

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра харчових технологій

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

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

**Обґрунтування технології виробництва  
хлібобулочних виробів збагачених продуктами  
переробки насіння арахісу**

**Виконала:** здобувачка вищої освіти 2 курсу,  
групи МГХТ-1-22  
освітньо-професійної програми «Харчові  
технології»  
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Олександра СУХОПАР

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Ірина ХОЛОБЦЕВА

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Віталій НІЯКИЙ

Дніпро 2023

**ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

В.о. завідувача кафедри  
харчових технологій,

кандидат технічних наук, доцент

Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«09» листопада 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Сухопар Олександрі Максимівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва хлібобулочних виробів збагачених продуктами переробки насіння арахісу».

Керівник роботи: Холобцева Ірина Петрівна, докторка філософії, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «09» листопада 2023 року № 3423.

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

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва хлібобулочних виробів збагачених харчовими волокнами продуктів переробки насіння арахісу.

2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд літератури. 2 Об'єкти та методи дослідження. 3 Експериментальна частина. 4 Практичне впровадження отриманих результатів. 5 Охорона праці та захист навколишнього середовища. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Аналітичний огляд літератури. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Матеріали та методи досліджень. 4 Структурна схема проведення досліджень. 5 Результати експериментальних досліджень. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцентка ХОЛОБЦЕВА Ірина	09.11.2023	08.12.2023
5	доцентка ХОЛОБЦЕВА Ірина	09.11.2023	08.12.2023
6	доцентка ХОЛОБЦЕВА Ірина	09.11.2023	08.12.2023

7. Дата видачі завдання 09 листопада 2023 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	09.11-10.11.23	виконано
2	Аналітичний огляд літератури	13.11-15.11.23	виконано
3	Об'єкти та методи дослідження	16.11-17.11.23	виконано
4	Експериментальна частина	20.11-23.11.23	виконано
5	Практичне впровадження отриманих результатів	24.11-28.11.23	виконано
6	Охорона праці та захист навколишнього середовища	29.11-30.11.23	виконано
7	Організаційно-економічна частина	01.12-04.12.23	виконано
8	Загальні висновки та бібліографія	05.12-06.12.23	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	07.12.2023	виконано

Здобувачка вищої освіти \_\_\_\_\_ Олександра СУХОПАР  
( підпис )

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Ірина ХОЛОБЦЕВА  
( підпис )

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить 80 сторінки друкованого тексту, 13 рисунків та ілюстрацій, 23 таблиці та використано 50 літературних джерел посилань.

Метою даної роботи є вдосконалення технології та процесу виробництва хлібобулочних виробів, збагачених продуктами переробки насіння арахісу.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва хлібобулочних виробів збагачених харчовими волокнами арахісу.

Предмет дослідження – хлібобулочні вироби з нетрадиційною білкововмісною рослинною сировиною.

Арахіс – одна з основних білково-олійних культур, має гарну врожайність і стійкість до сільськогосподарських захворювань. Насіння арахісу містить близько 50 % олії і більше 35 % повноцінного білка з високим вмістом основних незамінних амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин і харчових волокон.

При ІЧ-термообробці завдяки короткочасності, високій швидкості нагрівання поверхні і малому градієнту температур відбувається підсушування і руйнування насінневої плівки арахісу, що призводить до її ефективного, практично повного відділення. При цьому відбувається часткова денатурація білків, інактивація антипоживних речовин, за рахунок чого підвищується водопоглинальна здатність, харчова та біологічна цінність.

У зв'язку з цим, відкриваються нові можливості використання високоочищеного насіння арахісу, підданого ІЧ-обробці, при виробництві хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності.

*Ключові слова:* ДОСЛІДЖЕННЯ, ХЛІБОБУЛОЧНІ ВИРОБИ, БІЛКОВОВМІСНА СИРОВИНА, ХАРЧОВІ ВОЛОКНА, ЗМІШУВАННЯ, ОПАРА, ІЧ-ОБРОБКА, АРАХІС.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Аналіз сучасного стану застосування насіння арахісу та продуктів його переробки у харчовій промисловості	9
1.2 Застосування насіння арахісу та продуктів їх переробки у харчовій промисловості	14
1.3 Огляд способів та апаратури для термообробки сільськогосподарської сировини	22
Висновки за розділом	28
2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	31
2.1 Об'єкти досліджень	31
2.2 Методи досліджень	31
2.2.1 Методи дослідження основних показників якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції хлібопекарського виробництва	31
2.2.2 Структурна схема досліджень	33
Висновки за розділом	34
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	35
3.1 Вплив температурних режимів при ІЧ-обробці на функціональні властивості білків арахісу	35
3.2 Дослідження хімічного складу та якісних показників отриманої білкової арахісової маси	38
3.3 Дослідження впливу білкової арахісової маси на хлібопекарські властивості пшеничного борошна	42
3.4 Дослідження впливу білкової арахісової маси на структурно-механічні та реологічні властивості пшеничного тіста	47
3.5 Вплив білкової арахісової маси на якість готового хліба та обґрунтування її оптимального дозування	49
3.6 Вплив способу приготування тіста і способу внесення білкової	

арахісової маси на якість готових хлібобулочних виробів	53
3.7 Вплив термомодифікованої білкової арахісової маси на термін збереження свіжості хліба	56
Висновки за розділом	58
<b>4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ</b>	<b>59</b>
4.1 Розробка рецептур та технологічних режимів виробництва хлібобулочних виробів, збагачених білковою арахісовою масою	59
4.2 Оцінка харчової та біологічної цінності хліба, збагаченого білковою арахісовою масою	62
Висновки за розділом	63
<b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА</b>	<b>64</b>
5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва хлібобулочних виробів	64
5.2 Утилізація відходів виробництва	65
Висновки за розділом	65
<b>6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА</b>	<b>66</b>
6.1 Організація проведення дослідження	66
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	68
6.3 Розрахунок вартості дослідження	71
Висновки за розділом	72
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ</b>	<b>73</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ</b>	<b>75</b>

## ВСТУП

Проблема підвищення харчової та біологічної цінності продуктів харчування, у тому числі хлібобулочних виробів, показує доцільність покращення їх хімічного складу, усунення дефіциту окремих компонентів, збагачення повноцінними білками, вітамінами, мінеральними речовинами та харчовими волокнами. Ефективним шляхом вирішення цієї проблеми є використання як добавок високобілкових продуктів рослинного походження, зокрема, продуктів переробки насіння арахісу.

Арахіс – одна з основних білково-олійних культур, має гарну врожайність і стійкість до сільськогосподарських захворювань. Насіння арахісу містить близько 50 % олії і більше 35 % повноцінного білка з високим вмістом основних незамінних амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин і харчових волокон.

Як відомо, традиційний спосіб термічного впливу на насіння арахісу тривалий, що призводить до гідролізу жиру, часткового руйнування деяких амінокислот, а також втрати розчинності білка, а, отже, і зниження його поживної цінності та функціональних властивостей. Крім цього, насіння арахісу покрите тонкою насінневою плівкою (шкіркою), в якій знаходяться речовини, що надають одержуваним продуктам темний колір і гіркий присмак.

Вирішення цих проблем можливе шляхом застосування нової технології переробки насіння арахісу з використанням попередньої ІЧ-термообробки.

При ІЧ-термообробці завдяки короткочасності, високій швидкості нагрівання поверхні і малому градієнту температур відбувається підсушування і руйнування насінневої плівки арахісу, що призводить до її ефективного, практично повного відділення. При цьому відбувається часткова денатурація білків, інактивація антипоживних речовин, за рахунок чого підвищується водопоглинальна здатність, харчова та біологічна цінність.

У зв'язку з цим, відкриваються нові можливості використання високоочищеного насіння арахісу, підданого ІЧ-обробці, при виробництві хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності.

Тому наукові дослідження щодо вдосконалення технології та процесу виробництва хлібобулочних виробів, збагачених продуктами переробки насіння арахісу та процесу їх термообробки ІЧ-опроміненням, що дозволяють отримати нові сорти якісних хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності, є актуальними.

Метою даної роботи стало вдосконалення технології та процесу виробництва хлібобулочних виробів, збагачених продуктами переробки насіння арахісу.

Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- визначити температурні режими ІЧ-обробки насіння арахісу, що забезпечують отримання білкової арахісової маси (БАМ) з необхідними для технології хлібопечення функціональними властивостями;
- розробити технологію отримання БАМ;
- дослідити хімічний склад та якісні показники БАМ;
- дослідити вплив БАМ на хлібопекарські властивості пшеничного борошна, структурно-механічні, реологічні властивості тіста та якість готових хлібобулочних виробів;
- розробити технології та рецептури приготування хлібобулочних виробів, збагачених БАМ;
- оцінити харчову та біологічну цінність хлібобулочних виробів, збагачених БАМ;
- провести розрахунок вартості проведення наукових досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва хлібобулочних виробів збагачених харчовими волокнами арахісу.

Предмет дослідження – хлібобулочні вироби з нетрадиційною білкововмісною рослинною сировиною.



## 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Аналіз сучасного стану застосування насіння арахісу та продуктів його переробки у харчовій промисловості

Арахіс – однорічна невисока трав'яниста рослина сімейства бобових, вологолюбна та теплолюбна культура. Рослина різко відрізняється від інших видів сімейства бобових (сої, квасолі або гороху) будовою квітки та особливістю утворення плода. Біологічною особливістю культурного арахісу, або земляного горіха, є те, що після запилення його зав'язь розростається і перетворюється на плодоносний пагін – гінофор, який спочатку росте вгору, а потім змінює напрямок до ґрунту. Досягнувши його та заглибившись до вологого шару, гінофор формує плід, що розвивається у ґрунті [41].

Плоди арахісу – боби різної форми та величини. Плодова оболонка боба жовтувато-коричнева, пупка, ламка, з внутрішньої сторони гладка, із зовнішньої – сітчаста. У бобі міститься 1 – 5 насінин, частіше 2 – 3. Вміст плодової оболонки 21 – 25 %. Насіння арахісу подовженої або округлої форми, іноді циліндричні, покриті тонкою насінневою оболонкою, жовтуватою або яскраво-червоною. Вміст насінневої оболонки становить 3 – 4 % маси насіння [10].

Культура арахіс відома з давніх давен. Він походить з Південної Америки і обробляється у всіх країнах тропічного та субтропічного клімату. На території нашої країни арахіс з'явився в 1792 р. [21].

Світове виробництво арахісу постійно зростає, збільшуються посівні площі, удосконалюються технології обробки, що забезпечують приріст врожайності. Арахісом щорічно засівають близько 20 – 25 млн. гектарів землі, з яких збирають близько 25 – 30 млн. тонн арахісу (за врожайності від 7 до 30 центнерів з гектара). Близько 65 % всього обсягу виробництва припадає на країни Азії (Індія, Китай, Індонезія, В'єтнам), 25 % – на африканські (Нігерія, Судан, Сенегал), 6 % – на країни Північної та Центральної Америки та 4 % – Південної Америки (Аргентина та Бразилія). Провідними експортерами арахісу є Аргентина, Індія,

Китай та США [13].

З насіння арахісу отримують харчову олію для салатів та пальмітин для виробництва маргарину. Насіння (ядро) арахісу додають у кондитерські вироби, з нього отримують арахісове «молоко» та «вершкове масло». Значну частину насіння арахісу використовують безпосередньо в їжу. Оболонку бобів і насіння використовують на корм худобі та в хімічній промисловості. Шроти застосовують у виробництві харчових концентратів та білків [13].

В арахісових шротах, що особливо зберігалися за несприятливих умов, можлива наявність токсичних продуктів життєдіяльності мікрофлори – афлатоксинів, тому іноді необхідно проводити детоксикацію білкових продуктів. Для цього використовують фізичні (екстракція афлатоксинів сумішшю полярних розчинників типу метанол: вода: хлороформ), хімічні (окислення хлором, фосфорною кислотою, NaOH, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> та ін) та мікробіологічні методи. На жаль ці методи не знайшли поки що промислового застосування.

Заготовлювані боби арахісу ділять на типи і підтипи залежно від величини боба, кількості насіння і маси 1000 бобів (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Характеристика основних типів арахісу

Тип, підтип	Кількість насіння в бобі	Маса 1000 бобів, г
Довгоплідний	3 і більше	Щонайменше 1200
Короткоплідний: великоплідний дрібноплідний	1 або більше 1 або 2	Щонайменше 1000 Менше 1000

Допускається трохи більше 15 % домішки бобів арахісу іншого типу.

За вологістю (%) бобів арахісу розрізняють: сухі (до 8 % включно), середньої сухості (від 8 до 11 % включно), вологі (від 11 до 13 % включно) та сирі (понад 13 %). За засміченістю боби арахісу можуть бути чисті (вміст бур'яну до 1,0; олійної домішки до 2 %), середньої чистоти (вміст бур'яну від 1,0 до 3,0 і олійної домішки від 2,0 до 6 %) і сміттєві (вміст смітної домішки понад 3,0 % і олійної понад 6 %) Заготовлюване насіння арахісу (боби) повинне бути

солом'яно-жовтого кольору, без ознак самозігрівання, стороннього запаху і мати нормальний смак (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 – Рівні якості заготовлюваного насіння арахісу

Показники	Базисні норми	Обмежувальні норми
Вологість, %	10,0	15,0
Вміст домішок, % бур'яном олійної	2,0 4,0	5,0 10,0
Зараженість шкідниками хлібних запасів	Не допускається	Допускається зараженість кліщем
Вміст насіння рицини	Не допускається	Не допускається

Арахіс (боби) постачають для промислової переробки, в кондитерську промисловості та в торговельну мережу (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 – Вимоги до насіння арахісу

Показники	Для торгової мережі	Для кондитерської промисловості
Вологість, %, не більше	10,0	11,0
Вміст домішок, %, не більше: мінеральної органічної насіння дикорослих та культурних рослин	1,0 0,5 Не допускається	3,0 0,5 Не допускається
Вміст олійної домішки, %	2,0	6,0
Вміст насіння рицини	Не допускається	Не допускається
Зараженість шкідниками	Те саме	Допускається зараженість - кліщем не вище II ступеня

У промисловому виробництві культивуються чотири основні сорти арахісу: Спеніш, Раннер, Вірджинія та Валенсія. Вони можуть називатися поіншому у

різних країнах–виробниках арахісу [11].

Спеніш – має дрібні ядра, вкриті рожево-коричневою оболонкою, використовується в основному для приготування арахісу в цукрі, солоних горішків і арахісової пасти (олії). У ядрах цього сорту міститься найбільший відсоток жиру порівняно з іншими сортами. Сорт «Спеніш» має безліч похідних сортів у різних країнах: у Південній Африці – «Натал» та «Селлі», у Китаї – «Гуан Донг», у Парагваї – «Парагвай кенел», в Аргентині – «Лайтскін» та «Манфреді», в Індії – «Ява».

Ядра Вірджинії мають найбільший розмір і використовуються в основному цілими. Цей сорт дуже поширений по всьому світу, в Єгипті його називають «Єгиптіан Гіаїт», в Китаї – «Ладж Сайз».

Раннер – це гібрид Спеніша та Вірджинії, ядра його більші за ядра Спеніша і більш довгасті. Арахіс цього сорту широко використовують для приготування арахісової олії (пасти). В Індії похідні цього сорту називаються "Бомбей болд", у Китаї – "Хсю-джи", в Судані "Ашфорд".

Спеніш, Раннер та Вірджинія мають світлу оболонку. На відміну від них, сорт Валенсія має яскраво-червону оболонку, за що його називають ще «Редскін». Цей сорт широко поширений в Аргентині, Бразилії, Мексиці та Китаї.

Сортам Вірджинія і Спеніш потрібно близько 150 днів для повного дозрівання, завдяки досить короткому періоду росту і дозрівання ці сорти добре приживаються в областях, що зазнають заморозків. Раннеру ж потрібно близько 200 днів для повного дозрівання, у зв'язку з чим, Раннер культивується в областях, що не піддаються заморозкам. Чотири основні сорти арахісу поділяються також на кілька типів залежно від калібру ядер (кількість ядер на 1 унцію). Так Спеніш і Валенсія мають максимальний калібр 50/60 ядер на унцію, Раннер – 38/42, Вірджинія 21/25 ядер на унцію [13].

У насінні арахісу виявлено багато вітамінів і біологічно активних речовин. Серед них (мг/кг): біотин – 0,34 – 1,10; холін – 1650 – 1740; фолієва кислота – 88 – 200; пантотенова кислота – 25 – 35.

З вуглеводів у насінні арахісу присутні (%): редукуючі цукри – 0,06 – 0,30;

дисахариди (сахароза) – 1,5 – 7,0; крохмаль – 0,9 – 6,7; пентозани – 2,2 – 2,8; целюлоза – 2,0 та пектинова кислота – 4,0 [11].

У насінні арахісу головним білком є арахін. Це глобулін з молекулярною масою 180 г/моль, його молекула формою нагадує еліпсоїд і складається з 6 субодиниць. Солерозчинні білки пов'язані з ліпідами [10].

При ураженні насіння арахісу мікроскопічними грибами роду *Aspergillus* швидко зменшується вміст високомолекулярних глобулінів – арахіну та конарахіну, які руйнуються до низькомолекулярних білкових компонентів. У насінні майже повністю зникають алкогольегідрогеназа та кисла фосфатаза і одночасно накопичуються естерази, пероксидази, каталази, оксидази.

Мінеральний склад насіння арахісу досліджено докладно. У найбільшій кількості містяться калій (540 – 890 мг/100 г), фосфор (250 – 660 мг/100 г), кремній та титан (по 80 мг/100 г). Виявлено також марганець, ванадій, цинк та інші елементи (всього 25).

Високий вміст основних життєво необхідних амінокислот наближає білки арахісу до білка м'яса та курячого яйця [11, 13].

Амінокислотний склад білків арахісу наведено у таблиці 1.4.

Насіння арахісу містить активні ліпоксигеназу та уреазу. Присутність активної ліпоксигенази небажана перш за все тому, що вона викликає окислювальне псування продуктів, веде до втрати каротиноїдів у складі олії та окислення лінолевої кислоти.

Активність уреазу при тепловій обробці насіння корелює з активністю інгібіторів травних ферментів. У зв'язку з цим визначення активності уреазу в шроті зі знежиреного насіння дозволяє судити про можливість використання білків насіння як джерела харчових продуктів [11].

Таблиця 1.4 – Амінокислотний склад насіння арахісу

Амінокислота	Зміст у насінні арахісу, % від суми
Аланін	3,8
Аргінін	11,3
Аспаргінова кислота	10,3
Валін	3,6
Гістидин	2,3
Гліцин	5,0
Глютамінова кислота	17,0
Ізолейцин	2,8
Лейцин	6,0
Лізин	3,4
Метіонін	1,2
Пролін	3,4
Тирозін	3,7
Треонін + серін	7,2
Триптофан	1,0
Фенілаланін	4,3
Цистін	1,2

## 1.2 Застосування насіння арахісу та продуктів їх переробки у харчовій промисловості

Завдяки своєму хімічному складу насіння арахісу і продукти, що отримуються з нього, широко використовуються в харчовій промисловості. У насінні арахісу міститься більшість необхідних для організму вітамінів та мікроелементів. Арахіс застосовується у кондитерській промисловості [13].

Олія арахісу вважається однією з найбільш високоякісних харчових рослинних олій. Вироби з арахісу дуже популярні у вегетаріанців та людей, які хотіли б максимально скоротити споживання м'яса. Арахіс та олія з нього містять головним чином ненасичені жирні кислоти, які сприяють зниженню рівня холестерину в крові. Нещодавні дослідження показали, що регулярне споживання арахісу та горіхів, як частини здорової дієти, може значно знизити ризик серцево-судинних захворювань. Також ці продукти є хорошим джерелом фолієвої кислоти.

Американські вчені рекомендують щодня вживати 1 унцію (28,3 г) арахісу або 2 столові ложки олії арахісу [11].

У сучасному виробництві кондитерських виробів використовуються подрібнені ядра горіхів або зернових культур з метою їх нанесення на поверхню, вкриту шоколадною глазур'ю. Для цього ядра або зерна повинні бути попередньо подрібнені, просіяні та обсмажені [12].

В даний час горіхи широко застосовуються не тільки як продукт харчування у сирому вигляді, але і як харчова сировина, що використовується в промислових масштабах. Застосування горіхів для харчових цілей пояснюється як привабливими смаковими якостями, а і наявністю природнього комплексу поживних речовин. Рослинні жири в арахісі містять близько 80 % ненасичених жирних кислот, вживання яких може сприяти зменшенню ризику серцевих захворювань. Боби арахісу багаті на мінеральні речовини, містять вітаміни А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, С.

Боби арахісу використовують у виробництві морозива, хлібопекарських та кондитерських виробів (тортів, тістечок, печива, халви, цукерок, шоколаду, козинак та ін.). Арахіс із поширених видів сировини найбільш наближається до ядра горіхів за своїми фізико-хімічними та органолептичними властивостями [13].

Переважна більшість врожаю арахісу переробляється на масло. При холодному пресуванні одержують вищі сорти майже безбарвної олії чудового харчового продукту без запаху, що своїм приємним смаком майже не поступається оливковій олії. Використовується воно також у фармакології. Нижчі сорти олії йдуть на миловаріння, при цьому отримують високоякісне так зване марсельське мило. Макуха і шрот є прекрасним концентрованим білковим кормом, що йде для відгодівлі птиці і рогатої худоби, особливо молодняку. Бадиля, як і сіно, охоче поїдається худобою і за поживністю майже не поступається люцерновому сіну. Стулки бобів використовують як мульчуючий матеріал для поліпшення складу ґрунтів, підстилки у птахівництві та в будівництві (для створення деревинно-стружкових плит або ізоляційного матеріалу), для виробництва упаковки [11].

З білка арахісу виготовляють найкращу рослинну шерсть – ардил, а також використовують його при виробництві пластмас, клею та багатьох інших продуктів. У той же час, будучи бобовою рослиною, арахіс є добрим меліоратором ґрунту і так само, як і люцерна, збагачує його азотом.

Відомо, що підсмажені горішки смачні самі по собі, тому їх охоче їдять цілком, часто посоливши або посипавши цукром. У роздробленому вигляді вони підмішуються до багатьох кондитерських виробів. З них готують каву, різні креми та пасти, напої, всілякі кондитерські вироби, у тому числі халву. Горіхи дуже калорійні. Один кілограм бобів арахісу дає 5960 калорій, тоді як один кілограм яєць лише 1192 калорії, тобто їхня калорійність у 5 разів вища, ніж у яєць. В Африці із земляних горіхів готують суп або їдять їх у суміші з пшоном чи рисом. У Китаї арахіс служить сировиною для приготування більш ніж 300 видів продукції. У Північній та Південній Америці дуже популярні ласощі – олія із земляного горіха, що складається з розмелених горіхів, меду, соєвого борошна, солоду та арахісової олії, розтертих до однорідної пасти.

Оригінальним напрямом харчового використання арахісу є виробництво на його основі замінників молочних продуктів [8].

У США запатентований спосіб приготування продукту з насіння олійних культур, що містить діацетил і ацетилметилкарбінол, придатного для виробництва замінників молочних продуктів [36].

Цілі насіння арахісу (придатні для цієї мети ще бавовник, ріпак, соняшник, соя та їх суміші) подрібнюють, змішують з водою до отримання суміші, що містить 9 – 18 % компонентів насіння. Суміш пастеризують, охолоджують, заквашують культурою *Lactobacillus casei rhamnosus* ATCC 39 595 або мікроорганізмами, що виробляють діацетил і ацетилметилкарбінол, в концентрації  $5 \times 10^5 - 1 \times 10^9$  (краще  $5 \times 10^6 - 1 \times 10^8$ ) витримують не менше 8 год при 23,89 – 32,22 °С і рН 6 – 7, пастеризують і отримують сквашений продукт з однорідною структурою, збагачений діацетилом і ацетилкарбінолом, і за смаковими властивостями придатний для приготування замінників молочних продуктів. Після сушіння приготовлений продукт містить більше 95 % сухих



речовин і 5 % вологи, може зберігатися до 3 місяців. Для прискорення процесу сквашування в суміш додають 0,15 – 0,6 % лимонної, оцтової кислот, харчових солей та їх сумішей, що дозволяє скоротити концентрацію використовуваної закваски до  $5 \times 10^6$  –  $1 \times 10^7$  клітин/мл. Перед сквашуванням із суміші видаляють клітковину. Наприклад: при використанні суміші з насіння ряду олійних бобових культур видаляють клітковину, а після сквашування готують суміш, що містить, %: 4 – 10 сквашеного продукту, 20 – 30 харчового жиру і 50 – 65 води. В результаті одержують замітник молочного продукту, зокрема вершкового сиру з рН 4,5 – 6. При приготуванні заміників застосовують харчові жири з температурою плавлення 21,11 – 37,78 °С, наприклад, кокосове масло. У них можна додавати знежирене сухе молоко, стабілізатори, емульгатори, солі-плавители, смакові речовини, харчові кислоти та інші компоненти.

У США запатентований спосіб виготовлення низькокалорійних обсмажених горіхів, які за ароматом і зовнішнім виглядом не відрізняються від звичайних горіхів. Спосіб полягає в тому, що обсмажування горіхів проводять до вологості 3,5 – 8 % в умовах, що зберігають колір і аромат, після чого випресовують з горіхів 20 – 60 % олії (під тиском більше 70 атм), доводять горіхи до відновлення початкової форми і обсмажують до повної готовності. Початкове обсмажування проводять при температурі 135 – 175 °С протягом 2 – 60 хв до оптимальної вологості 4 – 5 % (вихідна вологість свіжих горіхів 8 – 12 %). При первинному обсмажуванні колір горіхів 25 – 40 за кольорофотометром, а при остаточному обсмажуванні 35 – 45. Наприклад: сирий арахіс (вологість 7 %) зволожують до 11 %, обсмажують за температури 160 °С протягом 6 хв 15 с. Вологість падає до 5 %. Горіхи бланшують. Колір їх 33 за кольорофотометром. Випресовують при 100 атм 52 % олії протягом 27 хв. Під водяним душем зволожують горіхи до 7 %, після чого обсмажують при температурі 165 °С протягом 5,5 хв. Отримують обсмажені горіхи (колір продукту 40) гарної консистенції та аромату. Насипна маса становить 0,44 г/см [36].

У харчовій промисловості все ширше застосування знаходять рослинні білки, які мають цілу низку переваг перед тваринними. Особливо це стосується

сої, арахісу, насіння кунжуту, соняшника, бавовнику та інших рослинних білків.

У США розроблено спосіб отримання білкових концентратів із нейтральним смаком з арахісу. Концентрати містять, %: 60 – 66 білка, 23 – 28 вуглеводів, 3 – 4 харчових волокон, 0,8 – 3 жири, 0,75 – 1,5 вітамінів і мінеральних речовин і 0,5 – 3 вологи. Це порошок, що характеризується розчинністю білка у воді не нижче 60 % (іноді 80 %).

Для отримання концентратів арахіс після видалення лушпиння і оболонки розмелюють при температурі не менше 38 °С (краще менше 32 °С) і тиску 1,8 – 14 кгс<sup>-2</sup>, достатньому для видалення масла в кількості 18 – 23 % від вихідної маси. Макуху, бажано після додаткового подрібнення, піддають екстракції до залишкового вмісту олії близько 1 %. Рекомендується здійснювати екстракцію протиточним методом при температурі близько 20 °С, а шрот при сушінні не піддавати нагріванню до температури більше 38 °С. Арахіс перед розмелюванням можна також нагріти до температури 93 – 121 °С протягом достатнього часу для усунення присмаку сирого арахісу, або ж бланшувати. Наприклад, сирий арахіс після лушення та видалення оболонки розмелюють до частинок розміром 6,3 – 10,2 мм. Подрібнений матеріал піддають пресуванню в шнековому пресі при температурі близько 20 °С, відокремлюючи сепаруванням 20 % вихідного матеріалу у вигляді олії. Подрібнюють макуху і піддають її протиточній екстракції до залишкового вмісту олії близько 1 %. Залишок сушать при 38 °С і розмелюють при температурі 20 °С, отримуючи порошок, 90 % якого проходить через сито 50 мм. Порошок має білий колір, стійкий до зберігання, вільний від присмаку сирого арахісу. Розчинність білка близько 85 % [27].

В Індії знайшли можливість підвищити харчову цінність знежиреного арахісу шляхом ферментації двома штамми *Rhizopus oligosporus* при виробленні продукту темпах. В результаті ферментації відзначали зростання вмісту розчинного та амінного азоту; вміст загального азоту, жиру та вологості суттєво не змінювалися. Через 18 год ферментації відзначали незначне зниження концентрації цукрів, але через 20 і 22 год вміст цукрів зростав. Вміст розчинного та амінного азоту, доступного лізину та метіоніну був вищим у пробах,

оброблених штамом NRRI 2549. Використання зазначеного штаму перспективне для підвищення харчової цінності продуктів з арахісу.

У Німеччині запропоновано спосіб приготування маси з очищених від оболонки горіхів з віддаленими з них ароматичними речовинами. Насіння витримують у воді при 15 – 25 °С протягом 15 – 24 год для набухання (до збільшення вологості насіння на 35 %), після чого насіння виймають з води, додають до них водорозчинні речовини (сахарозу, прості цукри, сорбіт або інші замінники цукру, а також сіль або будь-які суміші із зазначених речовин), подрібнюють і використовують як напівфабрикат, що нагрівається в суміші таким чином, щоб не відбулася клейстеризація нативного крохмалю, що міститься в напівфабрикаті. Після охолодження напівфабрикату до нього додають ароматизовану воду або сироп для доведення до потрібного значення кінцевої вологості. Масу використовують у кількості 1 – 9,9 % для приготування борошняних кондитерських виробів. Нативний крохмаль, що міститься, при випіканні клейстеризується і забезпечує стійкість продукту до дії високих температур в печі.

У США запатентовано спосіб пластифікації горіхів. Він полягає в тому, що горіхи, поміщені на конвейєрну стрічку, що рухається, послідовно піддають дії гарячого повітря під тиском (для прогріву поверхні горіхів до необхідної температури), а потім дії пари, яка проникаючи крізь оболонку поверхні в ядра горіхів, викликає необхідний ефект пластифікації. Перед обробкою парою горіхи можуть бути прогріті ступінчасто, при цьому температура нагрівання може відповідати температурі пропарювання або відрізнятись від неї. Після прогрівання можна проводити підсушування горіхів обдувом гарячим повітрям. Всі ці операції можуть бути виконані на установці, де горіхи розташовані на перфорованій стрічці, знизу якої подається гаряче повітря або пара, а потім знову гаряче повітря для підсушування горіхів після пластифікації. Установа має вібраційний механізм для здійснення зазначених операцій обробки гарячим повітрям або парою.

У США також розроблено спосіб виробництва гранульованого продукту з

горіхів та плодів.

Горіхи – арахіс, мигдаль, бразильський горіх або ліщину обсмажують при 149 – 315 °С і подрібнюють. Плоди (сушений чорний виноград) поміщають на 10 хв у воду при 43 – 100 °С для видалення з поверхні цукрів і жиру. Обробку можна проводити у присутності насіння льону (906 г на 3,78 л води). Після миття плоди висушують та подрібнюють. Після змішування плоди та горіхи подрібнюють одночасно. Кількість плодів у суміші 1 – 6 частин, горіхів 9 – 15 на 16 частин суміші.

Спосіб виробництва харчового продукту з горіхів розроблений в Японії. Особливість способу є приготування трикомпонентних сумішей: компонент А – горіхи (мигдаль, кешью, арахіс, волоські горіхи та ін), компонент Б – ізолят соєвого білка (порошок) і компонент В - ода. Кількість В – 1 – 5 частин на 100 частин А. Кількість А + Б становить 20 – 70 % суміші. Кінцевий продукт – гомогенна суміш типу крему, що зберігає стабільність при тривалому зберіганні.

У Японії запропоновано спосіб приготування приємного, стабільного проживного напою з горіхів. Спосіб приготування напою полягає в тому, що до 100 частин горіхів (мигдаль, кешью, арахіс) додають 1 – 5 частин соєвого білкового ізоляту, після чого суміш емульгують у воді (концентрація 5 – 20 %), одночасно подрібнюючи, щоб отримати гомогенну, стабільну систему. Отриманий напій містить значну кількість високоякісних ліпідів, має високу поживну цінність і приємний смак.

Горіхи (арахіс, грецький та мигдаль) широко використовуються як добавки в різні харчові продукти, підвищуючи їх поживну цінність.

Так, горіхи додають у вершкове морозиво, різноманітні заморожені продукти, різні види сирів та йогурту, внаслідок чого споживання цієї продукції значно зростає. Для збереження свіжості горіхи перед додаванням до різних продуктів покривають глазур'ю, наприклад, карамельною або шоколадною. Завдяки горіхам продукти набувають специфічних смакових якостей, що сприяє збільшенню їх споживання [19].

У США розроблено спосіб приготування обсмажених і глазурованих

горіхів, за яким сирі очищені горіхи покривають крохмалем з розрахунку 0,10 – 0,35 частин на 100 частин горіхів, потім 5 – 9 %-ним розчином желатину з розрахунку 2,0 – 4,5 частин на 100 частин горіхів, сумішшю прянощів і приправ (кухонна сіль, крохмаль, глютамат натрію, дріжджі, суха кукурудзяна патока, кмин, гвоздика, часниковий і цибульний порошок, паприка, базилік, імбир, запашний перець, їх суміші) з розрахунку 3 – 7 частин на 100 частин горіхів і обсмажують при температурі 115 – 180 °С після охолоджують. Відношення розчину желатину та крохмалю становить 10:1 – 48:1. Як крохмаль використовують кукурудзяний, пшеничний, картопляний, гідролізний, харчовий модифікований та їх суміші. Отриманий продукт відрізняється покращеними смаковими якостями, міцним покриттям, що запобігає його злипанню та комкуванню [19].

У США розроблено спосіб приготування горіхів із медовою глазур'ю. Горіхи покривають рідкою сумішшю цукру (наприклад, лактоза) з будь-яким вуглеводом, що добре прилипають до ядра горіхів (наприклад, декстрин) у співвідношенні від 20:1 до 5:1. Далі обсипають горіхи сумішшю, що складається з цукру (наприклад, сахароза) 50 – 90 % по масі крохмалю (наприклад, пшеничний) та/або декстрину (оптимально 7 – 20 %) та медовою сумішшю (оптимально 7 – 20 %). Обсмажують горіхи в маслі чи повітрі при 145 – 190 °С. медова суміш складається з сухого меду (20 – 75 %) і крохмалю (10 – 80 %); її вологість 50 %. Співвідношення маси суміші для покриття маси горіхів 1 – 8:200; суміші для обсипання маси сухих неочищених горіхів 1 – 20:100 [46].

Наприклад. 200 частин сирого обрушеного арахісу поміщали у обертовий з частотою 30 об/хв барабан з перегородками, куди поступово додавали 7,5 частин 3,2 %-ного водного розчину лактози в суміші з 38,5 %-ним розчином мальтодекстрину до утворення на поверхні арахісу рівномірного покриття. Після цього в барабан додають 24,5 частин суміші сахарози (78 % від маси суміші), пшеничного крохмалю (12 %) і сухого меду (10 %). Горіхи з одержаною оболонкою обсмажували 3,5 хв у рослинній олії при 170 °С, охолоджували 2 – 3 хв на повітрі і обсипали 4 частинами суміші сахарози (80 %) і кухонної солі

(20 %).

У Німеччині розроблено лінію приготування маси з горіхів, де горіхи після ошпарювання водою при температурі 92 – 100 °С протягом 2 хв подаються в машину для відділення лушпиння. Після відділення лушпиння і деяких некондиційних горіхів очищені плоди з вологістю 5 % змішуються з цукровим сиропом, що має температуру 110 °С і містить 80 % цукру. Суміш горіхів і сиропу ретельно перемішується і подрібнюється протягом 5 хв. Після 4 хв подрібнення в суміш додається деяка кількість води і при температурі 90 – 100 °С, в результаті чого кінцева вологість маси доводиться до 17,6 %. Потім маса подрібнюється протягом 1 хв і нагрівається до 95 °С; витримується за цієї температури протягом 20 хв, завдяки чому вбиваються мікроорганізми. Далі маса охолоджується до 58 °С і розфасовується. Метод забезпечує одержання горіхової маси із заданим вмістом вологи при зменшеному споживанні енергії порівняно з відомими способами [19].

У 1988 р. американськими дослідниками штату Джорджія проведено порівняльний аналіз характеристики аромату арахісу та арахісової олії органолептичними методами. Для оцінки аромату паст з арахісу та арахісової олії в США використовували метод кластерного аналізу. Встановлено, що пасти піддані водній екстракції мають менш бобовий запах, ніж пасти з необробленого арахісу, але сильнішим, ніж арахісове масло. Дроблення арахісу зумовлює зміну аромату готової пасти.

Споживчі та технологічні властивості бобів арахісу багато в чому залежать від способів переробки [26].

Таким чином, використання насіння арахісу та продуктів їх переробки в харчовій промисловості і в тому числі в хлібопеченні є актуальним.

### 1.3 Огляд способів та апаратури для термообробки сільськогосподарської сировини

Для забезпечення якості харчової продукції, засвоюваності, підвищення

харчової цінності застосовують різні способи термопідготовки сировини та напівфабрикатів: термічну обробку, пропарювання, екструзію, інфрачервоне випромінювання та НВЧ нагрівання.

Широке застосування ІЧ-обробки в переробній промисловості, обумовлене можливістю проникнення електромагнітних хвиль у такі капілярно-пористі продукти, як зерно, крупа, борошно, насіння і т.д. на глибину до 7 мм [27]. Величина проникнення випромінювання залежить від терморадіаційних властивостей матеріалу та частотної характеристики ІЧ-ламп [47]. Специфічний вплив ІЧ-випромінювання на харчові продукти та зернову сировину пов'язана з інтенсифікацією процесів біохімічних перетворень внаслідок резонансного впливу поглинальної енергії на зв'язки атомів у молекулах, частоти коливань яких збігаються або кратні частоті потоку ІЧ-випромінювання. Як відомо, електромагнітна хвиля певного частотного діапазону надає не тільки термічний, а й біологічний вплив на продукт, що сприяє прискоренню біохімічних перетворень у біологічних полімерах (крохмаль, білок, ліпіди) [47].

Таким чином, одним з перспективних та рентабельних методів термообробки сільськогосподарської сировини та харчових матеріалів є ІЧ-обробка, що дозволяє значно інтенсифікувати процеси сушіння, інактивувати антипоживні речовини тощо. ІЧ-обробка сприяє підвищенню якісних показників продуктів, дозволяє отримати нетрадиційні продукти харчування, стійкі до розвитку мікрофлори. Тому у таких продуктах значно виростають терміни зберігання. Крім цього термообробка продуктів інфрачервоним випромінюванням дозволяє зберігати вміст вітамінів та інших біологічно активних речовин у сухому продукті на рівні 80 – 90 % від вихідної сировини. Застосування продуктів, висушених на інфрачервоних сушильних установках, у молочній, кондитерській, хлібопекарській промисловості дає можливість розширити асортимент харчової продукції зі специфічними смаковими властивостями. Інфрачервона обробка допомагає отримати продукти, що не містять консервантів та інших сторонніх речовин, ці продукти не піддаються впливу шкідливих електромагнітних полів та домішок. Саме інфрачервоне випромінювання, що застосовується в сушильному

устаткуванні, нешкідливе для навколишнього середовища і людини [27].

При ІЧ-обробці відбуваються глибокі та незворотні зміни структури та властивостей зернових та бобових. В результаті мікроструктура ендосперма зазнає глибоких змін, відбувається часткова або повна денатурація білків, практично без втрати ними розчинності, клейстеризація та декстринізація крохмалю. Відбувається гідроліз клітковини, геміцелюлози, пектинових речовин, пентозанів (слизів) та інших вуглеводів, з яких утворені стінки клітин та міжклітинні перегородки, та послаблення у зв'язку з цим міцності міжклітинних перегородок. Позитивною стороною є застосування ІЧ-опромінення з метою підготовки зернової сировини до подальшої ефективної переробки [41]. Оброблена сировина має високі органолептичні показники, пористу структуру. Міцність знижується в 4 – 6 разів, відбувається практично повна його стерилізація. Питомі енерговитрати під час обробки становлять 120 – 170 кВт/т [22]. Під дією ІЧ-нагріву продукт набуває приємного смаку і запаху, вміст протеїну в сухій речовині та амінокислотний склад не змінюються. Залишається постійним і вміст вітамінів, а вміст водорозчинних вуглеводів у порівнянні з необробленим зерном збільшується на 22 – 43 %. Утворення декстрину надає солодкуватий смак та приємний запах. Поживні речовини (білки, вуглеводи) зерна в процесі мікронізації зазнають практично таких же структурних змін, як і при гідротермічній та баротермічній обробці. При мікронізуванні зерна відбувається розщеплення крохмалю до цукрів, на 3 – 5 % збільшується кількість лужнорозчинних білків, що сприяє їх найкращому переварюванню і засвоєнню. Після термообробки повністю пропадають протеолітичні бактерії, плісняві гриби, значно знижується зараженість комірними шкідниками. Дезінсекція зараженого зерна дає позитивний результат при використанні некондиційного зерна. Загибель шкідників відбувається за рахунок їх перегріву, внаслідок того, що промені поглинаються ними більшою мірою, ніж зерном [38].

ІЧ-обробка дає можливість цілеспрямовано змінювати біохімічні, фізико-технологічні та органолептичні властивості продукту. При зміні таких параметрів обробки як вихідна вологість матеріалу, тривалість опромінення, кінцевої



температури обробленої сировини, щільності потоку опромінення можна прогнозувати кількість декстринів і ступінь клейстеризації крохмалю, проводити м'який гідроліз білків практично без втрати їх розчинності, з мінімальними втратами зберегти вітамінний комплекс зерна, інактивувати ферментну систему (соя), поліпшити мікробіологічні показники та збільшити набухання зерна, а також значно знизити його міцність. При інфрачервоній обробці вологих продуктів практично повністю можна використовувати підведену енергію опромінення. Молекули води поглинають інфрачервоні промені, що є відмінною особливістю від усіх інших видів сушіння. Тому досягається високий ККД сушильного обладнання з ІЧ-енергопідводом. При такому підведенні теплоти немає необхідності значно підвищувати кінцеву температуру продукту, що обробляється, що дозволяє вести процес при температурі 40 – 60 °С [15].

Особливості конструктивного оформлення обладнання з ІЧ-енергопідведенням зумовлені специфікою терморадіаційної обробки рослинної сировини. Наприклад, ІЧ-установки фірми «Micronizing LTD» [4] призначеної для обробки зернової сировини, відповідно при часі обсмажування 8 – 10 хвилин і 1,5 – 2 хвилини та довжині хвилі 6 – 8 мкм, що сприяло зміні структури крохмалю у зерні, підвищувало його засвоюваність та мікробіологічні показники.

Теоретичні та практичні дослідження [40] покладено в основу розробки вітчизняної установки з ІЧ-енергопідведенням для термообробки зернової сировини. Як було встановлено [23] найбільш ефективні при обробці зернової сировини лампи інфрачервоного випромінювання марки КГТ-220-1000, що дають максимум потоку випромінювання в області 0,8 – 2,0 мкм. Такі випромінювачі дозволяють швидко прогрівати шар зерна в 34 мм до температур, які необхідні для здійснення заданих технологічних операцій.

Дослідження високоефективного процесу переробки соєвого насіння на основі застосування цілеспрямованого впливу ІЧ-опромінення дозволило встановити режими, що забезпечують збереження поживних компонентів та інактивування антипоживних речовин, а також знизити втрати під час переробки [15]. В результаті отримано новий продукт з мікронізованої сої у вигляді

розмеленого зерна, стійкий при зберіганні і має високі споживчі властивості.

Установка УТЗ-4 [41] для термообробки зернової сировини інфрачервоним випромінюванням використовується для проведення таких теплових процесів, як: обсмажування насіння соняшника; прогрівання продовольчої сировини пшениці та жита перед помелом у зимових умовах при подачі з елеватора; інгібування протеаз, уреаз і т.д., зниження вмісту антипоживних речовин без зменшення розчинності білка та інші.

Установка УТЗ-4 (рисунок 1.1) складається з теплоізольованої камери, розміщеного в ній конвеєра для переміщення оброблюваної сировини, нагрівального блоку, що включає інфрачервоні випромінювачі з відбивними екранами, розташованими над конвеєрною стрічкою, і індивідуальних поверхонь. Потужність модернізованої установки становить 24,5 кВт/год, її продуктивність, залежно від продукту, становить від 80 до 800 кг/год, а маса – 360 кг.

**ТОВ «ПК Старт»** виробляє серійний випуск установок з ІЧ-енергопідведенням для термообробки зернової сировини (УТЗ-4) різних модифікацій: УТЗ-4 – високотемпературна обробка; УТЗ-4М – обсмажування насіння соняшнику, гарбуза, ядер дрібних горіхів; УТЗ-4-12 – передпосівна обробка насіння.

Для термообробки сипких зернових продуктів (рисунок 1.2) для харчової та комбікормових галузей розроблено ІЧ-установку [42], в якій на транспортері за допомогою дозуючого пристрою рівномірно розподіляється моношаром зерно. ІЧ-випромінювачі забезпечені поздовжніми вертикальними відбивачами, які розбивають зону обробки в поперечному напрямку на ряд самостійних зон, що покращує рівномірність опромінення оброблюваного продукту.

**На підставі проведених досліджень з ІЧ-обробки соняшникового насіння на етапі попередньої сушіння перед обрушуванням була розроблена конструкція багатоярусної інфрачервоної карусельної сушарки.**

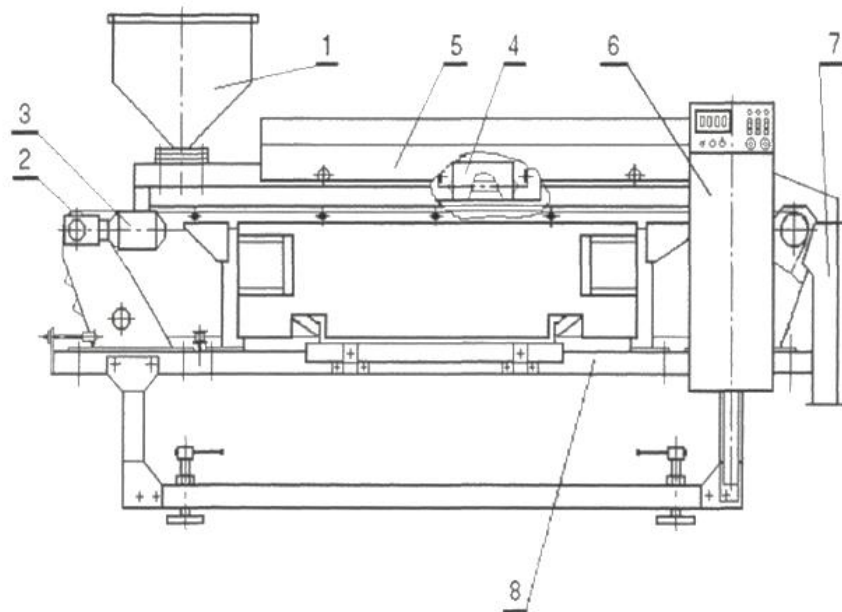


Рисунок 1.1 – Установка для термообработки зернової сировини інфрачервоним випромінюванням УТЗ-4:

1 – бункер; 2 – транспортер; 3 – мотор-редуктор; 4 – касета; 5 – кожух; пульт керування; 8 – рама.

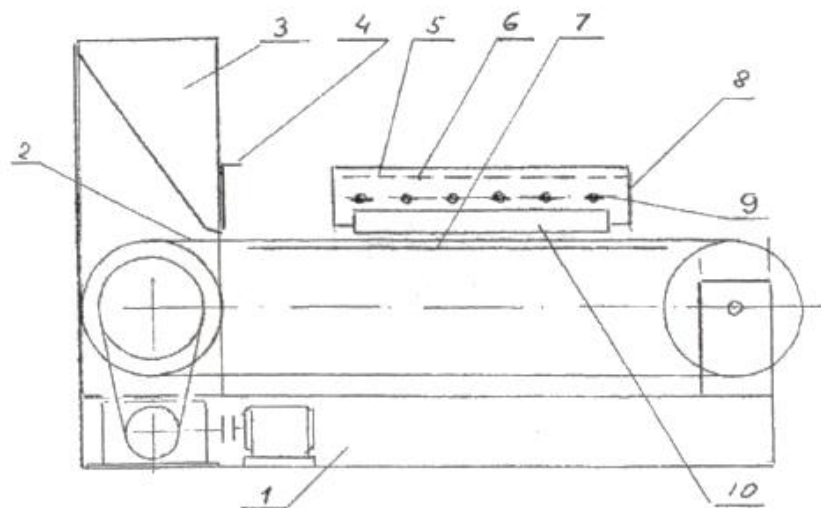


Рисунок 1.2 – Установка для термообработки сыпучих зерновых продуктов:

1 – рама, 2 – механізм, що транспортує, 3 – бункер-живильник, 4 – дозуючий пристрій, 5 – блок випромінювачів, 6 – верхній відбивач, 7 – піддон транспортера, 8 – бічні екрани, 9 – плоскі випромінювачі; 10 – поздовжні вертикальні відбивачі

Основними недоліками даної конструкції є складність виготовлення, висока металоємність і відсутність можливості регулювання відстані між ІЧ-лампами і шаром матеріалу, що опромінюється.

Для підготовки насіння сої до вилучення олії на двошнековому прес екструдері проведено дослідження з ІЧ-термообробки соєвої рушанки [31], які були використані для розробки обладнання з ІЧ-енергопідведенням [30]. Особливістю конструкції транспортуючого елемента є наявність у ньому осередків, в яких переміщується насіння сої, як у горизонтальній площині, так і тих, що обертаються навколо своєї осі. Таке рішення дозволяє проводити ІЧ-обробку поверхні кулястої сім'янки сої з усіх боків. Очевидно, при використанні цього технічного рішення для обробки насіння арахісу відбуватиметься не тільки підсушування насінневої плівки, але і її луцення за рахунок тертя об днище й поверхню осередків сітківки, що неприпустимо в процесі термообробки.

Традиційно обсмажування насіння арахісу здійснюють у пристроях з електронагрівом, у газових печах та сушильних шафах [18]. Основними недоліками цих способів і пристроїв є висока температура нагрівання насіння арахісу від 120 до 240 °С при тривалості процесу відповідно 20 – 60 і 5 – 15 хвилин, що, безумовно, призводить до глибокої денатурації білкового комплексу.

Відомий спосіб переробки насіння арахісу, який полягає в тому, що їх попередньо обробляють гарячою водою з метою видалення шкірки насіння [20]. Тому перед наступною переробкою проводять сушку ядра насіння арахісу. Така технологія переробки насіння арахісу вимагає очищення стічних вод.

### Висновки за розділом

Проблема підвищення харчової та біологічної цінності продуктів харчування, у тому числі хлібобулочних виробів, показує доцільність покращення їх хімічного складу, усунення дефіциту окремих компонентів, збагачення повноцінними білками, вітамінами, мінеральними речовинами та харчовими волокнами. Ефективним шляхом вирішення цієї проблеми є використання як

добавок високобілкових продуктів рослинного походження, зокрема, продуктів переробки насіння арахісу.

Арахіс – одна з основних білково-олійних культур, має гарну врожайність і стійкість до сільськогосподарських захворювань. Насіння арахісу містить близько 50 % олії і більше 35 % повноцінного білка з високим вмістом основних незамінних амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин і харчових волокон.

У зв'язку з цим, відкриваються нові можливості використання високоочищеного насіння арахісу, підданого ІЧ-обробці, при виробництві хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності.

Тому наукові дослідження щодо вдосконалення технології та процесу виробництва хлібобулочних виробів, збагачених продуктами переробки насіння арахісу та процесу їх термообробки ІЧ-опроміненням, що дозволяють отримати нові сорти якісних хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності, є актуальними.

Метою даної роботи стало вдосконалення технології та процесу виробництва хлібобулочних виробів, збагачених продуктами переробки насіння арахісу.

Відповідно до поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- визначити температурні режими ІЧ-обробки насіння арахісу, що забезпечують отримання білкової арахісової маси (БАМ) з необхідними для технології хлібопечення функціональними властивостями;
- розробити технологію отримання БАМ;
- дослідити хімічний склад та якісні показники БАМ;
- дослідити вплив БАМ на хлібопекарські властивості пшеничного борошна, структурно-механічні, реологічні властивості тіста та якість готових хлібобулочних виробів;
- розробити технології та рецептури приготування хлібобулочних виробів, збагачених БАМ;
- оцінити харчову та біологічну цінність хлібобулочних виробів, збагачених БАМ;

– провести розрахунок вартості проведення наукових досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва хлібобулочних виробів збагачених харчовими волокнами арахісу.

Предмет дослідження – хлібобулочні вироби з нетрадиційною білкововмісною рослинною сировиною.

## 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Об'єкти досліджень

Як об'єкти досліджень використали насіння арахісу, та білкову арахісову масу (ТУ 914-199-02067862-2007), отриману з попередньо оброблених - інфрачервоними променями насіння арахісу з подальшим відділенням насінневої плівки та подрібненням на колоїдному подрібнювачі ТМ-32.

За мікробіологічними показниками та показниками безпеки насіння арахісу відповідали вимогам СанПіН.

При проведенні досліджень також використовували: борошно пшеничне першого сорту хлібопекарське (ДСТУ 46.004-99) з середніми хлібопекарськими властивостями, дріжджі хлібопекарські пресовані, сіль кухонну харчову, цукор, рослинну соняшникову олію, маргарин, що відповідають вимогам.

Крім цього досліджували процеси, що відбуваються при ІЧ-термообробці насіння арахісу та тістоприготуванні з використанням термомодифікованої білкової арахісової маси (БАМ).

### 2.2 Методи досліджень

2.2.1 Методи дослідження основних показників якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції хлібопекарського виробництва

При проведенні пробних лабораторних та виробничих випічок використовували загальноприйняті та спеціальні методи оцінки якості сировини, напівфабрикатів та готових виробів [14].

Визначення кількості та якості сирої клейковини проводили за ГОСТ 27839-88, замішуючи тісто на тістомісильній машині ТЛ-1, і, відмивання вручну. Пружно-еластичні властивості клейковини оцінювали за показаннями приладу ІДК-2 та АП-4/2 (НДР). Додатково якість клейковини характеризували за її

розтяжністю та еластичністю.

Для характеристики сили борошна визначали також реологічні властивості тіста за показником  $K_{60}$  на пенетрометрі АП-4/2 і за допомогою приладу Структурометр СТ-1 [28].

Число падіння «ЧП» борошна визначали на приладі Амілотест АТ-97 (ГОСТ 27676-88), газоутворювальну здатність борошна – за сумарною кількістю вуглекислого газу, що утворився за 5 годин бродіння тіста, замішаним за певною рецептурою, волюмометром [28].

Випічку хліба проводили в лабораторних умовах. Тісто в лабораторних умовах готували безопарним та прискореним способами, а також на звичайній та густій опарах [34].

Оцінку якості хліба проводили через 16 годин після випічки за фізико-хімічними та органолептичними показниками, прийнятими для характеристики якості хліба та рекомендованим стандартом за рядом посібників [28]. Додатково визначали формостійкість (Н/Д) подового, масу та об'єм формового хліба. За останніми розраховували питомий об'єм [48]. Вологість, кислотність та пористість хліба визначали за ГОСТ 21094-75, ГОСТ 5670-96, ГОСТ 5669-96 відповідно.

Ступінь свіжості та черствості хліба визначали через 8, 24, 32 і 48 годин після випічки за структурно-механічними властивостями м'якуша на автоматизованому пенетрометрі АП-4/2.

Кількість білка в хлібові визначали методом К'ельдаля [35], а його амінокислотний склад визначали хроматографічним методом на автоматичному аналізаторі амінокислот КЛА-3Б японської фірми «Хітачі» [11]. Для проведення амінокислотного аналізу зразки піддавали повному гідролізу [22].

Визначення вмісту вітамінів  $B_1$  і  $B_2$  у досліджуваних зразках хліба проводили колориметричним методом [50].

Визначення вмісту рибофлавіну у досліджуваних зразках хліба проводили флуориметричним методом [35].

Визначення вмісту вітаміну РР у досліджуваних зразках хліба проводили за



допомогою хімічного методу [35].

Масову частку металів у зразках хліба визначали методом атомноабсорбційної спектрометрії [35]. Визначення іонів заліза проводили за модифікованою методикою, відносно хлібобулочних виробів, наведеної в роботі [2]. Визначення іонів Ca, Mg, Fe і K проводили за методикою [2]. Вимірювання проводили на спектрофотометрі «OSS-1» (НДР).

У процесі виконання роботи використовували математичні методи планування експерименту та загальноприйняті статистичні методи обробки даних.

### 2.2.2 Структурна схема досліджень

У результаті виконаного критичного аналізу вітчизняної та зарубіжної науково-технічної та патентної літератури було визначено такі завдання дослідження:

- дослідити вплив режимів ПЧ-обробки на функціональні властивості білків арахісу та визначити температурні режими ПЧ-обробки насіння арахісу, що забезпечують отримання білкового ліпідного продукту з необхідними для технології хлібопечення функціональними властивостями;
- дослідити хімічний склад та якісні показники отриманої білкової арахісової маси (БАМ). Для виявлення можливості використання цього продукту в хлібопеченні дослідити його вплив на хлібопекарські властивості пшеничного борошна та якість хліба.

На основі цих досліджень здійснити розробку рецептур нових сортів хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності, збагачених БАМ.

Структурна схема досліджень представлена рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Структурна схема досліджень

### Висновки за розділом

В запропонованому розділі кваліфікаційної роботи визначено об'єкти досліджень, методи дослідження основних показників якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції хлібопекарського виробництва, а також запропоновано структурну схему проведення досліджень.

### 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Вплив температурних режимів при ІЧ-обробці на функціональні властивості білків арахісу

У біохімії під терміном «функціональні властивості білків» мається на увазі біологічні функції білків, тобто. здатність білків, що беруть участь у біохімічних процесах, виступати в ролі, як ферментів-каталізаторів, так і інгібіторів (флегматизаторів) або бути субстратом, а також їх активність [45]. Функціональні властивості запасних білків насіння арахісу не повною мірою відповідають вимогам хлібопекарської промисловості, а процеси обробки їх розроблені недостатньо. Серед способів обробки рослинних білків із заданими функціональними властивостями найбільш перспективними є способи, засновані на обмеженій термоденатурації білків олійного насіння. Одним із таких способів є інфрачервона обробка.

Визначення функціональних властивостей білків арахісу: вологоутримуючої здатності (ВУЗ), емульгуючої (ЕЗ), жирутримуючої здатності (ЖУЗ), піноутворюючої здатності (ПОЗ), стабільності піни (СП), а також коефіцієнтів ПОЗ і СП, показало, що емульгуюча, жирутримуюча і піноутворююча здатність білкового продукту з вихідних необроблених насіння арахісу були низькими.

З метою модифікації ІЧ-обробкою функціональних властивостей білків насіння арахісу на вдосконаленій лабораторній установці з ІЧ енергопідведенням вивчали вплив температурних режимів. У процесі експерименту варіювалася кінцева температура ІЧ-обробки насіння арахісу від 55 до 95 °С кроком 10 °С. Встановлено, що при кінцевій температурі ІЧ обробки 90 °С і вище, відбувається обвуглювання насінневої плівки.

Після ІЧ термообробки видаляли насінневу плівку, насіння подрібнювали, знежирювали гексаном і висушували при кімнатній температурі під тягою у витяжній шафі, потім визначали функціональні властивості білків.

Показано, що найбільш високі функціональні властивості білків, підданих

ІЧ-обробці, виявилися при ІЧ-обробці з кінцевою температурою 85 °С. Зі збільшенням кінцевої температури ІЧ-обробки насіння арахісу до 95 – 100 °С було зафіксовано нижчі функціональні властивості (рисунки 3.1 і 3.2).

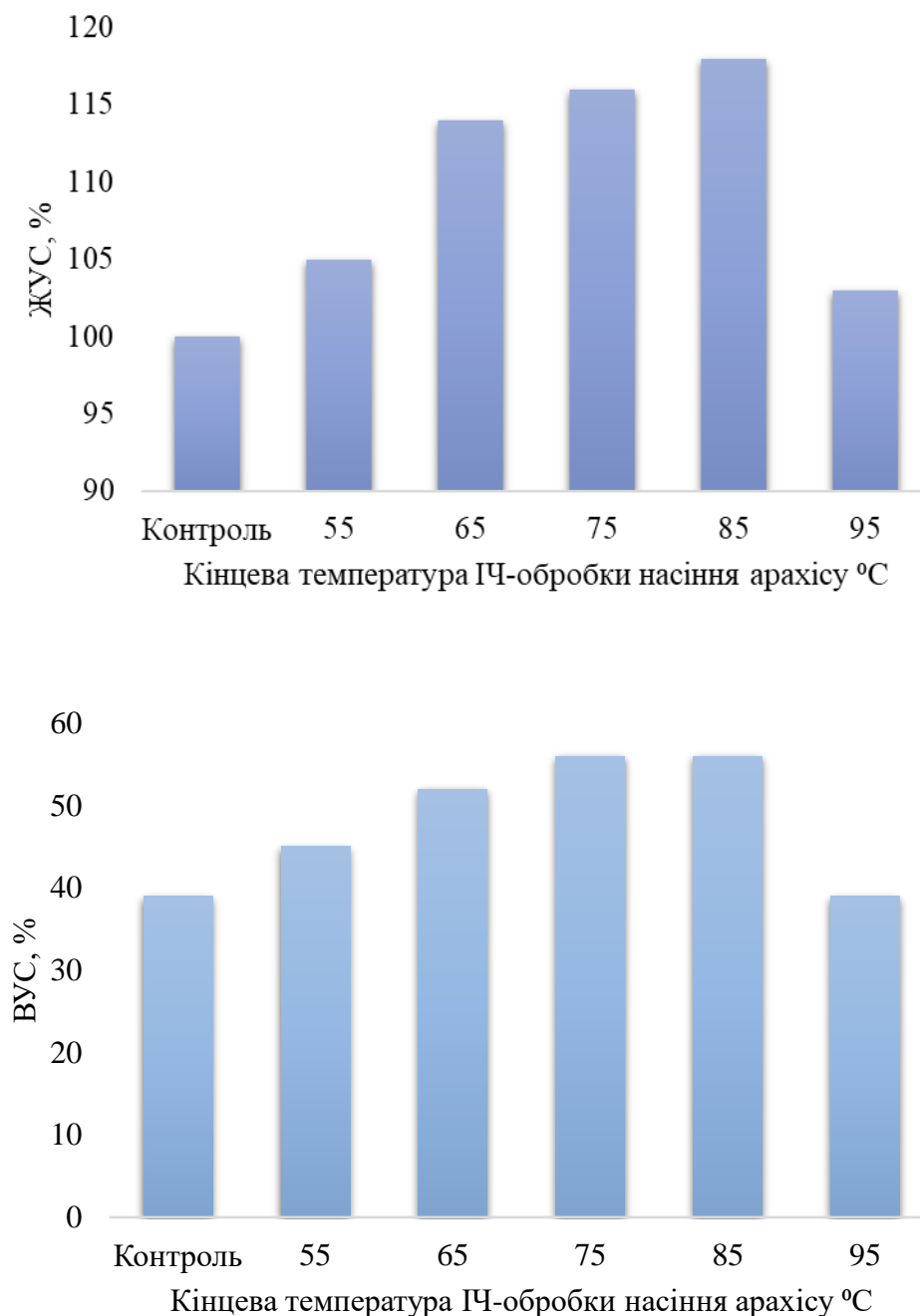


Рисунок 3.1 – Вплив кінцевої температури ІЧ-обробки насіння арахісу на ЖУЗ і ВУЗ білків, що містяться в них

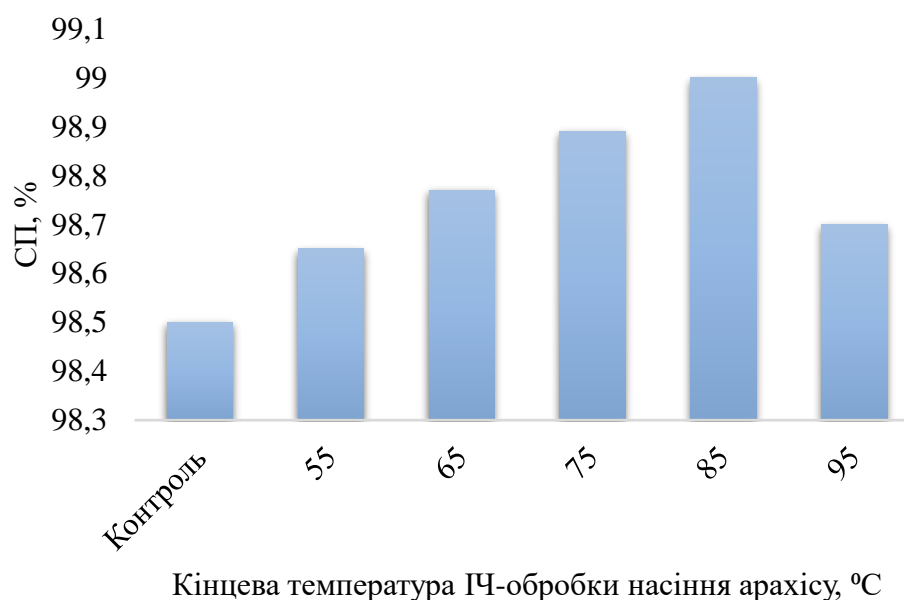
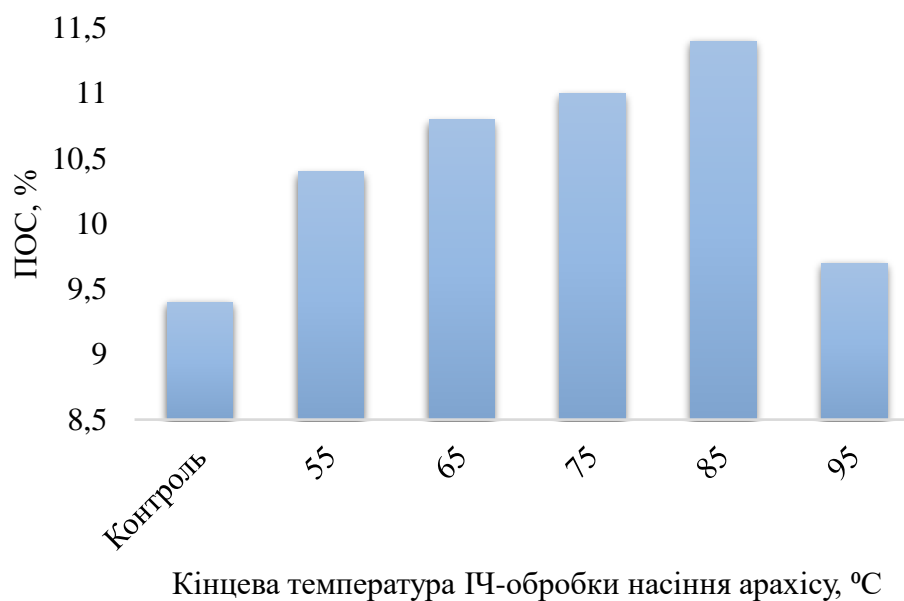


Рисунок 3.2 – Вплив кінцевої температури ІЧ-обробки насіння арахісу на ПОЗ і СП білків, що містяться в них

Очевидно, це пов'язано зі збільшенням температурного впливу на білки, внаслідок чого інтенсивно протікають цукроамінні реакції, взаємодія з ліпідами, що насамперед містять окислені групи, фосфоліпідами та глибша денатурація білків. Всі ці реакції пов'язані з втратою амінокислот білків і, перш за все незамінних, відсутність яких небажана в харчуванні людини.

Експериментально встановлені параметри ІЧ-обробки, що забезпечують отримання білкової арахісової маси із заданими технологічними властивостями,

яку доцільно використовувати при виробництві хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності.

### 3.2 Дослідження хімічного складу та якісних показників отриманої білкової арахісової маси

Як об'єкт дослідження використовувалася білково-арахісова маса, отримана з насіння арахісу, підданих ІЧ-обробці і очищених від насінневої плівки, з подальшим подрібненням їх на типовому колоїдному подрібнювачі марки ТМ-32.

Отримана термомодифікована білково-арахісова маса (розмір частинок 20 – 30 мкм) є продуктом, що має яскраво виражені арахісовий смак і запах, пастоподібну консистенцію кремового кольору. Подані в таблиці 3.1 дані свідчать про те, що вдосконалений спосіб ІЧ термopідготовки насіння арахісу дозволяє отримати термомодифіковану БАМ зі збалансованим ліпідним, вітамінно-мінеральним і білковим комплексом і використовувати її для підвищення харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів, враховуючи, що вона найкраще здатна зв'язувати воду, жир і емульгувати останні. Проведено ідентифікацію ліпідної та білкової фракцій БАМ, отриманих при ІЧ-обробці насіння арахісу, кінцева температура яких досягала 85 °С (БАМ-85) і 95 °С (БАМ-95).

Міристинової кислоти міститься 0,6 % від загальної суми жирних кислот; пальмітинової – 5,6 %; арахінової – 2,6 %; стеаринової – 3,8 %; олеїнової – 54,5 %; лінолевої – 23,5 %. При дослідженні вітамінного комплексу ліпідної частини встановлено вміст токоферолів у межах від 41 до 42 мг/100 г, при цьому в середньому 46 % припадає на  $\alpha$ -токоферолі, 31 % - на  $\gamma$ -токоферолі. Кількість каротину + вітаміну А становить від 0,12 до 0,13 мг/кг.

Вміст у БАМ вітаміну Е та каротиноїдів (у тому числі (3- каротину)) підвищує антиоксидантний та імуномодельючий потенціал продукту, зберігаючи більш тривалий час нативність його властивостей та якості .

Як видно з даних, представлених у таблиці 3.1, вміст крохмалю в

термомодифікованій БАМ-85 і БАМ-95 трохи знижується від 4,2 % до 3,9 %, за рахунок чого збільшується загальна кількість моно- і дисахаридів від 5,3 % до 5,5 %. Аналіз експериментальних даних показав, що загальна кількість білків, ліпідів і мінеральних речовин у БАМ-85 практично не змінилася порівняно з контролем.

Таблиця 3.1 – Вплив ГЧ-обробки насіння арахісу на зміну хімічного складу та показників якості БАМ

Найменування показників	Кінцева температура ГЧ-обробки насіння арахісу, °С		
	Контроль (без ГЧ-обробки)	85	95
Масова частка, %			
- вологи та летких речовин	6,8	5,2	5,0
- ліпідів	50,3	49,5	50,1
- білків	24,5	24,45	24,3
- крохмалю	4,6	4,2	3,9
- моно- та дисахаридів	5,0	5,3	5,5
- клітковини	2,20	2,22	2,21
- мінеральних речовин	1,7	1,7	1,68
Показники окислення стійкості ліпідів, виділених із зразків:			
- кислотне число, мгКОН/г	1,0	1,35	2,1
- перекисне число, І ммоль	1,5	1,4	1,35
Вологоутримуюча здатність, %	40	58	42
Жирутримуюча здатність, %	98	117	103
Піноутворююча здатність, %	9,3	11,3	9,7
Стабільність піни, %	98,56	99,05	98,62

Характеристика білків БАМ-85 представлена таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Фракційний склад білків, % до загального протеїну

Найменування інгредієнтів	Значення
Розчинні білки:	
- в воді	63,2
- в 10%-ному водному розчині	12,9
- 0,2%-ному водному розчині	19,7
Нерозчинні білкові речовини	4,2

Вимогами безпеки харчових продуктів встановлено ГДК на наявність токсичних елементів. Тому було встановлено їх кількість у БАМ-85.

Дані щодо вмісту мінеральних елементів у білково-арахісовій масі наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Вміст мінеральних елементів у білковій арахісовій масі (БАМ-85)

Елементи	Вміст у БАМ-85	Допустимі рівні, не більше, мг/кг
Макроелементи, мг/100г		
Калій	680,0 – 700,0	не нормується
Фосфор	420,0 – 445,0	не нормується
Сірка	260,0 – 300,0	не нормується
Магній	105,0 – 120,0	не нормується
Кальцій	52,0 – 60,0	не нормується
Мікроелементи, мг/кг		
Залізо	1,5 – 1,8	5,0
Цинк	1,6 – 1,9	5,0
Мідь	0,27 – 0,42	0,5
Свинець	0,05 – 0,07	0,1
Кадмій	0,002 – 0,012	0,05
Миш'як	0,01 – 0,02	0,1
Ртуть	0,005 – 0,01	0,03

Показано, що мінеральні елементи БАМ-85 представлені такими макроелементами, як калій, фосфор, сірка, магній, кальцій і мікроелементами –



залізо, цинк. Особливо значущим є вміст цинку, який бере участь у реакціях біосинтезу білка та метаболізму нуклеїнових кислот, а також запобігає процесу порушення структурної функції цілісності мембран клітин.

Згідно з даними таблиці 3.3 вміст токсичних елементів у БАМ-85 не перевищує допустимого рівня.

Однією з вимог, що висуваються до сировини для хлібобулочних виробів, є вимога його мікробіологічної чистоти.

У таблиці 3.4 наведено мікробіологічні показники білково-арахісової маси БАМ-85

Таблиця 3.4 – Мікробіологічні показники БАМ-85

Найменування показників	Значення показників	Значення відповідно до СанПіН, не більше
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, ДЕЕ/г	0,3 – 10 <sup>2</sup>	5·10 <sup>4</sup>
Маса продукту (г), у якій не допускаються:		
БДКП (коліформи)	не виявлено	0,01
E. Coli	не виявлено	1,00
S. a S.aureus	не виявлено	1,00
Патогенні, у тому числі	не виявлено	10,0
Дріжджі	не виявлено	100,0
Пліснява	не виявлено	100,0

Проведені дослідження показали, що за показниками безпеки та мікробіологічними показниками БАМ-85 відповідає вимогам СанПіН 2.3.2.1078-01, і перешкод для використання її в харчових цілях немає. На білково-арахісову масу розроблено ТУ 9140-199-02067862-2023 «Білково-арахісова маса».

Отримані дані досліджень підтверджують доцільність застосування термомодифікованої БАМ-85 при виробництві хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності.

### 3.3 Дослідження впливу білкової арахісової маси на хлібопекарські властивості пшеничного борошна

Одним з найбільш важливих показників, що зумовлюють хлібопекарні властивості борошна, є його сила, яка визначає кількість води, яка потрібна для отримання тіста нормальної консистенції, зумовлює величину газо- та формоутримуючої здатності тіста, його реологічні властивості та якість хліба.

Оскільки клейковина є одним з основних структурних компонентів, що визначають властивості тіста і зрештою якість хліба, у роботі вивчали вплив різних дозувань БАМ на якість та кількість клейковини. Аналіз попередньо отриманих результатів показав, що внесення БАМ у кількості до 2 % до маси пшеничного борошна не надає істотного впливу на якість готового хліба, а збільшення дозувань понад 5 % до маси борошна призводить до деякого зниження фізико-хімічних та окремих органолептичних показників якості хліба.

Найбільший ефект, що покращує якість хліба, спостерігали при внесенні БАМ у кількості 2 – 5 % до маси борошна в тісті. Тому для подальших досліджень обрали саме цю кількість БАМ.

Контролем служило тісто з додаванням соняшникової олії (СО) у кількості еквівалентній вмісту олії в БАМ, а в дослідні проби вносили БАМ, отриману з насіння арахісу не підданих ІЧ-обробці, термомодифіковану БАМ при кінцевій температурі ІЧ обробки насіння арахісу 75 °С (БАМ-75) і термомодифіковану БАМ при кінцевій температурі ІЧ обробки насіння арахісу 85 °С (БАМ-85) у дозуваннях від 2 до 5 % до маси борошна в тісті.

Дані таблиці 3.5 показують, що всі три білково-ліпідних продукти надавали зміцнюючу дію на клейковину борошна порівняно з контролем, причому найбільший ефект укріплення клейковини спостерігався при внесенні БАМ-85. При цьому зі збільшенням її дозування від 2 до 5 % вміст сирової клейковини знижувався і підвищувалися її характеристики міцності, про що свідчить зниження показника деформації стиснення на 26 одиниць приладу при внесенні БАМ-85.

Таблиця 3.5 – Вплив дозування арахісової білкової маси на якість клейковини

Показники	Дозування до маси борошна, %															
	Соняшникова олія				БАМ без ІЧ-обробки				БАМ-75				БАМ-85			
	1	1,5	2	2,5	2	3	4	5	2	3	4	5	2	3	4	5
Вміст сирі клейковини, %	30,2	0,1	0,0	9,8	30,0	9,7	9,6	9,5	29,1	8,7	28,6	8,5	7,4	6,9	6,7	6,5
Розтяжність, см	15	5	6	6	15	5	4	4	14	4	13	3	2	2	1	1
Пружність клейковини, од. приладу ІДК-2	90	0	1	2	89	7	5	4	76	4	72	1	2	0	7	6
K <sub>20</sub> , од. пенетрометра	195	95	97	99	193	91	89	88	182	73	162	55	78	69	59	152
Розпливчатість кульки клейковини, мм	53	4	5	7	52	0	7	6	44	2	39	8	2	0	8	36

Зміцнення клейковини при внесенні БАМ можна пояснити впливом на білково-протеїназний комплекс пшеничного борошна ненасичених жирних кислот триацил гліцеринів, що містяться в БАМ, утворенням комплексних сполук білка з вуглеводами БАМ (глікопротеїнів), які призводять до виникнення в виду додаткових зв'язків – вуглеводних містків, що зміцнюють структуру білкової молекули, а також дією окисних реагентів БАМ на білкові речовини борошна та тіста. Ненасичені жирні кислоти триацилгліцеринів БАМ, що легко окислюються, знижують вихід сирої клейковини, зміцнюючи її властивості. Можна припустити, що в результаті окислювальних процесів відбувається окислення – SN-груп білків борошна та тіста в дисульфідні – S-S-містки. Утворення дисульфідних зв'язків спрощує внутрішньомолекулярну (внутрішньоглобулярну) структуру білка, роблячи її більш щільною, жорсткою і менш атакованою протеїназами, впливаючи тим самим на структурно-механічні властивості клейковини, "підсилюючи" її.

З наведених даних таблиці 3.6 видно, що БАМ-85 і БАМ-75 здійснювали на клейковину борошна більший зміцнюючий вплив, в порівнянні з БАМ без ІЧ-обробки.

Висока ефективність зміцнення клейковини борошна при внесенні термомодифікованих БАМ-75 і БАМ-85 у порівнянні з БАМ без ІЧ-обробки пояснюється більш високим вмістом у термомодифікованій білково-арахісової масі вуглеводів і, насамперед, моно- та дисахаридів, що беруть участь в утворенні глікопротеїнів. структури білкової молекули.

З наведених даних видно, що внесення термомодифікованої БАМ-85 призводить до більшого зміцнення клейковини борошна, підвищуючи її пружність і еластичність, при цьому кращі результати отримані при дозуванні БАМ-85 4 – 5 % до борошна.

Оскільки газоутворювальна здатність пшеничного борошна є важливою хлібопекарською властивістю, від якої залежить перебіг технологічного процесу, інтенсивність бродіння, накопичення продуктів бродіння та утворення речовин, що зумовлюють смак і запах хліба, в роботі вивчали також вплив різних дозувань

БАМ-85 на газоутворювальну здатність пшеничного борошна, тобто кількість діоксиду вуглецю, що виділяється за певний проміжок часу при бродінні тіста, замішаного з певної кількості борошна, води і дріжджів.

Вплив БАМ-85 на газоутворювальну здатність борошна досліджували за ступенем інтенсивності газоутворення в тісті з пшеничного борошна з додаванням БАМ-85. БАМ-85 вносили до маси пшеничного борошна в наступних дозуваннях: 3, 4 і 5 %.

На рисунку 3.3 показано вплив термомодифікованої білково-арахісової маси на інтенсивність газоутворення. Дані свідчать про те, що внесення 3, 4, 5 % білково-арахісової маси інтенсифікує газоутворення в тісті порівняно з контролем на 8, 10, 22 % відповідно. Посилення процесу спиртового бродіння пов'язане, мабуть, зі збагаченням живильного середовища цукрами, амінокислотами, вітамінами, мінеральними сполуками, що вносяться до цього продукту. Це в подальшому, ймовірно, дозволить інтенсифікувати процес спиртового бродіння тіста і скоротити тривалість його дозрівання.

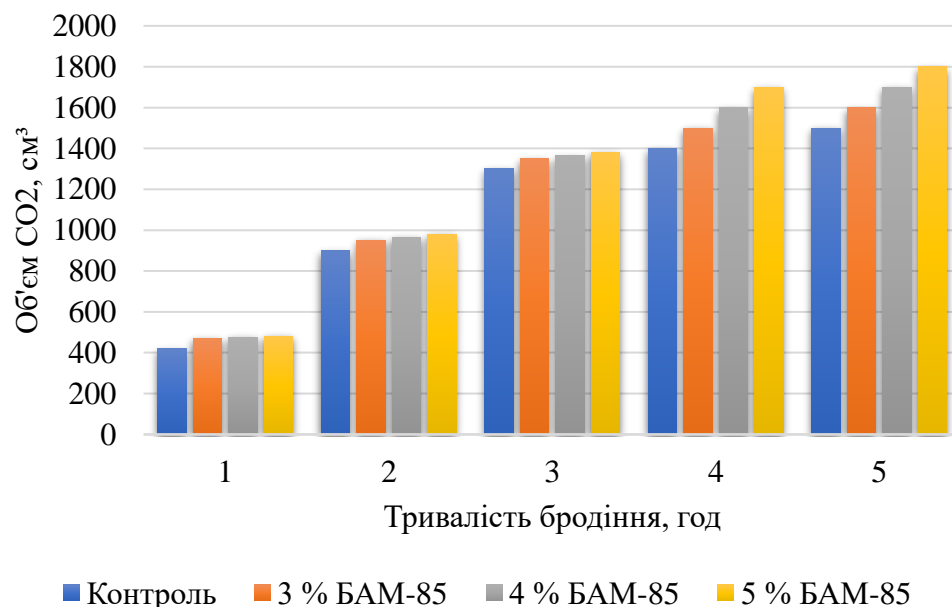


Рисунок 3.3 – Вплив БАМ-85 на газоутворювальну здатність борошна

Враховуючи, що важливим показником у характеристиці якості борошна є визначення його автолітичної активності, що характеризує здатність борошна

утворювати при прогріванні водно-борошняної суспензії певну кількість водорозчинних речовин, наступним етапом роботи було визначення автолітичної активності пшеничного борошна першого сорту та борошна з додаванням БАМ.

Результати досліджень, представлені в таблиці 3.6, показали, що внесення не термомодифікованої БАМ, термомодифікованої БАМ при 75 °С та при 85 °С у дозуваннях від 3 до 5 % зменшувало число падіння борошна, відповідно збільшуючи його автолітичну активність. Це свідчить про те, що при додаванні білково-арахісової маси активність амілолітичних ферментів підвищується і більшою мірою, ніж вище дозування білково-арахісової маси і температура РЛС термообробки насіння арахісу в БАМ.

Таблиця 3.6 – Автолітична активність пшеничного борошна першого гатунку

Зразок	Число падіння, с
Контроль – борошно пшеничне першого сорту	454
Дослід 1 – внесення 3 % не термомодифікованої	443
Дослід 2 – внесення 4 % не термомодифікованої	429
Дослід 3 – внесення 5 % не термомодифікованої	415
Дослід 4 – внесення 3 % БАМ-75	421
Дослід 5 – внесення 4 % БАМ-75	407
Дослід 6 – внесення 5 % БАМ-75	393
Дослід 7 – внесення 3 % БАМ-85	399
Дослід 8 – внесення 4 % БАМ-85	385
Дослід 9 – внесення 5% БАМ-85	371

Ймовірно, це можна пояснити модифікацією крохмальних зерен, що відбувається під дією ІЧ-обробки насіння арахісу і неповною інактивацією амілолітичних ферментів. Можна також припустити, що в процесі набухання крохмальних гранул насіння арахісу, що зазнали інфрачервоної обробки, в структурі насіння відбуваються незворотні зміни. Збільшення розміру крохмальних гранул, що пройшли ІЧ-обробку в порівнянні з вихідним насінням,

мабуть, сприяє отриманню крохмальних гранул з більш пухким розміщенням полісахаридних ланцюгів, тобто. крохмаль стає більш податливий до дії ферментів.

Таким чином, БАМ-85, як цінна харчова добавка, сприятливіше впливає на хлібопекарські властивості пшеничного борошна, а найкращий ефект спостерігається при внесенні БАМ-85 у дозуванні 4 – 5 % до маси борошна.

3.4 Дослідження впливу білкової арахісової маси на структурно-механічні та реологічні властивості пшеничного тіста

Відмінності у ступеня впливу білково-ліпідних продуктів (БАМ без ІЧ-обробки, БАМ-75 та БАМ-85) на показники клейковини відбивалися і на реологічних характеристиках тіста, що визначаються на приладах «Структурометр СТ-1» та пенетрометрі АП-4/2.

Результати досліджень впливу БАМ на реологічні властивості тіста наведено в таблиці 3.7.

Дослідження структурно-механічних властивостей тіста на «Структурометрі СТ-1» показало, що внесення БАМ призводить до деякого зниження  $H_1$  – пластичності, що характеризується глибиною проникнення тіла в досліджуваний зразок і  $H_2$  – пружності – відстанню на яку не відновилося його структура після зняття навантаження.

З наведених у таблиці 3.7 даних видно, що дозування БАМ-85 у кількості 4 та 5 % до маси борошна забезпечує найбільш високі структурно-механічні властивості тіста.

Таблиця 3.7 – Вплив БАМ на реологічні властивості тіста, отриманого з пшеничного борошна першого гатунку

Продукт, що вводиться в борошно	Дозування, % до маси борошна	Показник пенетрометра К-60, од. приладу	«Структурометр СТ-1»	
			H <sub>1</sub> мм	H <sub>2</sub> мм
Соняшникова олія	1	198	12,69	12,24
	1,5	200	13,51	12,90
	2	202	13,65	13,12
	2,5	204	15,33	14,85
БАМ без ІЧ-обробки	2	192	12,19	11,56
	3	187	11,29	10,81
	4	182	10,48	9,96
	5	180	9,27	8,62
БАМ-75	2	180	11,27	10,61
	3	174	10,37	9,72
	4	168	9,56	8,95
	5	165	8,35	7,87
БАМ-85	2	170	10,05	9,42
	3	163	9,15	8,67
	4	156	8,34	7,82
	5	152	7,55	6,90

Поліпшення реологічних властивостей тіста можна пояснити більш високою водопоглинальною здатністю білків, вуглеводів, що містяться в БАМ-75 та БАМ-85.

Таким чином, введення в рецептуру хліба термомодифікованої БАМ має сприятливо впливати на структурно-механічні властивості клейковини та тіста, підвищувати водоутримуючу здатність хлібобулочних виробів та уповільнювати процес їх черствіння.



### 3.5 Вплив білкової арахісової маси на якість готового хліба та обґрунтування її оптимального дозування

Для визначення впливу термомодифікованої БАМ на якість готових хлібобулочних виробів проводили ряд пробних лабораторних випічок з пшеничного борошна першого сорту. Тісто для даної серії дослідів готували безопарним способом. Контрольне тісто готували з внесенням під соняшникову олію в кількості еквівалентній вмісту жирної олії у кількості БАМ. Дослідні – з додаванням БАМ, отриманої з насіння арахісу не підданих ІЧ-обробці, БАМ-75 і БАМ-85 у кількості від 3 до 5 % по відношенню до маси борошна.

Графічна інтерпретація отриманих результатів у вигляді нелінійних залежностей для питомого об'єму хліба ( $y_{\text{стиснення}}^{\text{БАМ85}}$ ,  $y_{\text{стиснення}}^{\text{БАМ75}}$ ,  $y_{\text{стиснення}}^{\text{БезПК}}$ ) і стиснення м'якшю ( $y_{\text{уд.об}}^{\text{БАМ85}}$ ,  $y_{\text{уд.об}}^{\text{БАМ75}}$ ,  $y_{\text{уд.об}}^{\text{БезПК}}$ ) відповідно показана на рисунках 3.4 і 3.5 і як видно залежить від дозування добавки, що вводиться  $x_D$  з явно вираженими максимумами. Для знаходження екстремумів експериментальні дані апроксимовані поліномами третього ступеня:

$$y_{\text{уд.об}}^{\text{БАМ85}} = 1,33x_D^3 - 26,27x_D^2 + 147,95x_D + 152,57 \quad (3.1)$$

$$y_{\text{уд.об}}^{\text{БАМ75}} = 2x_D^3 - 32,27x_D^2 + 162,79x_D + 137,97 \quad (3.2)$$

$$y_{\text{уд.об}}^{\text{БезПК}} = 0,67x_D^3 - 16,29x_D^2 - 97,12x_D + 204,97 \quad (3.3)$$

$$y_{\text{уд.об}}^{\text{БАМ85}} = 2x_D^3 - 30,57x_D^2 + 149,07x_D + 111,26 \quad (3.4)$$

$$y_{\text{стиснення}}^{\text{БАМ75}} = 0,67x_D^3 - 17,72x_D^2 + 111,55x_D + 88,37 \quad (3.5)$$

$$y_{\text{уд.об}}^{\text{безГЧ}} = 1,1x_{\text{Д}}^3 - 15x_{\text{Д}}^2 - 68,23x_{\text{Д}} + 3,44 \quad (3.6)$$

Потім диференціювали рівняння (3.1 – 3.6) по  $x_{\text{Д}}$ . Прирівняли отримані похідні. Вирішили квадратичні рівняння і одержали координати екстремумів  $x_{\text{Д}}$ , значення яких представлені в таблиці 3.8.

Показники якості готового хліба наведено у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Оптимальні дозування добавок

Оптимальні дозування добавок	Види добавок		
	БАМ-85	БАМ-75	БАМ без ГЧ-обробки
Отримані за: - визначення питомого об'єму хліба	4,04	4,03	3,93
- визначення стисливості м'якшю хліба	4,08	4,11	3,88

Аналіз отриманих даних (таблиці 3.8 і 3.9) якісних показників хліба від дозування БАМ, що вноситься, дозволив зробити висновок, що найкращі показники якості готового хліба були досягнуті при додаванні БАМ-85 в кількості 4 % до маси борошна.

Фізико-хімічні показники якості хліба, представлені в таблиці 3.9, також свідчать про поліпшення якості хліба з внесенням термомодифікованої БАМ-85. Хліб виходить більшого питомого об'єму, має більш високу пористість та покращені пружно еластичні властивості м'якшю. При органолептичній оцінці готових виробів було встановлено, що внесення термомодифікованої БАМ надає їм приємного смаку і аромату.

Таблиця 3.9 – Вплив дозування внесення БАМ у тісто на якість готового хліба

Внесена добавка	Дозування до маси борошна, %	Показники якості хліба				
		Питома ємність, см <sup>3</sup> /100 г	Пористість%	Кислотність град	Формостійкість подового хліба н/д	Стиснення м'якуша, ΔН <sub>заг</sub> , од. прибору
Соняшник ова олія	1	348	76	2,4	0,40	90,0
	1,5	358	78	2,5	0,39	93,0
	2	365	79	2,5	0,37	95,0
	2,5	370	81	2,5	0,35	96,0
	3	368	79	2,5	0,43	102,0
БАМ без ІЦ- обробки	3,5	373	80	2,5	0,44	105,0
	4	377	81	2,6	0,45	105,0
	4,5	372	80	2,6	0,45	103,7
	5	367	80	2,6	0,46	103,0
	3	390	81	2,7	0,44	105,0
	3,5	397	82	2,7	0,45	113,0
БАМ-75	4	402	83	2,8	0,46	118,0
	4,5	398	82	2,8	0,47	115,0
	5	395	82	2,8	0,47	110,0
	3	396	82	2,9	0,47	115,0
БАМ-85	3,5	405	82	2,9	0,48	121,0
	4	410	84	3,0	0,49	125,0
	4,5	407	83	3,0	0,49	122,0
	5	402	83	3,0	0,50	120,0

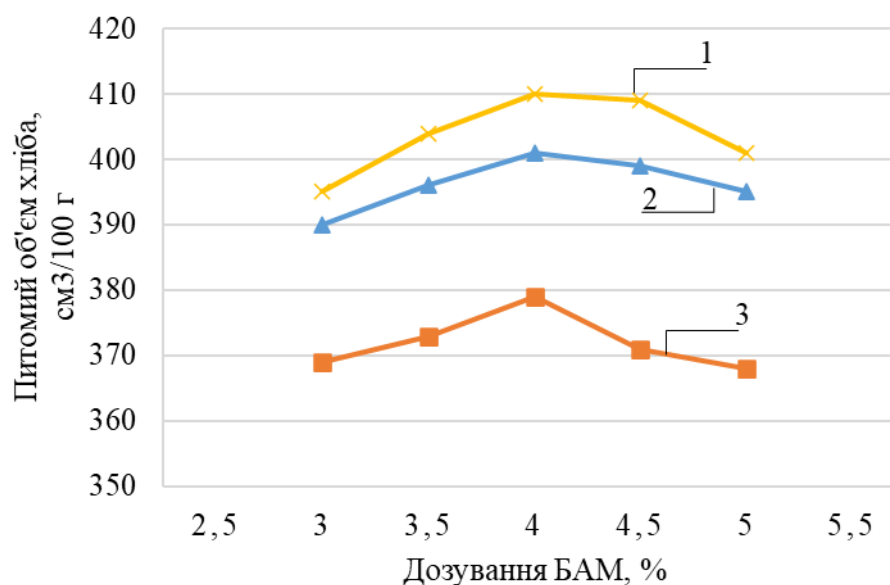


Рисунок 3.4 – Залежність зміни питомого об'єму хліба від дозування добавки, що вводитьься:

1 – БАМ-85; 2 – БАМ-75; 3 – БАМ без ІЧ-обробки.

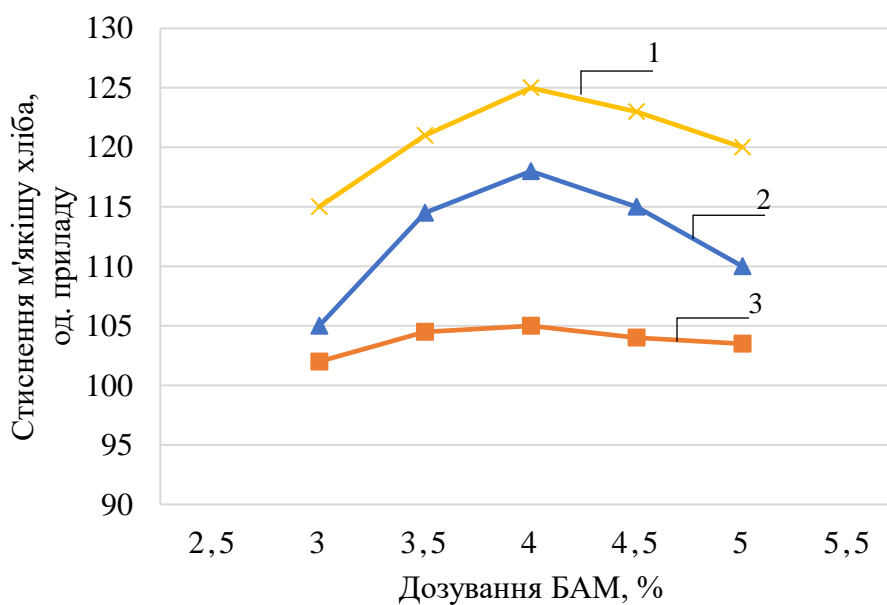


Рисунок 3.5 – Залежність зміни стисливості м'якшії хліба від дозування добавки, що вводитьься:

1 – БАМ-85; 2 – БАМ-75; 3 – БАМ без ІЧ-обробки.

### 3.6 Вплив способу приготування тіста і способу внесення білкової арахісової маси на якість готових хлібобулочних виробів

З метою визначення найбільш оптимального способу приготування тіста було проведено порівняльне вивчення впливу оптимального дозування БАМ на якість хліба в залежності від способу приготування тіста. Тісто готували безопарним способом, за інтенсивною «холодною» технологією (прискорений спосіб), на звичайній густій (ЗГ) і великій густій опарі (ВГО). Як контроль для порівняння отриманих результатів випічки використовували хліб, приготований з додаванням соняшникової олії в кількості еквівалентній вмісту жирної олії у кількості БАМ.

Отримані дані наведено у таблиці 3.10.

Якість хліба аналізували за загальноприйнятими показниками через 15 – 16 год після випічки.

Як видно з даних таблиці 3.10, кращі результати були отримані при приготуванні тіста з внесенням до нього БАМ прискореним способом. У цих пробах збільшувався питомий об'єм хліба на 3,8 – 10 % (рисунок 3.6), формостійкість подових виробів на – 2 – 8 %, пористість на 1 – 2 %, стисливість м'якушу на 4 – 17 % порівняно з пробами, приготованими безопарним та опарними способами.

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок про те, що найкращим способом приготування хліба з додаванням БАМ є прискорений. Якість хліба, приготовленого прискореним способом, при цьому не поступалася якості хліба, приготовленого традиційним опарним способом.

Досліджували різні способи внесення БАМ при приготуванні тіста прискореним способом: у нативному стані, у вигляді жирно-водної емульсії та у складі бездрожжового напівфабрикату.

Показники якості хліба наведено у таблиці 3.11. З даних цієї таблиці видно, що внесення БАМ у вигляді емульсії було кращим, ніж при додаванні її як бездріжжового напівфабрикату й у нативному стані.

Таблиця 3.10 – Вплив білкової арахісової маси на якість готового хліба за різних способів приготування тіста

Показники	Способи приготування тіста															
	безопарний				прискорений				на звичайній опарі				на великій густій опарі			
	контроль	БАМ без ГЧ-обробки	БАМ-75	БАМ-85	контроль	БАМ без ГЧ-обробки	БАМ-75	БАМ-85	контроль	БАМ без ГЧ-обробки	БАМ-75	БАМ-85	контроль	БАМ без ГЧ-обробки	БАМ-75	БАМ-85
Формостійкість подового хліба, (Н/Д)	0,37	0,45	0,46	0,49	0,40	0,48	0,50	0,53	0,38	0,46	0,48	0,51	0,39	0,47	0,49	0,52
Кислотність, град.	2,5	2,6	2,8	3,0	2,3	2,4	2,6	2,8	2,7	2,8	3,0	3,2	2,9	3,0	3,2	3,4
Пористість, %	79	81	83	84	81	83	85	85	80	82	84	85	80	82	84	85
Структурно-механічні властивості м'якуша, од. приладу АП 4/2ΔН <sub>заг.</sub>	95	105	118	125	104	114	127	130	98	109	123	126	100	111	125	128
ΔН <sub>пл.</sub>	71	80	92	98	78	87	98	100	74	84	96	98	75	85	98	100
ΔН <sub>пр.</sub>	24	25	26	27	26	27	29	30	24	25	27	28	25	26	27	28

Таблиця 3.11 – Вплив способу внесення білкової арахісової маси на якість готового хліба із пшеничного борошна першого гатунку

Показники	Із внесенням у тісто 2 % ПМ (Соняшникова олія)			З внесенням у тісто 4 % БАМ без ІЧ-обробки			Із внесенням у тісто 4 % БАМ-75			Із внесенням у тісто 4 % БАМ-85		
	без підготовки	у вигляді жиро-водної емульсії	з бездріжджовим напівфабрикатом	без підготовки	у вигляді жиро-водної емульсії	з бездріжджовим напівфабрикатом	без підготовки	у вигляді жиро-водної емульсії	з бездріжджовим напівфабрикатом	без підготовки	у вигляді жиро-водної емульсії	з бездріжджовим напівфабрикатом
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> / 100 г	395	425	410	415	430	420	435	455	438	440	460	450
Формостійкість подового хліба, (Н/Д)	0,40	0,45	0,42	0,48	0,51	0,50	0,50	0,53	0,52	0,53	0,55	0,54
Кислотність, град.	2,3	2,3	2,1	0,4	2,4	2,3	2,6	2,6	2,4	2,8	2,8	2,6
Пористість, %	81	84	83	83	85	84	85	86	85	85	86	86
Структурно механічні властивості м'якшу, од. приладу АП 4/2: $\Delta H_{\text{заг.}}$	104	3	111	114	129	117	27	137	129	130	140	133
$\Delta H_{\text{пл.}}$	78	85	84	87	100	90	98	106	100	100	109	103
$\Delta H_{\text{упр.}}$	26	28	27	27	29	27	29	31	29	30	31	30

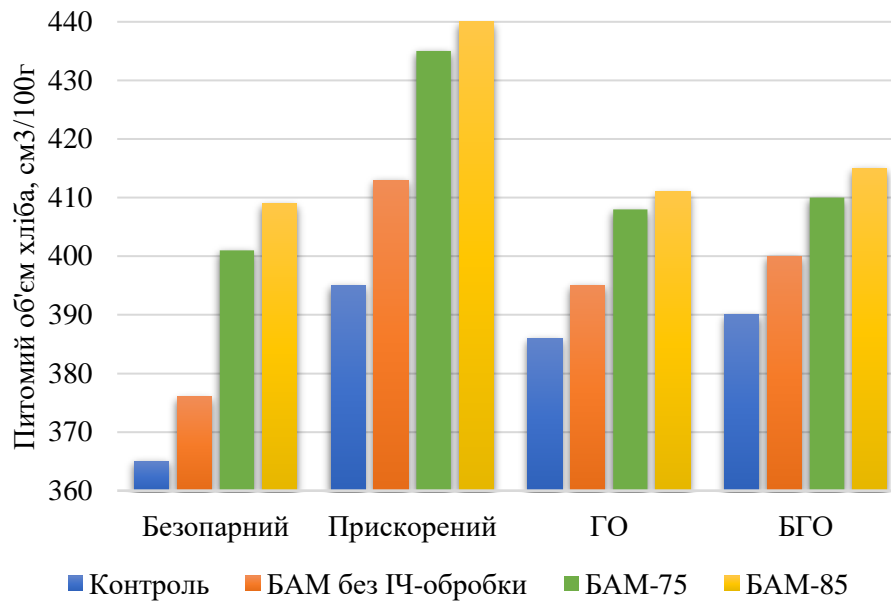


Рисунок 3.6 – Вплив БАМ на питомий об’єм хліба за різних способів приготування тіста

Проби хліба відрізнялися великим об’ємом, ніжним еластичним м’якушем з більш розвиненою тонкостінною пористістю.

Питомий об’єм виробів, отриманих за пропонованим способом, при цьому збільшувався в середньому на 2 – 4 %, пористість – на 1,2 – 2,5 %, формостійкість – на 2 – 6 %, а загальна стисливість м’якуша – на 5,4 – 8 % у порівнянні з дослідними пробами, в які БАМ вносили без попередньої підготовки та з бездріжжовим напівфабрикатом. Найнижчі показники мали проби, які БАМ вносили без попередньої обробки. Стисливість м’якуша хліба з додаванням БАМ як емульсії змінювалася повільніше, ніж у інших пробах.

Таким чином, результати досліджень показали, що для підвищення якості виробів доцільним є приготування тіста прискореним способом із внесенням до нього БАМ у вигляді жироводної емульсії.

### 3.7 Вплив термомодифікованої білкової арахісової маси на термін збереження свіжості хліба

Збільшення терміну зберігання хлібобулочних виробів у свіжому вигляді є



одним з основних завдань. Тому в роботі також вивчали вплив термомодифікованої білкової арахісової маси на збереження свіжості хліба щодо зміни його структурно-механічних властивостей м'якушу в процесі його зберігання.

Через 8, 24, 32 та 48 годин зберігання хліба після випічки визначали ступінь свіжості контрольних та дослідних проб зі стисливості м'якуша на автоматизованому пенетрометрі АП-4/2. На рисунку 3.7 подано результати досліджень.

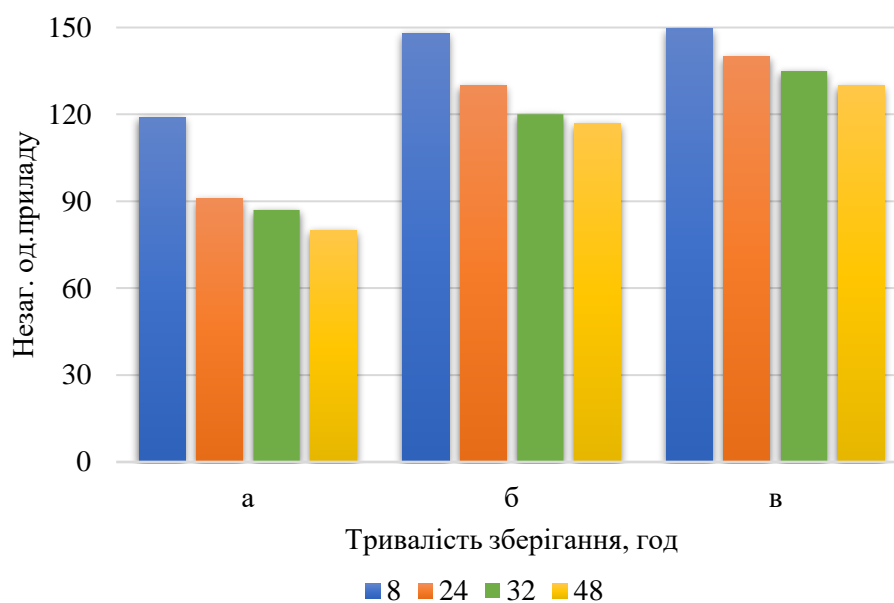


Рисунок 3.7 – Вплив БАМ-75 та БАМ-85 на зміну загальної деформації м'якуша хліба при зберіганні: а – контроль; б – з 4 % БАМ-75; в – з 4 % БАМ-85

Як впливає з даних, стисливість м'якушу хліба, випеченого прискореним способом за інтенсивною "холодною" технологією з внесенням у тісто БАМ-85 у вигляді жирно-водної емульсії, була вищою за весь період зберігання. Найбільші зміни структурно-механічних властивостей м'якушу у всіх проб відбувалися у перші 24 год зберігання, причому у контрольній пробі протягом наступних 24 год структурно-механічні властивості продовжували змінюватися, а в дослідних варіантах при зберіганні продукту протягом 32 – 48 год  $A_{\text{Незаг}}$  змінювалося незначно.

Встановлено, що при додаванні термомодифікованої білкової арахісової маси досліджувані властивості м'якшущого хліба змінювалися в процесі зберігання повільніше, ніж у контрольній пробі, що свідчить про уповільнення процесу черствіння і дозволяє отримати хліб, що зберігає свіжість до 48 годин.

Більшою мірою сприяло збереженню свіжості хліба додавання термомодифікованої БАМ-85.

Таким чином, проведені дослідження показали доцільність використання термомодифікованої БАМ-85 для підвищення якості хліба та збереження його свіжості.

### Висновки за розділом

Досліджено вплив ІЧ-термообробки на функціональні властивості білків арахісу. Встановлено, що ІЧ-термообробка насіння арахісу дозволяє підвищити поживні та функціональні властивості білків арахісу, що визначає їх подальше технологічне використання в хлібопеченні.

Досліджено хімічний склад та якісні показники одержаного білково-ліпідного продукту – білкової арахісової маси. Показано, що ІЧ-обробка насіння арахісу дозволяє змінити груповий склад білкової фракції, зменшити масову частку крохмалю від 4,2 % до 3,9 %, за рахунок чого збільшується загальна кількість моно- та дисахаридів від 5,3 % до 5,5 %.

Встановлено, що БАМ-85 більшою мірою дозволяє покращити хлібопекарські властивості пшеничного борошна І сорту, структурно-механічні властивості тіста порівняно з іншими продуктами переробки насіння арахісу.

Найбільший ефект, що покращує якість хліба, спостерігається при внесенні БАМ-85 у тісто у вигляді жиру-водної емульсії при співвідношенні БАМ: вода, що дорівнює 1:2, при приготуванні тіста прискореним способом, у дозуванні 4 % до маси борошна, яка визначена методом математичного планування експерименту. .

#### 4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

4.1 Розробка рецептур та технологічних режимів виробництва хлібобулочних виробів, збагачених білковою арахісовою масою

Проведені дослідження дозволили розробити рецептури нових сортів хлібобулочних виробів: Хліб «Арахісовий 1» і хліб «Арахісовий 2», збагачених БАМ-85.

У таблиці 4.1 наведено розроблені рецептури на нові сорти хлібобулочних виробів, збагачених білковою арахісовою масою.

Таблиця 4.1 – Рецептури нових сортів хлібобулочних виробів використанням БАМ

Найменування сировини	Витрата сировини, кг	
	Хліб «Арахісовий 1»	Хліб «Арахісовий 2»
Борошно пшеничне хлібопекарське першого сорту або борошно пшеничне загального призначення	100,0	100,0
Дріжджі хлібопекарні пресовані	1,5	1,5
Сіль кухонна харчова	1,5	1,5
Цукор пісок	5,0	-
Маргарин столовий із вмістом жиру 82 %	-	-
Соняшникова олія	2,0	-
Білково-арахісова маса в тісто, кг	4,0	4,0
Всього сировини, кг:	114,0	107,0

На підставі проведених досліджень розроблено спосіб та технологічні режими виробництва хлібобулочних виробів, збагачених БАМ-85.

Основні технологічні режими виробництва хлібобулочних виробів, збагачених БАМ-85, наведено у таблиці 4.2.

Структурну схему виробництва хліба, збагаченого термомодифікованою БАМ-85, наведено на рисунку 4.1.

Таблиця 4.2 – Технологічні режими виробництва хліба «Арахісовий 1» (приготування тіста з пшеничного борошна на звичайній опарі)

Найменування технологічної стадії та режиму	Значення технологічного режиму	
	Контроль (стандартна рецептура)	Хліб «Арахісовий 1»
1. Режими підготовки БАМ-85 до внесення до тіста:		
- температура, °С	-	35 – 40
- співвідношення БАМ-вода	-	1:2
- збивання, хв	-	5
2. Режими приготування опари:		
- вологість опари, %	45	45
- температура, °С	29 – 30	29 – 30
- тривалість бродіння, хв.	210	180
3. Режими приготування тіста:		
- вологість тесту, %	40,5	42,5
- температура, °С	30 – 31	30 – 31
- тривалість бродіння, хв.	90	60
4. Режими попередньої вистоювання:		
- температура, °С	35	35
- тривалість, хв.	5	3
5. Режими остаточного вистоювання:		
- температура, °С	40	40
- відносна вологість повітря, %	80	80
- тривалість, хв.	45	35
6. Режими випічки хліба:		
- температура пароповітряного середовища, °С	220	220
- тривалість, хв.	25	25
Скорочення часу технологічного процесу, хв	-	67

Результати дослідно-промислових випробувань підтвердили ефективність застосування термомодифікованої БАМ-85 для збагачення хлібобулочних виробів з метою отримання продукції, що має підвищену харчову та біологічну цінність.

Розроблені рецептури та технологічні режими виробництва нових сортів хлібобулочних виробів, збагачених БАМ-85, рекомендовані до практичного впровадження в умовах виробництва ТОВ «ЮОНА ГРУП».

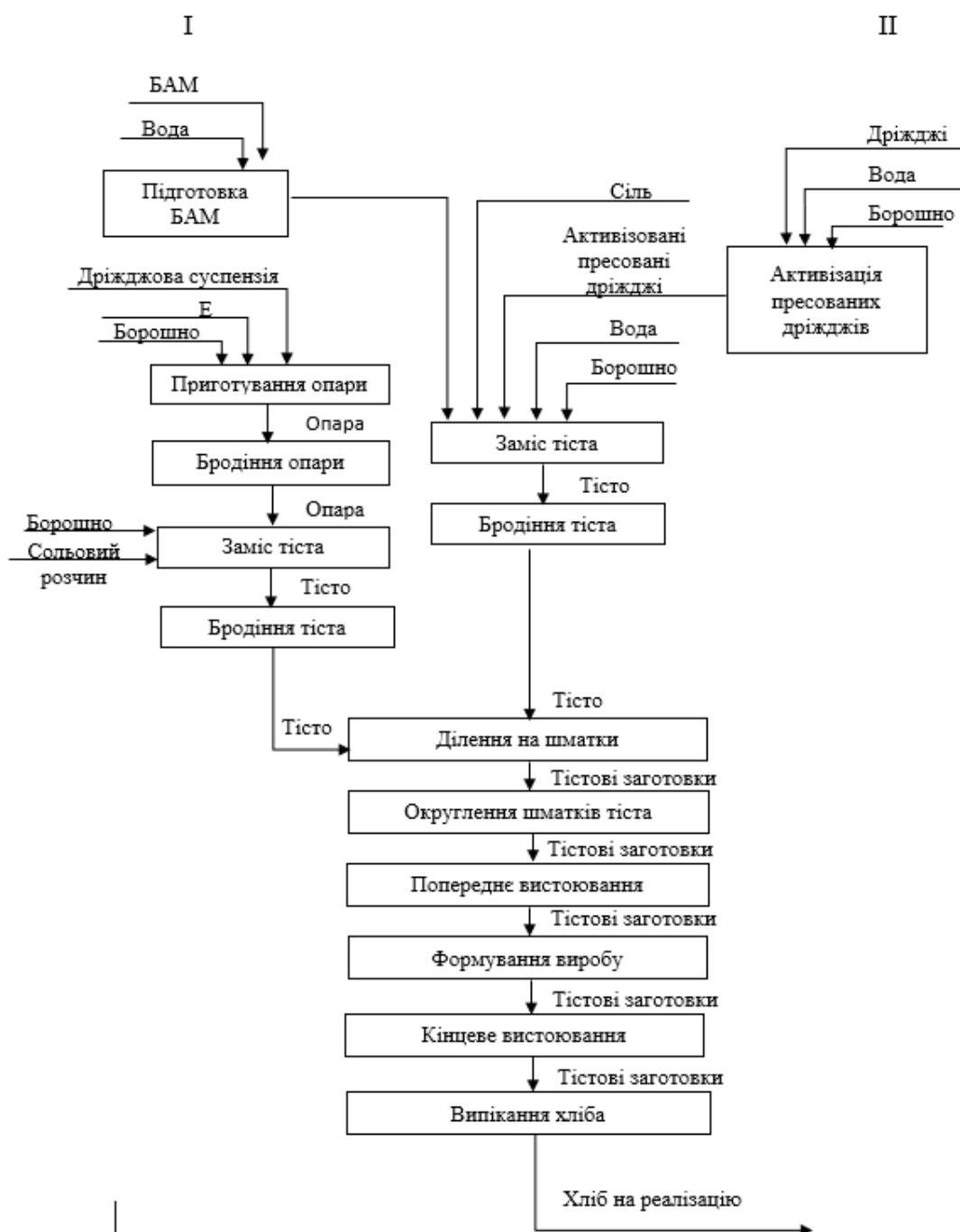


Рисунок 4.1 – Структурна схема виробництва хліба, збагаченого БАМ-85, приготовленого з тіста різними способами:

I – опарний спосіб; II – однофазний прискорений спосіб.

#### 4.2 Оцінка харчової та біологічної цінності хліба, збагаченого білковою арахісовою масою

Харчова цінність хліба, як і всякого харчового продукту, визначається, в першу чергу, його калорійністю, засвоюваністю та вмістом у ньому додаткових факторів харчування: вітамінів, мінеральних речовин та незамінних амінокислот.

Доцільність застосування БАМ-85 для підвищення харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів підтверджено результатами досліджень, які наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Хімічний склад та харчова цінність хліба «Арахісовий 1»

Найменування показників	Значення показників	
	Контроль	Хліб «Арахісовий 1»
Вміст, г/100г:		
- ліпідів	3,6	3,5
- білків	7,33	8,04
- вуглеводів	47,12	51,49
Вміст мінеральних речовин, мг/100 г:	126	144
- кальцій	20,4	22,5
- фосфор	82,16	91,65
- натрій	394	395
- магній	30,63	35,56
- залізо	1,5	1,64
Вміст вітамінів, мг/100г:		
- В <sub>1</sub>	0,16	0,18
- В <sub>2</sub>	0,05	0,06
- В <sub>3</sub>	Відсутнє	0,7
- В <sub>6</sub>	0,10	0,13
- С	Відсутнє	1,7
- РР	1,54	1,90
- Е	1,90	3,6
Енергетична цінність, ккал/100 г	251	270

У таблиці 4.3 наведено хімічний склад та харчову цінність нового сорту хліба «Арахісовий 1», збагаченого термомодифікованою БАМ-85.

З даних таблиці 4.3 випливає, що вміст білка в хлібові «Арахісовий 1» з додаванням БАМ-85 збільшується. Оптимальна кількість внесення БАМ-85 у тісто (4 %) дає збільшення білка у хлібові на 9,7 % порівняно з контрольним зразком.

Відомо, що масові сорти хліба містять недостатню кількість мінеральних речовин і вітамінів і не можуть задовольнити потреби організму в них. Нами експериментально (таблиці 4.3) доведено можливість поліпшення складу хліба за мінеральними речовинами та вітамінами завдяки введенню в рецептуру термомодифікованої білково-арахісової маси БАМ-85.

#### Висновки за розділом

Використання БАМ-85 при виробництві хлібобулочних виробів покращує органолептичні показники якості хліба: пористість стає більш розвиненою, рівномірною, тонкостінною, м'якуш ніжнішим та еластичнішим з приємним ароматом та арахісовим присмаком. Питома кількість хліба збільшується на 2 – 4 %, пористість – на 1,2 – 2,5 %, формостійкість подових виробів – на 2 – 6 %, стисливість м'якішу – на 5,4 – 8 %.

Використання БАМ-85 при виробництві хлібобулочних виробів підвищує їх харчову та біологічну цінність, а також збільшує терміни зберігання свіжості готових хлібобулочних виробів до 48 годин.

Розроблено рецептури та технології нових сортів хлібобулочних виробів з пшеничного борошна першого сорту, збагачених БАМ, із скороченим технологічним циклом та підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Проведено випічку та дегустацію розроблених виробів, що підтверджують доцільність їх промислового виробництва.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 5.1 Розробка карти безпеки праці під час виробництва хлібобулочних виробів

З метою забезпечення безпечних умов праці під час операцій у цеху з виробництва хлібобулочних виробів, була розроблена карта безпеки праці (див. рис. 5.1). У цьому документі враховані всі особливості та умови, з якими зіштовхується оператор лінії з виробництва хлібобулочних виробів у ТОВ «ЮОНА ГРУП».

<p><b>1. Загальна інформація</b></p> <p>Дана картка безпеки праці розроблена для робітників цеху з виробництва хлібобулочних виробів в ТОВ «ЮОНА ГРУП».</p> <p><b>Важливо!</b> Обов'язково ознайомитись з інформацією цієї картки перед виконанням робіт.</p>	<p><b>2. Опис робочого місця</b></p> <p>Посада: апаратник лінії з виробництва хліба в ТОВ «ЮОНА ГРУП».</p> <p>Місце роботи: цех з виробництва хлібобулочних виробів ТОВ «ЮОНА ГРУП».</p> <p>Робочій час: 1 зміна (8:00-20:00) 2 зміна (20:00-8:00)</p>
<p><b>3. Заходи безпеки</b></p> <p>До роботи допускаються особи, що досягли 18-річного віку та пройшли відповідний інструктаж з ОП і медичний огляд.</p> <p>Заборонено приступати до роботи в стані алкогольного чи наркотичного сп'яніння. В разі поганого самопочуття негайно повідомити майстра цеху.</p> <p>Уважно готувати робоче місце, дотримуватись правил охорони праці. Обов'язково використовувати засоби індивідуального захисту при виконанні робіт з налагодженням роботи сепаратора</p>	
<p><b>4. Надзвичайні ситуації</b></p> <p><b>1) Пожежа:</b> негайно повідомити про це відповідні служби та натиснути на пожежну сигналізацію. Використовувати вогнегасник або інші засоби пожежогасіння, якщо ви натрапили на невелике загоряння та можете безпечно його загасити.</p> <p><b>2) Аварія:</b> негайно повідомити про це відповідні служби та керівництво. Уникайте зони аварії та слідуйте вказівкам служб безпеки.</p> <p><b>3) Травма:</b> негайно повідомити про це відповідні служби та керівництво. Зверніться до медичного працівника або запросіть медичну допомогу, якщо потрібно.</p>	
<p><b>5. Потенційні ризики</b></p> <p>а) зерновий та борошняний пил, б) можливість травмування внаслідок дії рухомих частин обладнання, в) ризик пожежі.</p>	<p><b>6. Контакти екстрених служб</b></p> <p>Черговий: вн.т. <b>42-78-15</b></p> <p>Пожежна служба: <b>101</b></p> <p>Екстрена медична допомога: <b>103</b></p> <p>Служба екстреної допомоги: <b>112</b></p>

Рисунок 5.1 – Карта безпеки праці оператора лінії з виробництва макаронних виробів в ТОВ «ЮОНА ГРУП»



## 5.2 Утилізація відходів виробництва

Досліджуване виробництво випускає органічний пи́л в атмосферу через витяжні системи, а також використовує стічні води для побутових та виробничих потреб. Стічні води підприємства містять різні домішки, які змінюють їхній первісний хімічний склад і фізичні характеристики [15].

Для уникнення порушень технічних умов було впроваджено ряд заходів, спрямованих на зменшення забруднення повітряного середовища. В місцях, де виокремлюються пилоподібні речовини, встановлюють вбудовані вентиляційні укриття, різні зонти та відсмоктувачі. Технологічні процеси, пов'язані з утворенням пи́лу (такі як завантаження, подрібнення, дозування та транспортування сипучих матеріалів), включають в себе аспірацію та гідропригнічення – розпил води на джерела пи́лу.

На підприємстві відбувається видалення частини відходів через стічні води, тоді як інша частина викидається у формі твердих відходів у контейнери для сміття. Після цього саме підприємство транспортує промислові відходи до спеціальних місць для їхнього утилізації.

### Висновки за розділом

У розділі кваліфікаційної роботи було створено карту безпеки праці для оператора лінії з виробництва хлібобулочних виробів ТОВ «ЮОНА ГРУП». Крім того, були визначені методи утилізації відходів виробництва.

## 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 6.1 Організація проведення дослідження

Економічні розрахунки, які були здійснені для валідації дослідження, мали на меті оцінити отримані результати та обґрунтувати доцільність проекту. Це було зроблено з метою підтвердження харчової цінності технологій виробництва макаронних виробів за допомогою введення харчових добавок та нетрадиційних інгредієнтів у рецептуру.

Проведення досліджень включало витрати на різні матеріальні ресурси, зокрема на придбання обладнання для виробництва макаронних виробів, амортизацію цього обладнання, закупівлю експериментальних зразків борошна, а також витрати на заробітну плату та електроенергію. Серед найбільш витратних завдань входять: визначення якісних показників сировини та напівфабрикатів, вивчення впливу різних типів борошна на якість макаронних виробів, та аналіз впливу харчових добавок на якісні характеристики макаронних виробів, який представлений у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт $t_{ij}$ , днів
1	2	3
1-2	Вибір напрямку наукових досліджень	1
2-3	Літературний пошук та постановка проблематики	10
3-4	Складання плану виконання досліджень	2
4-5	Розробка методики проведення досліджень	2
5-6	Підготовка основних матеріалів для проведення досліджень	2
6-7	Підготовка та налаштування устаткування для проведення досліджень	25
7-8	Визначення впливу температурних режимів при ПЧ-обробці на функціональні властивості білків арахісу	3
7-9	Дослідження впливу білкової арахісової маси на хлібопекарські властивості пшеничного борошна	8
7-10	Визначення впливу білкової арахісової маси на якість готового хліба та обґрунтування її оптимального дозування	12

Продовження табл. 6.1

1	2	3
7-11	Визначення впливу способу приготування тіста і способу внесення білкової арахісової маси на якість готових хлібобулочних виробів	10
8-12	Аналіз та обробка результатів дослідження	1
9-12		1
10-12		3
11-12		2
1	2	3
12-13	Обробка результатів експериментальних даних	6
13-14	Підготовка матеріалів досліджень до публікації та оприлюднення	8
14-15	Формування демонстраційного матеріалу	6

Згідно з розробленим планом було створено сітьовий графік – це графічна модель, яка представляє майбутню роботу. На етапі реалізації сітьовий графік надає можливість оперативного керування процесом виконання робіт (рисунок 6.1).

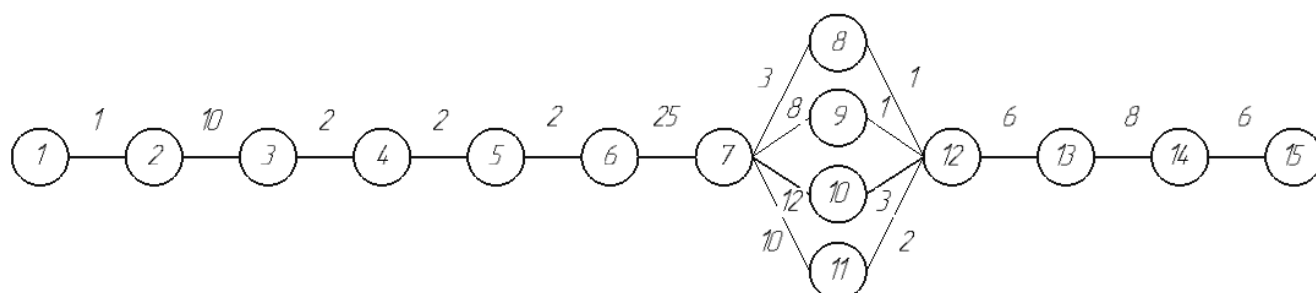


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

У відповідності з графіком було знайдено повний шлях проведення досліджень.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-12-13-14-15}^1 = 2 + 14 + 3 + 3 + 2 + 22 + 2 + 1 + 4 + 5 + 4 = 62;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-12-13-14-15}^2 = 2 + 14 + 3 + 3 + 2 + 22 + 3 + 1 + 4 + 5 + 4 = 63;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-12-13-14-15}^3 = 2 + 14 + 3 + 3 + 2 + 22 + 4 + 1 + 4 + 5 + 4 = 64;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-11-12-13-14-15}^4 = 2 + 14 + 3 + 3 + 2 + 22 + 8 + 2 + 4 + 5 + 4 = 69.$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є четвертий шлях з тривалістю в 69 днів.

## 6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати, пов'язані із проведенням дослідження, визначаються на основі бюджету. Ці витрати охоплюють витрати на матеріали, електроенергію, оплату праці, амортизацію та загальновиробничі витрати.

Витрати на основні та допоміжні матеріали визначаються за допомогою виразу:

$$M = \sum m_i \cdot C_i, \quad (6.1)$$

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

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

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Пшеничне борошно, без добавок, кг	5	70	350
Білково-арахісова маса, кг	1	250	250
Всього			600

Таблиця 6.2 містить результати розрахунку оплати праці для учасників досліджень.

Таблиця 6.2 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	8300	49,40	15	741,00
Всього				741,00

Нарахування на заробітну плату складають:

$$H = \frac{741,00 \cdot 22}{100} = 163,02 \text{ грн.}$$

Затрати на витрачену електроенергію визначаємо за виразом:

$$E = M \cdot K \cdot T \cdot a, \quad (6.2)$$

де  $M$  – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

$T$  – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на роботу тістозмішувача складають:

$$E_{\text{зміш.}} = 1,1 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 1,68 = 13,3 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу духової шафи складають:

$$E_{\text{прес.}} = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 1,68 = 30,24 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу вистоювальної шафи складають:

$$E_{\text{суш.}} = 2,0 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 48,38 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на роботу персонального комп'ютера:

$$E_{\text{п.к.}} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 240 \cdot 1,68 = 326,59 \text{ грн.}$$

Загальні затрати електроенергії складають:

$$E = E_{\text{зміш.}} + E_{\text{прес.}} + E_{\text{суш.}} + E_{\text{п.к.}} = 13,30 + 30,24 + 48,38 + 326,59 = 388,51 \text{ грн.}$$

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

$$A = \frac{\Phi \cdot H \cdot t}{100 \cdot 365}, \quad (6.3)$$

де  $A$  – амортизаційні відрахування, грн;

$\Phi$  – вартість устаткування, грн;

$H$  – річна норма амортизації, %;

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

365 – кількість днів у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Змішувач	1200,00	15	1	0,49
Шафа духова	2300,00	15	1	0,94
Шафа вистоювальна	1800,00	15	2	1,48
Персональний комп'ютер	12000,00	24	30	236,71
Всього				239,62

Накладні витрати становлять:

$$\frac{(741,00 \cdot 80)}{100} = 592,80 \text{ грн.}$$

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	600,00
Заробітна плата	741,00
Нарахування на заробітну плату	163,02
Електроенергія	388,51
Амортизація	239,62
Накладні витрати	592,80
Всього	2704,95

Встановлено, що найвищі витрати спостерігаються в області оплати праці та загальновиробничих витрат.

### 6.3 Розрахунок вартості дослідження

Ціноутворення на науково-дослідну роботу, яка відноситься до фундаментальних досліджень, базується на витратах на проведення досліджень та рівні прибутковості:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \quad (6.4)$$

де  $Ц$  – вартість дослідження, грн;

$C$  – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 2704,95 + \frac{30 \cdot 2704,95}{100} = 3516,43 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 3516,43 грн.

## Висновки за розділом

Основними складовими витрат під час виконання досліджень є затрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають відповідно 741,00 грн та 592,80 грн. Загалом, при врахуванні 30 % нормативної рентабельності, вартість проведеного дослідження становить 3321,43 грн..



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На підставі результатів виконаних досліджень теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено доцільність застосування продуктів переробки насіння арахісу у технології хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності.

Досліджено вплив ІЧ-термообробки на функціональні властивості білків арахісу. Встановлено, що ІЧ-термообробка насіння арахісу дозволяє підвищити поживні та функціональні властивості білків арахісу, що визначає їх подальше технологічне використання в хлібопеченні.

Досліджено хімічний склад та якісні показники одержаного білково-ліпідного продукту – білкової арахісової маси. Показано, що ІЧ-обробка насіння арахісу дозволяє змінити груповий склад білкової фракції, зменшити масову частку крохмалю від 4,2 % до 3,9 %, за рахунок чого збільшується загальна кількість моно- та дисахаридів від 5,3 % до 5,5 %.

Встановлено, що БАМ-85 більшою мірою дозволяє покращити хлібопекарські властивості пшеничного борошна І сорту, структурно-механічні властивості тіста порівняно з іншими продуктами переробки насіння арахісу.

Найбільший ефект, що покращує якість хліба, спостерігається при внесенні БАМ-85 у тісто у вигляді жирно-водної емульсії при співвідношенні БАМ: вода, що дорівнює 1:2, при приготуванні тіста прискореним способом, у дозуванні 4 % до маси борошна, яка визначена методом математичного планування експерименту. .

Використання БАМ-85 при виробництві хлібобулочних виробів покращує органолептичні показники якості хліба: пористість стає більш розвиненою, рівномірною, тонкостінною, м'якуш ніжнішим та еластичнішим з приємним ароматом та арахісовим присмаком. Питома кількість хліба збільшується на 2 – 4 %, пористість – на 1,2 – 2,5 %, формостійкість подових виробів – на 2 – 6 %, стисливість м'якішу – на 5,4 – 8 %.

Використання БАМ-85 при виробництві хлібобулочних виробів підвищує їх

харчову та біологічну цінність, а також збільшує терміни зберігання свіжості готових хлібобулочних виробів до 48 годин.

Розроблено рецептури та технології нових сортів хлібобулочних виробів з пшеничного борошна першого сорту, збагачених БАМ, із скороченим технологічним циклом та підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Проведено випічку та дегустацію розроблених виробів, що підтверджують доцільність їх промислового виробництва.

Основними складовими витрат під час виконання досліджень є затрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають відповідно 741,00 грн та 592,80 грн. Загалом, при врахуванні 30 % нормативної рентабельності, вартість проведеного дослідження становить 3321,43 грн..

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Капрельянц Л. Функціональні продукти і нутрицевтики – сучасні підходи харчової науки. Л. Капрельянц // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2016. Вип. 73. С. 441
2. Лялик А., Криськова Л., Кравчук Л. Концепція функціональних харчових продуктів / Тези доповідей IV Міжнародної науково-технічної конференції «Стан і перспективи харчової науки та промисловості», 11-12 жовтня 2017 року. — Т.: ТНТУ, 2017. — С. 114–115.
3. Івашків Л.Я. Нові напрямки оздоровчого харчування населення України // Вісник ЛІЕТ. — 2008. — № 3. — С. 163–168.
4. Чепурда Л.М., Івашина Л.Л. Особливості застосування БАД у харчуванні різних верств населення. Стратегії сталого розвитку в туризмі та готельно-ресторанному бізнесі: можливості і проблеми запровадження в Україні : кол. монографія / за ред. д-ра іст. наук, проф. Чепурди Г. М.; Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2021. – С. 176. -180с.
5. Башта А. Скорцонера – перспективна інуліновмісна сировина для виробництва оздоровчих продуктів. Інноваційні технології в готельноресторанному бізнесі: матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції. (19 - 20 травня, 2020 р., м. Київ). Київ : НУХТ, 2020. С. 214-216.
6. Калина В. С. Розділ 5. Розробка нових функціональних продуктів харчового призначення / В. С. Калина, А. М. Пугач // Землеробська механіка. Інноваційні технології харчових виробництв. Agricultural mechanics. Innovative technologies of food production : монографія / А. С. Кобець, С. П. Сокол, А. М. Пугач, Ю. О. Чурсінов, О. А. Півоваров, С. Ю. Миколенко, О. С. Ковальова, В. С. Калина, В. С. Кошулько, Д. О. Тимчак, Н. А. Сова, К. А. Худайбердієва ; МОН України ; Дніпровський держ. аграр.-екон. ун-т. – Дніпро : «Свідлер А. Л.», 2022. – Т. 4. Інноваційні технології харчових виробництв. – С.266-312. – 100-річчю Дніпровського держ. аграр.-екон. ун-ту, 20-річчю кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції присвячується.

7. Калина В. С., Гола А. В. Макаронні вироби на основі клітковини гречаної: 45(1321) // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. 2018. № 45(1321). С. 160–165.
8. Рожно О.В. Розробка технології безглютенових макаронних виробів: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів» ; Національний університет харчових технологій. Київ, 2018. 22 с.
9. Голікова Т.П., Орлова О.О. Макаронні вироби з порошком глоду. Патент на корисну модель № 13495. 2017.
10. Горячова, О.О., Назаренко, В.О., Офіленко, Н.О., Котова, З.Я. Сенсорна характеристика цільнозернових та овочевих макаронних виробів. Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія: Технічні науки, 2018. № 1 (85). С. 104–113.
11. Дзюндзя О.В.; Шинкарук М.В. Вплив овочевих порошків на якість макаронних виробів. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, 2021, 3: 72-78.
12. Кравченко О.А., Стеценко Н.О. Нові види макаронних виробів з антиоксидантними властивостями. Актуальні питання науки і техніки у XXI столітті. Природничі та медичні науки, технічні і математичні науки, науковий 59 форум: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 28 травня 2014 р. Київ, 2014. С. 166 – 172
13. ДСТУ 7043: 2009 Вироби макаронні. Загальні технічні умови.
14. Хомічак Л. М., Грушецький Р. І., Гриненко І. Г. Родина складноцвітих – перспективне джерело інуліну // Продовольчі ресурси: зб. наук. праць / Інститут продовольчих ресурсів НААН України. 2013. №1. С. 117–122.
15. Грішин А. О. «Поліпшення споживних властивостей макаронних виробів на сучасному етапі.» Наукова конференція студентів: Сучасні напрями розвитку економіки, підприємництва, технологій та їх правового забезпечення: матеріали Наукової конференції студентів / □відповід. за вип. : проф. Семак Б. Б.

Львів : вид-во Львівського торговельно-економічного університету, 2020. □  
С.240.

16. Карпик, Г.В. Удосконалення технології макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.01 / Г. В. Карпик // Укр. держ. ун-т харч. технологій. – К. – 2014. – 20 с

17. Карпик, Г.В. Удосконалення технології макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.18.01 / Г. В. Карпик // Укр. держ. ун-т харч. технологій. – К. – 2014. – 20 с

18. Паливода С.Д. Удосконалення технології макаронних та хлібних виробів з використанням харчових добавок структуро утворювальної дії: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / НУХТ – К., 2010 – 268 с.

19. Сандул, Р. О. Аналіз факторів, що впливають на формування якості макаронних виробів. Вісник студентського наукового товариства «ВАТРА» Вінницького торговельно-економічного інституту КНТЕУ. Вінниця: Редакційно-видавничий, 183.

20. Струк Ю. Збагачення макаронних виробів чорницею / Ю. Струк; наук. кер. Т. П. Голікова // Проблеми формування здорового способу життя у молоді: зб. матеріалів VI Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учен. та студ. з міжнар. участю, Одеса, 5-6 листоп. 2013 р. / ОНАХТ, Пром. торг. компанія Шабо.-О., 2013. - С. 85-86.

21. Lenzion, K., Gornowicz, A., Bielawski, K., Bielawska, A. (2021). Phytochemical composition and biological activities of Scorzonera Species. International Journal of Molecular Sciences, 22(10), 5128.

22. A. Bashta, N. Ivchuk and O. Bashta, Yacón and Scorzonera as functional enrichment of food, Ukrainian J. Food Sci. 3 (2015) 13–22.

23. Касіянчук, В. Д. Нові технології виробництва продукції оздоровчого і лікувально-профілактичного призначення. Концептуальні проблеми розвитку сучасної гуманітарної та прикладної науки: матеріали V Всеукраїнського науково-практичного симпозиуму (м. Івано-Франківськ, 14 травня 2021 року).– Івано-Франківськ: Редакційно-видавничий відділ Університету Короля Данила,

2021.–388 с., 108.

24. Ощипок І. М. Використання нових харчових добавок з рослинної сировини у харчовій промисловості // Вісник Львівської комерційної академії. Товарознавство. 2015. № 15. С. 77–81.

25. Самохвалова О. В., Олійник С. Г., Касабова К. Р. Інноваційні технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів: лаб. практи. для студ. спеціальності 181 "Харчові технології" спеціалізації "Технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів" ступень вищої освіти – магістр; Харківський дер. ун-т харчування та торгівлі. Харків: ХДУХТ, 2017. 55 с.

26. Дробот В.І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Довідник : навч.посіб./2-ге вид., перероб. І допов. Київ, «ПрофКнига», 2019. 580 с.

27. Технохімічний контроль сировини та хлібобулочних і макаронних виробів : навчальний посібник / за ред. чл.-кор. В.І. Дробот – К.: Кондор-Видавництво, 2015.– 958 с.

28. Власенко М.В., Семенюк І.В., Слободянюк Г.Г. Цукровий діабет і ожиріння – епідемія ХХІ століття: сучасний підхід до проблеми // Український терапевтичний журнал.–2011. – № 2. – С. 50-55.

29. Азаренко, Ю. М.; Білокобильська К. А. Актуальність створення функціональних продуктів для профілактики та лікування діабету. Редакційна колегія. Сучасні досягнення фармацевтичної технології: матеріали X міжнар. наук.-практи. конф., присвяч. 60-річчю з дня народж. д-ра фармацевт. наук, проф. Гладуха Євгенія Володимировича, м. Харків, 10-11 трав. 2023 р. – Харків : НФаУ, 2023. – С. 262

30. Тарасюк, О. Функціональні харчові продукти, для осіб, що хворіють цукровим діабетом / О. Тарасюк, Т. Горлова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : матеріали 82 міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 13–14 квітня 2016 р. – К. : НУХТ, 2016. – Ч. 1. – С. 29

31. Дорохович В.В. Борошняні кондитерські вироби для хворих на

цукровий діабет із застосуванням продуктів переробки моркви / В. В. Дорохович // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2020. – Т. 26, № 1. – С. 238-244.

32. Карпик, Г. В. Визначення ступеня глікемічності макаронних виробів, збагачених харчовими волокнами / Г. В. Карпик, В. Г. Юрчак // Стан і перспективи харчової науки і промисловості : тези доповідей Міжнародної науково-технічної конференції, 8-9 жовтня 2015 р. – Тернопіль, 2015. – С. 65–66.

33. Кожевнікова, В. О. Удосконалення технології хлібобулочних виробів з використанням лікарської та пряно-ароматичної сировини [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.01 "Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів" / Кожевнікова Вікторія Олегівна ; наук. кер. Т. Є. Лебеденко ; Одес. нац. акад. харч. технологій. - Одеса : ОНАХТ, 2016. - 23 с.

34. Єгоров Б., Мардар М. Стан харчування населення України // Товари і ринки. – 2011. – № 1. – С. 140–147.

35. Юрчак В.Г. Наукове обґрунтування та розроблення технології макаронних виробів поліпшеної якості та профілактичного призначення шляхом використання нетрадиційної сировини і харчових добавок / В. Г. Юрчак // Дис...д-ра техн. наук: 05.18.01. – К. – 2003. – 336 с.

36. [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP\\_meta&C21COM=S&2\\_S21P03=FILE=&2\\_S21STR=VLNU\\_biol\\_2016\\_73\\_122](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILE=&2_S21STR=VLNU_biol_2016_73_122)

37. [https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/22113/2/SPHNP\\_2017\\_Lialyk\\_A-The\\_concept\\_of\\_functional\\_114-115.pdf](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/22113/2/SPHNP_2017_Lialyk_A-The_concept_of_functional_114-115.pdf)

38. [http://elcat.pnpu.edu.ua/docs/visnuk\\_3%20%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BC.pdf#page=163](http://elcat.pnpu.edu.ua/docs/visnuk_3%20%D0%A2%D1%83%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%BC.pdf#page=163)

39. [https://www.researchgate.net/profile/Halyna-Kushniruk/publication/352976913\\_Chernobyl\\_tourism\\_current\\_trends\\_problems\\_and\\_prospects\\_Cornobilskij\\_turizm\\_sucasni\\_tendencii\\_problemi\\_ta\\_perspektivi\\_rozvitku/li](https://www.researchgate.net/profile/Halyna-Kushniruk/publication/352976913_Chernobyl_tourism_current_trends_problems_and_prospects_Cornobilskij_turizm_sucasni_tendencii_problemi_ta_perspektivi_rozvitku/li)

nks/60e16b59299bf1ea9ede1940/Chernobyl-tourism-current-trends-problems-and-prospects-Cornobilskij-turizm-sucasni-tendencii-problemi-ta-perspektivi-rozvitku.pdf#page=176

40. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/31826/1/hotel%20industry.pdf#page=213>

41. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/37612/1/1.pdf>

42. <https://core.ac.uk/download/pdf/270038417.pdf>

43. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/14898/1/Pyvgmv.pdf>

44. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/15427/1/makaroni.pdf>

45. [https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/17892/1/Konspekt\\_lekcij\\_Bezvidhodni\\_tehnologiji\\_konservnyh\\_vyrobnictv.pdf](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/17892/1/Konspekt_lekcij_Bezvidhodni_tehnologiji_konservnyh_vyrobnictv.pdf)

46. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/1339/3/kvmnrkthkmyihuvep.pdf>

47. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/455/3/751.pdf>

48. [https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/35368/1/181\\_Haidas\\_hchuk%20Bohdan%20Mykhailovych.pdf](https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/35368/1/181_Haidas_hchuk%20Bohdan%20Mykhailovych.pdf)

49. <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/20610/1/sword%202015.pdf>

50. <http://vestnik2079-5459.khpi.edu.ua/article/view/264787>