с.
7. Баум А.Е. Прогрессивная технология хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятий [Текст] / А.Е. Баум. – М.: Колос, 1978. – 192 с.
8. Беляев Н.М. Основы теплопередачи [Текст] / Н.М. Беляев. – Киев: Высшая школа, 1989. – 342 с.
9. Бойко Л.П. Экструзионная технология переработки семян сои [Электронный ресурс] / Л.П. Бойко, Л.А. Трунова. – Режим доступа: ПКИ <http://www.eks-bio.ru/stati/page21/index.html> (дата обращения: 30.09.2009 г.).
10. Боровиков В. STATISTICA 8.0. Искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов [Текст] / В. Боровиков. – 2-е изд. - СПб.: Питер. 2003. – 688 с.

11. Борхерд Р Техника инфракрасного нагрева [Текст] / Р Борхерд, В.М. Юбиц. – М.: Госэнергоиздат. – 1963. – 312 с.
12. Брагинец Н.В. Микронизация зерна [Текст] / Н.В. Брагинец, В.А. Рабштына // Комбикормовая промышленность. – 1989. – № 4. – С. 55 – 67.
13. Будников Д.А. Постановка задачи теплопроводности при СВЧ нагреве зерна для обеззараживания / Д.А. Будников, А.Н. Васильев, А.А. Васильев // Вестник ВНИИМЖ. – Подольск. – 2014. – №1 (13) – С. 56 – 63.
14. Вейник А.И. Приближенный расчет процессов теплопроводности [Текст] / А.И. Вейник. – М. – Л.: Госэнергоиздат. – 1959. – 228 с.
15. Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности [Текст] / А.С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность. – 1966. – 407 с.
16. Гинзбург А.С. Теплофизические свойства зерна, муки и крупы [Текст] / А.С. Гинзбург, М. А. Громов. – М.: Сельхозгиз. – 1984. – 317 с.
17. Гинзбург, А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности [Текст] / А.С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность.– 1973. – 527 с.
18. Горохов Г.А. Технология переработки зерна [Текст] / Г.А. Горохов. – М.: Колос. – 1972. – 265 с.
19. Егоров Г.А. Технология переработки зерна [Текст] / Г.А. Егоров. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 1977. – 376 с.
20. Егоров Г.А. Технологические свойства зерна [Текст] / Г.А. Егоров. – М.: Агропромиздат, 1985. – 334 с.
21. Егоров Б.В. Изменение микроструктуры зерна при тепловой обработке [Текст] / Б.В. Егоров, М.В. Кузнецов, Н.Н. Новиков // Известия вузов. Сер. Пищевая технология. – 1992. – № 5 – 6.
22. Зверев С.В. ИК излучение при переработке фуражного зерна [Текст] / С.В. Зверев, Е.П. Тюрёв // Комбикормовая промышленность. – 1994. – № 6. – С.
23. Зверев С.В. Высокотемпературная микронизация зерна [Текст] / С.В. Зверев, Е.П. Тюрёв // Обзорная информация. – Сер. Мукомольно-крупяная промышленность. – М.: ЦНИИТЭИ хлебпродинформ, 1996. – 50 с.

24. Зверев С.В. Моделирование процесса ИК нагрева зерна [Текст] / С.В. Зверев // Хранение и переработка сельхозпродукции. – 2005. – № 11.
25. Зверев С.В. Потемнение крупы в процессе высокотемпературной микронизации (ВТМ) [Текст] / С.В. Зверев, Е.В. Козин // Хранение и переработка зерна. – 2009. – № 1. – С. 15 – 21.
26. Зверев С.В. Моделирование процесса дегидратации зернопродуктов. Часть 1. Конвективная сушка [Текст] / С. В. Зверев // Хранение и переработка зерна. – 2010. – № 4. – С. 19–23.
27. Зоотехнический анализ кормов [Текст] / Е.А. Петухова, Р.Ф. Бессарабова, Л.Д. Халенева, О.А. Антонова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.
28. Зотов Е.И. Поточные линии перерабатывающих отраслей АПК [Текст] / Е.И. Зотов. – Ульяновск: УГСХА, 2005. – 80 с.
29. Зюлин А.Н. Перспективы механизации послеуборочной обработки и хранения зерна и семян [Текст] / А.Н. Зюлин, А.Г. Чижигов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002. – № 6. – С. 10–14.
30. Иванов Ю.А. Основные положения стратегии развития механизации и автоматизации животноводства / Ю.А. Иванов, Н.М. Морозов // Вестник ВНИИМЖ. – Подольск. – 2015. – №2 (18) – С. 4–13.
31. Ильясов С.Г. Физические основы инфракрасного облучения пищевых продуктов [Текст] / С.Г. Ильясов, В.В. Красников. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 359 с.
32. Исаченко В.П. Теплопередача [Текст] / В.П. Исаченко, В.А. Осина, А.С. Сукомел. – М.: Энергоиздат, 1981. – 417 с.
33. Карпов Б.А. Технология послеуборочной обработки и хранения зерна [Текст] / Б.А. Карпов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 288 с.
34. Касандрова, О.Н. Обработка результатов измерений [Текст] / О.Н. Касандрова, В.В. Лебедев. – М.: Наука, 1970. – 103 с.
35. Кондратьев Г.М. Тепловые измерения [Текст] / Г.М. Кондратьев. – М.–Л.: Машгиз, 1957. – 280 с.

36. Корнилов С.В. Результаты испытания микронизатора зерна на пропускную способность [Текст] / С.В. Корнилов, П.А. Силушин // Сб. науч. тр. преподавателей и аспирантов РГАТУ : материалы науч-практич. конф. 2012 года. – Рязань, 2012. – С. 89–92.

37. Кудрина В.Н. Практикум по хранению и переработке сельскохозяйственной продукции [Текст] / В.Н. Кудрина, Н.М. Лычко. – М.: Колос. 1992. – 176 с.

38. Кулагин М.С. Механизация послеуборочной обработки и хранения зерна и семян [Текст] / М.С. Кулагин. – М.: Колос, 1979. – 256 с.

39. Купреенко А.И. Теплотехника в вопросах и ответах / А.И. Купреенко, В.И. Чащинов // Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агроинженерия» / Брянск, 2010 г.

40. Купреенко А.И. Математическая модель процесса нагрева зерна при его сушке / А.И. Купреенко, В.Ф. Комогорцев // «Проблемы энергообеспечения, информатизации и автоматизации, безопасности и природопользования в АПК» Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Брянск. – 2011. – С. 82–86.

41. Курдюмов В.И. Особенности процесса сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.В. Журавлев // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения Материалы VI Международной научно-практической конференции. – Ульяновск: УГСХА, – 2015. – С. 54 – 56.

42. Лебедев П.Д. Сушка инфракрасными лучами [Текст] / П.Д. Лебедев. – М.: Госэнергоиздат, 1955. – 241 с.

43. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов [Текст] / С.В. Мельников, В.Р. Алёшкин, П.М. Рощин. – Л.: Колос, Ленингр. отделение, 1980. – 168 с.

44. Мишуров Н.П. Перспективная технология производства комбикормов с микронизированными зерновыми компонентами / Н.П. Мишуров // Вестник ВНИИМЖ. – Подольск. – 2014. – №1 (13) – С. 12–20.

45. Налимов В.В. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов [Текст] / В.В. Налимов, Н.А. Чернова. – М.: Наука, 1965. – 327 с.

46. Новиков П.А. Установка термического обеззараживания и сушки семян [Текст] / П.А. Новиков // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института зернового хозяйства. – 1977. – Т. 5. – С. 157–164.

47. Осипов В.А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена [Текст] / В.А. Осипов. – М.: Энергия, 1969. – 392 с.

48. Пат. 2327367 Российская Федерация, МПК A23L1/025, F26B3/30, F26B17/12. Установка для микронизации зерна [Текст] / Некрашевич В.Ф., Кипарисов Н.Г., Афиногенов Н.Ю.; заявитель и патентообладатель Рязанская гос. с.-х. академия. – № 2006125889/13; заявл. 17.07.06 ; опубл. 27.06.08, Бюл. № 18. – 7 с. : ил.

49. Пат. 132953 Российская Федерация, МПК А 23 L1/025. Устройство для микронизации зерна [Текст] / Некрашевич В.Ф., Корнилов С.В., Воробьева И. В., Силушин П.А., Липин В. Д. ; заявитель и патентообладатель Рязанский гос. агротехнол. ун-т. – № 2013112057/13; заявл. 18.03.13 ; опубл. 10.10.13, Бюл. № 28. – 2 с. : ил.

50. Пат. 117268 Российская Федерация, МПК A23L1/025. Устройство для микронизации зерна [Текст] / Силушин П.А., Некрашевич В.Ф., Корнилов С.В., Мамонов Р.А.; заявитель и патентообладатель Рязанский гос. агротехнол. ун-т.

51. № 2012103206/13; заявл. 30.01.12; опубл. 27.06.12, Бюл. № 18. – 3 с.: ил.

52. Пат. 152887 Российская Федерация, МПК A23L1/025. Устройство для микронизации зерна [Текст] / Некрашевич В.Ф., Корнилов С.В., Глушакова О.Д., Силушин П.А.; заявитель и патентообладатель Рязанский гос. агротехнол. Ун-т. – № 201503489/13; заявл. 03.02.15; опубл. 20.06.15, Бюл. № 17.

53. Рогов И.А. Сверхвысокочастотный и инфракрасный нагрев пищевых продуктов [Текст] / И.А. Рогов, С.В. Некрутман. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 210 с.

54. Рудобашта С.П. Раздел IV. Расчет и конструирование машин. Т. 12 «Машины и аппараты химических производств»; Раздел 5. Машины и аппараты

для массообменных процессов [Текст] // Энциклопедия «Машиностроение». – М. : Машиностроение, 2004. – С. 468–486–487 ; 504 – 510.

55. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов экспериментов [Текст] / Л. З. Румшинский. – М.: Наука, 1971. – 192 с.

56. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины [Текст] / Г.Е. Листопад, Г.К. Демидов, Б.Д. Зонов [и др.]; под общ. ред. Г.Е. Листопада. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688 с.

57. Сизов О.А. Роль совмещенного посева для получения сбалансированных кормов / О.А. Сизов, Р.Р. Беликова // Вестник ВНИИМЖ. – Подольск. – 2015. – №3 (19) – С. 151–154.

58. Силушин П. А. Результаты определения коэффициента трения зерна в зависимости от температуры [Текст] / П.А. Силушин, В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов // Сборник научных работ студентов РГАТУ: материалы науч.-практ. конф. 2011 г. – Рязань, 2011. – Т. 1. – С. 230 – 232.

59. Силушин П.А. Технология приготовления комбикормов с обоснованием параметров и режимов работы микронизатора зерна [Текст] / П.А. Силушин // «Инновационные методы решения научных и технологических задач Рязанской области» материалы региональной конф. молодых ученых. – Рязань, 2013. – С. 85–86.

60. Силушин П.А. Технология приготовления комбикормов с обоснованием параметров и режимов работы микронизатора зерна [Текст] / П.А. Силушин // «Инновационные методы решения научных и технологических задач Рязанской области» материалы второй региональной конф. молодых ученых. – Рязань, 2014. – С. 78–80.

61. Силушин П.А. Результаты определения усилия разрушения зерна в зависимости от времени микронизации [Текст] / В.Ф. Некрашевич, П.А. Силушин // «Молодежь и инновации – 2013» материалы междунар. Науч-практич. конф. молодых ученых. – г. Горки, РБ. 2013. – С. 292–294.

62. Силушин П.А. Показатель для оценки достаточности микронизации зерна и определение его величины для пшеницы [Текст] / В. Ф. Некрашевич [и

др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева. – 2013. – № 2 (18). – С. 66 – 68.

63. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов [Текст] / А.А. Спиридонов. – М.: Машиностроение, 1981. – 184 с.

64. Сыроватка В.И. Микронизация фуражного зерна / В.И. Сыроватка // Вестник ВНИИМЖ. – Подольск. – 2014. – №4 (16) – С. 204–211.

65. Сыроватка В.И. Инновационные технологии производства комбикормов / В.И. Сыроватка // Вестник ВНИИМЖ. – Подольск. – 2014. – №2 (14) – С. 3549.

66. Теплофизические характеристики пищевых продуктов. Справочное пособие [Текст] / под ред. А. С. Гинзбурга. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 223 с.

67. Трисвятский Л. А. Технология приема, обработки, хранения зерна и продуктов его переработки [Текст] / Л.А. Трисвятский, Б.Е. Мельник. – М.: Колос, 1983. – 351 с.

68. Тюрев Е.П. Термообработка зерна ИК излучением [Текст] / Е.П. Тюрев, С.В. Зверев, О.В. Цыгулев // Обзорная информация / ЦНИИТЭИ хлебопродуктов. – М., 1993. – 28 с.

69. Тюрев Е.П. Инфракрасная термообработка зерна [Текст] / Е.П. Тюрев, С. В. Зверев // Комбикормовая промышленность. – 1993. – № 4. – С. 26 – 27.

70. Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины [Текст] / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колос, 2003. – 624 с.

71. Чижиков, А.Г. Состояние и перспективы развития механизации послеуборочной обработки и хранения зерна и семян [Текст] / А. Г. Чижиков // Достижения науки и техники АПК. – 2001. – № 11. – С. 17–20.

72. Чудновский А.Ф. Теплофизические характеристики дисперсных материалов / А. Ф. Чудновский. – М.: Физматгиз. – 1962. – 456 с.

73. Закон України "Про охорону праці" (3428).

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

75. ДНАОП 0.00-4.09-93. Типове положення про безпечне виконання робіт на переробних підприємствах. (43329).

76. ДНАОП 0.00-3.12-81. Типові галузеві норми безплатної видачі спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту робітникам і службовцям підприємств та організацій матеріально-технічного постачання. (43190)

77. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

78. СН 245-71. Санітарні норми проектування промислових підприємств.

79. НАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні (32549).

ДОДАТКИ



ДДАЕУ Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Обґрунтування процесу обробки бобів сої інфрачервоним випромінюванням

Виконавець: ст. гр. МГХТ-1-19 Дорошенко Є.В.

Керівник: доцент Куянов Ю.Ю.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Середньозважений хімічний склад сої та інших харчових продуктів

Показник	Соеві боби	Квасоля	Сир нежирний	Яловичина 1 категорії	Яйце куряче	Добова потреба
Білок, %	34,9	21,0	18,0	20,0	12,7	70 – 90
Загальна кількість амінокислот, %	34,36	20,59	17,95	19,94	12,60	
в т.ч.: незамінні амінокислоти	12,67	8,02	7,68	7,70	5,24	
в т.ч.: замінні амінокислоти	21,67	12,57	10,27	12,24	7,35.	
Жири, %	17,3	2,0	0,6	9,8	11,5	80 – 100
Вітаміни, мг на 100 г:						
Е	17,3	3,8	-	-	2,0	12 – 15
В ₆	0,9	0,9.	0,2.	0,4	0,1	1,8 – 2,0
РР	2,2	2,1	0,5	5,0	0,2	15 – 25
В ₂	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4	1,3 – 2,4
В ₁	0,9	0,5	0,04	0,07	0,07	1,5 – 2,5
В ₉ (Фолацин)	0,2	0,1	0,04	0,01	0,007	0,2
Мінеральні речовини, мг на 100 г:						
Калій	1607	1100	117	355	140	2500 – 5000
Кальцій	348	150	120	10	55	800 – 1100

Магній	226	103	24	25	12	300 – 500
Фосфор	608	480	189	200	192	900 – 1500
Залізо	15,0	5,9	0,1	2,9	2,5	10-18
Кобальт	0,03	0,02,	0,002	0,007	0,01	0,1 – 0,2
Марганець	2,8	1,34	0,008	0,035	0,03	5 – 10

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Функціональні властивості соєвих бобів

Функціональні властивості	Дія	Харчові системи, в яких використовуються	Продукти
Розчинність	Розчинення білка в залежності від рН	Напої	Соєве борошно, концентрат, ізолят, гідролізат
Абсорбція і зв'язування води	Зв'язування води за допомогою водневих зв'язків; захоплення води (немає крапель)	М'ясні вироби, ковбаси, хліб, кекси	Соєве борошно, концентрат
В'язкість	Загустіння; зв'язування води	Супи, підливи	Соєве борошно, концентрат, ізолят
Гелеутворення	Утворення білкової матриці	М'ясні вироби, сир, сири	Концентрат ізолят
Когезія – адгезія	Протеїн діє як адгезивний матеріал	М'ясні, випечені, і макаронні вироби, ковбаси	Соєве борошно концентрат ізолят

Еластичність	Дисульфідні зв'язки в деформованих гелях	М'ясні і випечені вироби	Ізолят
Емульгування	Утворення і стабілізація жирових емульсій	Ковбаси, супи, кекси	Соєве борошно, концентрат, ізолят
Абсорбція жиру	Зв'язування вільного жиру	М'ясні вироби, ковбаси, пончики	Соєве борошно, концентрат, ізолят
Зв'язування смаку	Адсорбція; зв'язування; звільнення	Замінники м'яса, випечені вироби	Концентрат, ізолят, гідролізат
Плівкоутворення	Утворює плівки, щоб не пропускати газ	Збиті вироби, десерти, кекси	Ізолят, соєва сироватка, гідролізат
Регулювання кольору	Відбілювання	Хліб	Соєве борошно

МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою роботи є розробка нового способу обробки соєвих бобів на основі інфрачервоного енергопідводу, що дозволяє отримувати продукти для харчової і комбікормової промисловості з високими фізико-хімічними і функціонально-технологічними властивостями.

Відповідно до поставленої мети були визначені наступні конкретні завдання:

- дослідити кінетику нагрівання соєвих бобів при ІЧ-обробці, встановити поверхневу температуру нагрівання соєвих бобів і середньозважену;

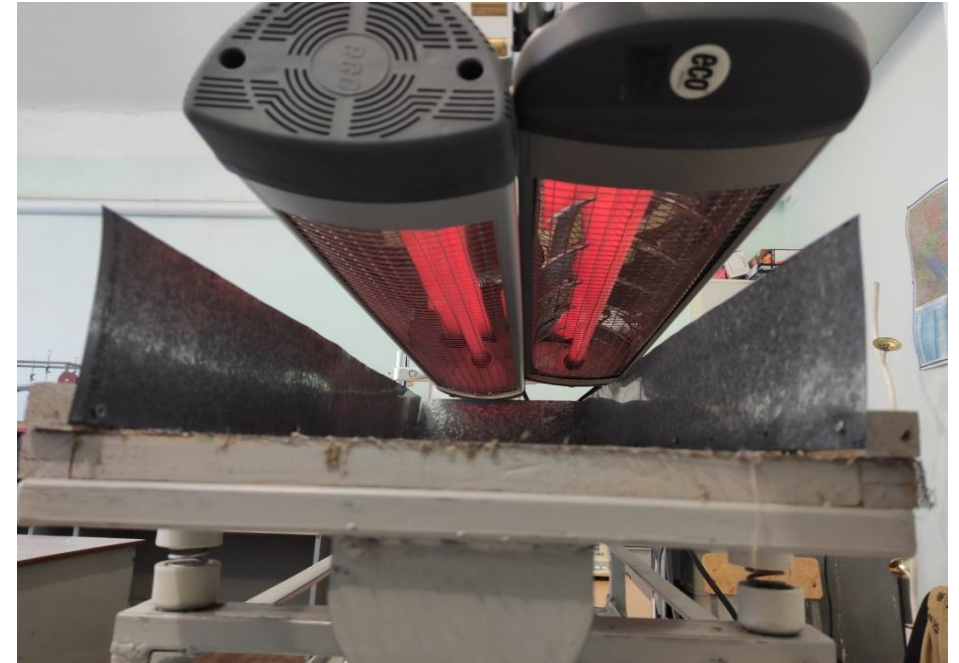
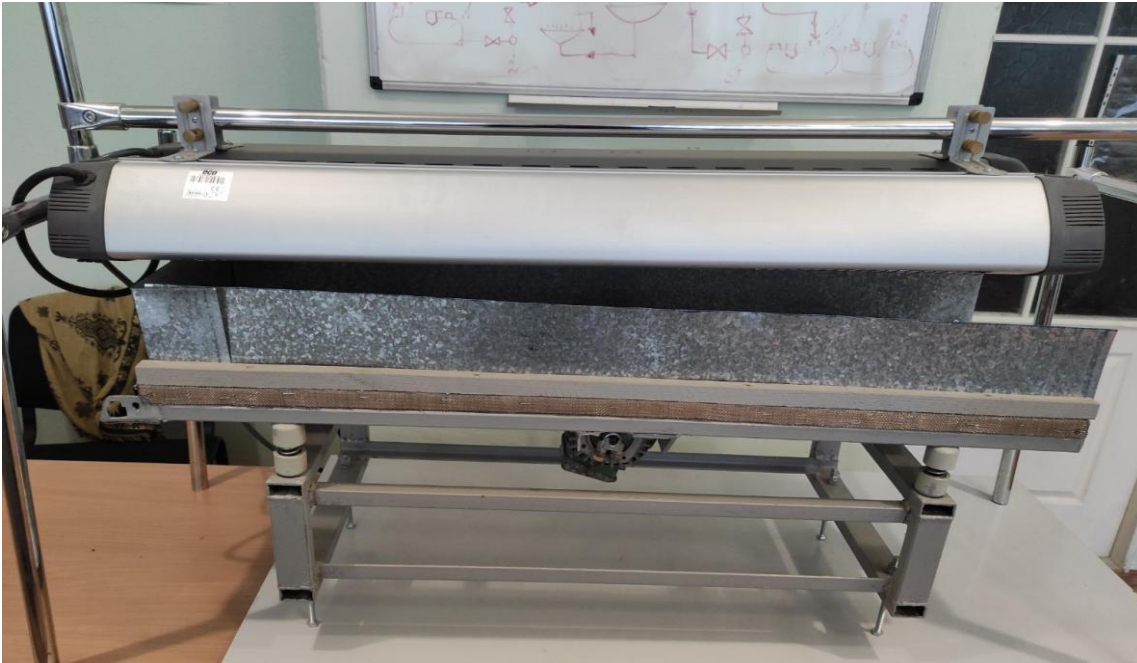
- обґрунтувати тривалість ГЧ-обробки соєвих бобів;
- підібрати оптимальні режими технологічних операцій нанесення поверхневої води перед ГЧ-обробкою і послідує температурування;
- вивчити вплив режимів термообробки на утримання інгібіторів трипсину, білковий комплекс, ліпідний комплекс соєвих бобів, а також їх мікробіологічну забрудненість;
- розробити апаратурно-технологічну схему отримання продуктів з соєвих бобів, які пройшли стадію термообробки та провести практичне впровадження отриманих результатів;
- дослідити стан охорони праці в ТОВ «Дніпросоя»;
- провести розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес обробки бобів сої установкою ГЧ-опромінення.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних показників процесу обробки бобів сої ГЧ-променями з якісними показниками кінцевого продукту.

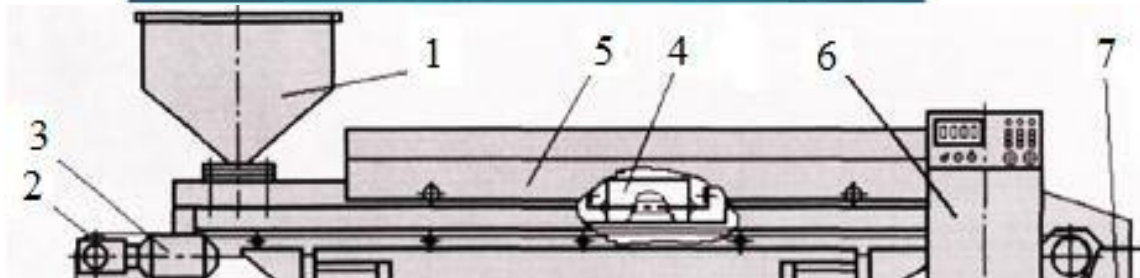
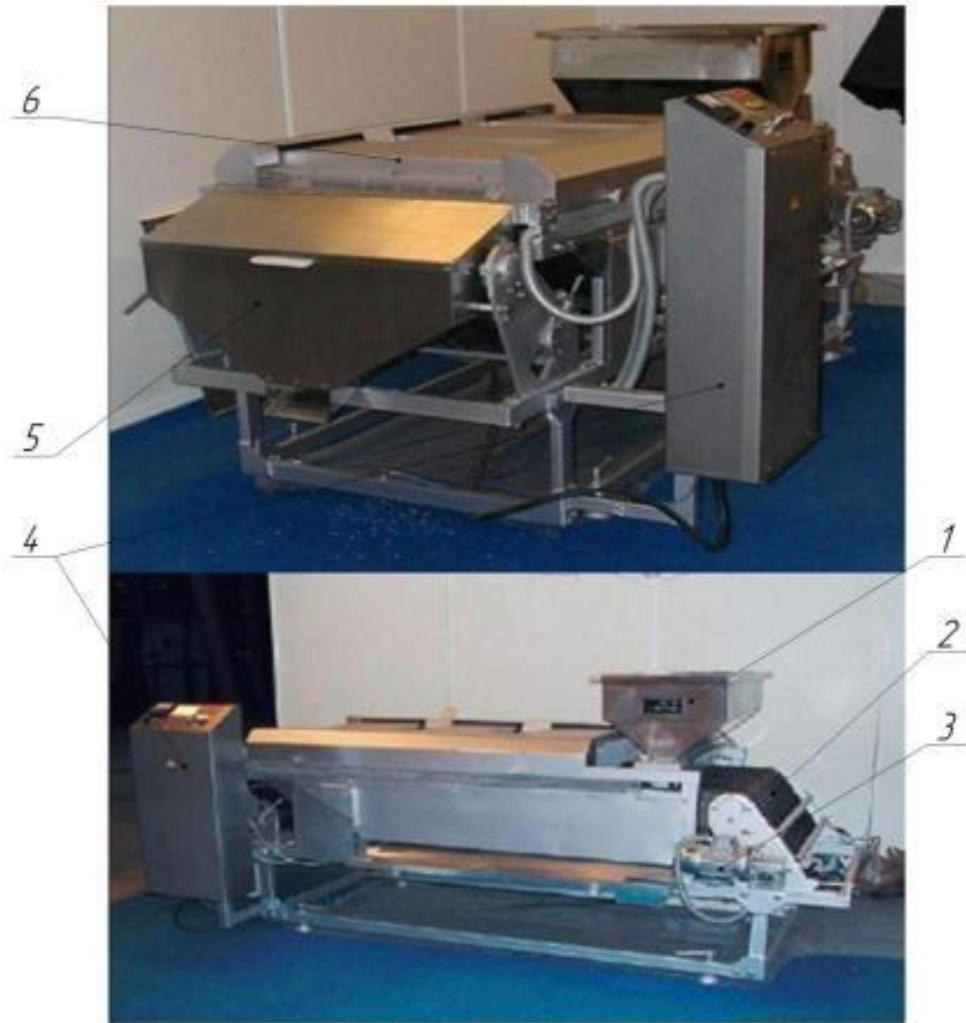
Якість досліджуваної партії соєвих бобів

Найменування показника	Характеристика
Колір	Світло-жовтий
Запах	Властивий нормальному насінню сої
Форма	Куляста
Поверхня	Гладка, матова,
Стан	Не гріється, в здоровому стані
Вологість, %	9,2
Сміттева домішка, %	0,14
Органічна домішка, %	0,12
Насіння рицини	Не виявлено
Зараженість шкідниками зернових запасів	Не виявлено



Загальний вигляд експериментальної установки для ГЧобробки зернової сировини

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ



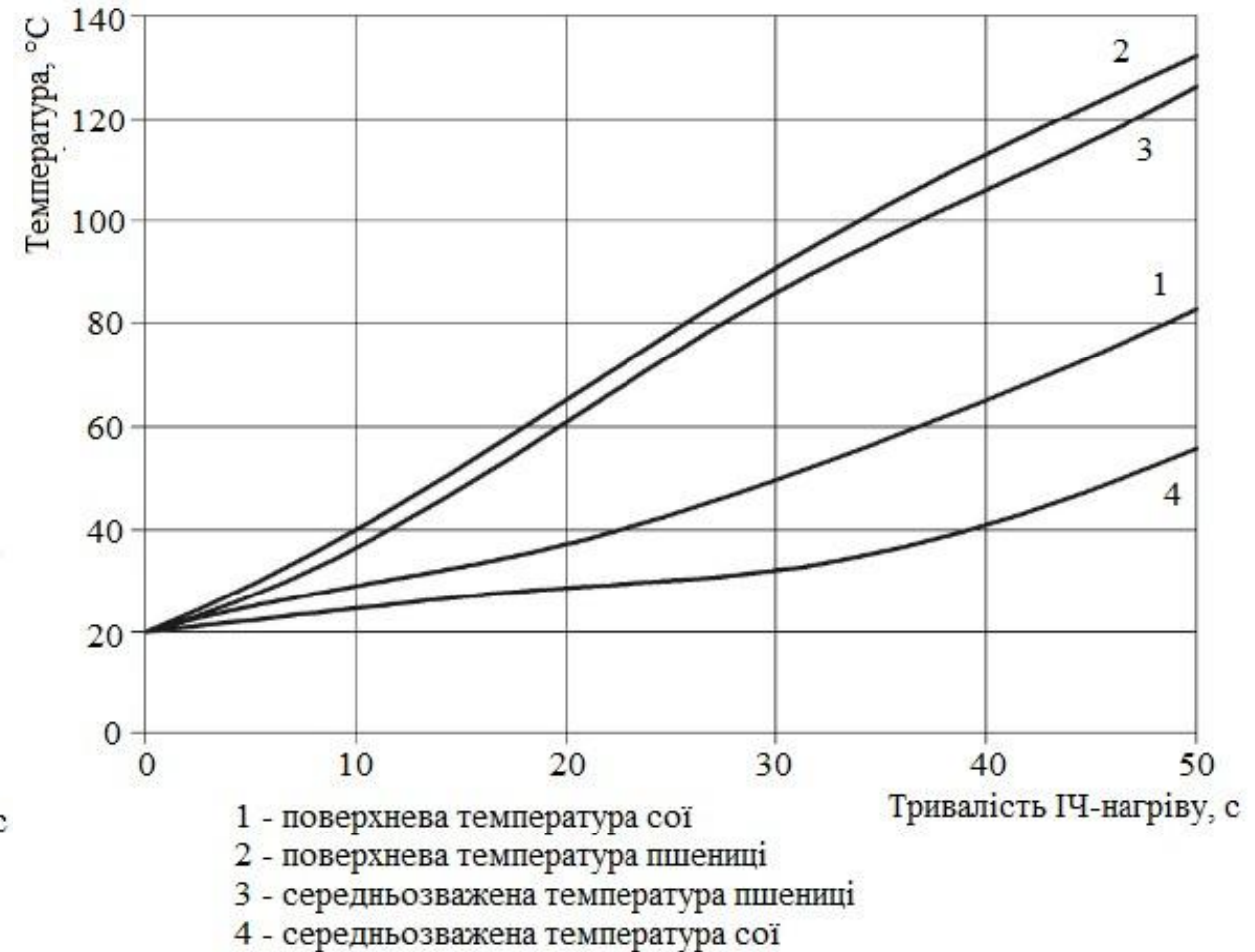
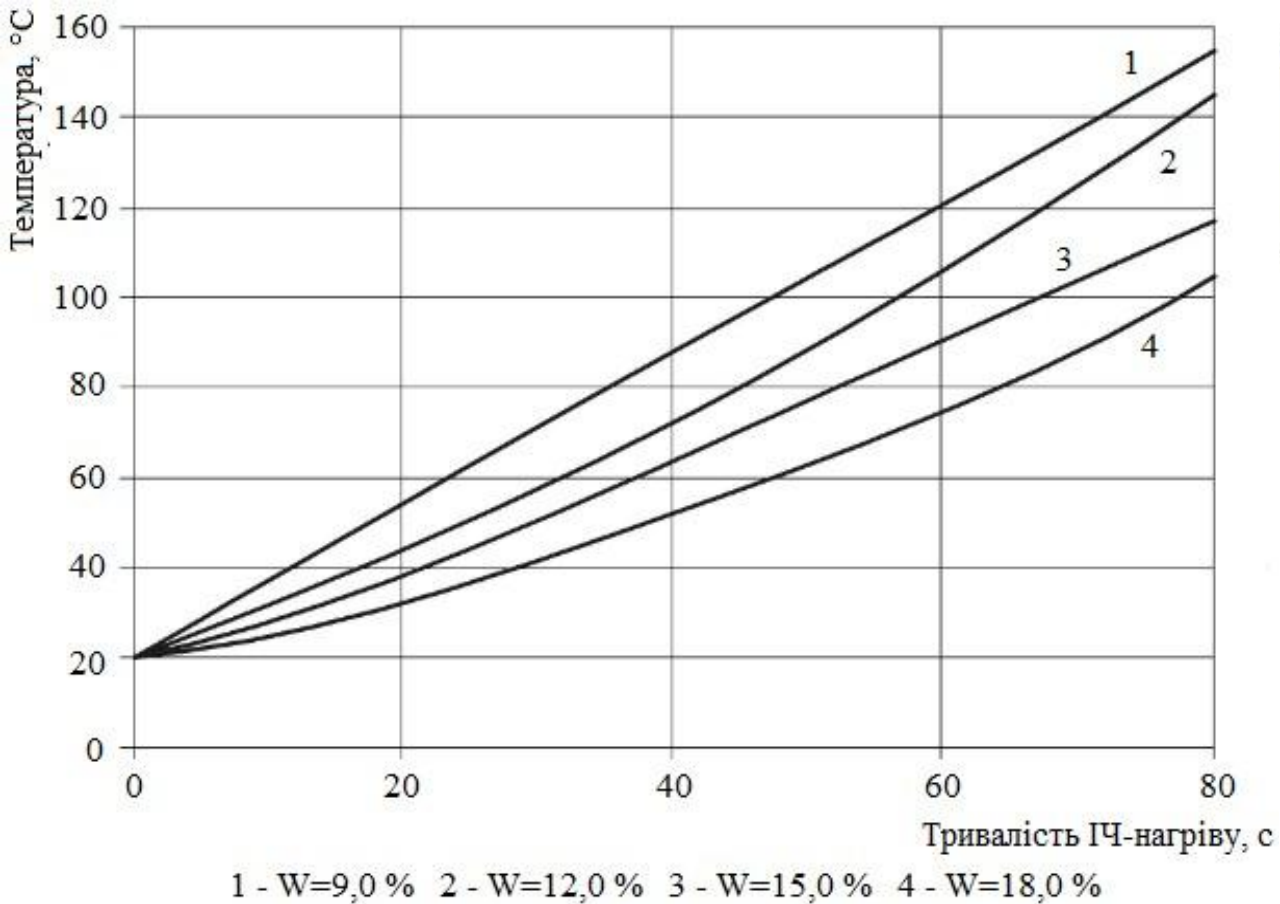
1 – бункер; 2 – транспортер; 3 – мотор-редуктор; 4 – касета;
5 – кожух; 6 – пульт управління; 7 – темперуючий бункер; 8 –
рама.

Загальний вид установки для мікронізації типу УТЗ-4М

1 – бункер завантажувальний; 2 – стрічковий транспортер;
3 – електродвигун; 4 – блок керування; 5 – бункер для
мікронізованого зерна; 6 – захисний кожух ІЧ-випромінювачів.

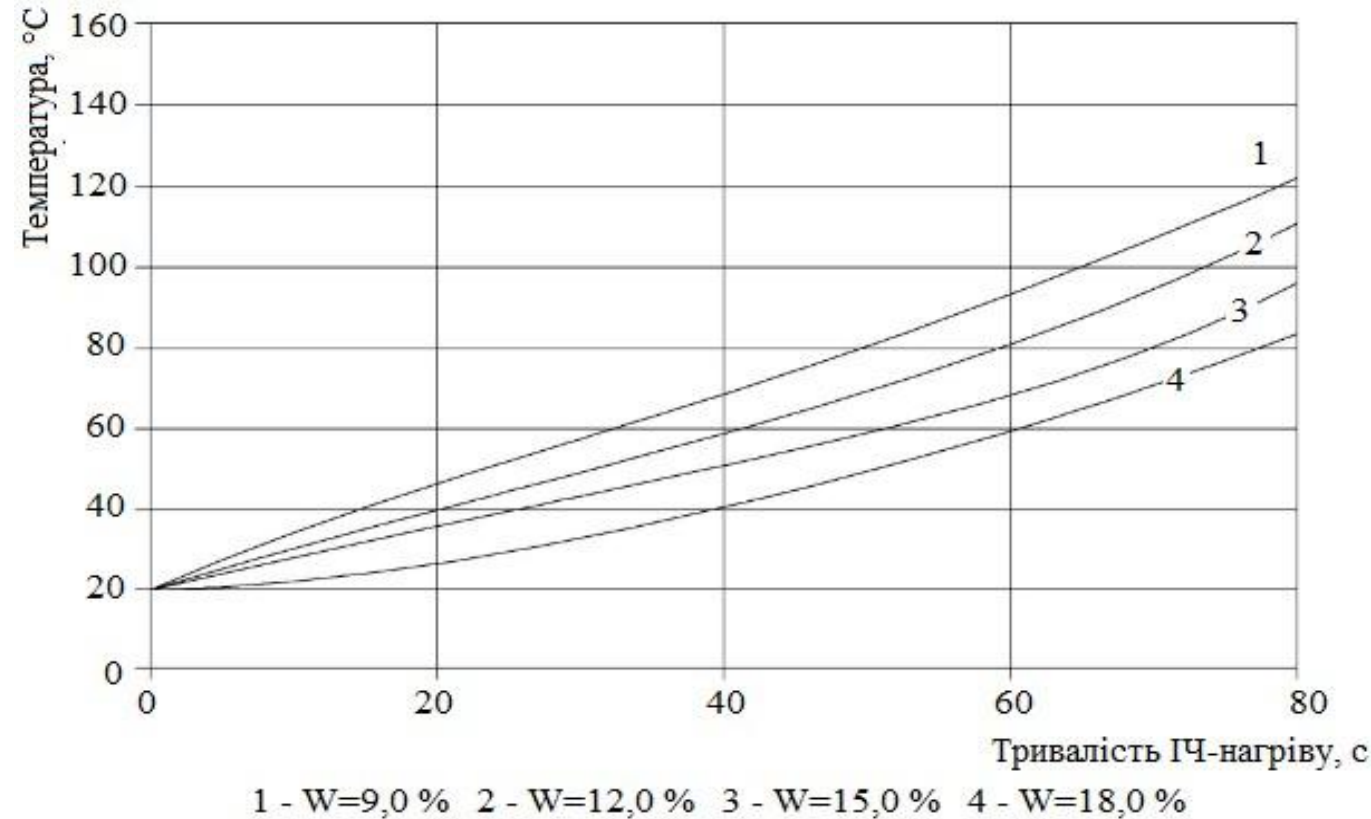
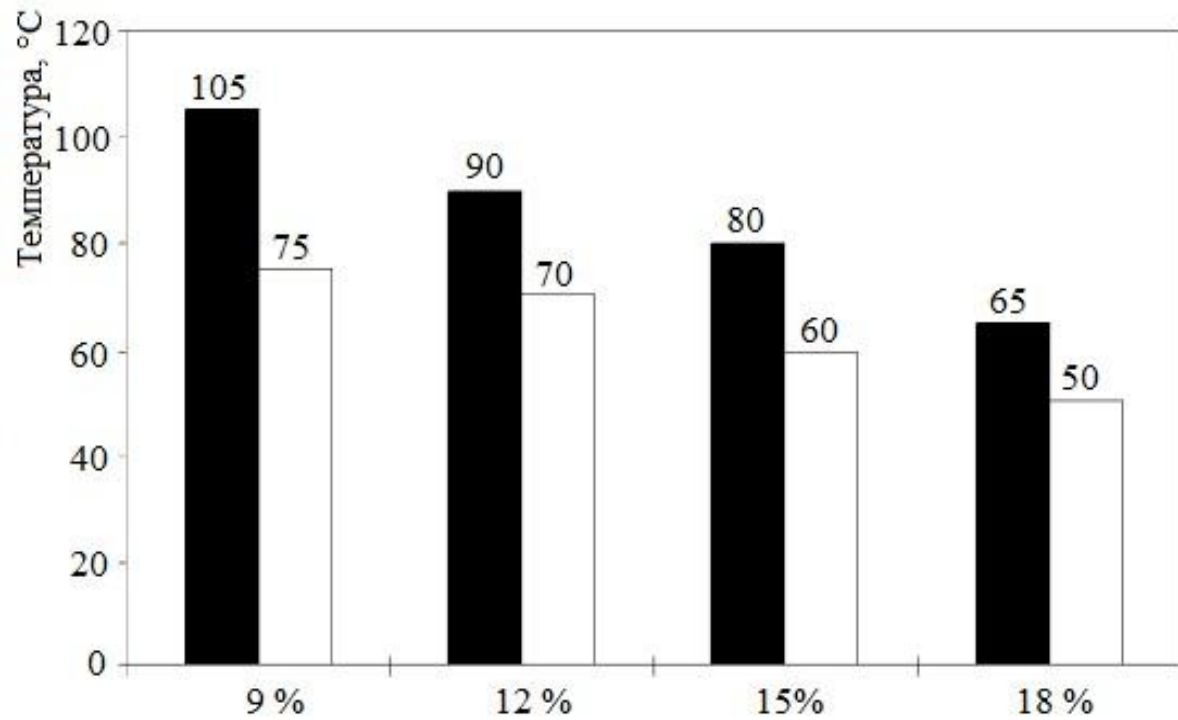
ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1



Кінетика нагрівання соєвих бобів на ІЧ-установці в залежності від початкової вологості сировини Кінетика нагрівання соєвих бобів і зерна пшениці з

вологістю зразків 15,0 %



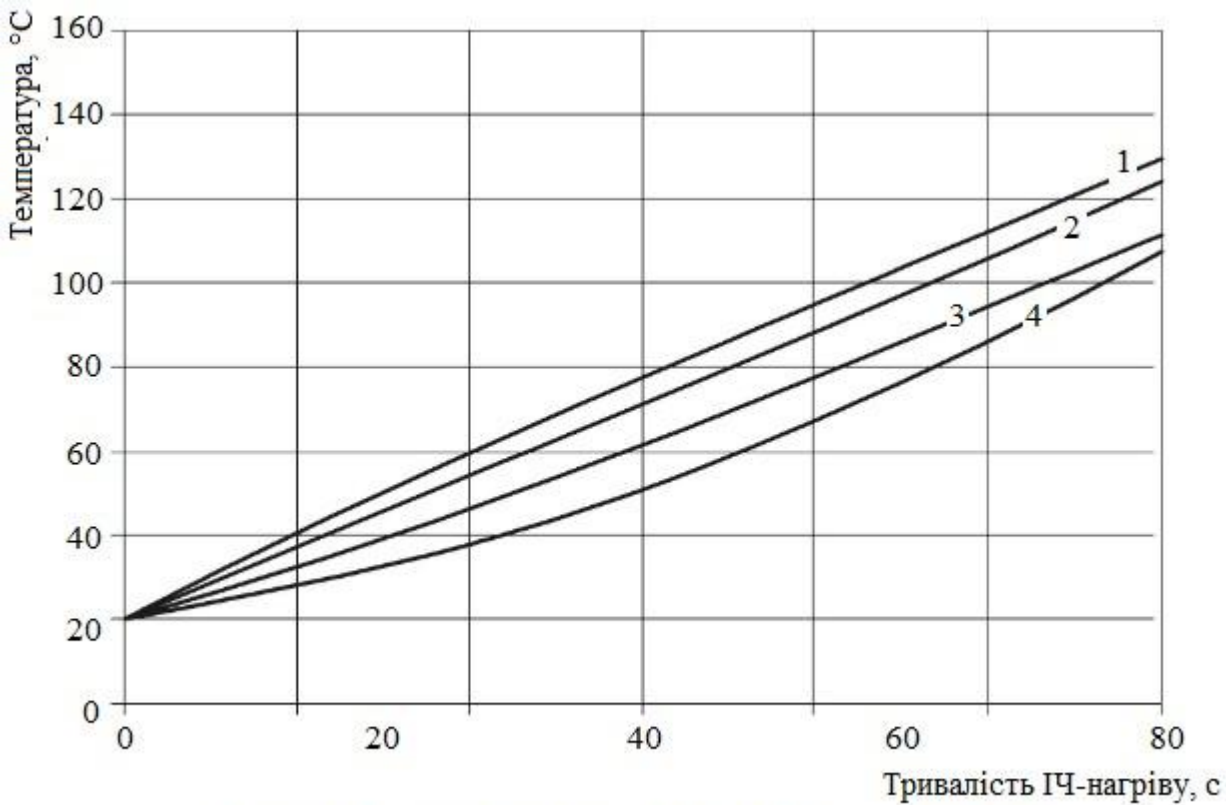
Вплив вологості насіння сої на величину поверхневої та середньозваженої температури сировини Кінетика
середньозваженої температури ІЧ-нагріву насіння

сої в залежності від початкової вологості сировини

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1

Вплив початкової вологості насиченої поверхневої води, що наноситься на зміну поверхневої температури при ІЧ-нагріванні сировини (обробка протягом 50 секунд)



Кількість поверхневої води, %	Поверхнева температура ІЧ-нагріву, °C			
	W = 9,0 %	W = 12,0 %	W = 15,0 %	W = 18,0 %
Без нанесення	145	140	130	125
2	135	125	120	117

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1

4	125	120	115	115
6	120	118	115	110
8	118	118	111	106

Кінетика середньозваженої температури нагріву соєвих бобів на установці УТЗ-4М в залежності від їх початкової вологості

Зміна активності уреазу в залежності від початкової вологості соєвих бобів і режимів їх ІЧ-нагріву

Час ІЧ-обробки, с	Активність уреазу, од. рН			
	W = 9,0 %	W = 12,0 %	W = 15,0 %	W = 18,0 %
Без обробки	1,87	1,75	1,90	1,92
40	1,61	1,55	1,74	1,71
50	0,53	0,45	0,48	0,50
60	0,33	0,30	0,36	0,31
70	0,15	0,22	0,34	0,30
80	0,05	0,10	0,10	0,12

Вплив процесу і часу темперування на активність уреазу

Час темперування, хв	Активність уреазу в зразках ІЧ-обробленої сої, од. рН	
	Час обробки 60 с	Час обробки 50 с

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1

	W = 9,0%	W = 12,0%	W = 15,0%	W = 18,0%	W = 9,0%	W = 12,0%	W = 15,0%	W = 18,0%
Без темперування	0,33	0,30	0,36	0,31	0,53	0,45	0,48	0,50
3	0,21	0,20	0,23	0,20	0,33	0,30	0,32	0,37
5	0,18	0,15	0,17	0,16	0,20	0,20	0,19	0,22
7	0,12	0,11	0,14	0,12	0,16	0,15	0,17	0,17
10	0,05	0,04	0,05	0,05	0,09	0,10	0,09	0,09

Амінокислотний склад білків соєвих бобів, г/100 г білка

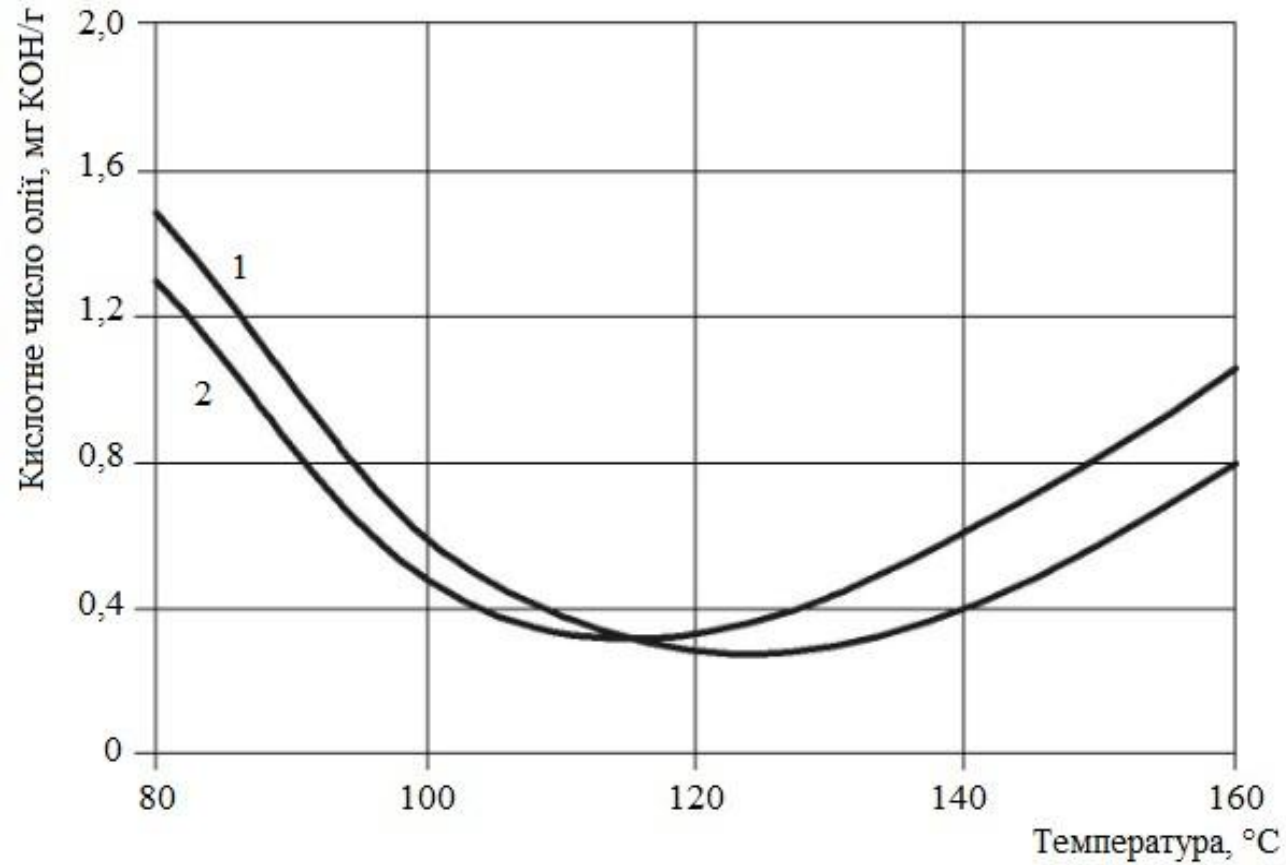
Амінокислота	Контрольний зразок (соє без обробки)	Дослідні зразки	
		ІЧ-обробка	ІЧ-обробка темперування +
Треонін	2,33	2,08	2,17
Серін	2,21	2,72	2,19
Глютамінова кислота	5,54	5,50	5,55
Пролин	1,65	1,95	1,50
Гліцин	1,98	2,00	2,02
Аланин	1,79	1,85	1,33
Цистин	0,48	0,60	0,56

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Валін	1,34	1,12	1,80
Метіонін	0,57	0,55	0,50
Ізолейцин	2,82	2,59	2,28
Лейцин	2,25	2,33	2,80
Тирозин	1,10	0,71	0,47
Фенілаланін	0,49	0,25	1,13
Лізин	2,40	2,01	2,34
Гістидин	0,62	1,01	0,58
Аргінін	2,71	2,54	2,80
Сума амінокислот	30,28	29,81	30,02

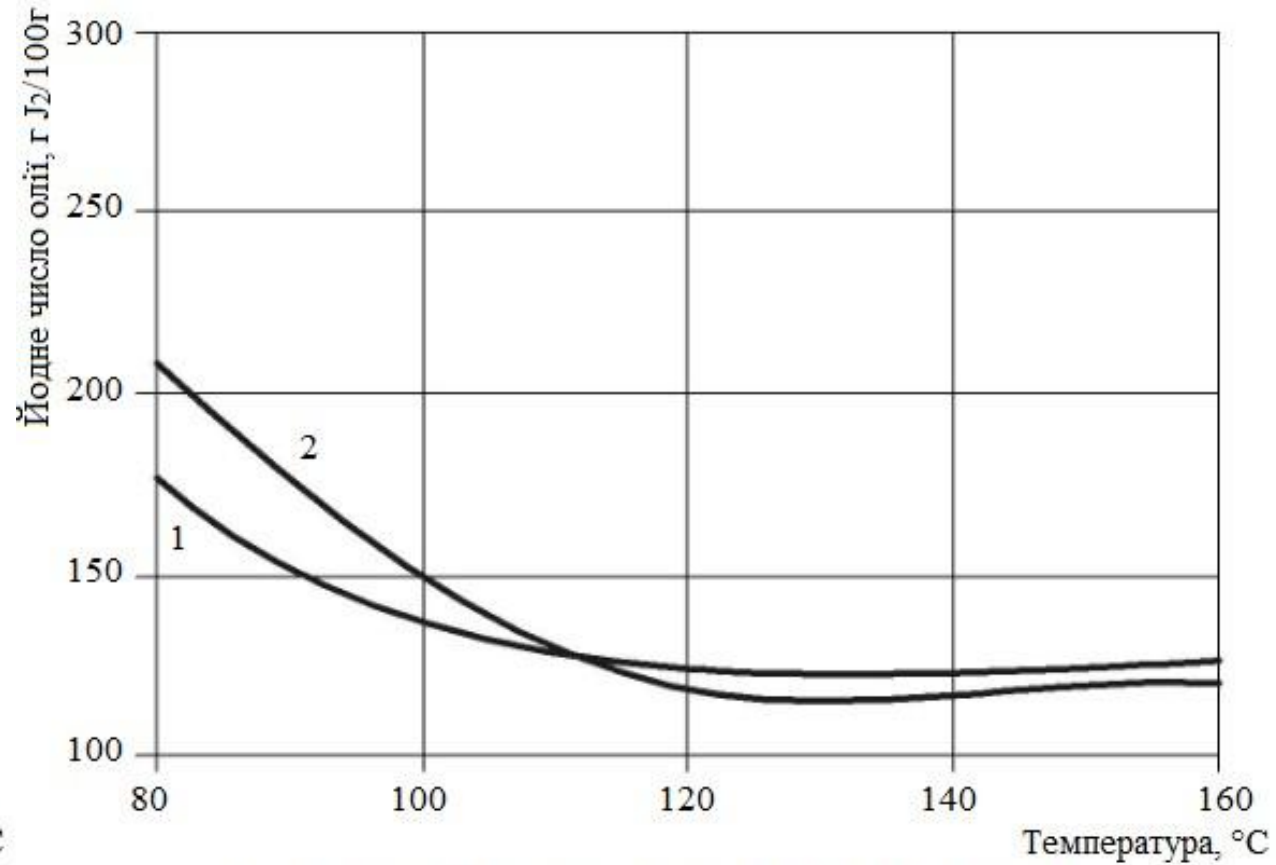
ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1



1 - Д1, Д2, Д3, Д4, Д5 2 - Д1*, Д2*, Д3*, Д4*, Д5*

Вплив температури ІЧ-обробки насіння сої на кислотне число олії



1 - Д1, Д2, Д3, Д4, Д5 2 - Д1*, Д2*, Д3*, Д4*, Д5*

Вплив температури ІЧ-обробки насіння сої на йодне число олії

Спосіб нагріву	ОМЧ,	Бактерії, тис. КУО/г	Гриби,
----------------	------	----------------------	--------

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1

		Коки	Неспороутворюючі	Спороутворюючі	
Без обробки	677	136	274	206	61
Конвективне нагрівання	187	-	25	142	20
ІЧ-нагрівання	10	-	-	10	-

Вплив способів нагріву соєвих бобів на мікрофлору зерна

Соєві боби
↓
Термообробка
(поверхнєве нанесення води в кількості 1,0 – 6,0 %, ІЧ-обробка при $t=120 - 130$ °С, темперування протягом 5 – 7 хвилин)

Соєві боби термооброблені

Охолодження

Соєві боби охолоджені

На фасування

Цілі соєві боби термооброблені

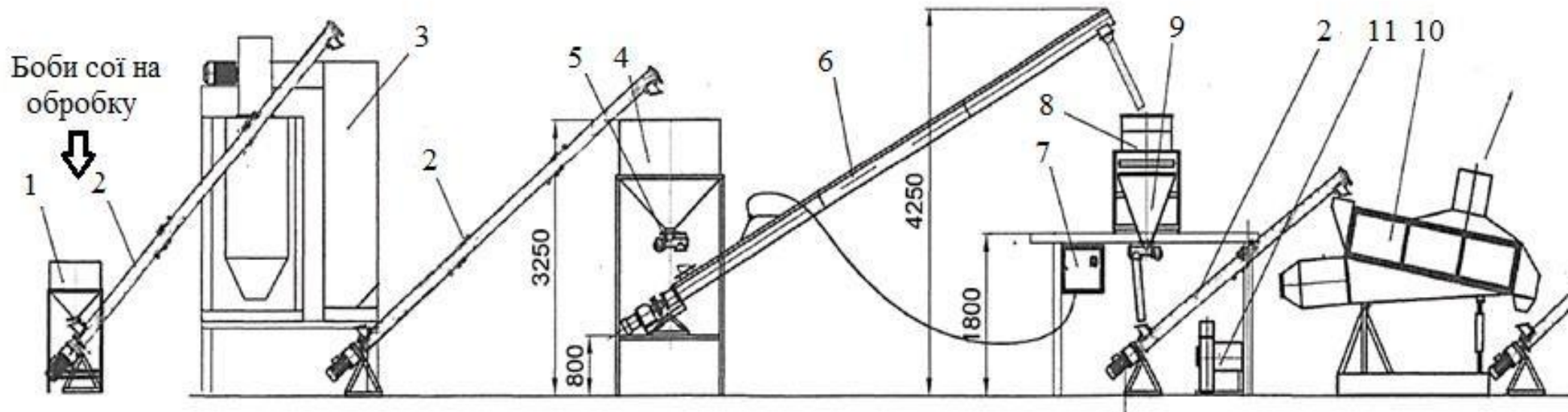
ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

1

Принципова схема отримання продуктів з
термооброблених соєвих бобів

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ



Апаратно-технологічна схема отримання цілісних термооброблених соєвих бобів

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

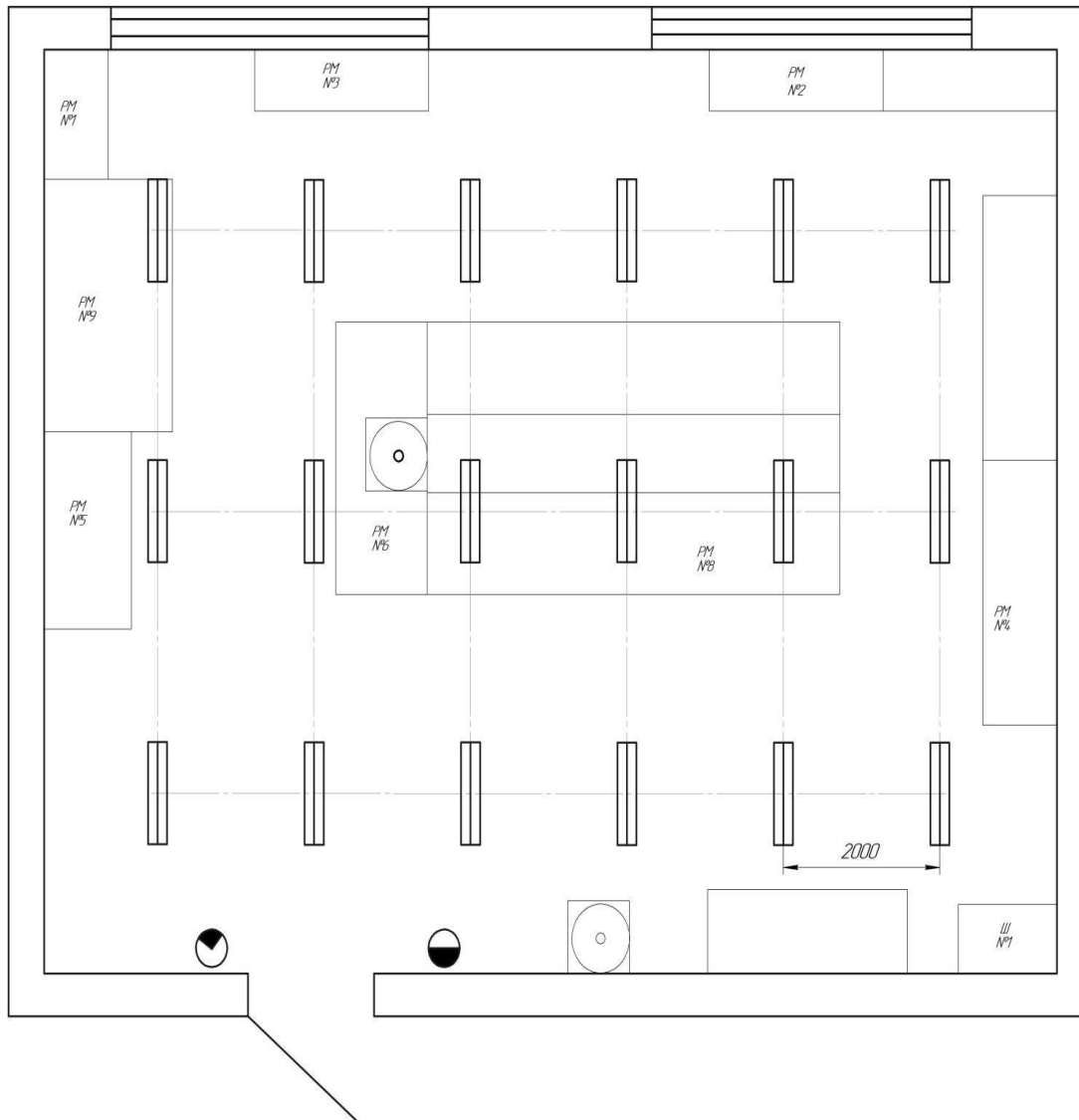
ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Характеристика соєвих бобів, які пройшли стадію термообробки

Найменування показників	Вихідні соєві боби (без обробки)	Цілі соєві боби, які пройшли обробку
Колір	Світло-жовтий	Світло-коричневий
Запах	Нейтральний	Приємний, слабо-горіхоподібний
Форма	Куляста	Куляста
Активність уреазы, од. рН	1,91	0,11
Розчинний протеїн, %	97,68	41,5
Перетравлюваний білок, %	25,4	95,2
Жир, %	17,2	17,1
Кислотне число олії, мг КОН/г	0,40	0,39
Йодне число олії, г J ₂ /100 г	125,0	124,5
Олігосахариди, % Сафіноза	1,452	1,134
Стахіоза	4,863	2,912

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ З ПОЛІПШЕННЯ УМОВ ПРАЦІ



Характеристика системи освітлення

1. Кількість ламп - 18 шт
2. Кількість світильників - 18 шт
3. Тип ламп - люмінісцентні

Умовні позначення

- ▬ - світильники;
- - вогнегасник ВПП-5
- ◐ - вогнегасник ВПК-5
- PM - робоче місце
- Ш - шафа для паперів

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

КОШТОРИС ВИТРАТ НА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	265,00
Заробітна плата	1000,00
Нарахування на заробітну плату	220,00
Електроенергія	195,96
Амортизація	87,02
Накладні витрати	800,00
Всього	2567,98

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 1000,00 грн та 800,00 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3338,37 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Встановлено, що обробка соєвих бобів на існуючій ІЧ-установці УТЗ-4 не дозволяє досягти необхідної середньозваженої температури без «обгорання» поверхні сировини, необхідної, для зниження вмісту антипоживних речовин сої до безпечного рівня.

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Досліджено вплив вологості соєвих бобів і температур ІЧ-обробки на модернізованій ІЧ-установці на зміну біохімічних показників сої та визначено оптимальні режими ІЧ-нагріву сировини.

Встановлено, що включення в технологічний процес термообробки сої тільки стадії ІЧ-нагріву не дозволяє знизити вміст уреаз до нормативного значення. Нами запропонована додаткова стадія – темперування і обґрунтована її тривалість.

Встановлено режим термообробки (нанесення поверхневої води в кількості 4,0 – 6,0%, температура ІЧ-нагріву 120 – 130 °С, темперування протягом 5 – 7 хвилин), який дозволяє підвищити в 2,5 – 3,0 ферментативну атакується білків сої, що веде до кращого засвоєння готових продуктів; стабілізувати ліполітичний комплекс сировини, зокрема, знизити активність ліпази і ліпоксигенази.

Встановлено, що метод ІЧ-обробки соєвих бобів є ефективним способом підвищення мікробіологічної чистоти сировини, так як дозволяє істотно знизити (в десятки разів) вміст в них сторонньої мікрофлори.

Розроблено апаратурно-технологічну схему отримання соєвих бобів, які пройшли стадії ІЧ-обробки і темперування.

Проведено порівняльний аналіз оброблених соєвих бобів, по комплексу якісних характеристик за розробленим способом в порівнянні з існуючими.

Запропоновано новий спосіб обробки соєвих бобів за допомогою інфрачервоного енергопідводу для отримання різних соєвих продуктів і використання їх в харчовій і комбікормовій промисловості.

Запропонований спосіб може бути рекомендований до практичної реалізації на діючому підприємстві ТОВ «Дніпросоя», що випускає кормові продукти на основі сої.

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Досліджено стан та організацію охорони праці на підприємстві, безпека праці при роботі з агрегатами та машинами для проведення ІЧ-обробки зерна та зернопродуктів, вимоги перед початком роботи, під час роботи, після її завершення та при виникненні аварійних ситуацій. Також було запропоновано заходи щодо поліпшення стану охорони праці на підприємстві.

Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 1000,00 грн та 800,00 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3338,37 грн.