

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

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

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

**Обґрунтування технології виготовлення  
цукрового печива функціонального призначення**

**Виконав:** студентка 2 курсу, групи МгХТз-1-19  
за спеціальністю 181 «Харчові технології»

\_\_\_\_\_ Янда Яна Анатоліївна

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Калина Вікторія Сергіївна

**Рецензент:** \_\_\_\_\_ Коляда Світлана Ігорівна

Дніпро 2021

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Спеціальність: 181 «Харчові технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції

доктор технічних наук, професор

Чурсінов Ю.О.

(підпис)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 р.

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

Янді Яні Анатоліївні

1. Тема роботи «Обґрунтування технології виробництва цукрового печива функціонального призначення».

Керівник роботи Калина Вікторія Сергіївна, кандидат технічних наук, доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від «25» листопада 2020 року № 2956.

2. Строк подання студентом роботи 12 лютого 2021 року

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

2. Наукова та науково-технічна документація, що стосується питань виробництва кондитерських виробів функціонального призначення. 3. Нормативно-технологічна документація. 4. Патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Матеріали і методи досліджень. 3 Дослідна частина. 4 Практичне впровадження отриманих результатів. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Список джерел посилання. Додатки.

## 5. Перелік демонстраційного матеріалу

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

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	Калина В.С., доцент	25.11.2020	12.02.2021
5	Кравець В.В., доцент	25.11.2020	12.02.2021
6	Павленко О.С., доцент	25.11.2020	12.02.2021

7. Дата видачі завдання 25 листопада 2020 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	21.09-30.09.20	виконано
2	Огляд літератури	01.10-11.10.20	виконано
3	Матеріали і методи досліджень	12.10-25.10.20	виконано
4	Дослідна частина	26.10-30.11.20	виконано
5	Практичне впровадження отриманих результатів	01.12-15.12.20	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	16.12-25.12.20	виконано
7	Організаційно-економічна частина	01.02-05.02.21	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	06.02-11.02.21	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	12.02.2021	виконано

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

Янда Я.А.

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

Калина В.С.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломної роботи містить 108 сторінок друкованого тексту, 29 рисунків та ілюстрацій, 19 таблиць та використано 73 літературних джерела посилань.

Метою дослідження є розробка технології та науково-обґрунтованих рецептур нових видів цукрового печива, збагаченого харчовими волокнами і пребіотиками.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва нових видів цукрового печива, збагаченого харчовими волокнами і пребіотиками.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних показників процесу виробництва цукрового печива з якісними показниками кінцевого продукту.

Вітчизняне виробництво функціональних продуктів розвивається сьогодні в напрямку збагачення традиційних продуктів харчування вітамінами, мінеральними речовинами, харчовими волокнами на тлі загальної тенденції до зменшення їх енергетичної цінності. В основі технологій функціональних продуктів харчування – модифікація традиційних, забезпечує підвищення вмісту корисних інгредієнтів до рівня, що співвідносить з фізіологічними нормами їх споживання (10 – 50 % від середньої добової потреби).

Перспективним об'єктом модифікації з формуванням функціональних властивостей є продукти зі злаків, зокрема, борошняні кондитерські вироби, що відносяться до продуктів регулярного споживання, асортимент яких останнім часом активно поповнюється в зв'язку з їх особливою привабливістю для молодіжної груп населення.

Ключові слова: ПРЕБІОТИКИ, ЦУКРОВЕ ПЕЧИВО, ЗЛАКИ, КОНДИТЕРСЬКІ ВИРОБИ, ЕНЕРГЕТИЧНА ЦІННІСТЬ, ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ПРОДУКТ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1 Обґрунтування вибору об'єкта для збагачення функціональними інгредієнтами	10
1.2 Вибір і обґрунтування функціональних інгредієнтів для збагачення борошняних кондитерських виробів	13
1.3 Харчові волокна для здорового харчування	16
1.3.1 Концентрати харчових волокон	18
1.4 Шляхи зниження калорійності продуктів харчування	20
1.5 Використання різних видів борошна при виробництві борошняних кондитерських виробів функціонального призначення	21
Висновки до розділу	24
2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
2.1 Матеріали досліджень	27
2.2 Методи досліджень	28
2.2.1 Визначення в'язкості розчину гуміарабіку	29
2.2.2 Методи аналізу напівфабрикатів і якості готових виробів	30
2.2.3 Методика визначення міцності і реологічних характеристик борошняних виробів і сировини на приладі структурометр	30
2.2.4 Методика проведення пробних лабораторних випічок	33
2.2.5 Методика приготування пробних термостабільних начинок	34
2.2.6 Метод визначення термостабільності начинок	35
2.2.7 Метод визначення міцності гелю на приладі пектинометр	37
2.2.8 Метод визначення перекисного числа	38
Висновки до розділу	40
3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	41
3.1 Дослідження впливу різних типів борошна на якість цукрового печива	41
3.1.1 Обґрунтування вибору зразків борошна	41

3.1.2	Аналіз рецептури печива «Ювілейне»	43
3.1.3	Визначення впливу типу борошна на органолептичні показники печива	44
3.1.4	Визначення впливу типу борошна на фізико-хімічні показники печива	46
3.1.5	Вплив типу борошна на реологічні властивості тіста	47
3.2	Вплив масової частки жиру на якість цукрового печива	51
3.2.1	Вплив масової частки жиру на реологічні властивості тіста	52
3.2.2	Вплив масової частки жиру на показники якості готових виробів	53
3.3	Розробка технології цукрового печива функціонального призначення	56
3.3.1	Дослідження в'язкості розчинів гуміарабіку	57
3.3.2	Дослідження впливу гуміарабіку на властивості емульсії	58
3.3.3	Вплив гуміарабіку на кількість і властивості клейковини борошна	61
3.3.4	Дослідження впливу гуміарабіку на реологічні властивості тіста	62
3.3.5	Дослідження впливу гуміарабіку на органолептичні та фізико-хімічні показники якості печива	64
3.4	Дослідження впливу лактулози на реологічні властивості цукрового тіста	68
3.5	Розробка складу начинки для цукрового печива, що містить харчові волокна	72
	Висновки до розділу	73
4	ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	75
	Висновки до розділу	80
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	81
5.1	Дослідження та оцінка стану охорони праці на підприємстві в ТОВ «Горизонт»	81
5.2	Рекомендації щодо покращення охорони праці	83
5.3	Розробка карти безпеки праці під час роботи на обладнанні для замісу тіста в ТОВ «Горизонт»	83
5.4	Проект інструкції з охорони праці під час виробництва цукрового	

печива функціонального призначення в ТОВ «Горизонт»	85
5.5 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях у разі пожежі	89
Висновки до розділу	90
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	91
6.1 Організація проведення дослідження	91
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	96
6.3 Розрахунок вартості дослідження	99
Висновки до розділу	100
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	101
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	103
ДОДАТКИ	

## ВСТУП

Аналіз фактичного харчування населення України, дозволяє характеризувати його як кризовий щодо забезпеченості мікронутрієнтів.

Розглядаючи причини цього, слід зазначити, що в останні роки зі зміною умов і способу життя відбулося об'єктивне зниження потреби в енергії, а значить і в обсязі споживаної їжі. У той же час фізіологічна потреба сучасної людини в мікронутрієнтів змінилася незначно. З іншого боку якість продовольчої сировини на тлі екологічного неблагополуччя погіршується, змінюються технологічні прийоми переробки та зберігання їжі, приводячи до глибокої зміни її складу, якості, зменшення біологічної цінності і неможливості повного задоволення фізіологічних потреб людей в мікронутрієнтів. Тому сучасна людина не може навіть теоретично з адекватним енергетичним раціоном зі звичайних натуральних продуктів харчування отримати традиційні мікронутрієнти в необхідній кількості.

В майбутньому передбачається обов'язкове включення в раціон харчування людини, поряд з традиційною їжею, функціональних харчових продуктів, збагачених есенціальними харчовими речовинами і мікронутрієнтів, а також біологічно активних добавок до їжі (концентратів мікронутрієнтів та інших біологічно активних речовин).

Прогнозується, що до 2021 року потенціал європейського ринку функціональних продуктів перевищить 30 % всіх реалізованих продуктів харчування.

Вітчизняне виробництво функціональних продуктів розвивається сьогодні в напрямку збагачення традиційних продуктів харчування вітамінами, мінеральними речовинами, харчовими волокнами на тлі загальної тенденції до зменшення їх енергетичної цінності. В основі технологій функціональних продуктів харчування – модифікація традиційних, забезпечує підвищення вмісту корисних інгредієнтів до рівня, що співвідносить з фізіологічними нормами їх споживання (10 – 50 % від середньої добової потреби).

Перспективним об'єктом модифікації з формуванням функціональних властивостей є продукти зі злаків, зокрема, борошняні кондитерські вироби, що відносяться до продуктів регулярного споживання, асортимент яких останнім часом активно поповнюється в зв'язку з їх особливою привабливістю для молодіжної груп населення.

Створення на їх основі асортименту функціональних харчових продуктів з урахуванням медико-гігієнічних вимог до зернових продуктів здорового харчування буде в певній мірі сприяти корекції дефіциту серед різних груп населення.

Мета і завдання дослідження.

З урахуванням актуальності створення функціональних продуктів харчування і реально обмеженого асортименту борошняних кондитерських виробів, що містять функціональні інгредієнти, метою даного дослідження є розробка технології та науково-обґрунтованих рецептур нових видів цукрового печива, збагаченого харчовими волокнами і пребіотиками.

Відповідно до цього в завдання дослідження входили:

- вибір і обґрунтування об'єкта збагачення функціональними інгредієнтами з існуючого асортименту борошняних кондитерських виробів;
- вибір і обґрунтування комплексу функціональних інгредієнтів для збагачення цукрового печива зі збереженням споживчих властивостей цього виду продукції;
- дослідження впливу комплексу функціональних інгредієнтів на властивості тіста і якість готового печива;
- розробка технології і рецептури на новий сорт цукрового печива;
- дослідження стану охорони праці в ТОВ «Горизонт»;
- розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва нових видів цукрового печива, збагаченого харчовими волокнами і пребіотиками.

Предмет дослідження – взаємозв'язок технологічних показників процесу виробництва цукрового печива з якісними показниками кінцевого продукту.

## 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Обґрунтування вибору об'єкта для збагачення функціональними інгредієнтами

Аналіз вітчизняного ринку кондитерських виробів, представлений на рис. 1.1, свідчить про те, що сегмент борошняних кондитерських виробів лідирує на цьому ринку.

Борошняні кондитерські вироби відносяться до продуктів масового споживання, що підтверджують результати епідеміологічного дослідження, проведеного співробітниками лабораторії з вивчення і планування структури харчування населення НДІ харчування України. Зокрема, встановлено, що 20 – 25 % дитячого і 6 – 13 % дорослого населення регулярно споживають борошняні кондитерські вироби промислового виробництва. Серед борошняних виробів перевага віддається здобному печиву (2,5 – 9,3 % опитаних), пряникам (3,8 – 6,4 %), вафлям і крекерам (1,3 – 3,1 %) [60].



Рисунок 1.1 – Структура виробництва кондитерських виробів

На рис. 1.2 показано, що в групі борошняних кондитерських виробів найбільше зростання виробництва спостерігається в сегменті солодкого печива.

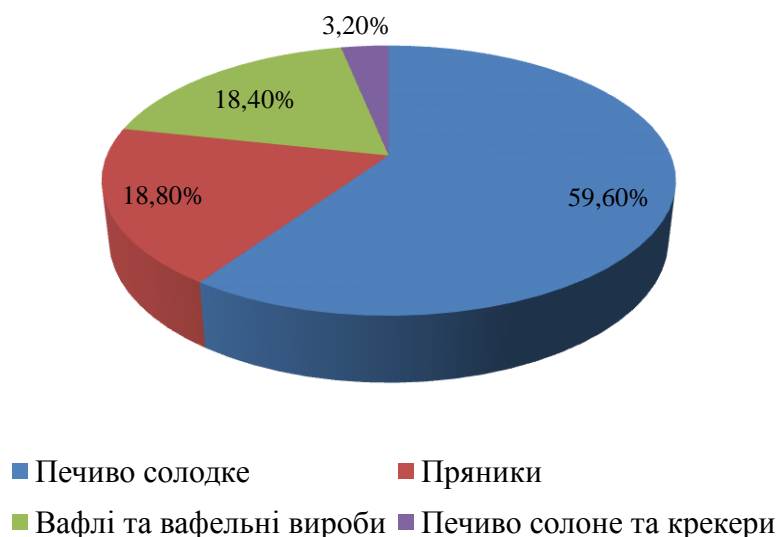


Рисунок 1.2 – Структура ринку борошняних кондитерських виробів

Розподіл на ринку різних видів печива приведений в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Структура ринку і середня вартість печива

Вид печива	Частка ринку (за обсягом), %	Середня ціна за 1 кг продукції, грн. (2020 р)
Солодке	59,1	58,5
Складне	18,2	40,3
Крекери і галети	11,8	55,6
Здобне	5,6	52,3
Затяжне	2,3	42,9
Вівсяне	2,2	45,5
Інше	0,8	65,2

Майже 90 % від загального обсягу продажів упакованих виробів припадає на частку солодкого (цукрового), складного печива (наприклад, з начинкою) і різних різновидів крекерів. За останній час найзначніша зміна частки ринку спостерігалася в сегменті складного печива, який виріс на 2,2 % і практично досяг рівня 20 %, незважаючи на те, що середня вартість кілограма продукту збільшилася на 9 % [58].

Серед основних марок цукрового печива максимальне зростання обсягу продажів було зафіксоване у цукрового печива марки – «Ювілейне» з глазур'ю [56].

Високий обсяг продажів солодкого печива частково обумовлений його порівняно низькою вартістю при високій споживчій властивості.

Результати досліджень НДІ харчування свідчать про те, що кондитерські вироби стають щоденними компонентами харчового раціону всіх вікових груп населення. Вони входять в асортиментний перелік шкільних сніданків [1, 60]. При характеристиці харчової цінності всі продукти умовно поділяють на два великі класи:

I клас – продукти і страви, які є джерелами основних харчових речовин (білків, жирів і вуглеводів), а також вітамінів, мінеральних солей і мікроелементів;

II клас – продукти і страви, які є носіями енергії, але не містять або містять мінімальні кількості пластичного матеріалу (білка, ПНЖК, вітамінів і мікроелементів) [20].

У цьому переліку традиційні кондитерські вироби відносять до другого класу, а кондитерські вироби, збагачені мікронутрієнтів (до рівня не нижче 20 % від рекомендованої норми споживання), відносять до першого класу, тобто до продуктів з більш високою харчовою цінністю, рекомендованим для широкого використання в шкільному харчуванні [20].

Традиційні борошняні кондитерські вироби характеризуються високим вмістом жирів і вуглеводів і низьким вмістом мікронутрієнтів, таких як вітаміни, харчові волокна. Відомо, що 100 г борошняних кондитерських виробів забезпечують не більше 4 – 5 % добової потреби людини у вітамінах В<sub>1</sub> В<sub>2</sub> і РР. У той же час їх внесок в загальну енергетичну цінність раціону при такому рівні споживання може скласти 18 – 20 %.

Аналіз складу традиційних кондитерських виробів переконливо свідчить про необхідність суттєвої корекції їх хімічного складу в напрямку збільшення

вмісту мікронутрієнтів, зокрема, харчових волокон, при одночасному зниженні калорійності [10, 51].

В потенціалі ця група продуктів може стати доступним джерелом дефіцитних функціональних інгредієнтів, особливо для харчування дітей дошкільного та шкільного віку.

Таким чином, враховуючи, що цукрове печиво відноситься до продуктів масового регулярного споживання, характеризується низькою вартістю і високими споживчими властивостями, доцільно розглядати його в якості харчової системи для збагачення функціональними інгредієнтами.

## 1.2 Вибір і обґрунтування функціональних інгредієнтів для збагачення борошняних кондитерських виробів

При розробці функціональних харчових продуктів використовують прийом модифікації традиційних аналогів. Найбільш розповсюдженим різновидом модифікації є збагачення мікронутрієнтів, для яких встановлено достовірний дефіцит в раціонах харчування [25].

Важливим аспектом при отриманні функціонального продукту шляхом введення функціональних інгредієнтів в фізіологічно значимих кількостях, порівнянних з добовою нормою, є необхідність збереження традиційних споживчих властивостей [4]. У зв'язку з цим вибір і обґрунтування прийомів модифікації і використовуваних для неї функціональних інгредієнтів повинні здійснюватися з урахуванням сукупності споживчих властивостей і прогнозованого фізіологічного впливу створюваного функціонального продукту [25, 45].

В основі вибору і обґрунтування функціональних інгредієнтів лежать наукові принципи збагачення харчових продуктів мікронутрієнтів, розроблені НДІ харчування регламентують:

- вибір дефіцитних мікронутрієнтів;
- вибір збагачуваних продуктів;

- гарантований вміст мікронутрієнтів в продукті;
- достовірно доведену фізіологічну ефективність [55].

До дефіцитних мікронутрієнтів, недостатність споживання яких складає 50 %, відносяться харчові волокна і пребіотики [11]. Збагачення харчовими волокнами борошняних виробів є доцільним, так як це природний компонент злакових. За даними авторів [27] «The World of Food Ingredients», в 2015 р, з'явилося 500 нових продуктів, збагачених харчовими волокнами. Близько 50 % з них – це вироби з зернових (хлібобулочні вироби, зернові сніданки і енергетичні батончики), 27 % – напої і молочні продукти [26, 27].

Існують різні підходи до збагачення продуктів харчовими волокнами, кожен з яких має певні переваги і недоліки [44] (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Способи збагачення продуктів харчовими волокнами

Відзначаючи порівняно високу вартість очищених препаратів харчових волокон, слід враховувати, що в багатьох випадках вона компенсується високим вмістом основної речовини, простотою використання препарату в технологічному процесі, а також зниженням витрат на його зберігання. Все це дозволяє регулювати ціну збагачених продуктів в рамках середніх цін на певні види харчових виробів [19].

Фізіологічна роль харчових волокон пов'язана, в основному, з нормалізацією діяльності шлунково-кишкового тракту, зниженням рівня глюкози і холестерину в крові, попередженням карієсу, а також виконанням функцій ентеросорбентів, що зв'язують токсичні речовини і радіонукліди і виводять їх з організму [15, 40, 43].

Найбільш важливі фізіологічні функції розчинних харчових волокон обумовлені також їх пребіотичними властивостями, які пов'язані з участю у формуванні живильного середовища для розвитку нормальної кишкової мікрофлори, перш за все, біфідобактерій. До них відносяться волокна полісахаридної природи (інулін, гуміарабік) і олігосахариди (олігофруктоза, лактулоза) [8]. У Японській програмі здорового харчування з 25 найменувань функціональних інгредієнтів 19 безпосередньо пов'язані з мікрофлорою, причому тільки один з них – пробіотик – штам лактобацил «LGG», а решта – пребіотики [10]. В даний час з перерахованих вище пребіотиків найбільше комерційне значення мають олігосахариди і розчинні харчові волокна. До олігосахаридів, пребіотичні властивості яких найбільш докладно вивчені і достовірно доведені, відноситься лактулоза [9, 12].

Будучи нерозчинними в кишковому соку, рослинні волокна в товстому кишківнику можуть створювати велику додаткову поверхню, крім поверхні слизової кишківника, на якій фіксуються численні бактерії товстої кишки. Після адгезії на харчових волокнах протягом короткого часу здійснюється формування мікроколоній, а в подальшому біоплівки. Іншими словами, завдяки харчовим волокнам в просвіті товстої кишки у багато разів зростає число місць фіксації для кишкових мікроорганізмів, що призводить до різкого збільшення кількості

присутніх на одиницю об'єму кишки мікроорганізмів і, як наслідок цього, різко зростає метаболічна активність кишкового вмісту, пов'язана з життєдіяльністю кишкової мікрофлори [9, 15].

Таким чином, в якості функціональних інгредієнтів для збагачення цукрового печива обґрунтованим є вибір препаратів харчових волокон, пребіотиків, а також їх комбінації [14].

### 1.3 Харчові волокна для здорового харчування

У 2015 р Технічний комітет американської асоціації хіміків-зерновиків (ААСС) прийняв наступне визначення харчових волокон: «Харчове волокно – це їстівні частини рослин або аналогічні вуглеводи, стійкі до перетравлювання і адсорбції в тонкому кишківнику людини, повністю або частково ферментовані в товстому кишківнику. Харчові волокна включають полісахариди, олігосахариди, лігнін і асоційовані рослинні речовини. Харчові волокна виявляють позитивні фізіологічні ефекти: проносний ефект, і/або зменшення вмісту холестерину і/або глюкози в крові»[9, 19].

Харчові волокна, що формують клітинні стінки різних рослин, в основному, містять целюлозу, геміцелюлози, пектинові речовини, лігнін. Будова цих речовин, їх міжмолекулярної взаємодії визначають властивості харчових волокон в цілому, в тому числі здатність утримувати вологу, розчинність, в'язкість утворених ними розчинів, здатність до гелеутворення, адсорбційні і іонообмінні властивості [15, 17].

Фізичні та хімічні властивості харчових волокон, такі як здатність зв'язувати воду і іони металів, розчинність і здатність до набухання залежать від їх хімічної природи, особливості якої залежать від джерела і способу отримання [16].

За даними Департаменту з харчування та їжі при Академії наук США (The food Nutrition Board of National Academy – FNB ) встановлена фізіологічна добова потреба організму дорослої людини в харчових волокнах, яка становить від 25 до

38 г, причому ідеальне співвідношення нерозчинних і розчинних волокон одне 2:1 [29].

Незважаючи на науково доведену кореляцію між виникненням ряду захворювань і низьким споживанням харчових волокон, середній рівень споживання ХВ все ще становить лише 15 – 20 г в день. Крім основних факторів, на ці цифри впливає і той факт, що продукти з високим вмістом ХВ асоціюються у споживачів з менш привабливим смаком, ніж рафіновані. Однак в даний час на ринку представлений широкий спектр ХВ з різних джерел, огляд яких представлений в табл. 1.2 [19].

Таблиця 1.2 – Комерційні препарати харчових волокон

Препарат харчового волокна	Збагачені продукти	Фірма-виробник
1	2	3
«Citadel» – яблучні, апельсинові, томатні, пшеничні, вівсяні волокна, порошкова целюлоза	Борошняні вироби, молочні продукти, напої	JRS (Німеччина)
«Novelize 260» – резистентний крохмаль	Хлібобулочні вироби	National Starch (США)
«Novagel cellulost gel» – целюлоза	Зернові батончики, борошняні кондитерські вироби	FMS (США)
«Herbacel» – комбінація целюлози і розчинних волокон з вівса, фруктів і овочів	Макарони, борошняні кондитерські вироби, хліб	Herbafood (Німеччина)
«Fibregum» – гуміарабік (волокно акації)	Борошняні кондитерські вироби, молочні продукти, напої	CNI (Франція)
«Frutafit» – інулін з коренів цикорію	Креми, заправки зниженої жирності	Sensus (Нідерланди)
«Bifido Activator» – комбінація інуліну і фруктоолігосахаридів	CULT – хліб	Credin (Данія)

Продовження таблиці 1.2

1	2	3
«Raftilin інулін Raftilosa» – олігофруктоза	BENEO – серія зернових, молочних продуктів і напоїв	Orafti (Бельгія)
«Aktilight» – фруктоолігосахариди	Молочні та фруктові продукти, бісквіти, зернові батончики, сніданки	Bekhin Meiji (Франція)
Інулін, фруктоолігосахариди	Aviva, Nova Digast – серія борошняних виробів, молочних продуктів і напоїв	Novartis (США)
«Fibruline» – олігосахариди	Молочні, кондитерські та хлібобулочні вироби	Cosukra (Бельгія)

Вибір відповідного типу волокон або використання комплексу волокон з властивостями, сформованими під рішення конкретної задачі збагачення, дозволяє розробити продукти з високим вмістом волокон, які погіршують органолептичні властивості продукту. Правильний вибір волокон, крім того, забезпечує певні технологічні та економічні переваги при виробництві продукту [17, 39].

### 1.3.1 Концентрати харчових волокон

В результаті систематичних досліджень фахівці компанії «Herbacafood» розробили концентрати харчових волокон серії «Herbacel AQ Plus», які є багатоцільовими фруктовими волокнами, отриманими з яблук і цитрусових.

Концентрати «Herbacel AQ Plus» характеризуються правильно збалансованим вмістом харчових волокон (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Вміст харчових волокон у різних фруктових волокнах

Вид волокон	Загальний вміст харчових волокон, %	Вміст нерозчинних волокон, %
Яблучні волокна	60	45
Цитрусові волокна	68	48
Яблучні волокна Herbacel AQ Plus	87	72
Цитрусові волокна Herbacel AQ Plus	92	75

Яблучні та цитрусові волокна «Herbacel AQ Plus» мають більш високу водозв'язуючу здатність в порівнянні з іншими видами харчових волокон: 1 г «Herbacel AQ Plus» пов'язує від 17 до 21 г води, що обумовлює прояв ними ряду технологічних ефектів, які визначають ефективність використання в харчових продуктах (табл. 1.4).

Таблиця 1.4 – Технологічні ефекти фруктових волокон «Herbacel AQ Plus», обумовлені водозв'язуючою здатністю

Харчовий продукт	Технологічна дія
Харчові продукти (в цілому)	Зниження енергетичної цінності
Хліб і хлібобулочні вироби	Збільшення терміну зберігання
М'ясні продукти та наповнювачі	Підвищення соковитості, збільшення обсягу продукту
Молочні продукти	Зниження синерезису, поліпшення смакових якостей
Напої	Стабілізація напоїв на основі молочних білків і соків, підвищення в'язкості
Фруктові маси	Стабілізація (стійкість до теплового впливу, зрушення), регулювання в'язкості
Емульсії і дисперсії	Зменшення поділу фаз і синерезису, регулювання в'язкості

Харчові волокна «Herbacel AQ Plus» відрізняються здатністю легко, без грудкування диспергувати в продукті, стійкістю до високих температур,

стабільністю в процесах розморожування – відтавання і високими згущувальними властивостями. Харчові волокна «Herbacel AQ Plus» надають також і позитивний вплив на структуру продукту і здатні надати відчуття «повноти смаку» низькокалорійним продуктам [27].

Таким чином, препарати «Herbacel AQ Plus» поєднують властивості функціонального інгредієнта і додаткові властивості стабілізатора – згущувача.

Завдяки своїм унікальним властивостям, харчові волокна «Herbacel AQ Plus» знаходять широке застосування у виробництві хлібобулочних виробів, м'ясних продуктів, зернових батончиків, сухих сумішей, в тому числі і сумішей пряностей, макаронних виробів, молочних продуктів і морозива, начинок для заморожених виробів з тіста, соусів і дієтичних продуктів [17].

Акцентуючи увагу на високу водозв'язуючу здатність нерозчинних харчових волокон яблук, з вищесказаного можна зробити висновок, що фруктові волокна «Herbacel AQ Plus» можуть бути використані також при розробці рецептур термостабільних начинок.

#### 1.4 Шляхи зниження калорійності продуктів харчування

В останні роки в зв'язку зі зміною умов і способу життя сучасної людини відбулося об'єктивне зниження потреби в енергії і виникла проблема надлишкової калорійності харчових раціонів. Наслідком цього стали проблеми зайвої ваги серед усіх верств населення і широке поширення пов'язаних з ним захворювань, до яких відносяться порушення обміну речовин, ожиріння, серцево-судинні хвороби та деякі ін. [2, 5, 14]

У зв'язку з цим актуальною стає задача виявлення способів, які дозволили б забезпечити споживання фізіологічно цінних речовин, що видаляються з продуктів харчування в ході їх глибокої технологічної обробки або мало споживаних через сформовані харчові переваги.

Одним з важливих напрямків вдосконалення технології борошняних кондитерських виробів є зниження їх калорійності за умови збереження або підвищення харчової цінності [13, 24, 36].

Зниження калорійності борошняних кондитерських виробів може бути досягнуто додаванням низькокалорійних інгредієнтів, зокрема, препаратів харчових волокон [34, 53], натуральних компонентів рослинного і тваринного походження (висівок, сухих, концентрованих і знежирених молочних продуктів та ін.), використанням борошна грубого помелу [24, 48].

У Німеччині продуктам, з калорійністю зниженою на 25 %, до вимог міністерства охорони здоров'я присвоюється знак «Зниженої калорійності» [9].

Таким чином, використання зазначених видів сировини дозволяє скоротити кількості цукру і жиру, підвищити смакові якості і харчову цінність низькокалорійних кондитерських виробів.

#### 1.5 Використання різних видів борошна при виробництві борошняних кондитерських виробів функціонального призначення

Борошно пшеничне – основний вид сировини у виробництві борошняних кондитерських виробів – виробляється з наступних гатунків: крупка, вищого, 1-го і 2-го гатунків, оббивне.

Спеціалізоване борошно для вироблення борошняних кондитерських виробів в нашій країні практично не виробляється, тому для їх виробництва застосовується борошно пшеничне хлібопекарське. Вимоги до пшеничного борошна регламентує ДСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови».

Визначальну роль у формуванні якості мучного кондитерського виробу грають властивості пшеничного борошна, основними з яких є кількість і якість клейковини, крупність помелу, вологість [36, 42]. Механізм участі борошна в створенні текстури напівфабрикатів і готових виробів дуже складний і залежить від температури і тривалості замісу, вологості тіста, тривалості і температурних режимів випічки, кількості і якості інших рецептурних компонентів і ін. [32].

Для виробництва цукрового печива рекомендують використовувати борошно вищого і 1 гатунків зі слабкою і середньою якістю клейковини. Цукрове печиво виробляється з пухкого, пластичного тіста, що легко сприймає і зберігає та надає йому форму. Пластичні властивості цукрового тіста досягаються, насамперед, високим вмістом цукру і жиру, які обмежують набухання білків клейковини, що дозволяє, в свою чергу, готувати тісто з низькою вологістю [62].

Водопоглинальна здатність (ВПЗ) борошна, а, отже, вологість тіста, пов'язані з низкою факторів. Поряд із залежністю від вмісту цукру і жиру, ВПЗ борошна при формуванні тіста буде залежати від її вологості, крупності помелу, кількості і якості в ньому білків, ступеня пошкодження крохмальних гранул [41, 47].

Клейковинна частина білка борошна має порівняно постійну здатність сорбувати воду (маса сирієї клейковини приблизно в 2,8 разів вище маси сухої клейковини). Розчинна частина білка позбавлена водопоглинальної здатності. Із загальної кількості білка на частку альбуміну доводиться 5,7 – 11,5 %, глобулінів 5,7 – 10,8 %. Велика частина білка представлена гліадином (40 – 50 %) і глютеніну (34 – 42 %), які формують показники відмитої клейковини [18].

Вуглеводи пшеничного борошна, в основному, представлені крохмалем, вміст якого коливається (в залежності від виходу борошна) від 62 до 68 %. У крохмалі міститься близько 25 % амілози і 75 % амілопектину.

Крохмальні зерна нерозчинні в холодній воді, при температурі 50 °С швидко набухають, а при 62,5 °С починається клейстеризація крохмалю.

Водопоглинальна здатність крохмалю з цілими (неушкодженими) зернами також постійна при нормальній температурі тіста і становить близько 35 % маси крохмалю. Крохмаль, пошкоджений в процесі розмелювання, вбирає води значно більше, ніж неушкоджений крохмаль, причому кількість поглинаємої води залежить від кількості пошкодженого крохмалю і ступеня цього пошкодження [3].

Інші складові частини борошна, як, наприклад, декстрини, пентозани і целюлоза, надають досить слабкий вплив на поглинання води, так як вміст їх дуже малий [54].

Розмір частинок борошна впливає на реологічні властивості тіста: чим більше частки борошна, тим менше їх питома поверхня і тим нижче кількість води, яку пов'язують борошном в порівнянний відрізок часу [6]. Саме цю властивість грубого помелу можна використовувати в технології цукрового печива для зниження кількості пластифікаторів в тісті.

Кількість і склад білків, стан частинок крохмалю в борошні залежать від типу пшениці, яка поділяється на тверду і м'яку. Особливості мікроструктури ендосперму пояснюють різний характер подрібнення твердих і м'яких сортів пшениці.

Твері сорти зазвичай мають високий вміст білка (10 – 14 %), відрізняються склоподібним ендоспермом. Міцний зв'язок білкової речовини з крохмальними гранулами у твердих сортах обумовлює отримання в процесі розмелювання розсипчастого, крупитчатого борошна, де переважають незруйновані частки ендосперму і великі гранули крохмалю (35 – 50 мкм), які часто пошкоджуються [3, 41].

М'які сорти пшениці подрібнюються при невеликому механічному впливі з утворенням частинок борошна меншого розміру, так як стінки клітин ендосперму такого зерна тонкі і неміцні, а розміри крохмальних гранул досягають не більше 30 мкм. М'які пшениці дають більш «пухнасте» борошно з менш пошкодженими зернами крохмалю. Вміст білка в ньому зазвичай низький (8 – 11 %), клейковина менш стійка до деформацій, має більшу розтяжність і еластичність. Тісто виходить при цьому менш пружне. Незважаючи на те, що у борошна з такої пшениці висока питома поверхня (від 3000 до 4300 см/г), воно має низьку ВПЗ (58 – 60 %), що обумовлено більш високим співвідношенням водорозчинного і загального білків і меншим пошкодженням гранул крохмалю при розмелюванні [3, 41].

За даними досліджень Н.С. Беркутової і І.А. Швецової, що стосується пошкодження гранул крохмалю в борошні вищого, першого і другого гатунків, отриманого з пшениці різної твердості, найбільше пошкодження крохмалю відзначено в борошні вищого і першого гатунків. Максимальна кількість

пошкоджених гранул крохмалю міститься в пробах більш твердих сортах пшениці. Проби менш твердих сортів характеризуються мінімальним ступенем пошкодження крохмалю [3].

Крупність помелу борошна помітно впливає на якість цукрових сортів печива. Цукрове печиво з борошна грубого помелу відрізняється більшою крихкістю, пористістю і підйомом в порівнянні із зразками виробів з м'якого борошна більш тонкого помелу. Приготоване з борошна грубого помелу цукрове печиво, очевидно, буде більш здобним, тобто у виробках більшою мірою буде відчуватися присутність жиру, ймовірно, за рахунок іншого розподілу в тісті цього інгредієнта [9].

Таким чином, для цукрового тіста, відмінною рисою якого є низька вологість, доцільно використовувати борошно з м'якої пшениці, що характеризується низьким вмістом клейковини і найменш пошкодженими гранулами крохмалю, а також борошно з твердої пшениці грубого помелу з низькою питомою поверхнею частинок.

### Висновки до розділу

Аналіз фактичної структури харчування населення України свідчить про те, що борошняні кондитерські вироби є продуктами масового регулярного споживання, які користуються попитом у всіх категорій покупців, особливо дитячої та молодіжної. Борошняні кондитерські вироби входять в «Асортимент основних продуктів харчування, рекомендованих для використання в харчуванні дітей і підлітків в організованих колективах» і є актуальним і перспективним об'єктом для збагачення функціональними інгредієнтами.

За даними на 2018 рік на ринку борошняних кондитерських виробів найбільший обсяг продажів – 61% припадає на частку цукрового печива, а серед основних марок цукрового печива максимальне зростання обсягу продажів було зафіксоване у печиво «Ювілейне» [58].

У той же час відзначається зростання популярності продуктів зниженої калорійності. Для зниження калорійності цукрового печива зі збереженням його споживчих властивостей необхідно підібрати спеціальні види борошна, які, в силу особливостей їх хімічного і гранулометричного складу, дозволили б знизити вміст жирового компонента – основного пластифікатору цукрового тіста.

Медико-гігієнічні вимоги до продуктів на основі злаків, до числа яких відносяться борошняні кондитерські вироби, передбачають відновлення в них вмісту харчових волокон, втрачених при сучасних способах переробки зерна в борошно.

Використання різних видів харчових волокон в складі продуктів забезпечує позитивний фізіологічний вплив на організм людини, зокрема, на функцію шлунково-кишкового тракту, в тому числі через оптимізацію складу і активності нормальної кишкової мікрофлори. Сукупність цих властивостей може бути посилена комбінацією харчових волокон з фізіологічно активними інгредієнтами пребіотичної дії.

На підставі аналізу літературних джерел, як фізіологічно функціональних інгредієнтів для введення до складу цукрового печива обрані препарати нерозчинних харчових волокон з яблук, гуміарабіку і пребіотик лактулоза.

Технологічні особливості збагачення традиційних харчових продуктів функціональними інгредієнтами залежать від рецептурного складу та агрегатного стану підлягає збагаченню харчової системи, фізичних і хімічних властивостей (включаючи термічну і хімічну стійкість) збагачуючих інгредієнтів, технологічних умов отримання готового харчового продукту.

Технологія виробництва борошняних кондитерських виробів має свою специфіку і включає велику кількість різноманітних операцій (емульгування, перемішування, випічка і т. д.), які впливають на вміст в кінцевому продукті функціональних інгредієнтів, чутливих до впливу технологічних факторів. Збереженню збагачуючих інгредієнтів сприяють високому вмісту цукру, низьку вологість, щадні режими ведення технологічних процесів, вибір оптимальних стадій внесення інгредієнтів.

При створенні нових продуктів з харчовими волокнами необхідно зберегти баланс між задоволенням потреб організму людини в харчових волокнах як у функціональному інгредієнті і забезпеченням традиційної якості збагаченого продукту.

## 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1 Матеріали досліджень

Основними об'єктами розробки були:

- цукрове печиво з борошна грубого помелу з низьким вмістом жиру з додаванням функціональних інгредієнтів – комерційного зразка гуміарабіку (E 414) і лактулози;
- термостабільна фруктова начинка для борошняних кондитерських виробів з додаванням комплексу розчинних і нерозчинних ХВ «Herbacel AQ Plus».

Матеріалами для дослідження служили:

- комерційний препарат гуміарабіку «Fibregum» фірми «CNI» (Франція), що відповідає міжнародним вимогам з вмістом волокон 85 %, з доведеними пребіотичними властивостями, очищений фізичним способом без застосування хімічної і ензиматичної модифікації;
  - медичний препарат лактулози «Лактусан», що представляє собою сироп лактулози світло-жовтого кольору, кисло-солодкий на смак виробництва ТОВ «Феліцата Холдинг», зареєстрований як біологічно активна добавка;
  - комерційний препарат «Herbacel AQ Plus» – комплекс розчинних і нерозчинних харчових волокон фірми «Herbstreith & Fox» (Німеччина), із загальним вмістом волокон 87 %, в тому числі 15 % розчинних;
  - комерційний зразок низькоетерифікованого яблучного пектину Classik AB 901 фірми «Herbstreith & Fox» ( Німеччина ), що відповідає міжнародним вимогам;
  - борошно грубого помелу (ТОВ «Дніпромлин»);
  - борошно з м'якої пшениці, сорт «Гармонія».
- У дослідженні застосовувалися:
- борошно пшеничне, вищий ґатунок;
  - крохмаль кукурудзяний;

- цукор-пісок;
- маргарин;
- яєчний порошок;
- ванільна пудра;
- кухонна сіль;
- сода харчова;
- амоній вуглекислий харчовий;
- кислота лимонна харчова;
- пюре яблучне;
- патока;
- молоко сухе незбиране.

Всі характеристики продуктів, що входять в рецептури, відповідають ДСТУ на ці види продуктів.

У роботі використовували неорганічні солі, кислоти, луги, компоненти буферних розчинів. Структурна схема проведення експериментальних досліджень приведена на рисунку 2.1.

## 2.2 Методи досліджень

Вологість сировини і розроблених виробів визначали висушуванням зразка протягом 40 хвилин при температурі 130 °С, в начинці визначали вміст сухих речовин за допомогою рефрактометра ІРФ 454-Б2М, величини водневих показників вимірювали на рН-метрі. Диспергування емульсій для цукрового тіста здійснювали за допомогою гомогенізатора [30, 31].

Для аналізу впливу масової частки маргарину, гуміарабіку і сиропу лактулози на якість тіста і готового печива за стандартними методиками визначали: масову частку сухих речовин, вміст сирогої клейковини, зольність борошна, пружну і пластичну деформацію тіста і міцність, намочуваність і щільність печива [52].

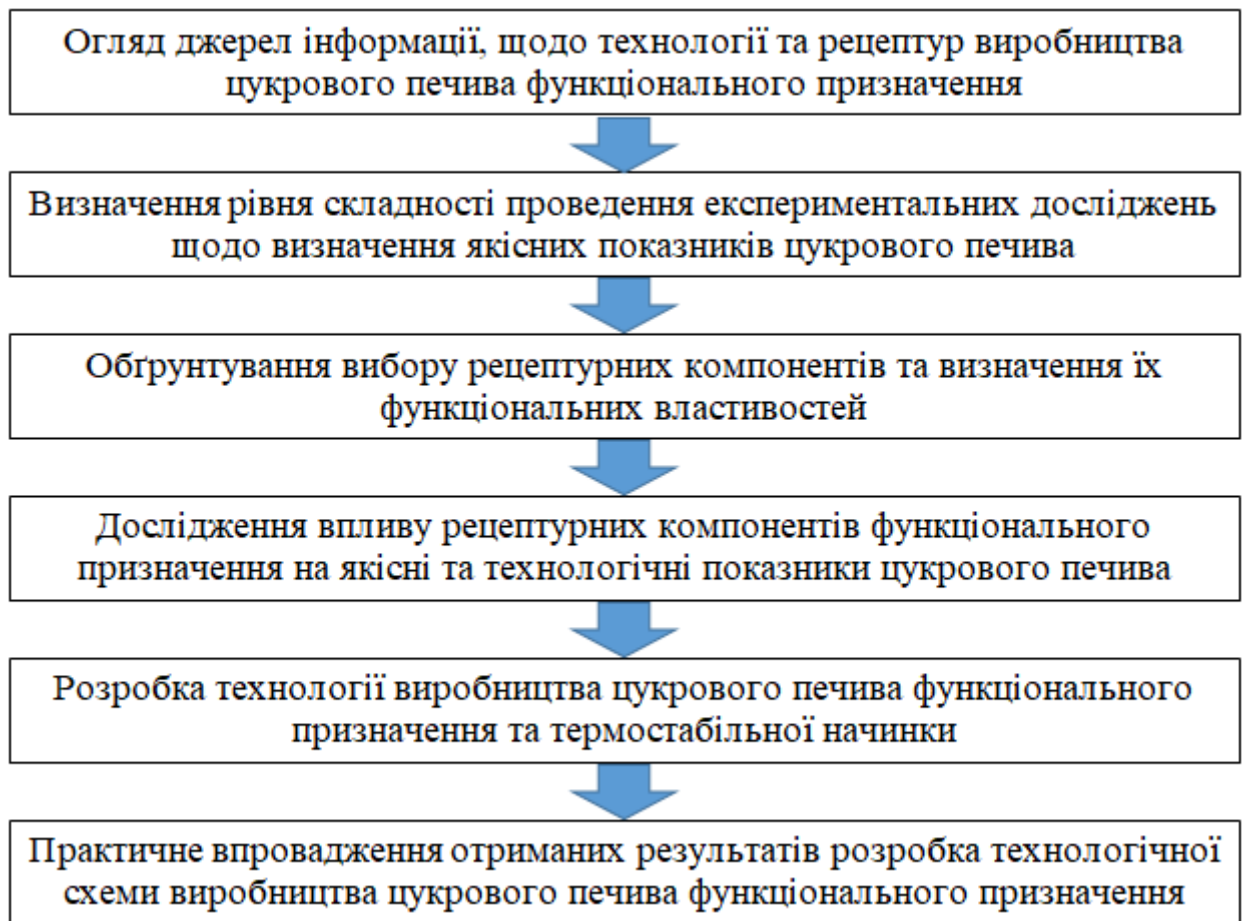


Рисунок 2.1 – Структурна схема проведення експериментальних досліджень

Груповий склад ліпідів досліджували методом тонкошарової хроматографії (ТШХ), проводячи кількісну оцінку [42].

### 2.2.1 Визначення в'язкості розчину гуміарабіку

Визначення в'язкості досліджуваних розчинів гуміарабіку проводили віскозиметричним методом [31].

Обладнання: віскозиметр скляний капілярний ВПЖ-4 з діаметром капіляра 0,99 мм і константою в'язкості  $k = 0,09235 \text{ мм}^2/\text{с}^2$ .

Час витікання рідини через капіляр заміряли за допомогою секундоміра. В'язкість визначали за формулою:

$$V = \frac{g}{9,807} \cdot k \cdot T, \quad (2.1)$$

де  $V$  – кінематична в'язкість рідини,  $\text{мм}^2/\text{с}^2$ ;

$g$  – прискорення вільного падіння  $9,81 \text{ мм}^2/\text{с}^2$ ;

$k$  – константа в'язкості,  $\text{мм}^2/\text{с}^2$ ;

$T$  – час витікання рідини, с.

### 2.2.2 Методи аналізу напівфабрикатів і якості готових виробів

Дослідження реологічних властивостей тіста проводили на приладі структурометр в режимах 1 і 2.

Готові вироби аналізували через 16 – 18 годин після випічки за органолептичними і фізико-хімічними показниками.

При органолептичній оцінці відповідно до загальноприйнятої методики визначали зовнішній вигляд: колір, поверхню, форму, вид в зламі; запах печива [22].

При дослідженні фізико-хімічних характеристик готового печива визначали намоцувальність і щільність [22].

### 2.2.3 Методика визначення міцності і реологічних характеристик борошняних виробів і сировини на приладі структурометр

Структурометр може бути використаний в лабораторіях борошномельних заводів, хлібозаводів, на кондитерських фабриках, в лабораторіях науково-дослідних і навчальних інститутів.

Принцип роботи приладу заснований на вимірюванні впливу нерухомого інструменту на зразок, що переміщується столиком по заданому закону. Прилад має 8 режимів роботи. У роботі використовували 3 режими: 1 режим – для визначення пластичної деформації в зразках тіста, 2 режим – для визначення адгезійних властивостей тіста, 3 режим – для визначення межі міцності печива.

Структурометр представляє собою комплект приладу, що включає перетворювач, змінні вимірювальні головки і набір змінних інструментів і пристосувань [26]. Прилад зображений на рисунку 2.2.

Перетворювач 1 являє собою настільний блок, у верхній частині якого знаходиться столик 4 і вертикальна штанга 3. За допомогою крокового двигуна столик може переміщатися у вертикальному напрямку із заданою швидкістю. Над столиком розміщується вимірювальна головка 2, яка переміщується уздовж штанги і фіксується в будь-якому місці за допомогою гвинта 5. Гвинт 7 служить для закріплення в вимірювальній голівці змінного інструменту 6. На лицьовій панелі перетворювача розміщуються елементи управління і індикації. Матричний індикатор ІЛВ2-16,5 7Л – представляє собою рядок на 16 знакомісць і дозволяє виводити літеро-цифрову інформацію. Клавіатура містить 10 цифрових і 10 функціональних кнопок.

На задній панелі розміщуються земляна клема, тримачі запобіжників, вимикач, роз'єм для підключення графобудувача 4, роз'єм для підключення до ЕОМ.

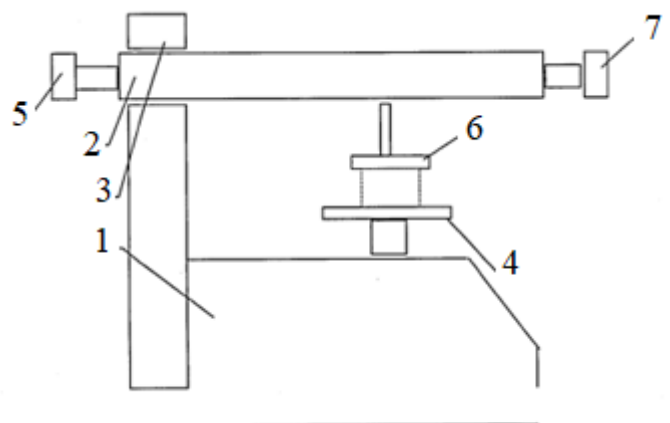


Рисунок 2.2 – Схема приладу структурометр

1 – перетворювач; 2 – вимірювальна головка; 3 – вертикальна штанга;  
4 – столик; 5 – гвинт; 6 – змінний інструмент; 7 – гвинт.

Порядок роботи [54, 55]. Для підготовки приладу до роботи встановлюють необхідний інструмент в гніздо 6 вимірювальної головки і закріплюють його за допомогою гвинтів 7. Потім встановлюють пристосування на столик (при

необхідності). Досліджуваний зразок встановлюється на столик строго по осі інструмента. Вибір інструмента, пристосувань і підготовку зразка здійснюється відповідно до «Методичних вказівок».

При необхідності наблизити інструмент до зразка, або опускають вимірювальну головку вниз вздовж штанги, або піднімають столик.

Задають режим роботи приладу натисканням кнопки «РЕЖ». Натискають кнопку з цифрою, що відповідає номеру необхідного режиму (значення нажатой кнопки повинно відобразитися на індикаторі), і кнопку «ВК».

Визначення залишкової (пластичної) деформації. Після вибору режиму на індикатор виводиться значення початкового зусилля, з якого починається відлік переміщення столика:  $F = 0,05$  Н. Якщо дане значення влаштовує, то натискається кнопка «ВК». При необхідності задати інше початкове зусилля, за допомогою цифрових кнопок вводиться необхідне значення від 0,01 до 99,9 Н.

При натисканні кнопки «ВК» нове значення початкового зусилля вводиться в пам'ять приладу, а на індикаторі відображається значення швидкості переміщення столика  $V = 100$  мм/хв. Швидкість задається цілочисельними значеннями.

При натисканні кнопки «ВК» нове значення швидкості вводиться в пам'ять приладу, на індикаторі відображається значення зусилля, до якого буде навантажуватись зразок в ході експерименту:  $F = 3$  Н. Якщо дане значення влаштовує, то натискається кнопка «ВК». На цьому завдання параметрів закінчується. На індикаторі виводяться поточні значення зусилля і переміщення:

В цьому випадку прилад знаходиться в стані готовності до обробки режиму і реагує тільки на натискання кнопок: «СТОП» – скасування режиму (раніше введені параметри зберігаються) і «СТАРТ» – запуск режиму.

При натисканні кнопки «СТАРТ» значення  $F$  і  $H$  обнуляються. Столик рухається вгору із заданою швидкістю. При досягненні поточного зусилля значення  $F_0$  починається відлік переміщення. Поточне значення  $F$  і  $H$  виводяться на індикатор і самописець.

При досягненні заданого значення зусилля навантаження на зразку столик зупиняється. Дається короткий звуковий сигнал. Значення переміщення ( $H_1$ ) запам'ятовується. Столик рухається вниз із заданою швидкістю. При досягненні зусилля значення  $F_0$  лунає короткий звуковий сигнал. Фіксується значення переміщення ( $P_2$ ) столик рухається з максимальною швидкістю вниз, у вихідне положення. На індикатор виводяться значення  $H_1$  і  $H_2$ .

Робота приладу в режимі 1 завершена.

В процесі відпрацювання режиму прилад реагує тільки на натискання кнопок «СТОП» і «ВИМИКАННЯ». Для аналізу реологічних властивостей тіста необхідно провести математичну обробку результатів, розраховують значення пружної деформації:

$$H_{np} = H_1 \cdot H_2, \quad (2.2)$$

де  $H_1$  – загальна деформація, од. приладу;

$H_2$  – пластична деформація, од. приладу.

#### 2.2.4 Методика проведення пробних лабораторних випічок

Для розробки модифікованої рецептури цукрового печива «Ювілейне» з функціональними інгредієнтами проводили пробні лабораторні випічки. Тісто готували за рецептурами, наведеними в таблиці 6 процес приготування тіста для цукрового печива включав дві стадії: збивання емульсії та заміс тіста [12, 33].

Приготування емульсії. На першій стадії приготування емульсії готували цукровий розчин, куди при температурі 100 °С додавали інвертний сироп, сіль і частину гуміарабіку. Отриману суміш перемішували на гомогенізаторі і при температурі 70 – 72 °С вводили маргарин, молоко, меланж і, в останню чергу, соду, вуглекислий амоній і есенцію. Емульсію збивали протягом 10 хвилин.

Заміс тіста. Готову емульсію змішували з борошном, крохмалем і гуміарабіком, завантажуючи їх на робочому ходу в місильну машину. Введення сиропу лактулози здійснювали на стадії приготування тіста. Тісто вологістю 18,5

% і температурою 27 – 28 °С замішували на тістозмішувальній машині протягом 10 хвилин. Оброблення тіста проводили вручну, тістові заготовки випікали при температурі 220 °С в лабораторній печі протягом 4 – 5 хвилин [30].

### 2.2.5 Методика приготування пробних термостабільних начинок

Термостабільні начинки готували з використанням низькоетерифікованого яблучного пектину CLASSIC AB 901 за рецептурою, представленою в таблиці 2.2.

Суху суміш пектину з цукровим піском при безперервному перемішуванні вводили в яблучне пюре і додавали воду. Суміш доводили до кипіння при безперервному помішуванні і варили до повного розчинення пектину. Після цього додавали цукор, що залишився і патоку і варили до вмісту розчинних сухих речовин 70 % .

Таблиця 2.1 – Робоча рецептура цукрового печива «Ювілейне» (вміст жиру 19,1 %) і печива з харчовим волокном і лактулозою)

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини, г	
		Цукрове печиво «Ювілейне»	
		В натурі	В сухих речовинах
Борошно пшеничне	85,5	200,0	171,0
Крохмаль кукурудзяний	87,0	14,8	12,88
Цукрова пудра	99,85	57,99	57,23
Інвертний сироп	70,0	8,0	5,6
Маргарин	75,0	70,0	58,79
Молоко незбиране	12,0	7,0	0,84
Меланж	27,0	10,0	2,67
Ванільна пудра	99,85	1,4	1,4
Сіль	96,5	1,4	1,35
Сода	50,0	1,4	0,7
Амоній вуглекислий	-	0,8	-
Есенція	-	0,4	-
Сироп лактулози	58,0	-	-
Гуміарабік	90,0	-	-
Разом	-	373,18	313,16
Вихід	95,5	323,0	308,46

Таблиця 2.2 – Рецептатура термостабільної начинки

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини на 950 г готової продукції	
		В натурі	В сухих речовинах
Сахароза	99,85	490	489,3
Патока	80,0	150	120
Пюре яблучне	10,0	300	30
Пектин	90,0	12	10,8
Лимоннокислий натрій	-	1,5	-
Лимоннокислий кальцій	-	2,0	-
Вода	-	120	-
50 % р-н лимонної кислоти	50	8,0	4,0
Разом		1083,5	654,1
Вихід	68,0	950	646,0

При безперервному перемішуванні вводили суспензію лимоннокислого кальцію. Вимірювали рН і при необхідності доводили його значення до 3,5 за допомогою 50 %-го розчину лимонної кислоти. При безперервному перемішуванні охолоджували начинку до необхідної температури розливу.

Основною вимогою, яка в обов'язковому порядку повинна виконуватися при виробництві термостабільних начинок на основі низькоетерифікованих пектинів, є окреме приготування суспензії солі кальцію і її введення в рецептурну суміш в кінці варіння безпосередньо перед коригуванням рН.

Препарат «Herbace1 AQ Plus » вносили в суміш пектину і цукру в кількості 0,5, 1,0 і 1,5 % від маси начинки [23].

### 2.2.6 Метод визначення термостабільності начинок

Методологічні основи. В основі методів контролю термостабільних властивостей начинок лежить принцип моделювання температурного впливу, а також його тривалості на досліджуваний продукт за певних умов (форма начинки, температура, тривалість впливу). З урахуванням класифікації начинок [21] розроблені три методи контролю термостабільних властивостей – метод низького (M1), середнього ( M2 ) і високого ( M3 ) температурного впливу. Як додатковий

критерій можна використовувати схильність начинок до синерезису (виділення води), який негативно впливає на їх термостабільні властивості.

Принцип оцінки термостабільних властивостей. Начинка має термостабільні властивості в тому випадку, якщо в умовах даних методів контролю її форма не змінюється, вона не закипає, а на поверхні не утворюються бульбашки і так звані «кратери».

Начинка може бути віднесена до групи напівфабрикатів з обмеженими термостабільними властивостями, якщо після температурного впливу її поверхня розплавилася, і на ній утворився блискучий (глянсовий) шар, і в результаті форма начинки незначно змінилася [21]. У такій начинці відсутні такі дефекти: розтікання на носії, закипання, утворення бульбашок і «кратерів» (повна руйнація форми). Начинка не має термостабільних властивостей, якщо температурний вплив призвів до повної втрати форми внаслідок закипання і розтікання продукту на носії.

Матеріали та обладнання. Для контролю термостабільних властивостей не обхідні наступні матеріали й обладнання:

- заготовки з пісочного тіста (методи М1 і М2), що застосовуються в якості носія начинки;
- щільний фільтрувальний папір, що використовується в якості носія для начинки при випічці (метод М3);
- спеціальний металевий шаблон (метод М1) або металеве кільце (методи М2 і М3) для надання форми начинці;
- жарова шафа з електричним або газовим нагріванням для здійснювання випічки при 200 – 230°C ;
- будь-яке додаткове лабораторне обладнання для варіння і дозування начинки.

Тістова заготовка має циліндричну форму висотою 4 мм і діаметром 50 мм (метод М1), 4 мм і 80 мм відповідно для методу М2. Металеве кільце і отвори шаблону дозволяють надати начинці круглу форму висотою 5 мм і діаметром 40 мм (метод М1), 10 мм і 60 мм відповідно для методів М2 і М3.

Дослідження і оцінка термостабільних властивостей. Для контролю методом М1 начинку наносять через шаблон на тістову заготовку, потім випікають в попередньо нагрітій жаровій шафі при 200 °С протягом 15 хв. Форма начинки не повинна змінюватися після випічки.

Для контролю методом М2 начинку наносять на тістову заготовку через металеве кільце, яке надає їй стандартну форму, потім випікають в жаровій шафі при 200 °С протягом 20 хв. Інтенсивність температурного впливу в даному випадку посилюється через збільшення тривалості нагрівання.

Для контролю методом М3 начинку наносять через металеве кільце на щільний фільтрувальний папір і випікають при 200 °С протягом 20 хв. Інтенсивність температурного впливу посилюється в результаті збільшення тривалості нагріву і застосування фільтрувального паперу замість тістової заготовки (посилення нагріву начинки знизу).

#### 2.2.7 Метод визначення міцності гелю на приладі пектинометр

Пектинометр може бути використаний в лабораторіях кондитерських фабрик, в науково-дослідних і навчальних інститутах.

Принцип роботи заснований на вимірюванні сили, що додається для розриву структури гелю.

Прилад має один режим роботи.

Пектинометр складається з перетворювача, записуючого пристрою, набору пристосувань (стакани з нерівною внутрішньою поверхнею, вставки спеціальної форми з гачком).

Пробу досліджуваної начинки масою 100 г (при температурі не нижче температури розливу) розливають у склянки з встановленою в центрі вставкою. Склянки з начинкою витримують при температурі 20 °С протягом двох годин, після чого визначають міцність гелю. Вимірювання виконується за інструкцією, наведеною нижче.

Інструкція з обслуговування приладу.

1. Увімкнути апарат та перевірити наявність заземлення.

2. Увімкнути основний вмикач, після чого спалахує контрольна лампочка.
3. Встановити швидкість руху 0,7 см/с і перевірити точність за допомогою підрахунку кількості оборотів котушки в хвилину (при цій швидкості повинно бути 10 оборотів в хвилину).
4. Запрограмувати час і дату вимірювання.
5. Перевірити точність показань приладу перевіряють за допомогою гирі масою 200 г.

Протягом 6 секунд безперервно вимірюється сила течії, встановлюється максимальне значення і висвічується на табло, результати вимірювань з датою і порядковим номером проби друкуються на папері. Результати вимірювання можуть бути записані у вигляді графічного зображення (під час видачі графічного зображення можна проводити вимірювання).

#### 2.2.8 Метод визначення перекисного числа

Метод заснований на окисленні йодистого калію перекисом і гідроперекисами, що містяться в зразку, у розчині оцтової кислоти і хлороформу і титрування йоду, який виділився розчином тіосульфату натрію [31].

Перед початком вимірювань перевіряють розчин йодистого калію. Для цього додають дві краплі розчину крохмалю до 0,5 см розчину йодистого калію в 30 см<sup>3</sup> розчину оцтової кислоти і хлороформу (3:2). Якщо утворюється блакитне забарвлення, для знебарвлення якого потрібно більше 1 краплі 0,01 моль/дм<sup>3</sup> розчину тіосульфату натрію, то розчин йодистого калію не використовують і готують свіжий.

Розчин крохмалю готують змішуванням 5 г розчинного крохмалю з 30 см<sup>3</sup> води при подальшому його кип'ятінні в 100 см<sup>3</sup> води протягом 3 хв.

Масу проби, необхідної для вимірювань, в залежності від передбачуваного перекисного числа, визначають по таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Визначення маси проби для вимірюванні перекисного числа

Передбачуване значення перекисного числа, ммоль/кг	Маса випробуваної проби, г
Від 0 до 6,0	5,00 – 2,00
Св. 6,0 до 10,0	2,00 – 1,20
Св. 10,0 до 15,0	1,20 – 0,60
Св. 15,0 до 25,0	0,60 – 0,50
Св. 25,0 до 40,0	0,50 – 0,30

Пробу зважують в колбу. Додають 10 см хлороформу, швидко розчиняють випробувану пробу, доливають 15 см<sup>3</sup> оцтової кислоти і 1 см<sup>3</sup> розчину йодистого калію, після чого колбу відразу ж закривають, перемішують вміст протягом 1 хв, і залишають на 5 хв в темному місці при температурі 15 – 25 ° С. Потім додають 75 см<sup>3</sup> води, ретельно перемішують і додають п'ять крапель розчину крохмалю. Йод що виділився титрують розчином тіосульфату натрію, використовуючи розчин наступної концентрації в залежності від передбачуваного значення перекисного числа: з (1/2 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) = 0,002 моль/дм<sup>3</sup>, якщо перекисне число не більше 6,0 моль кг або з (1/2 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) = 0,01 моль/дм<sup>3</sup>, якщо перекисне число дорівнює або більше 6,0 моль/кг.

Для кожної випробуваної проби виконують два виміри. Контрольне вимірювання проводять паралельно з основними вимірами. Якщо на контрольне вимірювання йде більш 0,1 см<sup>3</sup> 0,01 моль/дм<sup>3</sup> розчину тіосульфату натрію, то перевіряють відповідність реактивів вимогам стандартів.

Перекисне число (X) в ммоль активного кисню на кілограм проби обчислюють за формулою:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \cdot C \cdot 1000}{m}, \quad (2.3)$$

де  $V_1$  – об'єм розчину тіосульфату натрію, який використовується при контрольному вимірі, см<sup>3</sup>;

$V_2$  – об'єм розчину тіосульфату натрію, використаний при дослідному вимірі, см<sup>3</sup>;

$C$  – концентрація використаного розчину тіосульфату натрію, моль/дм<sup>3</sup>;

$m$  – маса досліджуваної проби, г;

1000 – коефіцієнт, що враховує перерахунок результату вимірювання в ммоль/кг.

За результат вимірювання беруть середнє арифметичне значення двох паралельних вимірювань.

### Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи було розглянуто методи та методики проведення експериментальних досліджень, визначено об'єкти досліджень та приведено загальну структурну схему експериментальних досліджень.

### 3 ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Першим етапом розробки цукрового печива функціонального призначення було зниження його калорійності. Рішення завдання було пов'язане з отриманням продукту, що володіє характерними для цукрового печива споживчими властивостями при зниженому в порівнянні з базовою рецептурою кількістю жирового компонента. Зниження масової частки інгредієнта, що бере участь, поряд з цукром, у формуванні органолептичних, фізико-хімічних і структурно-механічних властивостей цукрового печива, можливо при наявності технологічного рішення, що забезпечує задані рівні водопоглинальної здатності рецептурної суміші інгредієнтів, пластичності тіста і структури готового печива.

#### 3.1 Дослідження впливу різних типів борошна на якість цукрового печива

##### 3.1.1 Обґрунтування вибору зразків борошна

Властивості пшеничного борошна змінюються в залежності від типу пшениці. Так як властивості пшеничного борошна складним чином впливають на показники якості борошняних кондитерських виробів, необхідно вивчення впливу різних типів борошна шляхом порівняльного аналізу реологічних властивостей напівфабрикатів, органолептичних і фізико-хімічних показників готового продукту.

Існує дуже багато видів і різновидів роду *Triticum* (пшениця), але в кондитерському виробництві використовуються виключно різновиди виду *Triticum aestivum*, відома як пшениця звичайна (м'яка) [41]. Пшениця звичайна підрозділяється на тверді і м'які сорти, борошно з яких дуже відрізняється за вмістом клейковини, за питомою поверхнею частинок борошна, за розмірами і станом крохмальних гранул. Ці фактори впливають по-різному на водопоглинальну здатність борошна, що дуже важливо для тістоутворення при виробництві цукрового печива, що характеризується низьким вмістом вологи. Необхідно відзначити, що, в той час як за кордоном з м'яких сортів пшениці

отримують спеціальне борошно для кондитерського виробництва [3], ці сорти не знайшли широкого поширення в нашій країні, відповідно немає даних про технологічні особливості застосування цього борошна і практичних рекомендацій.

Виходячи із завдань цього дослідження, було вивчено вплив різних типів борошна і їх сумішей на органолептичні і фізико-хімічні показники готового продукту, на підставі яких здійснено вибір оптимальних зразків борошна для цукрового печива. Характеристика зразків борошна приведена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристика зразків пшеничного борошна

№ п/п	Зразок борошна	Крупність помелу, мкм	Вологість, %	Клейковина		Зольність, %
				Вміст, %	Од. приладу ІДК	
1	Борошно пшеничне в/с	До 140	14,5	29,4	65	0,52
2	Борошно з м'якої пшениці	До 100	13,9	23,1	72	0,5
3	Борошно пшеничне, прохід сита № 46	212 – 390	14,2	32,9	70	0,72
4	Борошно пшеничне, прохід сита № 48	212 – 363	13,2	32,1	70	0,54
5	Борошно пшеничне, прохід сита № 50	212 – 355	13,2	32,5	72	0,49
6	Борошно пшеничне, прохід сита № 52	212 – 335	13,2	32,7	72	0,47
7	Борошно крупка (загальний прохід)	212 – 240	13,4	32,5	70	0,54

Для дослідження були використані наступні проби:

1 – стандартне пшеничне борошно вищого гатунку (контрольний зразок), отримане з твердої пшениці (1684 – 1842 см<sup>2</sup>/г) [41];

2 – борошно з м'якої пшениці нового сорту «Гармонія» (вирощена в Дніпропетровській області), з питомою поверхнею (2924 – 3452 см<sup>2</sup>/г) [41], що приблизно в 1,5 рази перевищує питому поверхню борошна з твердої пшениці (контрольний зразок);

3 – 6 – жорсткий дунст, отриманий після збагачення на сітовійній машині (СВ № 3А) проходом відповідно наступних сит: № 46, № 48, № 50, № 52;

7 - борошно крупка, відібрана після збагачення на сітовійній машині жорсткого дунсту 1-ої якості (загальний прохід СВ № 3А);

8 – суміш борошна проб 1 і 7;

9 – суміш борошна проб 2 і 7.

Зразки проб 3 – 7 були відібрані на ТОВ «Дніпромлин» з розсіювачів 1-III драних систем. Цей продукт за технологічною схемою розмелювання потім направляється на додаткове подрібнення на розмелювання і системи для отримання борошна вищого гатунку. Ці зразки за розмірами частинок більше вирівняні, так як не містять дрібної фракції. Крім перерахованих індивідуальних зразків досліджували суміші (в рівних співвідношеннях) зразків 1 і 7 (проба 8) і 2 і 7 (проба 9).

### 3.1.2 Аналіз рецептури печива «Ювілейне»

Для встановлення співвідношення основних рецептурних складових, що впливають на якість цукрового тіста, визначення ступеня насиченості цукрового розчину необхідно було провести аналіз рецептури [35, 37].

Експериментальне визначення типу емульсії методом розведення краплі підтвердило її приналежність до емульсій першого роду. У цій емульсії дисперсійним середовищем є концентрований цукровий розчин, а дисперсною фазою – частки жиру. Для ефективного утворення і стабілізації стійких емульсій необхідна присутність емульгатора і стабілізатора. Оскільки в рецептуру печива «Ювілейне» входять меланж і молоко, що містять природні емульгуючі речовини

(яєчний жовток, лецитин, казеїн) вони і були основними інгредієнтами, що забезпечують заданий ефект емульгування. Додаткова стабілізація емульсії може бути досягнута за рахунок введення гуміарабіку.

### 3.1.3 Визначення впливу типу борошна на органолептичні показники печива

Якість готового печива має відповідати стандартам на органолептичні показники (смак, запах, колір, форма, стан поверхні, вид в зламі) і мати такі характеристики: правильну форму; рівні краї без вм'ятин; рівну з ясним малюнком, без здуття і вкрапління крихт поверхню; рівномірний, властивий даному найменуванню колір; ясно виражений смак і запах, властиві даному найменуванню. У зламі печива не повинно бути слідів непромісу, пористість повинна бути рівномірною [52].

Тісто для цукрового печива готували за рецептурою печива «Ювілейне» з уніфікованого «Збірника рецептур на печиво». В якості жирового компоненту використовували маргарин для випічки «Пампушка» (вміст жиру 75 %).

Пробні лабораторні випічки проводили за стандартною методикою (розділ 2.2.4.), після чого визначали органолептичні, фізико-хімічні показники готового виробу по методикам, представленим в розділі 2.2.

Узагальнені результати дегустації представлені в табл. 3.1. Було встановлено, що тип борошна не відображається на таких показниках якості, як колір і запах, але впливає на сенсорне сприйняття текстури печива: при дегустації в печиво, приготованого із зразків борошна № 3 – 6, відчувалися не набряклі тверді частинки борошна, печиво відрізнялося підвищеною крихкістю. Поверхня і вид у зламі у всіх зразків відповідали нормі. На поверхні зразка 3 спостерігалися темні вкраплення, що пояснюється вмістом великих частинок оболонки зерна в борошні (зольність 0,72 %). Найбільш високі органолептичні показники були відзначені в печиві з борошна з розмірами частинок 212 – 240 мкм (зразки № 7 і 9).

Таблиця 3.2 – Органолептичний аналіз готового печива

Показники якості	Якість печива зі зразків борошна								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поверхня	Гладка, без здуття	Гладка, без здуття	Гладка, є вкраплення темних частинок	Гладка, без здуття	Гладка, без здуття	Гладка, без здуття	Гладка, без здуття	Гладка, без здуття	Гладка, без здуття
Колір	Р і в н о м і р н и й з о л о т и с т и й в і д т і н о к								
Форма	К р а ї п е ч и в а р і в н і , б е з в м ' я т и н і п о ш к о д ж е н ь								
Смак і запах	Властивий даному виду виробу	Властивий даному виду виробу	Властивий даному виду виробу, відчуваються крупинки	Властивий даному виду виробу, відчуваються крупинки	Властивий даному виду виробу, відчуваються крупинки	Властивий даному виду виробу, відчуваються крупинки	Властивий даному виду виробу	Властивий даному виду виробу	Властивий даному виду виробу
Вигляд на зломі	П р о п е ч е н і в и р о б и з р і в н о м і р н о ю п о р и с т і с т ю								

### 3.1.4 Визначення впливу типу борошна на фізико-хімічні показники печива

Для порівняльної характеристики зразків були вибрані два важливих фізико-хімічних показника готового печива – намочуваність і щільність. Печиво хорошої якості характеризується низькою щільністю і намочуваністю. На рис 3.1 і 3.2 представлені показники щільності і намочуваності зразків випеченого печива.

Результати експериментальних даних, представлених на рис. 3.1 і 3.2, свідчать про те, що всі зразки печива відповідають стандарту (намочуваність не менше 150 %, щільність не більше  $0,6 \text{ г/см}^3$ ). Однак, зіставляючи результати аналізів, можна побачити велику різницю в показниках намочуваності і щільності печива з контрольного борошна в порівнянні з іншими пробами. Зразки № 3, 4, 5, 6, 7 характеризуються високими показниками намочуваності і щільності, які незначно відрізняються між собою, хоча виявлена закономірність у збільшенні щільності печива при зменшенні крупності помелу. Намочуваність майже на 60 % вище, ніж у контрольного.

При тому ж рівні намочуваності, зразок № 2 має більшу щільність, ніж зразки з борошна грубого помелу.

Виходячи з фізико-хімічних показників зразків печива і їх органолептичної оцінки, в подальшій роботі використовували проби борошна №1, 2, 7, 8, 9.

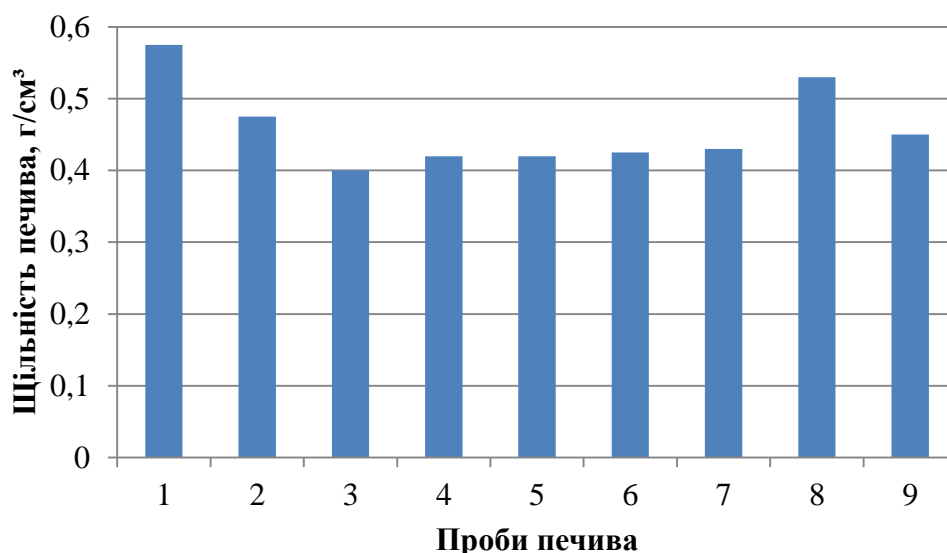


Рисунок 3.1 – Залежність щільності печива від типу борошна

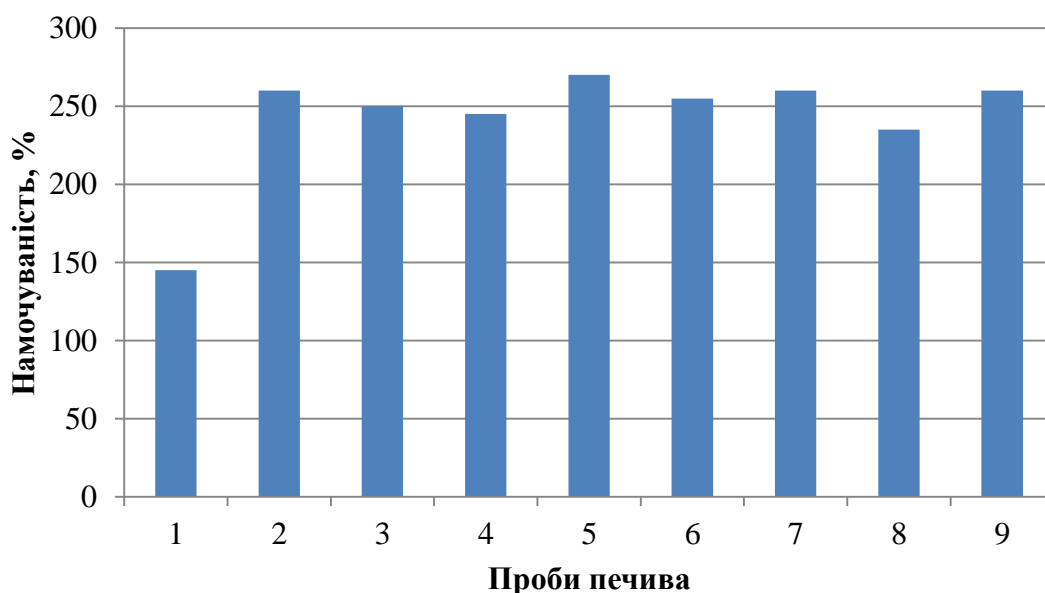


Рисунок 3.2 – Залежність намочуваності цукрового печива від типу борошна

### 3.1.5 Вплив типу борошна на реологічні властивості тіста

Метою досліджень даного розділу є визначення впливу різних типів борошна на реологічні властивості тіста. Реологічні властивості тіста визначали на приладі «Структурометр» за методикою, представленою в розділі 2.2.3.

Показники відносної пластичності всіх проб тіста представлені рис. 3.3, з якого випливає, що на тлі відносної пластичності контрольного зразка (№ 1), максимальної відносної пластичністю характеризується тісто з борошна крупки (№ 7). Другим за величиною цього показника стало тісто з борошна м'якої пшениці (зразок № 2).

Керування вологоємкістю борошна і структурно-механічними властивостями тіста шляхом додавання цукру і жиру є складним завданням. Цукор і жир пластифікують структуру тіста, але механізм пластифікації кожним з інгредієнтів різний.

В основі пластифікуючої дії на структуру тіста цукрів слід вважати дегідратацію ними полімерів борошна за рахунок їх високої розчинності у воді і створення в полімерній структурі тіста прошарків концентрованих розчинів. Це дозволяє знижувати вологість тіста в здобних виробках для отримання оптимальної величини механічних характеристик тіста [44].

При 30 °С насичені розчини сахарози містять приблизно 67,8 % цукру. У здобному пшеничному тісті вільної води (розчинника) може виявитися замало для утворення насичених розчинів сахарози. Таким чином, частина цукрів може виявитися в структурі тіста у вигляді рідких кристалів асоціатів, властивих пересиченим розчинам. Їх в'язкість значно зростає в процесі кристалізації цукрів. У такому стані вони здатні до прояву при деформаціях зсуву пружного наслідку, зовні який не відрізняється від властивостей високої еластичності сирих полімерів білків і бере участь у формуванні відносної пластичності тіста [44]. Перенасичені розчини, володіючи подібно меду і патоці, хорошим пружним наслідком, підсилюють еластичні властивості здобного тіста і зменшують його відносну пластичність [46].

По механізму і ефекту пластифікації жири істотно відрізняються від цукрів. Додавання в гідрофільну структуру тіста жирів супроводжується утворенням їх прошарків.

Об'єднуючись за місцем неполярних груп з білками борошна, жири блокують і ускладнюють взаємодії гідрофільних сполук з водою, підвищуючи її вміст у вільному стані, що призводить до зменшення вологості борошна [18, 44].

При використанні борошна крупки, у якого найменша питома поверхня, товщина прошарку жиру і цукрового розчину між частинками борошна більше, що призводить до зменшення модулів зсуву і збільшення відносної пластичності тіста.

При використанні борошна з більшою питомою поверхнею, товщина прошарку менше, що знижує рівень екранування молекулами жиру білкових молекул і сприяє процесу кристалізації сахарози, прояву при деформаціях зсуву пружного наслідку і, відповідно, зменшення відносної пластичності.

Однак, порівнюючи показники відносної пластичності зразків 1 і 2, можна констатувати, що у борошна з більшою питомою поверхнею цей показник вище. Тут, ймовірно, проявляється вплив стану крохмальних гранул і кількість

клейковини в борошні. Чим більше пошкоджених частинок, тим більше в'язкість цукрового розчину, що зменшує пластичність тіста.

З результатів досліджень видно, що відносна пластичність тіста з борошна крупчатки в порівнянні з контрольним зразком вище на 31,6 %, що дозволяє прогнозувати можливість зниження кількості одного з основних пластифікаторів цукрового тіста – жиру.

В процесі технологічної обробки харчові продукти знаходяться в контакті з поверхнями різних робочих органів машин, транспортуючих пристроїв та інше. Характер перебігу маси по каналах формуючих машин визначається як її реологічні властивості, так і сили зчеплення з поверхнями контакту [38], які характеризуються властивостями адгезії (злипання поверхонь двох різнорідних матеріалів) і когезією (зчепленням частинок всередині розглянутого тіла). Для харчових продуктів характерні різні види відриву: адгезійний, когезійний і змішаний – адгезійно-когезійний.

Хоча до теперішнього часу природа адгезії не з'ясована, відомо кілька теорій, що пояснюють фізико-хімічну сутність адгезійних явищ: адсорбційна, електрична, дифузійна, хімічна і ряд інших [38].

Часто адгезію двох тіл характеризують мінімальною силою, необхідної для відриву. Цю величину називають адгезійним тиском (напруженістю) або питомим прилипанням [38].

На формування адгезійного зв'язку великий вплив мають реологічні властивості продукту, тривалість контактування поверхонь, тиск при контакті, температура, швидкість відриву від підкладки.

Для характеристики адгезійних властивостей цукрового тіста використовували величину адгезійного напруження (рис. 3.4).

Показник «адгезійне напруження» характеризує технологічність тіста в процесі формування. З рис. 3.3 слід зазначити, що найнижча адгезія спостерігається у проби № 7, що пояснюється низькою активністю функціональних груп білка і крохмалю, що знаходяться в площині взаємодії адгезиву і субстрату, а також більшою товщиною жирового прошарку. Значення

показників адгезійного напруження зразків № 8 і 9 підтверджують, що додаванням борошна грубого помелу зменшує прилипання тіста до внутрішніх поверхонь обладнання.

Так як існує взаємозв'язок між пластичністю тіста і структурою готового печива, то можна припустити, що чим менше в'язкість рідкої фази в тісті, тим більше розвинена капілярно-пориста структура печива, що супроводжується покращенням щільності і намочуваності [41].

Таким чином, на підставі результатів проведених досліджень було встановлено, що оптимальною для отримання цукрового печива зниженої калорійності, є борошно крупка з розміром частинок від 212 до 240 мкм (зразок № 7).

У подальших дослідженнях це борошно застосовували в рецептурі цукрового печива замість борошна вищого гатунку.

До перспективних типів борошна можна віднести також зразок борошна з м'якої пшениці (зразок № 2), яка, як і борошно крупка утворює високопластичне тісто.

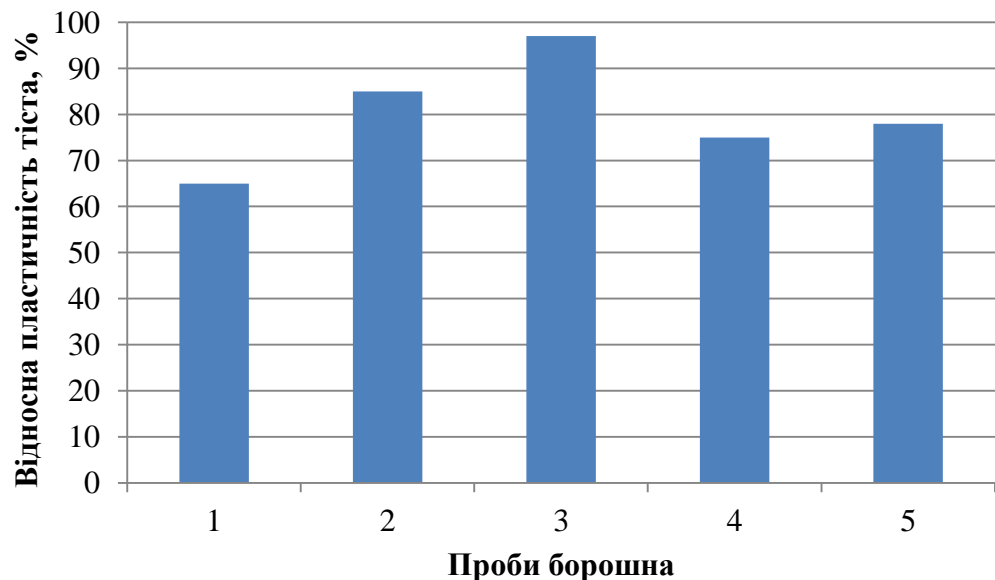


Рисунок 3.3 – Відносна пластичність тіста з різних проб борошна

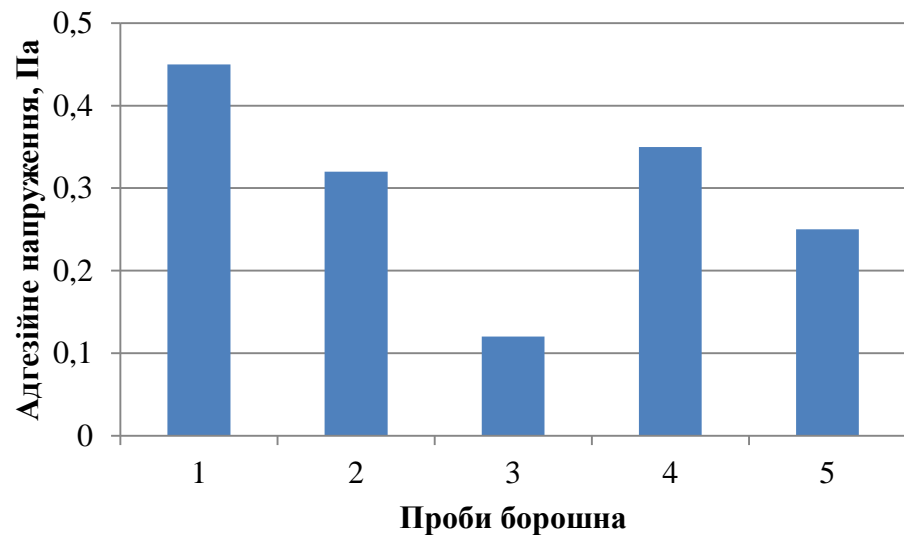


Рисунок 3.4 – Адгезійне напруження тіста з різних проб борошна

### 3.2 Вплив масової частки жиру на якість цукрового печива

Жири, в залежності від свого складу і властивостей, змінюють структуру білкових частинок шляхом їх прямої взаємодії з функціональними групами в складі макромолекул білка, або шляхом непрямого впливу на структуру за рахунок адсорбції на поверхні білкової молекули.

Жири змінюють властивості пшеничного крохмалю при замішуванні тіста результаті утворення комплексів з амілози [18].

Адсорбуючись на поверхні білкових молекул та крохмальних зернах, жир перешкоджає набухання колоїдів борошна і збільшує вміст твердої фази тіста. Внаслідок цього послаблюється зв'язок між компонентами твердої фази тіста, що робить його більш пластичним. Чим тонше плівки жиру і чим більше їх в тісті, тим більше пористу і тендітну структуру мають готові вироби [18].

Вибір борошна грубого помелу став причиною для проведення досліджень, що дозволяють встановити мінімальну кількість жирового компонента, при якому зберігалися б споживчі властивості цукрового печива.

### 3.2.1 Вплив масової частки жиру на реологічні властивості тіста

Метою досліджень, представлених в цьому розділі, було вивчення впливу масової частки жиру на реологічні властивості тіста для цукрового печива. Основними критеріями оцінки якості такого тіста є його реологічні характеристики (зокрема, пластична деформація і адгезійне напруження), величина яких залежить від рецептурного складу, а також від технологічних параметрів його приготування. З іншого боку, особливості реологічних характеристик тіста відносяться до фактору безпосереднього формування споживчих властивостей готового виробу. Тенденції позитивних змін властивостей цукрового тіста пов'язані з підвищенням пластичності і зниженням пружності.

Тісто для цукрового печива готували за рецептурою, наведеної в розділі 2. Реологічні властивості тіста визначали на приладі «Структурометр». Жир вносили в кількості 19,1 %, 15,3 %, 13,1 %, 10,7 % до маси сухих речовин в готовому виробі. Контрольними були два види тіста: контроль 1 – тісто для печива з масовою часткою жиру 19,1 % з борошна вищого гатунку, контроль 2 – аналогічне тісто з борошна крупки.

Результати досліджень, представлені на рис. 3.5 та 3.6, ілюструють вплив масової частки жиру на реологічні показники тіста.

Експериментальні дані, представлені на цих рисунках, свідчать про те, що при зниженні вмісту жирового компонента з 19,1 % до 10,7 % зменшується відносна пластичність тіста. Цей вплив незначний при зменшенні жиру до 15,3 %, але при подальшому його зниженні стає істотним інтенсивність зменшення відносної пластичності.

Отримані результати показують, що при зменшенні кількості жиру з 19,1 % до 10,7 %, адгезія збільшується майже в два рази. Це пояснюється зменшенням частки компонента (жиру) з антиадгезійними властивостями в рідкій фазі тіста.

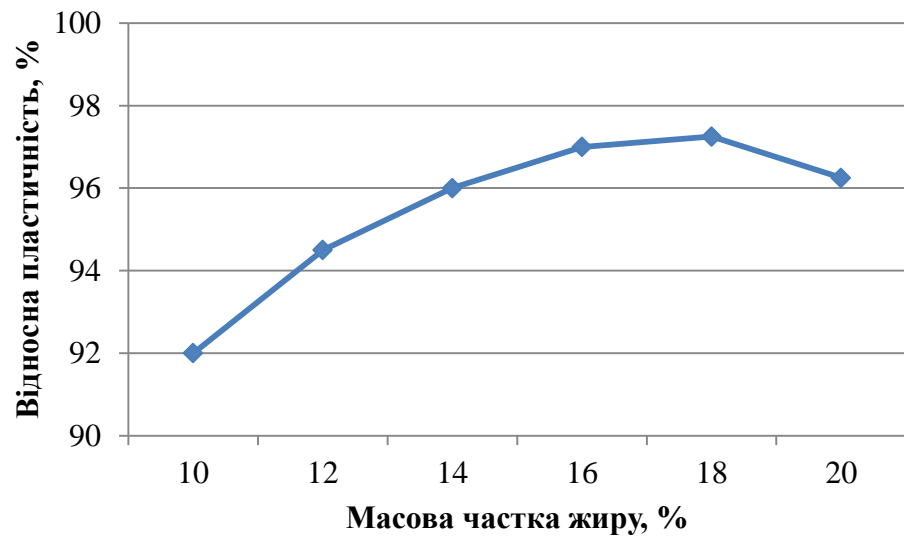


Рисунок 3.6 – Залежність відносної пластичності тіста від масової частки жиру

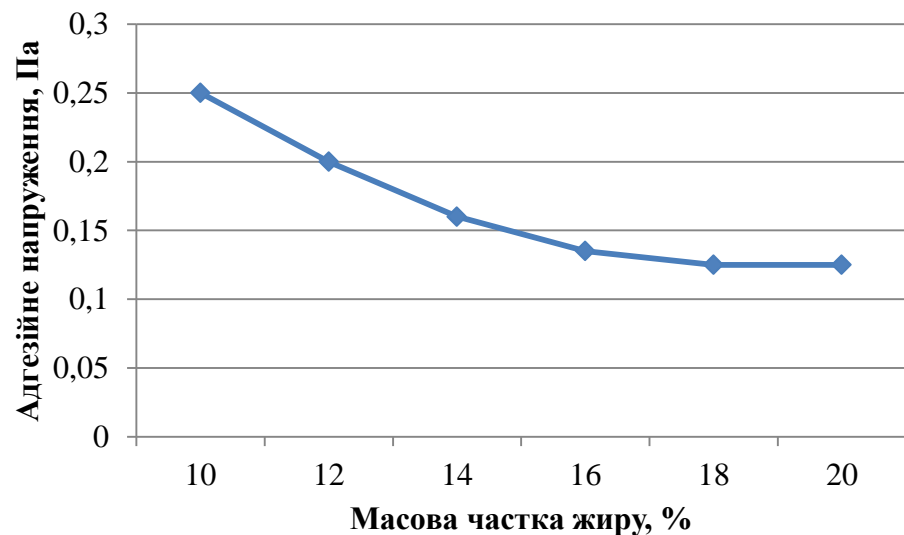


Рисунок 3.7 – Залежність адгезійного напруження від масової частки жиру

### 3.2.2 Вплив масової частки жиру на показники якості готових виробів

Метою цього розділу досліджень було встановлення мінімальної кількості жиру, при якому зберігаються традиційні споживчі властивості цукрового печива, для чого визначали органолептичні і фізико-хімічні показники якості готових виробів, що відрізняються вмістом жирового компонента. Результати органолептичних досліджень наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Органолептичні показники цукрового печива з різним вмістом жиру

Найменування показника	Частка жиру в готовому печиві, %			
	19,1	15,3	13,1	10,7
Форма	Краї печива рівні, без вм'ятин та пошкоджень			
Поверхня	Рівна без здуттів та крапинок			
Колір	Властивий даному виду продукту, рівномірний			
Смак та запах	Без стороннього присмаку з запахом властивим даному виду продукту			
Вигляд на зломі	Пористість розвинута без пустот, без слідів непромісу, структура розсипчаста			

Згідно з даними табл. 3.3, зменшення вмісту жиру до 10,7 % в готовому продукті не відображається на таких показниках якості, як форма, поверхня, колір і вид на зламі. Зменшення вмісту жиру не відображається також на смак, ймовірно, за рахунок іншого розподілу жиру при використанні борошна грубого помелу [9].

Споживчі властивості виробів знаходяться в кореляції з фізико-хімічними показниками готового продукту. Відповідно до цього досліджували вплив вмісту жиру на щільність і намочуваність готового виробу.

Межа міцності зразків визначали на приладі «Структурометр»

Зміни щільності, намочуваності і межі міцності зразків цукрового печива в залежності від вмісту жиру представлені на рис. 3.8, 3.9 і 3.10.

Дані рис. 3.8 ілюструють залежність показника щільності цукрового печива, випеченого з різною кількістю жиру в рецептурі виробу. Встановлено, що при зміні вмісту жирового компонента з 19,1 до 10,7%, щільність готового виробу збільшується на 30 %.

При цьому, як показує залежність на рис. 3.9, відбувається зменшення намочуваності готових виробів.

Різниця значень цього показника для печива з максимальним (19,1 %) і мінімальним (10,7 %) вмістом жиру становить 5,5 %.

Залежність від рецептурного вмісту жиру показника, характеризує міцність готових виробів (рис. 3.10) аналогічна характеру зміни щільності. Встановлено, що при зменшенні кількості жиру в печиво до 10,7 % міцність останнього зростає в два рази.

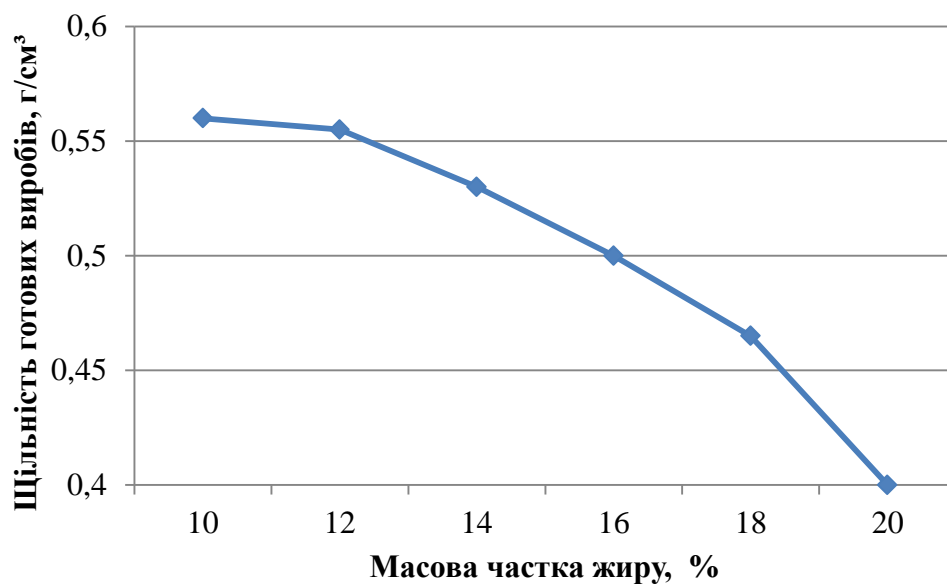


Рисунок 3.8 – Залежність щільності цукрового печива від масової частки жиру

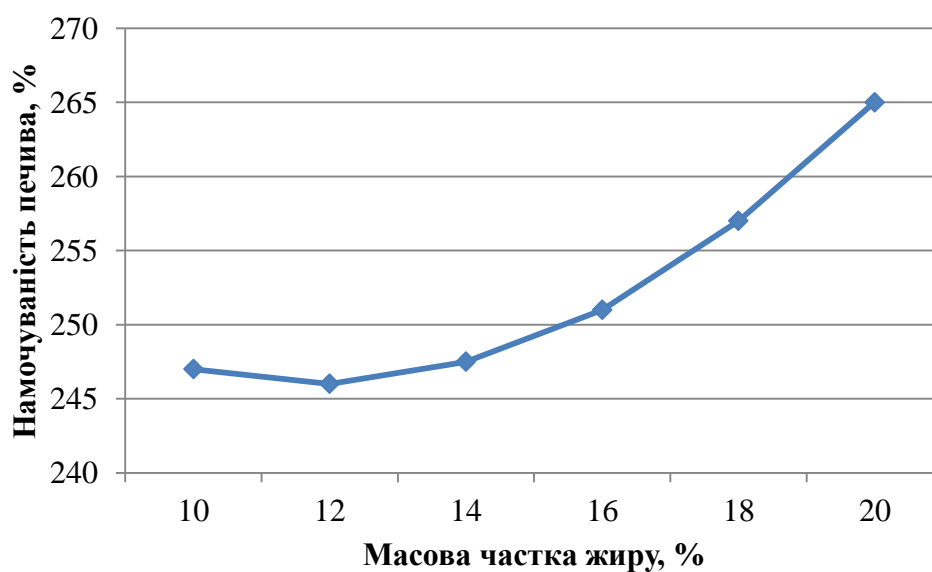


Рисунок 3.9 – Залежність намочуваності цукрового печива від масової частки жиру

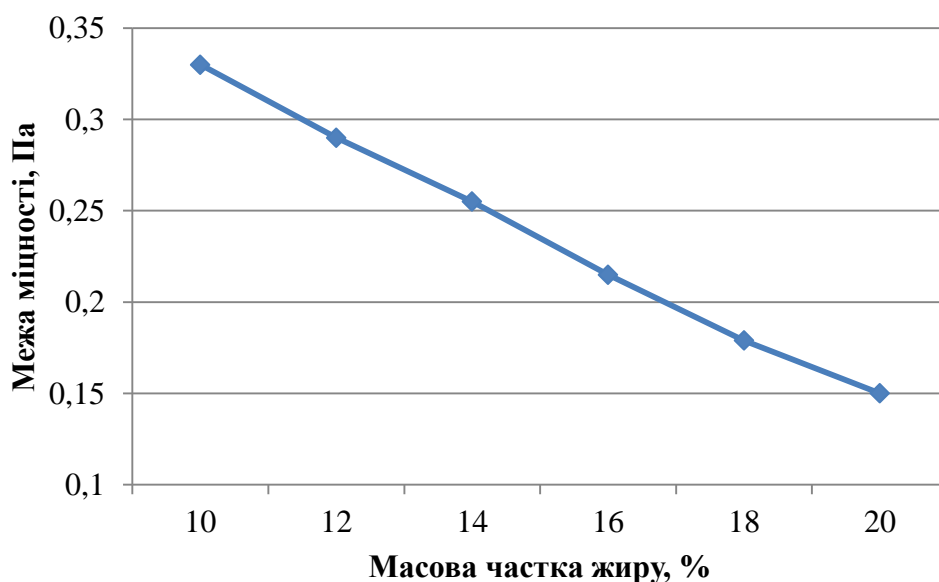


Рисунок 3.10 – Залежність межі міцності цукрового печива від масової частки жиру

Подібна тенденція змін фізико-хімічних характеристик цукрового печива в залежності від масової частки жиру була прогнозованою, враховуючи його значення в структуроутворенні готових виробів.

Аналіз абсолютних значень цих показників для печива, котре містить 10,7 % жиру, свідчить про їх відповідність нормативним значенням.

З урахуванням сукупності експериментальних даних про вплив вмісту жиру на реологічні властивості тіста і якість готових виробів, можна зробити висновок, що використання борошна крупчатки дозволяє знизити рецептурний вміст жиру до 10,7 % до маси сухих речовин інгредієнтів, що майже в два рази (на 47,3 %) менше вихідного.

### 3.3 Розробка технології цукрового печива функціонального призначення

При модифікації цукрового печива в функціональний продукт заданим є його збагачення фізіологічно функціональними інгредієнтами. В даний час актуальна проблема створення харчових продуктів з пребіотичними інгредієнтами, до яких відносяться неферментовані розчинні оліго- і

полісахариди. Доведеною є доцільність використання їх комбінацій, склад і співвідношення яких визначаються виходячи з встановлених фізіологічних норм споживання, а також їх вплив на споживчі властивості готового продукту. В якості функціональних інгредієнтів були використані розчинне харчове волокно гуміарабік (препарат «Fibregum») і дисахарид лактулоза (препарат «Лактусан»), володіє доведеними пребіотичними властивостями, а також препарат нерозчинних харчових волокон (препарат «Herbacel AQ Plus»).

Відповідно до рекомендацій FAO/ВОЗ для позиціонування продукту як «збагачений харчовими волокнами», вміст у ньому харчових волокон має сягати 6 г на 100 г виробу.

Принциповим для вирішення питання про можливість застосування в технології борошняних кондитерських виробів такого рівня збагачення волокнами стало дослідження їх властивостей в аспекті потенційних взаємодій з інгредієнтами тіста цукрового печива і впливу на властивості тіста і готового продукту.

### 3.3.1 Дослідження в'язкості розчинів гуміарабіку

Гуміарабік є біополімер, що складається, в основному, з полісахаридів, пов'язаних з невеликою (1 – 2 %) кількістю білків, і володіє властивостями гідроколоїдів. Лімітуючим фактором введення в харчову систему фізіологічно значної кількості харчових волокон з властивостями гідроколоїдів є в'язкість утворених ними розчинів, так як її зміна позначається на реологічних властивостях тіста і може привести до ускладнення технологічних процесів. Попереднє дослідження в'язкості розчинів гуміарабіку було необхідно для прогнозування впливу цього полісахариду на реологічні властивості тіста.

Вивчали залежність в'язкості розчинів препарату гуміарабіку «Fibregum» від концентрації і температури.

Визначення відносної в'язкості проводили за методикою 2.2.1. в якості модельних використовували 5 %, 10 %, 20 %-ві розчини. Досліди проводили в

діапазоні температур 25 – 70 °С. Результати дослідження, представлені на рис. 3.11, ілюструють зміну в'язкості в залежності від температури і концентрації.

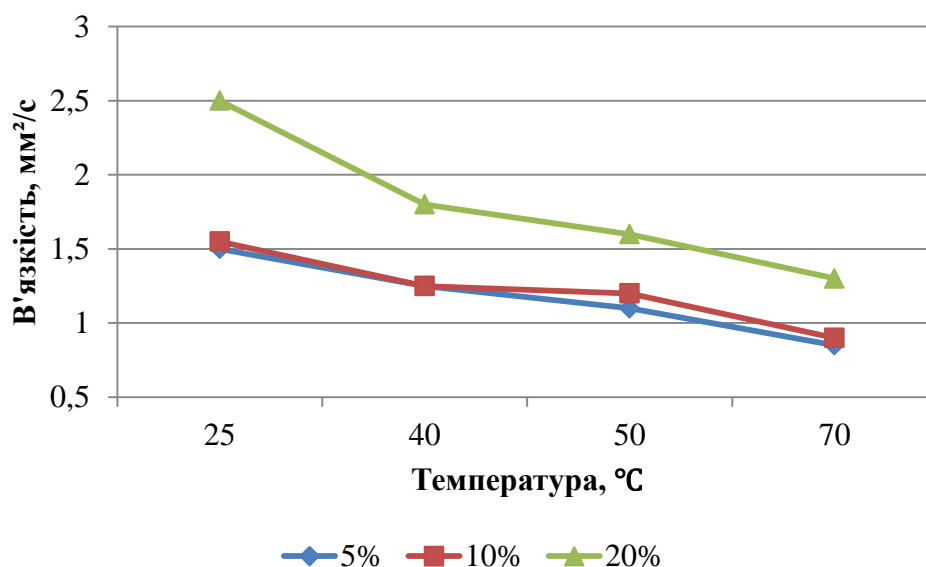


Рисунок 3.11 – Зміна в'язкості розчинів гуміарабіку різної концентрації в залежності від температури

З рисунка 3.11 видно, що у всьому діапазоні досліджуваних концентрацій з підвищенням температури в'язкість розчинів зменшується. Зміна в'язкості розчинів 5 % і 10 %-вої концентрації практично однаково в інтервалі 25 – 70 °С. Значення в'язкості 20 %-ого розчину гуміарабіку при кімнатній температурі майже в 1,5 рази вище, ніж при температурі 70 °С.

Дослідним шляхом доведено, що обраний препарат гуміарабіку утворює низьков'язкі розчини при різних концентраціях, відносно стабільні в широкому діапазоні температур. Це послужило підставою для використання даного препарату в технології цукрового печива, включаючи різні температурні режими виробництва.

### 3.3.2 Дослідження впливу гуміарабіку на властивості емульсії

Однією з умов ефективного використання добавки з властивостями гідроколоїдів, є спосіб його введення до складу рецептурної суміші. Оскільки

властивості тіста і якість цукрового печива в значній мірі залежать від емульсії, утвореною на першому етапі технологічного процесу, досліджуючи доцільність введення частини гуміарабіку на цій стадії з метою її стабілізації.

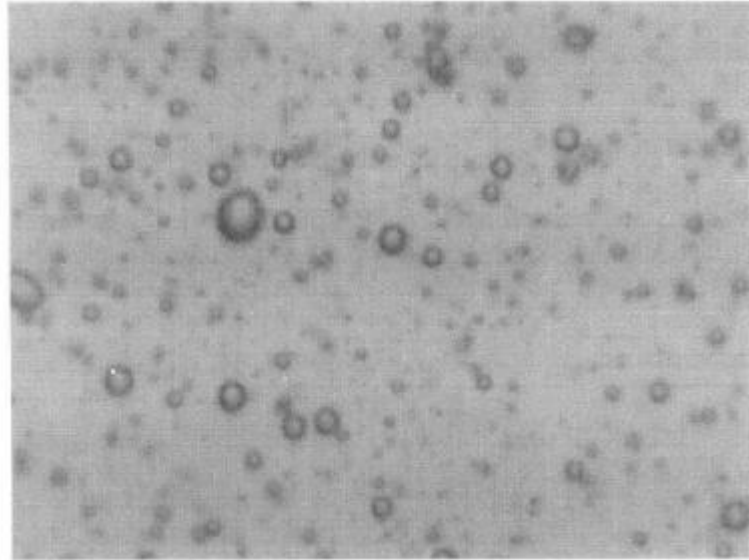
Всі процеси отримання стійких емульсій пов'язані, головним чином, з використанням структурно-механічних властивостей адсорбційних шарів [6]. Оболонка повинна бути структурованою, тобто повинна володіти структурною в'язкістю, яка перевищує в'язкість дисперсного середовища, і, отже, може розглядатися як бар'єр, перешкоджаючий коалесценції крапель. Особливо сильну стабілізуючою дію мають колоїдні адсорбційні шари, що є своєрідними плівковими гелями. До таких речовин відносяться білки, смоли і ін. [43]. Наявність на міжфазній межі таких гелеутворюючих – структурованих плівок усуває можливість коалесценції частинок дисперсної фази при їх стиканні або зіткненні [46].

Основне технологічне призначення приготування кондитерської емульсії – забезпечити максимальне розчинення кристалічної сировини і отримати рівномірно розподілену суміш компонентів. Залежно від рецептурного складу кондитерського виробу можуть утворюватися як класичні емульсії, так і суспендовані (містять додатково тверду дисперсну фазу), які за типом можуть ставитися до прямих, зворотних і оборотних [18, 35]. За результатами аналізу рецептури печива зі зменшеною кількістю жиру встановили, що частка цукру в емульсії становить 48,2 %, частка жиру – 23,4 %, частка води – 25,1 %. Експериментально було визнано, що досліджувана емульсія відноситься до класичних прямих емульсій. Експериментальні дані можуть бути співставлені з розрахунковим методом, запропонованим в публікаціях [35, 37].

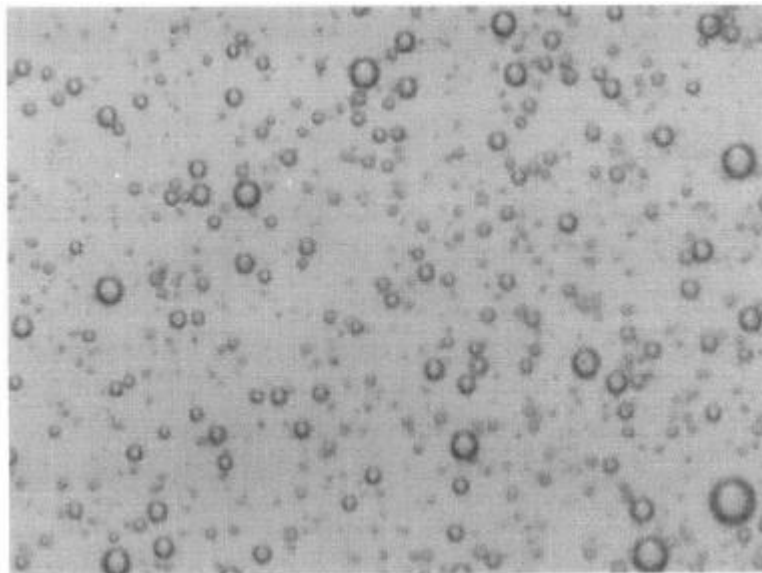
Виходячи з розрахункової кількості води, необхідної для замісу тіста, з урахуванням в'язкості утворених розчинів, як оптимальне було визначене дозування гуміарабіку, рівне 3,8 % до маси емульсії, що становить 25 % від розрахункової кількості цього інгредієнта.

Методом мікроскопіювання досліджували вплив гуміарабіку на процес утворення і стабілізацію емульсійної системи, що включає додатково газову

(повітряну) фазу (аерованої емульсії), яка з'являється за рахунок інтенсивного перемішування на гомогенізованому пристрої. Результати мікроскопіювання представлені на рис. 3.12 і в табл. 3.4.



а)



б)

Рисунок 3.12 – Емульсія для цукрового тіста:

а) без гуміарабіку; б) з гуміарабіком.

Таблиця 3.4 – Розподіл повітряної фази в емульсіях

Розміри бульбашок повітря, мм	В емульсії без гуміарабіку, од	В емульсії з гуміарабіком, од
0,02 – 0,04	253	376
0,05 – 0,08	46	129
> 0,08	5	9

З наведених даних видно, що в емульсії з гуміарабіком загальний вміст бульбашок повітря збільшується на 67 % в порівнянні з емульсією без гуміарабіку. Розподіл повітря по всьому об'єму більш рівномірно. Це свідчить про поліпшення масообмінних процесів при диспергуванні в присутності гуміарабіку, і підвищенні однорідності емульсії. Очевидно, що підвищення вмісту повітряної фази в емульсії для цукрового тіста матиме позитивний вплив на процеси розпушення в процесі випічки.

Таким чином, результати досліджень підтвердили ефективність технологічного прийому введення частини гуміарабіку на стадії готування емульсії.

### 3.3.3 Вплив гуміарабіку на кількість і властивості клейковини борошна

Оскільки полісахарид гуміарабік здатний вступати в міжмолекулярні взаємодії з іншими інгредієнтами цукрового печива, досліджували його вплив на клейковину пшеничного борошна. При вивченні якісних і кількісних змін в борошно вносили від 2,0 до 10 % препарату гуміарабіку. Результати досліджень представлені на рис. 3.13 і 3.14.

У всьому діапазоні концентрацій внесеного гуміарабіку була встановлена тенденція до зменшення вмісту клейковини. При дозуваннях гуміарабіку до 8 % здатність клейковини чинити опір деформуючому навантаженню стиснення виявляється менше вихідної величини, що свідчить про її розслаблення і пояснюється високою вологозв'язуючою здатністю гуміарабіку, яка проявляється при замішуванні тіста і перешкоджає здатності клейковини до набухання і утворення комплексу.

Зменшення вмісту клейковини можна пояснити тим, що при відмиванні клейковини частина білка вимивається разом з крохмалем.

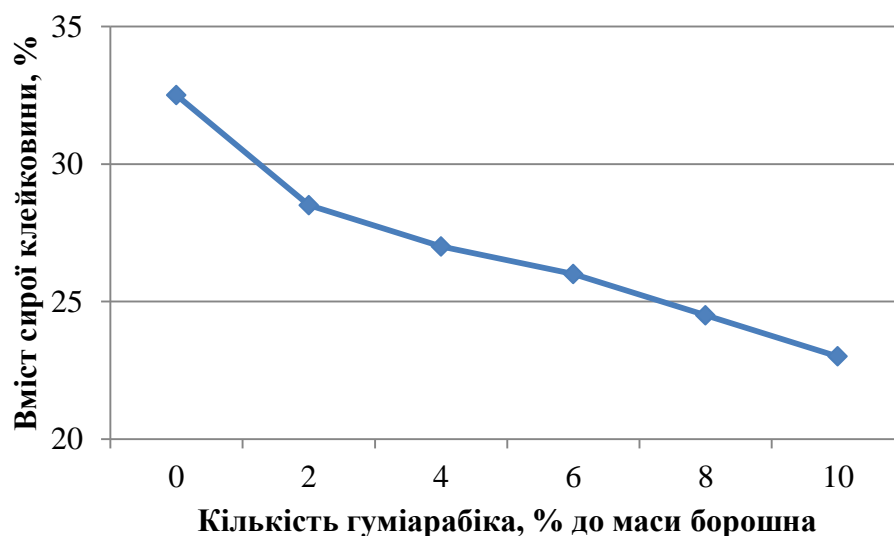


Рисунок 3.13 – Вплив гуміарабіку на вміст клейковини в пшеничному борошні



Рисунок 3.14 – Вплив гуміарабіку на властивості клейковини пшеничного борошна

### 3.3.4 Дослідження впливу гуміарабіку на реологічні властивості тіста

Отримання необхідних властивостей тіста для різноманітних сортів борошняних кондитерських виробів досягається регулюванням набуханням

клейковинних білків борошна за рахунок варіювання складу рецептурних компонентів, а також зміни технологічних параметрів приготування тіста. До технологічних параметрів відноситься вибір стадії, на якій внесення гуміарабіку не погіршує якість тіста і готового виробу і дозволяє максимально використовувати його стабілізуючі властивості при приготуванні емульсії.

Реологічні характеристики тіста визначали на приладі «Структурометр» за методикою, представленою в розділі 2.

Досліджували наступні варіанти: проба 1 – 50 % гуміарабіку вводиться на стадії приготування емульсії і 50 % – в борошно (суміш сухих компонентів); проба 2 – 25 % гуміарабіку вводиться в емульсію, 75 % – в борошно; проба 3 – 100 % гуміарабіку вноситься в борошно.

При додаванні гуміарабіку здійснювали перерахунок кількості води, необхідної для замісу тіста. Контрольним зразком було тісто, що не містить гуміарабіку – К2.

Експериментальні дані показані на рис 3.15 і 3.16.

З отриманих результатів можна зробити висновок, що, чим більше гуміарабіку знаходиться в розчиненому стані, тим більш в'язкою стає емульсія. При цьому частина сахарози переходить в стан рідких кристалів і асоціатів, властивих пересиченим розчинів, що сприяє більшому прояву пружних наслідків при деформаціях зсуву і пояснює зменшення відносної пластичності пропорційно внесеному в емульсію кількості гуміарабіку (рис. 3.15).

Збільшення адгезії з підвищенням масової частки розчиненої в емульсії гуміарабіку (проба 1, рис. 3.16) пояснюється тим, що в розчиненому вигляді сильніше виявляються липкі властивості цих гідроколоїдів.

Узагальнюючи результати досліджень, можна зробити висновок, що додавання гуміарабіку збільшує адгезію. Щоб запобігти збільшенню прилипання тіста до робочих поверхонь, необхідно щоб тісто мало нижчу температуру [12]. Для цього слід передбачити в технології випікання стадію охолодження емульсії.

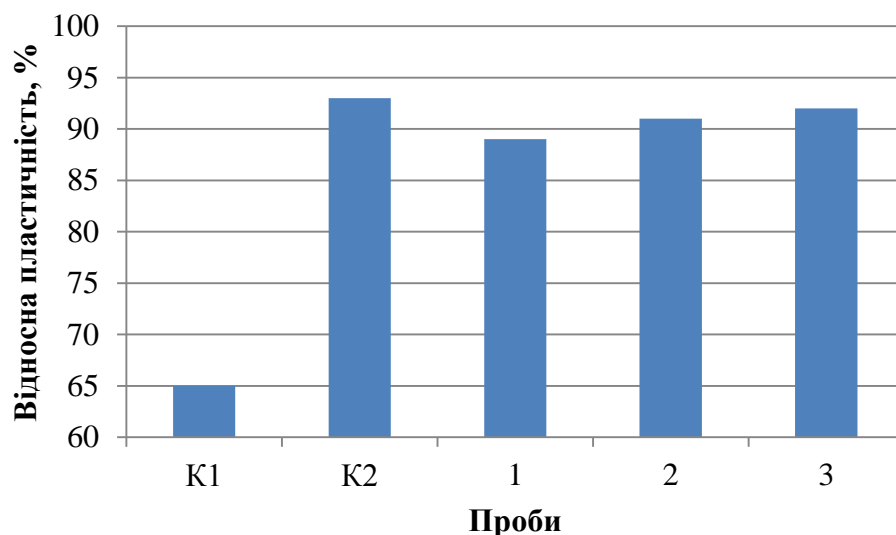


Рисунок 3.15 – Вплив гуміарабіку на відносну пластичність тіста при різних способах введення

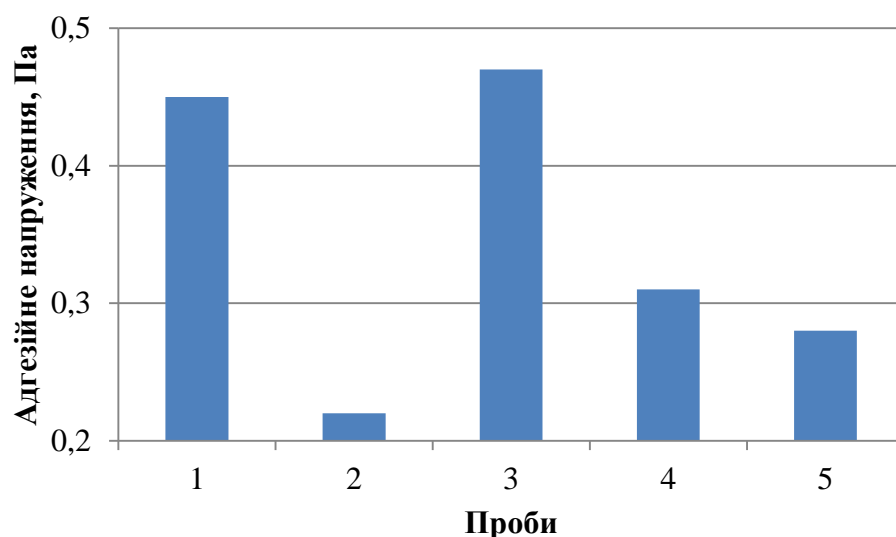


Рисунок 3.16 – Вплив гуміарабіку на адгезійне напруження тіста при різних способах введення

### 3.3.5 Дослідження впливу гуміарабіку на органолептичні та фізико-хімічні показники якості печива

Метою цих досліджень була оцінка впливу гуміарабіку на якість готових виробів за органолептичними та фізико-хімічними показниками при внесенні його

на різних стадіях приготування. Результати дегустацій дослідних зразків печива узагальнені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Органолептичні показники цукрового печива з гуміарабіком

Найменування показника	Стадії внесення гуміарабіку			
	Контроль	Проба 1 *	Проба 2 *	Проба 3 *
Форма	Краї печива рівні, без вм'ятин	Спостерігається незначна деформація печива	Краї рівні, печиво без вм'ятин і пошкоджень	
Поверхня	Рівна, без здуття і вкраплень			
Колір	Властивий даному виду	Більш світлий	Властивий даному виду	Більш світлий
Смак і запах	Без стороннього присмаку з запахом властивим даному найменуванню			
Вигляд в зломі	Пористість розвинена без пустот, без слідів непромісу, структура розсипчаста			

\* Див. 3.2.3.4.

Результати органолептичної оцінки зразків підтвердили, що збагачення гуміарабіком не відбивається на таких показниках якості, як смак і запах. Поверхня і вид в зломі при збагаченні також зберігаються, однак, внесення гуміарабіку на стадії приготування емульсії в кількості 50 % від розрахункового призводить до деформації печива. У зразках з гуміарабіком колір менш інтенсивний, ніж у контрольного. На формування кольору впливають реакція карамелізації і взаємодії вуглеводів з білками або амінами (реакція Майяра) [52]. Очевидно, присутність гуміарабіку уповільнює ці процеси.

Фізико-хімічні показники різних зразків цукрового печива, що відображають залежність якості печива від способу внесення гуміарабіку, наведені на рис. 3.17, 3.18 і 3.19.

З діаграми, представленої на рис. 3.17 видно, що зміна властивостей тіста в залежності від способу введення гуміарабіку проявляється в зміні показника

щільності печива: максимальну щільність, що перевищує контрольний показник, має печиво з мінімальною відносною пластичністю тіста (проба 1).

Цей зразок печива характеризується також найменшою намоочуваністю (рис. 3.18) і максимальною міцністю (рис 3.19).

За показниками щільності і міцності найкращим виявилось печиво, отримане при введенні в емульсію 25 % розрахункової кількості гуміарабіку (проба 2): щільність печива позитивно нижче контрольного зразка майже на 11 %, а значення межі міцності на рівні контролю.

Узагальнюючи результати досліджень по розробці способу приготування цукрового печива, збагаченого харчовим волокном гуміарабік, можна зробити висновок, що, з урахуванням первинності споживчих властивостей готового виробу, оптимальним є внесення 25 % рецептурної кількості гуміарабіку в емульсію і 75 % – на стадії приготування сухої суміші. В цьому випадку загальний вміст гуміарабіку складе 6 % до маси продукту.

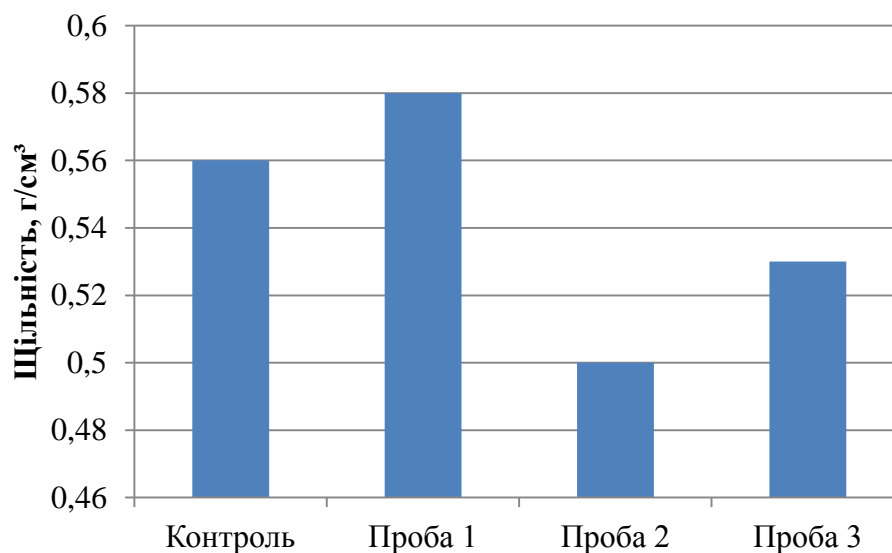


Рисунок 3.17 – Вплив способів введення гуміарабіку на щільність печива

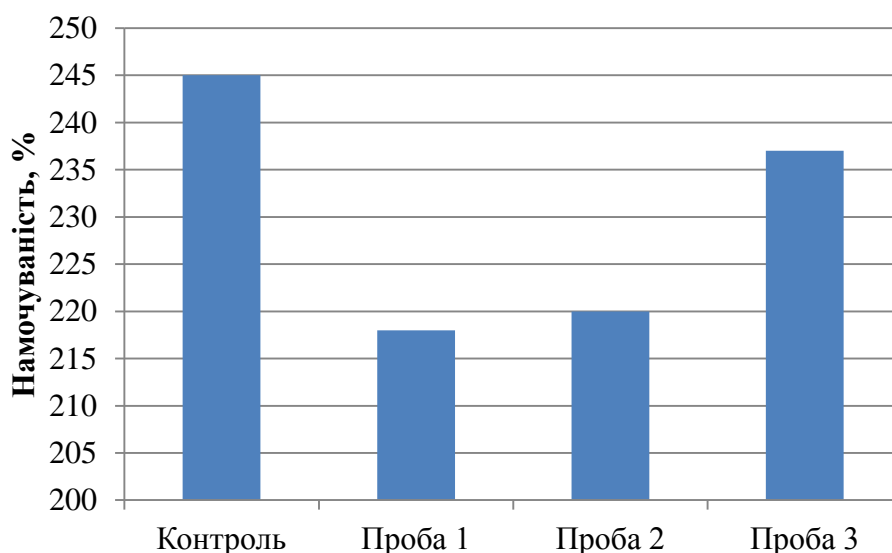


Рисунок 3.18 – Вплив способів введення гуміарабіку на намочуваність печива

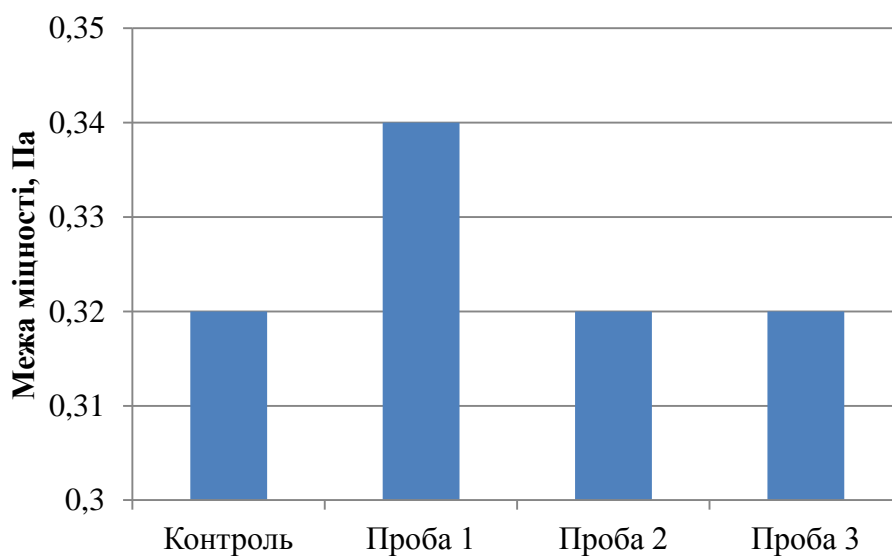


Рисунок 3.19 – Вплив способу введення гуміарабіку на межу міцності печива

Для посилення пребіотичних властивостей цукрового печива з гуміарабіком до складу рецептури був введений додатковий пребіотик – лактулоза. Солодкість лактулози становить 0,48 – 0,62 від стандарту на солодощі [59]. Лактулоза характеризується хорошою сполучуваністю з іншими компонентами їжі. Одночасне внесення гуміарабіку і лактулози є обґрунтованим, так як при цьому

досягається максимальний пребіотичний ефект. Процес мікробної ферментації гуміарабіку в організмі людини протікає повільно, тоді як лактулоза, через малу молекулярну масу, швидко і в повному обсязі утилізується мікрофлорою товстого кишківника. Спільне використання цих функціональних інгредієнтів забезпечує рівномірний і пролонгований пребіотичний ефект.

У роботі досліджена можливість введення необхідної кількості гуміарабіку і лактулози в цукрове печиво при збереженні його споживчих характеристик.

### 3.4 Дослідження впливу лактулози на реологічні властивості цукрового тіста

Рівень споживання лактулози, що забезпечує позитивну фізіологічну дію, становить 3 г/добу. Дозування лактулози в досліджах становила 50 % від рекомендованої добової норми в розрахунку на порцію продуктів (50 г). В ході дослідження вивчали вплив лактулози на реологічні властивості цукрового тіста в присутності гуміарабіку. Дозування гуміарабіку становила 6 % до маси готового продукту. Лактулозу застосовували у вигляді сиропу (препарат «Лактусан»), де загальний вміст сухих речовин становив 58 %, лактулози – 35 %, лактози – 10 %, інших цукрів – 13 %.

Для дослідження були взяті такі проби цукрового тіста:

- контроль 1 – тісто з борошна вищого гатунку, без інгредієнтів;
- контроль 2 – тісто, що містить гуміарабік;
- проба 1 – тісто, що містить лактулозу;
- проба 2 – тісто, що містить лактулозу і гуміарабік.

Результати щодо впливу лактулози в складі тіста на його відносну пластичність представлені на рис. 3.20 і 3.21.

Порівняння даних, отриманих для контрольного тісту (контроль 2), з двома дослідними пробами призводить до висновку про різноспрямовану дію гуміарабіку і лактулози на відносну пластичність тіста. Показник пластичності тіста з лактулозою на 4,8 % вище, ніж в разі контролю 2. При спільному введенні

лактози і гуміарабіку (проба 2) показники практично зберігаються майже на рівні контрольних (контроль 2) з огляду на домінуючий вплив гуміарабіку на пластичність тіста.

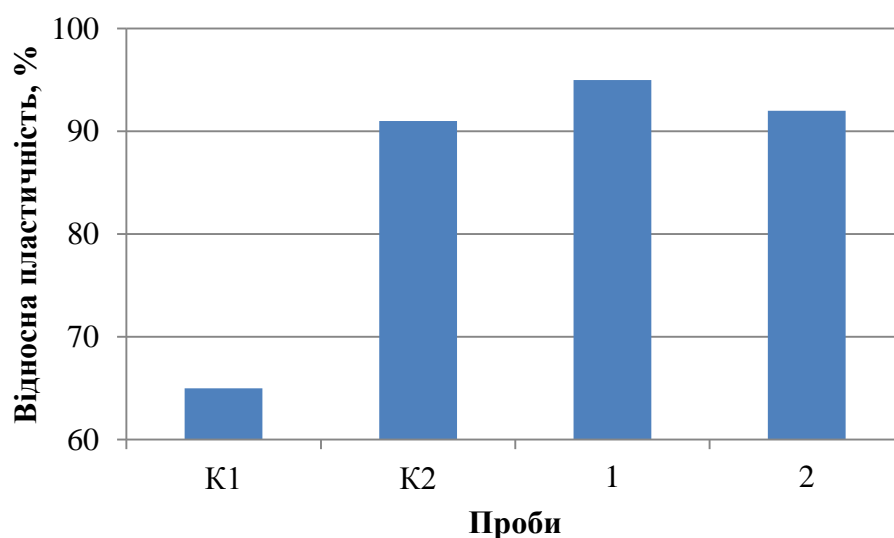


Рисунок 3.20 – Вплив лактулози на відносну пластичність тіста

Дослідження адгезійного напруження тіста (рис. 3.21) вказують на наявність зворотної кореляції в змінах цієї характеристики в залежності від природи інгредієнтів, введених в тісто: найменше значення показника у проби тіста, що містить лактулозу, найбільше – у контролю, що не містить інгредієнтів, при спільному введенні в тісто лактулози і гуміарабіку основний вплив на величину показника надає гуміарабік.

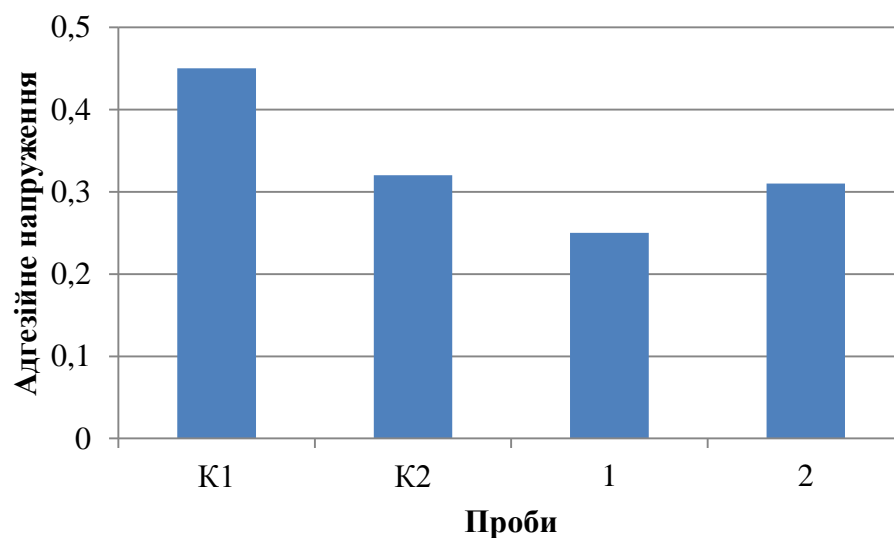


Рисунок 3.21 – Вплив лактулози на адгезійне напруження тіста

Дегустація дослідних зразків цукрового печива дозволила встановити, що внесення лактулози не відбивається на смаку, кольорі і запаху виробів. Форма, поверхня і вигляд на зломі також не змінюються. При вивченні фізико-хімічних властивостей печива було показано, що введення в печиво лактулози спільно з гуміарабіком не викликає значних змін показників (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Вплив лактулози на фізико-хімічні показники якості цукрового печива

Фізико-хімічні показники	Допустиме значення	Контроль 1	Контроль 2	Проба 1	Проба 2
Щільність готового виробу, г/см <sup>3</sup>	<0,6	0,57	0,50	0,51	0,51
Намочуваність, %	>150	170	231	244	234
Межа міцності, Па	-	0,41	0,32	0,32	0,33

Всі зразки печива за показниками щільності і намочуваності відповідають стандарту. За показниками щільності і межі міцності зразки відрізняються незначно.

Однак, при введенні в рецептуру цукрового печива тільки сиропу лактулози, намочуваність печива позитивно зростає на 5,6 %, що пояснюється, очевидно, високою гігроскопічністю лактулози.

Узагальнюючи результати досліджень, що характеризують вплив сиропу лактулози на якість тіста і готових виробів, можна зробити висновок, що при внесенні в продукт фізіологічно значної кількості лактулози у вигляді сиропу спільно з гуміарабіком, споживчі властивості виробів зберігаються.

При розробці рецептури печива, збагаченого лактулозою, враховували її потенційну лабільність в умовах високих температур при випічці і лужного середовища, обумовленої використанням лужних розпушувачів.

З метою визначення втрат лактулози в процесі випічки досліджували її вміст в тісті після замісу і в свіжоспечених виробах, для чого використовували

модифікований ферментативний метод, точність якого для цукрового печива складає 0,06 % [22].

Відомо, що в багатьох випадках полісахариди проявляють протекторні властивості по відношенню до лабільним низькомолекулярних речовин. Одним з технологічних властивостей гуміарабіку є його здатність утворювати поверхневі плівки, що послужило підставою для дослідження його можливого впливу на збереження лактулози в печиві.

В ході експерименту використовували сироп лактулози – препарат «Лактусан», який додавали в емульсію замість частини рецептурної кількості цукрової пудри з перерахунком по сухим речовинам.

Дозування лактулози становила 3 г, а гуміарабіку – 6 г на 100 г готового продукту.

Сироп лактулози вносили на стадії приготування тіста, гуміарабік додавали за раніше встановленою схемою: 25 % – в емульсію, 75 % – в суміш сухих інгредієнтів.

Дані, що характеризують зміну вмісту лактулози і фруктози в процесі випічки цукрового печива, представлені на рис. 3.22.

З даних, представлених на рис. 3.22, видно, що в разі застосування тільки лактулози її вміст в готовому продукті виявився на 15,7 % менше, ніж в тісті перед випічкою. Ймовірно, під дією високої температури (температура поверхневих шарів печива в кінці випічки становить 160 °С, температура внутрішніх шарів – від 105 С до 120 °С) в присутності лужних розпушувачів відбувається частковий розпад лактулози, а також її взаємодія з амінокислотами, поліпептидами і пептонами як відновлюваного вуглеводу [49].

Зменшення вмісту лактулози в зразках з додаванням гуміарабіку становить 10,3 %, тобто в присутності гуміарабіку втрати лактулози скорочуються на 5,4 %.

Таким чином, спільне додавання гуміарабіку і лактулози скорочує втрати останньої на 5,4 %, що дозволяє скоротити рівні закладки лактулози, що забезпечують регламентований вміст її в готовому продукті.

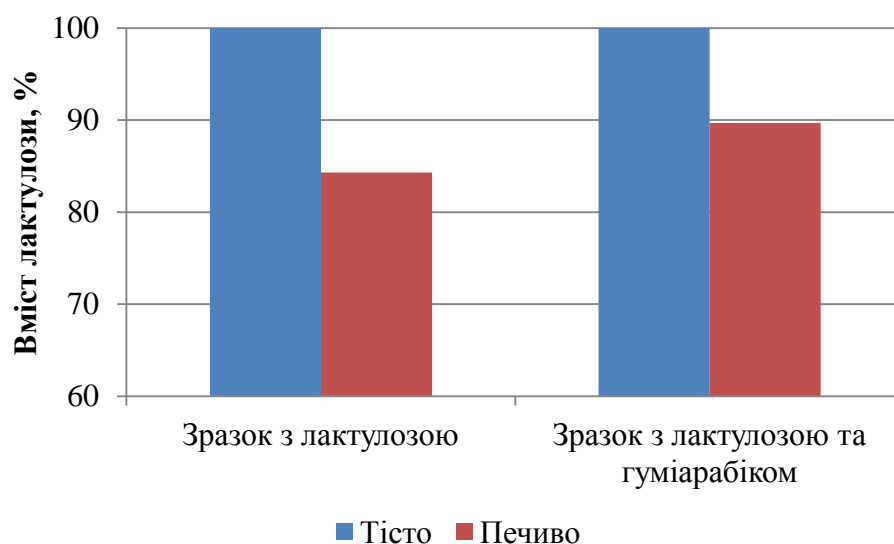


Рисунок 3.22 – Зміна вмісту лактулози в процесі випічки

### 3.5 Розробка складу начинки для цукрового печива, що містить харчові волокна

Найбільш складними в технологічному відношенні компонентами борошняних кондитерських виробів є термостабільні начинки.

Термостабільні начинки – це складові продукту, що володіють гелевою структурою, які приготовлені на основі цільної фруктової сировини або сировини, подрібненої до пюреподібного стану, з додаванням спеціальних гелеутворювачів, стабілізаторів консистенції та інших інгредієнтів [23].

Відмінною особливістю цього виду начинок є необхідність збереження ними своїх властивостей (форми, обсягу, текстури, вмісту сухих речовин, активної кислотності) при стандартних умовах випічки: 200 – 230 °C протягом 10 – 20 хв [23].

Термостабільні властивості начинок обумовлені, в основному, здатністю їх гелеутворюючого інгредієнта в процесі випічки пов'язувати і утримувати воду в просторовій структурі сформованого гелю [21].

До найбільш значущих чинників, що впливають на термостабільні властивості начинок, відносяться:

- вміст розчинних сухих речовин;

- вид цукру, використуваного в складі начинки;
- значення рН;
- концентрація буферних іонів і іонів кальцію.

Від перерахованих параметрів залежать міцність селевої структури, температура гелеутворення і розливу начинки, прояв або запобігання ефекту передчасного желеутворення.

В якості гелеутворюючих агентів для фруктових начинок найчастіше застосовують пектин, який використовується в концентраціях 0,2 – 2 % [21].

Відомо, що здатність пектину до утворення гелів з міцної просторовою структурою, що утримує воду і цукор, підтримується відсутністю в системі нерозчинних харчових волокон. Введення останніх в рецептури можливо двома способами:

- у вигляді натуральної фруктової сировини, причому найбільш високу термостабільність мають начинки, виготовлені з фруктів з високою часткою м'якоті – яблук, персиків, абрикосів, сливи та інше;
- у вигляді спеціальних комерційних сумішей розчинних і не розчинних харчових волокон [21, 23].

#### Висновки до розділу

Обґрунтовано вибір комбінацій функціональних інгредієнтів, що виявляють виражений фізіологічний ефект і властивості технологічних харчових добавок. Вперше реалізовано комбінування пребіотика лактулози з біополімером гуміарабіком і препаратом розчинних і нерозчинних харчових волокон.

Запропоновано спосіб зниження калорійності печива з використанням борошна крупки з розміром частинок від 212 до 240 мкм, який дозволив скоротити вміст жиру в готовому виробі з 19,1 % до 10,7 %.

З урахуванням особливостей фізіологічної дії різних видів харчових волокон локон, а також впливу їх добавок на якість напівфабрикатів і готового цукрового печива, встановлені оптимальні дозування, що забезпечують

функціональну спрямованість продукту при збереженні його традиційних споживчих властивостей. Для лактулози і гуміарабіку ці дозування в цукровому печиві складають відповідно 3 г і 6 г в 100 г готового продукту. Рівень вмісту харчових волокон в начинці становить 5,1 %.

Встановлено, що введення до складу печива полісахариду гуміарабіку призводить до уповільнення процесу окислення жиру. Досліджено збереження лактулози в печиві в процесі випічки показало, що в присутності гуміарабіку втрати лактулози скорочуються на 5,4 %.

Вперше розроблено рецептура термостабільної начинки, що містить препарат нерозчинних харчових волокон в кількості 1,5 % до маси начинки; досліджено їх вплив на міцність гелю. Розроблено рецептури цукрового печива функціонального призначення.

#### 4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Для виробництва цукрового печива, збагаченого харчовими волокнами і пребіотиками, використовували типову технологічну схему, яку вдосконалювали і коректували в зв'язку з введенням стадії внесення препаратів розчинних харчових волокон і лактулози в цукрове печиво та препарату нерозчинних харчових волокон – в термостабільну начинку.

Виробничі випробування проводились ТОВ «Горизонт». Випічку печива і варіння начинки виробляли за рецептурами, розробленими на підставі проведених досліджень (табл. 4.1 та табл. 4.2).

Таблиця 4.1 – Рецептатура на цукрове печиво з пребіотиками

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини на 1000 кг	
		В натурі	У сухих речовинах
Борошно, в/г	85,5	629,74	538,43
Крохмаль	87,0	46,69	40,62
Цукрова пудра	99,85	137,21	137,0
Інвертний сироп	70,0	25,19	17,63
Маргарин	75,0	125,95	94,46
Молоко незбиране	12,0	22,0	2,64
Меланж	27,0	31,44	8,49
Ванільна пудра	99,85	4,41	4,4
Сіль	96,5	4,27	4,24
Сода	50,0	4,4	2,2
Вуглекислий амоній	-	2,51	-
Есенція	-	1,26	-
Препарат «Fibregum»	90,0	70,84	63,76
Препарат «Лактусан»	58,0	95,91	55,63
Разом		1201,81	969,5
Вихід	95,5	1000	955,0

Таблиця 4.2 – Рецептатура на фруктову термостабільну начинку «Хвиля»

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини на 1000 кг		Витрата сировини на 200 кг	
		в натурі	в сухих речовинах	в натурі	в сухих речовинах
Цукор	99,85	503,73	502,97	100,74	100,59
Патока	80,0	154,2	123,35	30,84	24,67
Пюре яблучне	10,0	308,4	30,84	61,7	6,17
Пектин «Classic AB 901»	90,0	12,34	ВД	2,47	2,22
Кислота лимонна	91,2	4,5	4,5	0,9	0,82
Лимоннокислий натрій	-	1,54	1,54	0,31	-
Лимоннокислий кальцій	-	2,06	2,06	0,41	-
Препарат «Herbacel AQ Plus»	94,0	15,42	15,42	3,09	2,9
Разом		1002,19	686,86	200,46	137,37
Вихід	68	тисячі	680,0	200,0	136,0

Загальна схема виробництва цукрового печива функціонального призначення з начинкою, представлена в на рис. 4.1. У запропонованій технологічній схемі з метою зниження адгезії тіста цукрового печива з пребіотиками була введена стадія охолодження емульсії з 28 °С до 23 °С.

Технологічна схема виробництва фруктової термостабільної начинки «Хвиля» представлена на рис. 4.2.

Якість готових виробів оцінювали за органолептичними та фізико-хімічними показниками (табл. 4.3, 4.4, 4.5, 4.6).

Таблиця 4.3 – Органолептичні показники цукрового печива з пребіотиками

Найменування показника	Характеристика печива
Форма	Овальна, краї фігурні, без вм'ятин
Поверхня	Гладка, без здуттів, без крапинок
Колір	Властивий даному продукту, рівномірний
Вигляд на зломі	Пропечене печиво з рівномірною пористістю
Смак та запах	Без сторонніх запахів та смаків

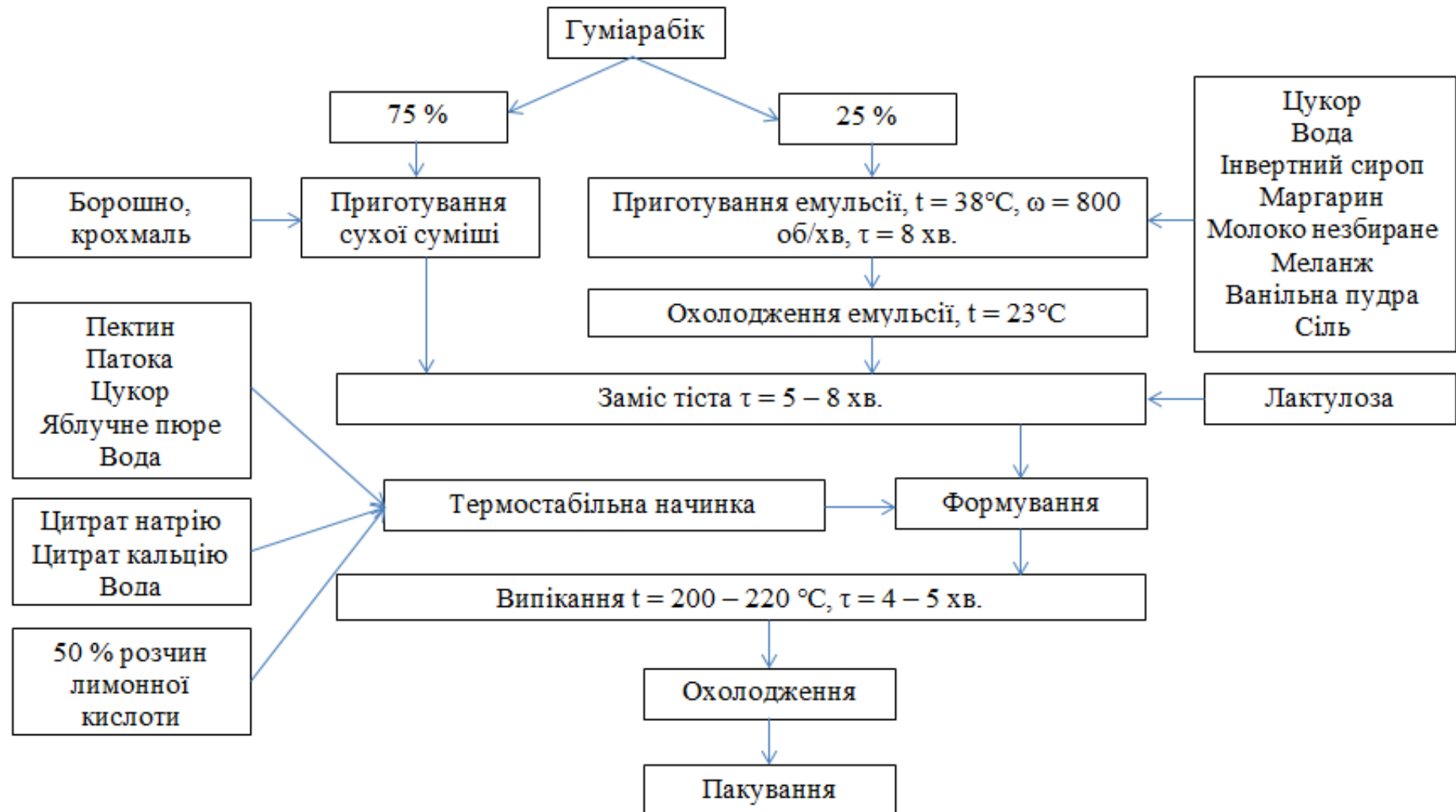


Рисунок 4.1 – Загальна технологічна схема виробництва цукрового печива функціонального призначення

Таблиця 4.4 – Фізико-хімічні показники якості цукрового печива з пребіотиками

Найменування показника	Печиво цукрове з борошна вищого гатунку	Печиво з борошна крупки
Масова доля вологи, %	4,8	4,6
Лужність, %	1,3	2,0
Намочуваність, %	170	210
Масова частка загального цукру в перерахунку на суху речовину, %	20,5	18,5
Масова частка жиру в перерахунку на суху речовину, %	19,0	10,6

Показники якості готових виробів з борошна крупки знаходяться на рівні показників якості цукрового печива з борошна вищого гатунку. Необхідно відзначити, що у печива з борошна крупки, що містить жиру на 8,4 % менше, ніж у зразку з борошна вищого гатунку, намочуваність більше на 40 %.

Таблиця 4.5 – Органолептичні показники якості фруктової термостабільної начинки

Найменування показників	Характеристика начинки
Зовнішній вигляд	Однорідна гомогенна маса, без желейних грудок, з характерною глянцевою зовнішньою поверхнею
Смак і запах	Виражений аромат і смак, характерні для використовуваної плодової сировини
Колір	Характерний для використовуваної плодової сировини
Консистенція	Густа, кремо (пасто) подібна маса, не розтікається на горизонтальній поверхні

Таблиця 4.6 – Фізико-хімічні показники якості фруктової термостабільної начинки

Найменування показників	норма	Фактичні показники
Масова частка розчинних сухих речовин, %	68,0	69,0
РН	3,4 – 3,6	3,5
Вміст редукуючих цукрів до маси сухих речовин, %	-	18
Термостабільні властивості	Збереження своєї форми після дії температурами протягом 15 хв	Збереження своєї форми після дії температури протягом 16 хв

Основною вимогою, яка в обов'язковому порядку повинна виконуватися при виробництві термостабільної начинки на низькоетерифікованому пектині Classic AB 901 з нерозчинними харчовими волокнами, є окреме приготування суспензії солі кальцію і її введення в рецептурну суміш в кінці варіння безпосередньо перед коригуванням рН. Подібне ведення процесу дозволяє не тільки виробляти начинки в широкому інтервалі розчинних сухих речовин, але і, в залежності від дозування солі кальцію, з різними термостабільними властивостями.

Визначення харчової цінності та розрахунок калорійності нових видів цукрового печива функціонального призначення представлені в табл. 4.7.

Таблиця 4.7 – Харчова цінність цукрового печива

Вміст в 100 г виробів, г:	Печиво «Ювілейне»	Печиво з пребіотиками	Печиво з начинкою
Білок	6,99	7,06	5,7
Жир	18,9	10,38	8,3
Моно- і дисахариди	24,44	22,4	31,6
Крохмаль	42,5	43,2	34,6
Незасвоювані вуглеводи	-	9,6	8,0
Зола	0,3	0,35	0,35
Калорійність, ккал	459	397,5	379

Калорійність цукрового печива з пребіотиками і цукрового печива з начинкою знижена відповідно на 13 і 17 % в порівнянні з печивом «Ювілейне».

#### Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи приведено результати практичного впровадження результатів досліджень, щодо виробництва цукрового печива функціонального призначення, згідно отриманих даних отриманий продукт функціонального призначення значно перевищує контрольний зразок, як за органолептичними показниками та і за фізико-хімічними показниками.

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

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

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності [72].

Небезпечним називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого у відповідних умовах праці може призвести до травм або іншого раптового, різкого погіршення стану здоров'я [72]. В умовах ТОВ «Горизонт» небезпечними виробничими факторами є робота з підвищеними напругами.

Шкідливим називають виробничий фактор, вплив якого на організм працюючого може призводити в певних умовах до захворювання або зниження рівня працездатності [72], а саме це підвищена вологість виробничого приміщення та нерівномірне освітлення робочих місць.

Відповідальність за загальний стан охорони праці покладається на керівника підприємства, а в структурних підрозділах на їх керівників. Керівник господарства у своїй діяльності з охорони праці керується законодавчими і нормативними актами, наказами і розпорядженнями. Він зобов'язаний:

- забезпечення створення дієвої системи управління охороною праці;
- забезпечувати створення безпечних умов праці, паспортизацію праці, заключати колективний договір;
- забезпечувати необхідною літературою, інструкціями, посібниками;
- організовувати навчання та підвищення кваліфікації працівників.

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

Коефіцієнти частоти, тяжкості та втрати робочого часу визначено за статистичними методами аналізу виробничого травматизму.

Оскільки нещасні випадки траплялись на підприємстві тільки на протязі 2020 року, тому розрахунки приведемо тільки за цей рік.

- коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{ч2020} = \frac{2}{85} \cdot 1000 = 23,5, \quad (5.1)$$

- коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{в2020} = \frac{45}{2} = 22,5, \quad (5.2)$$

- коефіцієнт втрат робочого часу:

$$K_{вм2020} = \frac{45}{85} \cdot 1000 = 529,4. \quad (5.3)$$

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

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

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

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

## 5.2 Рекомендації щодо покращення охорони праці

З метою покращення умов праці пропонуємо:

- а) проводити комплексну механізацію та автоматизацію виробництва з попередньою експертизою проектної документації;
- б) використовувати дистанційне керування технологічними процесами та операціями за наявності небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- в) використання засобів колективного захисту працівників;
- г) здійснювати раціональну організацію праці та відпочинку з метою профілактики монотонності та гіподинамії, а також зниження важкої праці;
- д) покращити стан огорожувальних пристроїв всіх частини машин, що обертаються;
- е) оформити і встановити попереджувальні таблички українською мовою та використовувати їх як наглядну агітацію.

## 5.3 Розробка карти безпеки праці під час роботи на обладнанні для замісу тіста в ТОВ «Горизонт»

Під час розробки карти безпеки праці (табл. 5.2) нами було враховано всі особливості та умови роботи оператора місильної машини.

Таблиця 5.2 – Карта безпеки праці оператора пресувальної машини

<p>I. Характеристика умов праці</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Місце роботи – ділянка приготування тіста;</li> <li>2. Вид робіт – заміс тіста та формування тістових заготовок;</li> <li>3. Кваліфікація – оператор тістомісильної машини;</li> <li>4. Умови праці – нормальні.</li> </ol>	<p>II. Вимоги технічних умов забезпечення безпеки праці</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Застосовувати засоби індивідуального захисту;</li> <li>2. Освітленість робочого місця – 250 лк;</li> <li>3. Повітряний обмін – 1000 м<sup>3</sup>/год.</li> </ol>
<p>III. Індивідуальні засоби захисту на робочому місці</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Костюм, комбінезон бавовняний;</li> <li>2. Ботинки шкіряні;</li> <li>3. Головний убір;</li> <li>4. Одяг повинен бути застебнутий на всі гудзики.</li> </ol>	<p>IV. Показники технологічного режиму та міри безпеки</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ефективність формування – 97 %;</li> <li>2. Частота обертання робочих органів – 35 об/хв;</li> </ol> <p>Наявність захисних кожухів обов'язкова;</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. Корпус машини повинен бути заземлений;</li> <li>4. Не допускається виконувати регулювання при увімкненому електродвигуні.</li> </ol>
<p>V. Планування робочого місця</p>  <p>1. Тістомісильна машина; 2. Місце перебування працівника; 3. Пульт керування.</p>	<p>VI. Вимоги безпеки праці перед початком робіт</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Починаючи роботу працівник повинен перевірити справність машини;</li> <li>2. Перевірити наявність та справність захисних огорожень приводів робочих органів;</li> <li>3. Перед включенням машини переконатись, що нікому із присутніх біля машини не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів</li> </ol>
<p>VII Вимоги безпеки при виконанні операції замісу тіста</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Роботи повинні виконуватись згідно заходів безпеки встановлених ДНАОП та існуючої на підприємстві документації.</li> <li>2. До роботи на машині допускаються особи, що досягли 18 років, пройшли навчання та всі види інструктажу з охорони праці, стажування і мають досвід роботи на даному обладнанні.</li> <li>3. Забороняється проводити ремонтні роботи і очистку машини не вимкнувши її від мережі і без повної зупинки робочих органів.</li> <li>4. Постійно здійснювати контроль стану опор робочих органів органу та регулювальних і натяжних пристроїв.</li> <li>5. Дотримуватися правил електробезпеки, здійснювати контроль допоміжних захисних пристроїв та захисних огорожень.</li> </ol>	

#### 5.4 Проект інструкції з охорони праці під час виробництва цукрового печива функціонального призначення в ТОВ «Горизонт»

##### Загальні положення

До роботи операторами технологічних ліній з виробництва кондитерських виробів допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли навчання з обслуговування і безпечної експлуатації цих агрегатів та попереднє навчання й перевірку знань із питань охорони праці і мають про це відповідне посвідчення.

Оператори з обслуговування комплексів, агрегатів та машин повинні мати відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.

До ручних робіт допускаються особи, які навчені безпечним способам виконання робіт і пройшли інструктаж з охорони праці.

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

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

Якщо під час роботи виділяється багато пилу, захищайте органи дихання респіратором типу «Лепесток», а органи зору – окулярами захисними ПО-2.

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

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

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

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

Не відпочивайте на зерновій сировині та готовому продукту.

### Вимоги безпеки перед початком робіт

Отримайте від керівника робіт завдання.

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

Проведіть технічне обслуговування згідно з інструкцією заводу-виготовлювача.

Перевірте наявність і справність захисних огорожень приводів робочих органів, наявність захисних (запобіжних) решіток на приймальних бункерах.

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

Перевірте надійність кріплення й наявність заземлення електрообладнання машин і пультів керування ними. Не приступайте до роботи на машинах з відчиненими дверцятами пультів керування, знятих кришках магнітних пускачів та іншої електроапаратури.

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

Випробуйте роботу машини на холостому ходу, виявлені недоліки усуньте.

Переконуйтеся, що у приміщенні пульта керування агрегатом, комплексом є:

- запас запобіжників і сигнальних ламп;
- набір інструментів;
- показчик напруги;
- комплект захисних засобів;
- аптечка;
- інструкція з охорони праці.

### Вимоги безпеки під час виконання роботи

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

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

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

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

Очищайте машини спеціальними щітками.

Не чистіть руками вузли та деталі машин через оглядові люки. Цю роботу виконуйте після повної зупинки машин.

Не допускайте накопичення пилу, відходів, зернових решток та іншого сміття біля машин, в робочій зоні.

#### Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Зупиніть машину при електроударі, з'явленні стороннього шуму, вібрації, запаху горілого, іскор і полум'я.

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

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

При неможливості швидкого відключення електроустановки вживайте заходів щодо звільнення потерпілого від струмоведучих частин, користуючись мотузкою,

палицею, дошкою чи іншими сухими діелектричними предметами, або відтягніть потерпілого за одягу (якщо вона суха і відстає від тіла), наприклад за поли піджака, за комір, при цьому уникайте дотику з оточуючими металевими предметами й частинами тіла потерпілого, не покритими одягом.

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

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

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

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

При виникненні пожежі в самій електроустановці чи поблизу неї, в першу чергу до прибуття пожежників вимкніть електроустановки з мережі. Якщо це неможливо, спробуйте перерізати проводи (послідовно по одному) інструментом з ізольованими ручками.

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

### Вимоги безпеки після закінчення роботи

Відключіть двигуни машин агрегату, комплексу в зворотній послідовності їхнього включення.

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

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

Помийте руки й обличчя теплою водою з милом.

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

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

### 5.5 Безпека праці в надзвичайних ситуаціях у разі пожежі

У разі виникнення пожежі (ознак горіння) кожен працівник зобов'язаний:

- негайно повідомити про це телефоном аварійно-рятувальну службу (тел. 101). При цьому необхідно назвати адресу об'єкта, вказати кількість поверхів будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також повідомити своє прізвище;

- вжити (по можливості) заходів по евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей;

- якщо пожежа виникла на підприємстві, повідомити про неї керівника чи відповідну компетентну посадову особу та (або) чергового об'єкту;

- у разі необхідності викликати інші аварійні служби (медичну, газорятувальну тощо).

Посадова особа об'єкта, що першою прибула на місце пожежі, зобов'язана:

- перевірити, чи викликана аварійно-рятувальна служба (продублювати повідомлення), довести подію до відома керівника установи;

- у разі загрози життю людей негайно організувати їх рятування (евакуацію), використовуючи для цього наявні сили й засоби;

- вивести за межі небезпечної зони всіх працюючих, не пов'язаних з ліквідацією пожежі;

- припинити роботи на об'єкті (якщо це допускається технологічним процесом виробництва), крім робіт, пов'язаних із заходами по ліквідації пожежі;
- здійснити у разі необхідності відключення електроенергії, агрегатів, апаратів, водяних комунікацій (за винятком систем протипожежного захисту);
- організувати зустріч підрозділів аварійно-рятувальної служби, надати їм допомогу у виборі найкоротшого шляху до осередку пожежі та до водних джерел;
- забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі.

### Висновки до розділу

В даному розділі дипломної роботи було досліджено загальний стан охорони праці на ТОВ «Горизонт», встановлено, що відповідальним за стан охорони праці є головний інженер підприємства, який працює за сумісництвом. Також приведено аналіз виробничого травматизму, найбільші його показники були зафіксовані у 2020 році. Розроблено проект інструкції для оператора технологічних ліній з виробництва кондитерських виробів та розроблено карту безпеки праці оператора тістомісильної машини. Запропоновано ряд заходів, виконання яких дасть змогу покращити стан охорони праці на підприємстві.

## 6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 6.1 Організація проведення дослідження

Метою проведення економічних розрахунків по обґрунтуванню ефективності проведених досліджень є оцінка отриманих результатів і доцільності проекту по обґрунтуванню процесу виробництва цукрового печива функціонального призначення.

Перелік робіт, що передбачається ходом проведення дослідження з встановлення впливу різних рецептур зборів функціонального призначення з лікарських та пряно-ароматичних рослин на якість отриманих пряників та тривалість їх зберігання без погіршення якості, наведений у табл. 6.1.

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

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт $t_{ij}$ , днів
1	2	3
1-2	Робота над оглядом літературних джерел	18
2-3	Написання літературного огляду	8
3-4	Розробка структурної схеми проведення досліджень	4
4-5	Підготовка дослідних зразків	1
5-6	Визначення впливу різних типів борошна на якість цукрового печива	3
5-7	Визначення впливу масової частки жиру на якість цукрового печива	4
5-8	Визначення впливу гуміарабіку на якість цукрового печива	5
5-9	Визначення впливу лактулози на якість цукрового печива	4

Продовження таблиці 6.1

1	2	3
6-10	Обробка експериментальних даних	1
7-10		1
8-10		3
9-10		3
10-11	Оформлення результатів експериментальних досліджень	12
11-12	Формування матеріалу для оприлюднення	8

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

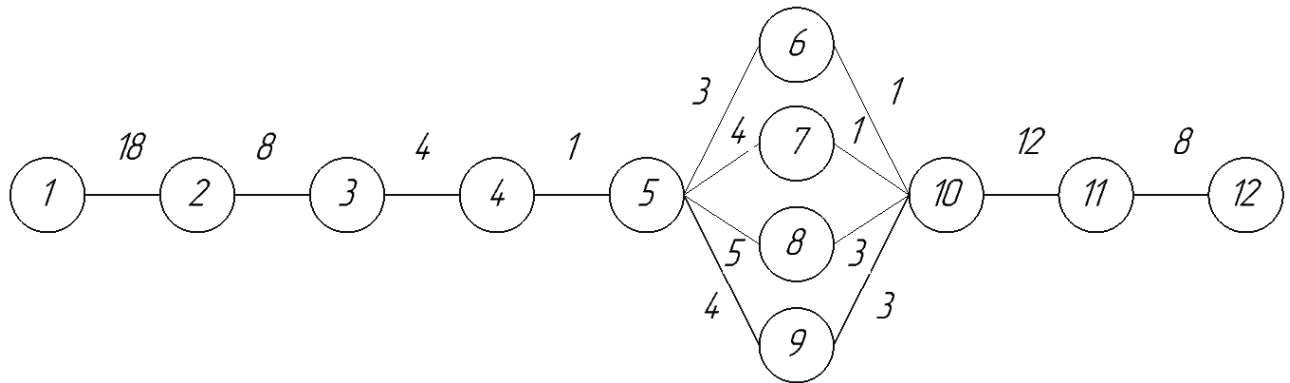


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

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

$$L_{1-2-3-4-5-6-10-11-12}^1 = 18 + 8 + 4 + 1 + 3 + 1 + 12 + 8 = 55;$$

$$L_{1-2-3-4-5-7-10-11-12}^2 = 18 + 8 + 4 + 1 + 4 + 1 + 12 + 8 = 56;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-8-10-11-12}^3 = 18 + 8 + 4 + 1 + 5 + 3 + 12 + 8 = 59;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-9-10-11-12}^4 = 18 + 8 + 4 + 1 + 4 + 3 + 12 + 8 = 58.$$

Шлях, який має максимальну тривалість називають критичним. У нашому випадку критичним є третій шлях з тривалістю в 59 днів.

Наступний етап – розрахунок параметрів часу:

- пізній термін здійснення події ( $T_i^n$ ) – різниця між критичним шляхом та максимальним шляхом від даної події до кінцевої;
- ранній термін здійснення події ( $T_i^p$ ) – найбільший шлях від початкової до і-тої події; ранній термін здійснення кінцевої події дорівнює тривалості критичного шляху  $L_{KP} = 59$  днів.

Резерв шляху розраховують за формулою:

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

де  $R_1$  – резерв шляху, днів;

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

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

Результати розрахунку представлені у табл. 6.2.

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

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

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

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

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

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

де  $R_{ij}^e$  – вільний резерв часу роботи, днів;  
 $T_1^n$  – пізній термін здійснення події, днів;  
 $T_1^p$  – ранній термін здійснення події, днів.

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

Номер події	Ранній термін здійснення події $T_1^p$ , дні	Пізній термін здійснення події $T_1^n$ , дні	Резерв шляху $R_1$ , дні
1	0	0	0
2	18	18	0
3	26	26	0
4	30	30	0
5	31	31	0
6	34	38	4
7	35	38	3
8	36	36	0
9	35	36	1
10	39	67	0
11	51	77	0
12	59	81	0

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

Коефіцієнт напруженості робіт розраховують за формулою:

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

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

$L_{кр}$  – довжина критичного шляху ( $L_{кр} = 59$  днів).

Результати розрахунків наведені у табл. 6.3.

Отже, використання мережевого планування допомагає правильно організувати дослідження, змодельовати, проаналізувати, а також, при

необхідності, перебудувати його план з метою економії часу і коштів. При складанні сіткового графіка потрібно прагнути до рівнобіжного виконання окремих робіт, що дозволяє скоротити загальний термін проведення експерименту.

Таблиця 6.3 – Результати розрахунку вільного і повного резервів часу

Шифр робіт $i-j$	Вільний резерв часу $R_{ij}^e$ , дні	Повний резерв часу $R_{ij}^n$ , дні	Коефіцієнт напруженості
1-2	0	0	0,00
2-3	0	0	0,35
3-4	0	0	0,47
4-5	0	0	0,52
5-6	0	4	0,55
5-7	0	3	0,56
5-8	0	0	0,57
5-9	0	1	0,56
6-10	0	0	0,59
7-10	0	0	0,60
8-10	0	0	0,64
9-10	0	0	0,63
10-11	0	0	0,83
11-12	0	0	1,00

Проаналізувавши отримані розрахункові дані, можна зробити висновок, що на виконання повного комплексу робіт, передбаченого ходом дослідження, потрібно витратити 59 днів. Виконання робіт, які лежать на критичному шляху, необхідно закінчувати точно в термін, адже вони не мають резерву часу, а коефіцієнт їх напруженості дорівнює найбільшому значенню.

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

## 6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

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

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

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

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

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

Результати розрахунку витрат на матеріали наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Тісто для цукрового печива, кг	3	55	165,00
Гуміараб'к, кг	0,1	650	65,00
Лактулоза, мл	100	30	30,00
Всього			260,00

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

Таблиця 6.5 – Розрахунок витрат на заробітну плату

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

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

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

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

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

де  $M$  – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

$T$  – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на роботу духової шафи:

$$E_{\text{д.ш.}} = 2,2 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 53,22 \text{ грн.}$$

Затрати енергії на персональний комп'ютер:

$$E_{\text{п.к.}} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 256 \cdot 1,68 = 348,36 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії складуть:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{д.ш.}} + E_{\text{п.к.}} = 53,22 + 348,36 = 401,58 \text{ грн.}$$

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

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

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. 6.6.

Таблиця 6.6 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Духова шафа	3200,00	10	2	1,75
Персональний комп'ютер	10800,5	24	32	227,24
Всього				228,99

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

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

Кошторис витрат на проведення дослідження наведений в табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	260,00
Заробітна плата	741,00
Нарахування на заробітну плату	163,02
Електроенергія	401,58
Амортизація	228,99
Накладні витрати	592,80
Всього	2387,39

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

### 6.3 Розрахунок вартості дослідження

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

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

де  $Ц$  – вартість дослідження, грн;

$C$  – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 2387,39 + \frac{30 \cdot 2387,39}{100} = 3103,61 \text{ грн.}$$

Витрати на проведені дослідження становлять 3103,61 грн.

## Висновки до розділу

Відповідно до плану проведення дослідження було побудовано сітьовий графік, тривалість критичного шляху якого складає 59 днів. Така тривалість критичного шляху не перевищує визначений термін для виконання роботи над дослідженням, а отже, складений сітьовий графік можна вважати оптимальним.

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 741,00 грн та 592,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3103,61 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

З урахуванням актуальності створення продуктів функціонального призначення, теоретично обґрунтовано розробка технології і рецептури нового виду цукрового печива, збагаченого харчовими волокнами і пребіотики.

Обґрунтовано вибір комбінацій функціональних інгредієнтів, що виявляють виражений фізіологічний ефект і властивості технологічних харчових добавок. Вперше реалізовано комбінування пребіотика лактулози з біополімером гуміарабіком і препаратом розчинних і нерозчинних харчових волокон.

Запропоновано спосіб зниження калорійності печива з використанням борошна крупки з розміром частинок від 212 до 240 мкм, який дозволив скоротити вміст жиру в готовому виробі з 19,1 % до 10,7 %.

З урахуванням особливостей фізіологічної дії різних видів харчових волокон локон, а також впливу їх добавок на якість напівфабрикатів і готового цукрового печива, встановлені оптимальні дозування, що забезпечують функціональну спрямованість продукту при збереженні його традиційних споживчих властивостей. Для лактулози і гуміарабіку ці дозування в цукровому печиві складають відповідно 3 г і 6 г в 100 г готового продукту. Рівень вмісту харчових волокон в начинці становить 5,1 %.

Встановлено, що введення до складу печива полісахариду гуміарабіку призводить до уповільнення процесу окислення жиру. Досліджено збереження лактулози в печиві в процесі випічки показало, що в присутності гуміарабіку втрати лактулози скорочуються на 5,4 %.

Вперше розроблено рецептура термостабільної начинки, що містить препарат нерозчинних харчових волокон в кількості 1,5 % до маси начинки; досліджено їх вплив на міцність гелю. Розроблено рецептури цукрового печива функціонального призначення.

Розроблено проект інструкції для оператора технологічних ліній з виробництва кондитерських виробів та розроблено карту безпеки праці оператора

тістомісильної машини. Запропоновано ряд заходів, виконання яких дасть змогу покращити стан охорони праці на підприємстві.

Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 741,00 грн та 592,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3103,61 грн.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Агеева Н.М. Использование винограда в производстве продуктов повышенной биологической ценности / И.М. Агеева, М.Г. Марковский, Г.М. Зайко, Ю.В. Гапоненко // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – № 1. – 2003. – №1, – С. 77 – 79.
2. Алейников И.Н. Фитопорошки здорового питания/ И.Н.Алейников, В.Н. Сергеев // Пища, вкус., аромат. – 2001. – № 2. – С.4
3. Аманова З.М. Влияние айвового порошка на показатели качества теста печенья. // З.М. Аманова, К.Х. Мажидов // Хранение и переработка сельхоз.сырья. – 1999. – № 1. – С. 43.
4. Аксенова Л.М. Научно – практические основы здорового питания в кондитерской промышленности// Пищевая промышленность. – 1999. – №9. – С. 6
5. Алаев Б.А. Сжиженные газы для производства экстрактовых масел// Масложировая промышленность. – 1955. – №5.
6. Артемьева Н.К. Использование нетрадиционного растительного сырья в кондитерских изделиях / Н.К.Артемьева, Г.А. Макарова, А.В. Артемьев // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1999. – № 2 – 3. – С.40.
7. Багирян Э.А. Повышение биологической активности пищевых продуктов с помощью  $CO_2$  – экстрактов / Э.А.Багирян, С.Ю. Кузнецова // Пищевая промышленность. – 1999. – № 8. – С. 60.
8. Белова С.М. Безопасность продуктов питания и здоровья нации// Тез. докл. III Международного симпозиума «Экология человека: проблемы и состояние лечебно – профилактического питания», Москва, 1994. – С. 261 – 263.
9. Богатырев А.Н. Использование БАД в пищевых продуктах/ А.Н.Богатырев, О.В. Большаков //Пищевая промышленность. – 1997. – № 9. – 25 – 27.
10. Бугаец Н.А. Повышение биологической ценности мучных

кондитерских изделий / Н.А. Бугаец, М.А. Амин Альван, З.Т. Бухтоярова, О.А. Корнева, А.Д. Минакова // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2001, – № 4. – С. 42.

11. Булдаков А.С. Пищевые добавки. Справочник. Санкт Петербург, «УТ», 1996. – 240 с.

12. Василенко З.В. Пищевые композиции с повышенным СО – содержанием природных радиозащитных веществ. / З.В. Василенко, А.М. Смагин, И.В. Стефаненко// Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1996. – № 5 – 6. – С. 16 – 18.

13. Воробьева З.К. Ароматизаторы для кондитерских изделий / О.К. Пашенных // Пищевая промышленность. – 1997. – № 2. – С. 28.

14. Вредные вещества в промышленности: Справочник для химиков, инженеров и врачей / Под ред. Н.И.Лазарева. – Л.: Химия, 1977. – 670 с.

15. Газина Т.П., Печерский В.И. Крапива – какое чудо/ Пищевая промышленность. – 1999. – №12. – С. 50.

16. Гаммерман А.Ф., Кадаев Г.Н., Щупинская М. Д., Яценко – Хмелевский А.А. Лекарственные растения (Растения – целители). – 2 – е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1975. – 321 с

17. Гильямиярова Ф. Хлебобулочные изделия с расторопшей / Ф. Гильямиярова, М. Горбунова // Хлебопродукты. – 1997. – № 2. – С. 20.

18. Глонин В.К. Кондитерские изделия с использованием местного и нетрадиционного сырья.// Пищевая промышленность. – 1990. – №6. – С. 7.

19. Голомовзая Е.А. Использование растительных экстрактов в качестве биологически активных добавок/ Голомовзая Е.А., Артюков А.А., Кудряшева А.// Компл. перераб. пищ. сырья и основные направления расширения ассортимента продуктов питания: Сб. тез. докл. – Владивосток, 1993

20. Голуб О.В. Биохимический состав ягод барбариса обыкновенного произрастающего в Кемеровской области / О.В.Голуб, В.М. Позняковский, И.Н. Ковалевская //Хранение и переработка сельхоз.сырья. – 2003. – № 5. – с.65 – 67.

21. Гончарова Т.А. Энциклопедия лекарственных растений. – М.: Издательский дом МСП, 1998. – 350 с.
22. Губаненко Г.А. Растительные биологически – активные добавки из полыни Сиверса / Г.А. Губаненко, Л.П. Рубчевская, С.М. Ренях. – Пищевая промышленность. – 1998. – № 6. – С. 26 – 27.
23. Гуськов К.П. Реология пищевых масс / К.П. Гуськов, Ю.А. Мачихин, С.А. Мачихин, Л.Н. Лунин. – М.: Пищевая промышленность. – 1970. – 208 с.
24. Дерканосова Н.М. Обогащение мучных кондитерских изделий селеном / Н.М. Дерканосова, С.А. Шеламова, В.К. Гинс, И.А. Голубкина // Хранение и переработка сельхоз.сырья. – 2000. – № 5. – С. 43 – 44.
25. Джакубекова Л.О. и др. Диетические хлебобулочные и кондитерские изделия. // Хлебопечение России. – 1999. – №1. – С. 22.
26. Добавки для производства пищевых продуктов/ Обзорная информация. Серия: Обзоры по информационному обеспечению общесоюзных научно – технических программ. – М.: АгроНИИТЭИПП. – 1987. – С.39 – 41.
27. Добровольский В.Ф. Отечественный и зарубежный опыт по созданию продуктов профилактического действия// Пищевая промышленность, – №10. – С.10 – 13.
28. Дорохович В.Е. Разработка и оптимизация рецептур на мучные кондитерские изделия повышенной биологической ценности. // Хлебопродукты. – 2000, – № 12. – С. 8.
29. Драгилев А.И. Производство мучных кондитерских изделий / А.И. Драгилев, Я.М. Сезанаев. – Учебное пособие. – М.: ДеЛи, 2000. – 448 с.
30. Драчева Л.В. Правильное питание, пищевые и биологически активные добавки / Пищевая промышленность. – 2001. – №6. – С. 84.
31. Драчева Л.В. Биологически активные добавки к пище: функция «пищевого» лекарства/ Л.В. Драчева, Н.В. Дмитриева, А.А. Кудряшова, В.Ю. Шевелев, В.В. Агафонова// Пищевая промышленность. – 1996. – № 11. – С. 56.
32. Зубченко А.В. Влияние физико – химических процессов на качество

кондитерских изделий. – М.: Агропромиздат, 1986. – 296с.

33. Зубченко А.В. Физико – химические основы технологии кондитерских изделий / Воронеж, гос. технолог. Академия. Воронеж, 1997. – 416 с.

34. Иванова Т.Н. Исследование бактерицидных свойств настоев лекарственного сырья // Т.Н. Иванова, Р.В. Климов// Хранение и переработка сельхоз.сырья. – 2002. – № 12. – С. 25 – 26.

35. Каблихин С.И. Применение нетрадиционного сырья в производстве хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий: Обзорная информация. – М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1992. – 45 с.

36. Казанская Л. Новый ассортимент кексов и пряников с полезными добавками / Л. Казанская, Л. Кузнецова, А. Андрусенко// Хлебопродукты. – 1997, – №7. – С. 14.

37. Казанская Л. Результаты испытаний новых ароматизаторов. / Л. Казанская, Н. Синявская, Л. Кузнецова, А. Андрусенко, Г. Мельнихова // Хлебопродукты. – 1997. – № 3. – С. 26 – 27.

38. Кочеткова А.А. Современная теория позитивного питания и функциональные продукты / А.А. Кочеткова, А.Ю. Колесников, В.И. Тужилкин, И.И. Нестерова, О.В. Большаков // Пищевая промышленность. – 1999. – № 4. – 4.

39. Красильников В.Н. Песочный полуфабрикат с люпиновой мукой / В.Н. Красильников, Н.Н. Фролова, Л.К. Хрулева, Н.К. Артемьева, Г.А. Макарова, В. Артемьев // Хлебопечение. – 1998. – № 6. – С. 16.

40. Кружкова Р.В. Организация, планирование и управление производством на предприятиях пищевой промышленности/ Р.В.Кружкова, А.Даеничева, С.С.Елагина и др. – М.: Агропромиздат, 1985. – 495 с.

41. Кузнецова Л.С. Лабораторный практикум по технологии кондитерского производства: Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Пищевая промышленность, 1998. – 180 с.

42. Кузнецова М.А., Резникова А.. Сказание о лекарственных растениях. – М.: Высшая школа, 1992. – 150 с.

43. Курочкин Е.И. Лекарственные растения. – Самара.: Парус, – 1998. – 511 с.
44. Лурье И.С. Технологический контроль сырья в кондитерском производстве: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1987. – 271 с.
45. Магомедов Г.О. Мучные композитные смеси для печенья / Г.О. Магомедов, А.Я. Олейникова, Е.В. Шакалова // Хранение и переработка сельхоз.сырья. – 2003, – № 2. – С. 44 – 47.
46. Малахов Т.П. Здоровое питание: Авторский учебник – СПб.: ИК «Комплект», 1997. – 494 с.
47. Машанов В.И. Пряно – ароматические растения. – М.: Агропромиздат, 1991
48. Павлова Т.В., Васькина В.А., Косминский Г.И. Использование лекарственных растений в производстве продуктов питания // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1999. – №1. – С. 13 – 15.
49. Павлоцкая Л.Ф., Дуденко Н.В., Эйдельман М.М. Физиология питания. М.: Высшая школа, 1989. – 368 с.
50. Парфененко В.В., Эйнгор М.Б., Никифорова В.Н. Производство кондитерских изделий с использованием нетрадиционного сырья. – М.: Агропроимиздат, 1986. – 208с
51. Пелипенко Т.В. Биологически активные вещества CO<sub>2</sub> – экстрактов из растительного сырья / Пелипенко Т.В., Н.А. Турышева, Т.И. Тимофеева, Т. А. Шахрай, А.В. Шагалова // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1999. – № 4. – С. 12 – 14.
52. Пелипенко Т.В. Стандартизация качества CO<sub>2</sub> – экстрактов / Т.В. Пелипенко, В.Е. Тарасов // Хранение и переработка сельхоз.сырья. – 2002. – № 7. – С. 32 – 33.
53. Сергеев В.Н., Кокаев Ю.И. Биологически активное растительное сырье в пищевой промышленности// Пищевая промышленность. – 2001. – №6. – 28 – 30.
54. Скурихин И.М., Нечаев А.П. Все о пище с точки зрения химика. М.:

Высшая школа, 1991. – 288 с.

55. Семенов Л. Белковые продукты из нетрадиционного растительного сырья / Л. Семенов, Л. Капельянец, П. Середницкий // Хлебопродукты. – 1994. – № 12. – С. 12 – 14.

56. Скобельская З.Г. Роль нетрадиционного сырья в формировании качества печенья / З.Г. Скобельская, А.И. Драгилев, Т.С. Миланская, Л.М. Шепелева // Хлебопечение. – 1999. – № 3. – С. 24.

57. Станкевич Г.Н. Исследование свойств шротов лекарственных растений как объектов сушки и хранения / Г.Н. Станкевич, А.А. Кочетова, М.М. Ратушна, Л.Д. Дмитренко // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1994, – № 5 – С. 37 – 39.

58. Структурно – механические характеристики пищевых продуктов / В. Горбатов, А.М. Маслов, Ю.А. Мачихин и др. – М.: Легкая промышленность, 1982. – 217 с.

59. Терещук Л.В. Получение биологически ценных продуктов из плодов обліпихи / Л.В. Терещук, С.С. Павлова // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2000. – № 1. – С. 46 – 48.

60. Тутельян В.А. Пищевые и биологически активные добавки для здоровья горожан / Пищевая промышленность. – 2001. – №4. – С.

61. Троян З.А. Жирно – кислотный состав и бактерицидные свойства  $\text{CO}_2$  – экстрактов из орехоплодных / З.А. Троян, Л.В. Лычнина, Л.В. Михайлюта, А.И. Таран // Хранение и переработка сельхоз.сырья. – 1999. – № 7. – С. 24.

62. Фадеева Н.В.  $\text{CO}_2$  – экстракты из черемухи обыкновенной – перспективные биологически – активные добавки. Хранение и переработка сельхоз.сырья. – 2000. – № 12. – С. 34 – 36.

63. Фалькович Б.А., Магомедов Г.О., Олейникова А.Я., Савватеева Л.Ю., Мирошникова Т.Н. Перспективы промышленной переработки крапивы для производства продуктов питания нового поколения: Монография. – Воронеж: Воронежский государственный педагогический университет, 2000. – 86 с.

64. Шиманов О.М. Состав для приготовления крекеров «Диабет»/

Шиманов О.М., Перегудова Г.Ф., Капишунова Г.М., Симанова Л.М., Овсяников А. // Заявка 96114059 Россия, МТЖ А21 Д 13/08/АООТ. – № 96114059/13; Заявл. 12.7.96; опубл. 10.10.98. Бюл. № 28.

65. Щербаков В.Г., Лобанов В.Г., Прудникова Т.Н. и др. Биохимия растительного сырья. Под. Ред. В.Г. Щербакова. М.: Колос, 1999. – 376 с. Шипов В.А. Технологически инструкции по производству мучных кондитерских изделий / Сост.В.А.Шипов. – М.: Экономика, – 2001.

66. Экология, стресс и пищевые добавки / Т.Б. Цыганова, О.П. Тараканов// Пищевая промышленность. – 2002. – №2. – С. 18 – 20.

67. Юдина Т.П. Изучение антиоксидантной активности экстрактов мыльнянки лекарственной // Т.П. Юдина, Н.П. Мищенко, Е.И. Цыбулько, Т.А. Ершова, Е.И. Черевач // Хранение и переработка сельхоз.сырья. – 2002. – № 10. – 37 – 38.

68. Закон України «Про охорону праці» (3428).

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

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

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

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

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

Додатки

Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської  
продукції

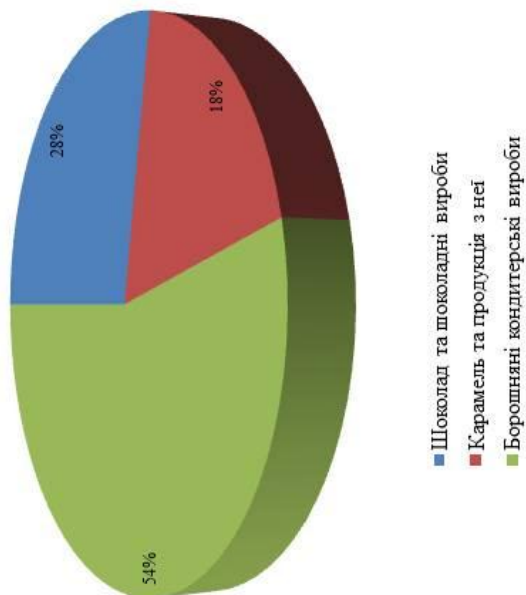
## **Обґрунтування технології виготовлення цукрового печива функціонального призначення**

Виконавець: ст. гр. МгХТз-1-19 Янда Яна Анатоліївна

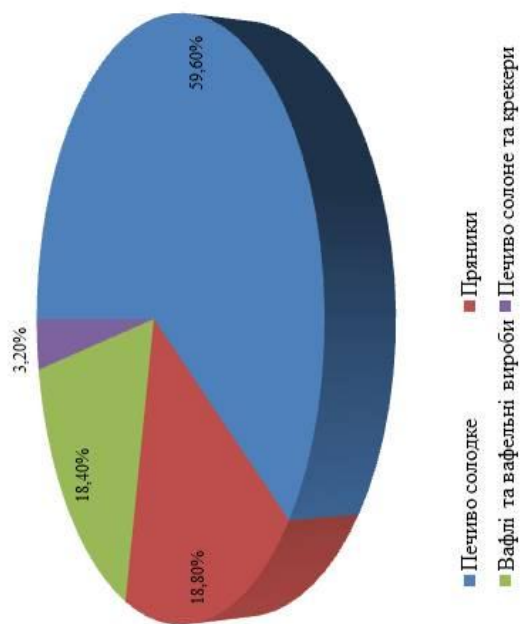
Керівник: доцент Калина Вікторія Сергіївна

Дніпро – 2021

## ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

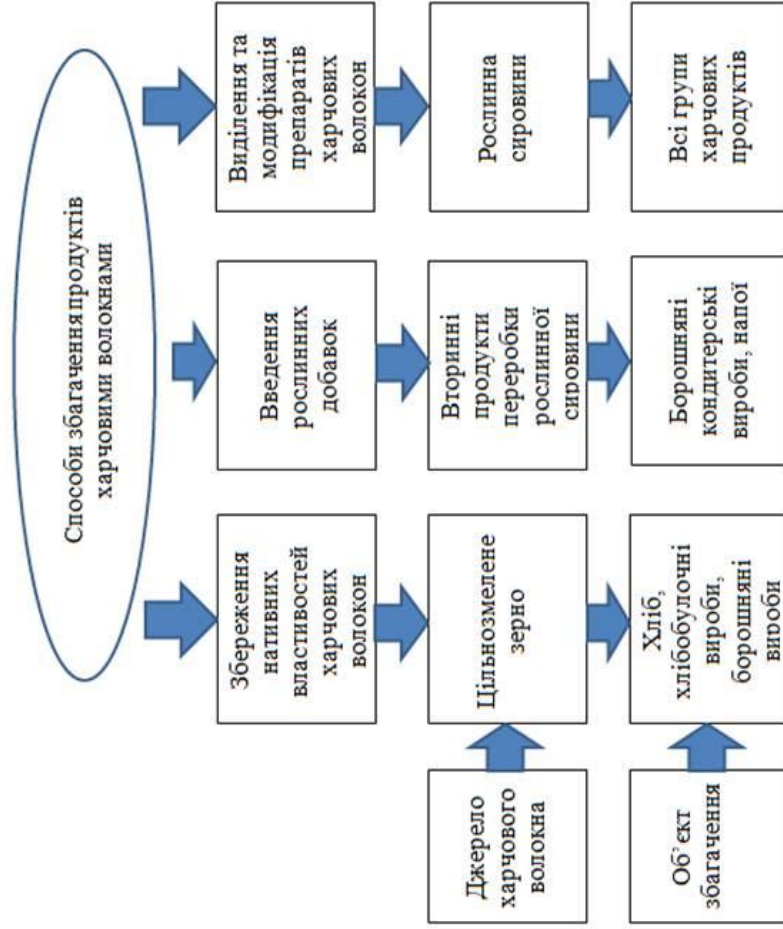


Структура виробництва кондитерських виробів



Структура ринку борошняних кондитерських виробів

## ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ



Способи збагачення продуктів харчовими волокнами

## ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

Вміст харчових волокон у різних фруктових волокнах

Вид волокон	Загальний вміст харчових волокон, %	Вміст нерозчинних волокон, %
Яблучні волокна	60	45
Цитрусові волокна	68	48
Яблучні волокна Heibasel AQ Plus	87	72
Цитрусові волокна Heibasel AQ Plus	92	75

Технологічні ефекти фруктових волокон «Heibasel AQ Plus», обумовлені водозв'язуючою здатністю

Харчовий продукт	Технологічна дія
Харчові продукти (в цілому)	Зниження енергетичної цінності
Хліб і хлібобулочні вироби	Збільшення терміну зберігання
М'ясні продукти та наповнювачі	Підвищення соковитості, збільшення обсягу продукту
Молочні продукти	Зниження синерезису, поліпшення смакових якостей
Напої	Стабілізація напоїв на основі молочних білків і соків, підвищення в'язкості
Фруктові маси	Стабілізація (стійкість до теплового впливу, зрушення), регулювання в'язкості
Емульсії і дисперсії	Зменшення поділу фаз і синерезису, регулювання в'язкості

## МЕТА ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

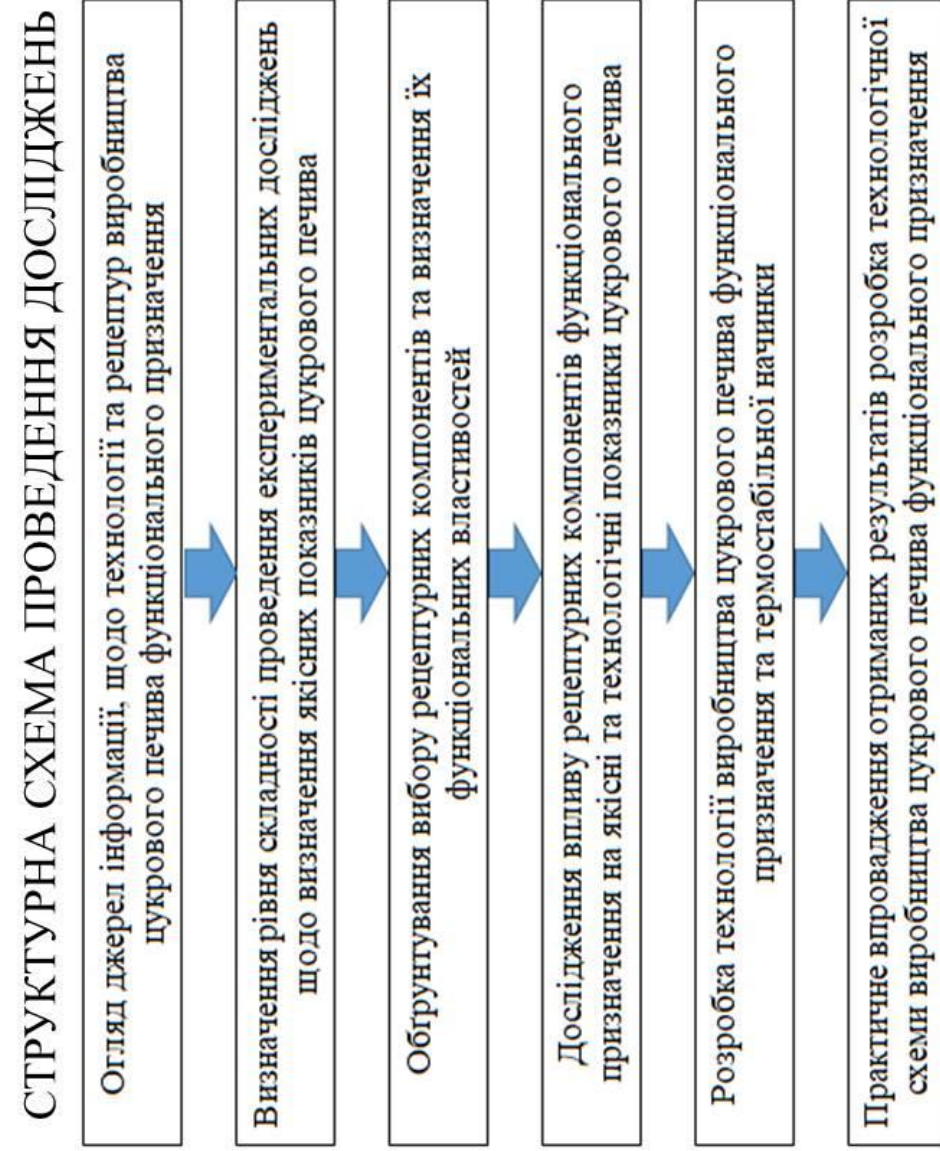
Метою даного дослідження є розробка технології та науково-обґрунтованих рецептур нових видів цукрового печива, збагаченого харчовими волокнами і пребіотиками.

Відповідно до цього в завдання дослідження входили:

- вибір і обґрунтування об'єкта збагачення функціональними інгредієнтами з існуючого асортименту борошняних кондитерських виробів;
- вибір і обґрунтування комплексу функціональних інгредієнтів для збагачення цукрового печива зі збереженням споживчих властивостей цього виду продукції;
- дослідження впливу комплексу функціональних інгредієнтів на властивості тіста і якість готового печива;
- розробка технології і рецептури на новий сорт цукрового печива;
- дослідження стану охорони праці в ТОВ «Горизонт»;
- розрахунок кошторису витрат на проведення досліджень.

Об'єкт дослідження - технологія виробництва нових видів цукрового печива, збагаченого харчовими волокнами і пребіотиками.

Предмет дослідження - взаємозв'язок технологічних показників процесу виробництва цукрового печива з якісними показниками кінцевого продукту.



## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Характеристика зразків пшеничного борошна

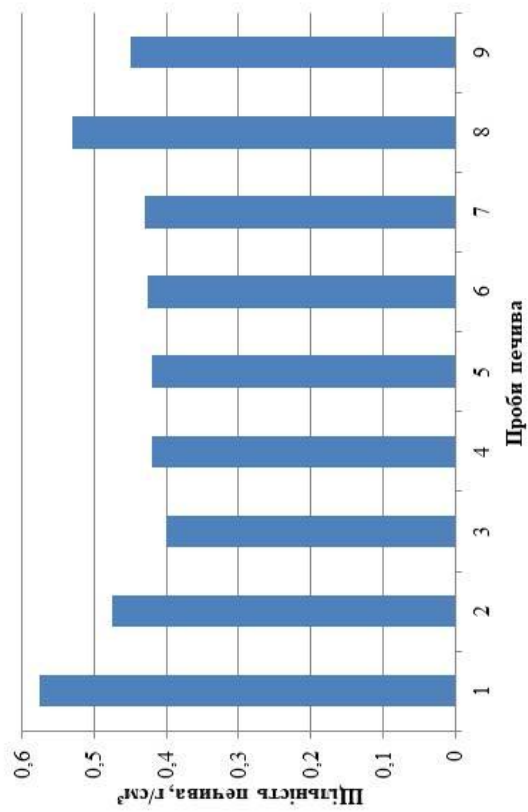
№ п/п	Зразок борошна	Круїність помелу, мкм	Вологість, %	Клейковина		Зольність, %
				Вміст, %	Од. приладу ІДК	
1	Борошно пшеничне в/с	До 140	14,5	29,4	65	0,52
2	Борошно з м'якої пшениці	До 100	13,9	23,1	72	0,5
3	Борошно пшеничне, прохід сита № 46	212 – 390	14,2	32,9	70	0,72
4	Борошно пшеничне, прохід сита № 48	212 – 363	13,2	32,1	70	0,54
5	Борошно пшеничне, прохід сита № 50	212 – 355	13,2	32,5	72	0,49
6	Борошно пшеничне, прохід сита № 52	212 – 335	13,2	32,7	72	0,47
7	Борошно крупка (загальний прохід)	212 – 240	13,4	32,5	70	0,54

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

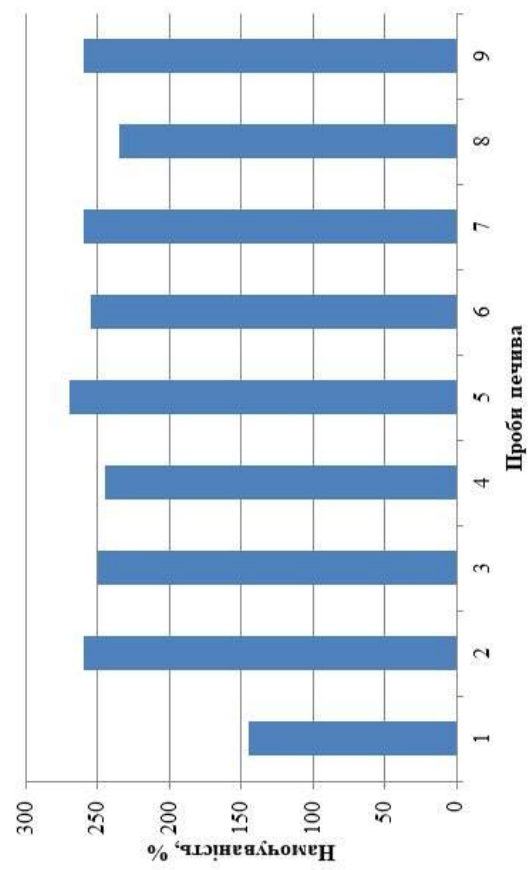
Органолептичний аналіз готового печива

Показник и якості	Якість печива зі зразків борошна								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поверхня	Гладка, без здуття	Гладка, без здуття	Гладка, є вкраплення темних частинок	Гладка, без здуття	Гладка, без здуття	Гладка, без здуття	Гладка, без здуття	Гладка, без здуття	Гладка, без здуття
Колір	Рівномірний золотистий відтінок								
Форма	Краї печива рівні, без вм'ятин і пошкоджень								
Смак і запах	Властивий даному виду виробу	Властивий даному виду виробу	Властивий даному виду виробу, відчуваються я крупинки	Властивий даному виду виробу, відчуваються я крупинки	Властивий даному виду виробу, відчуваються я крупинки	Властивий даному виду виробу, відчуваються я крупинки	Властивий даному виду виробу	Властивий даному виду виробу	Властивий даному виду виробу
Вигляд на зломі	Пропечені вироби з рівномірною пористістю								

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА



Залежність щільності печива від типу борошна

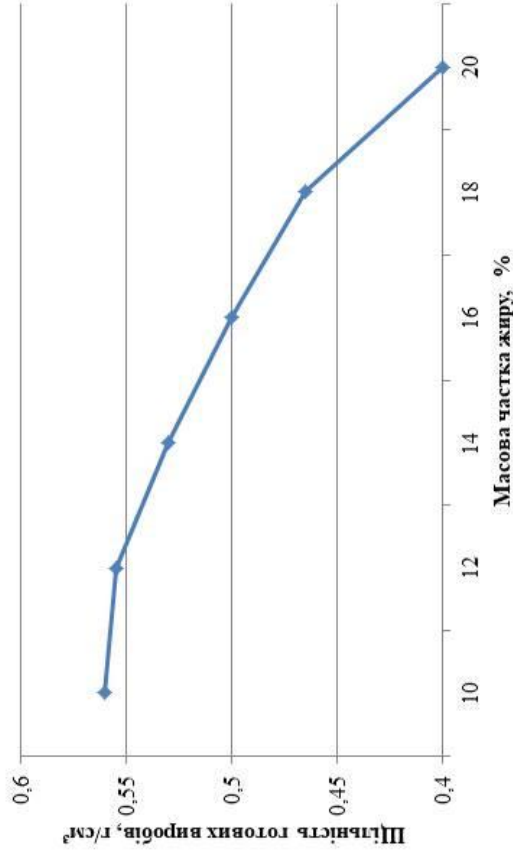


Залежність намочуваності цукрового печива від типу борошна

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

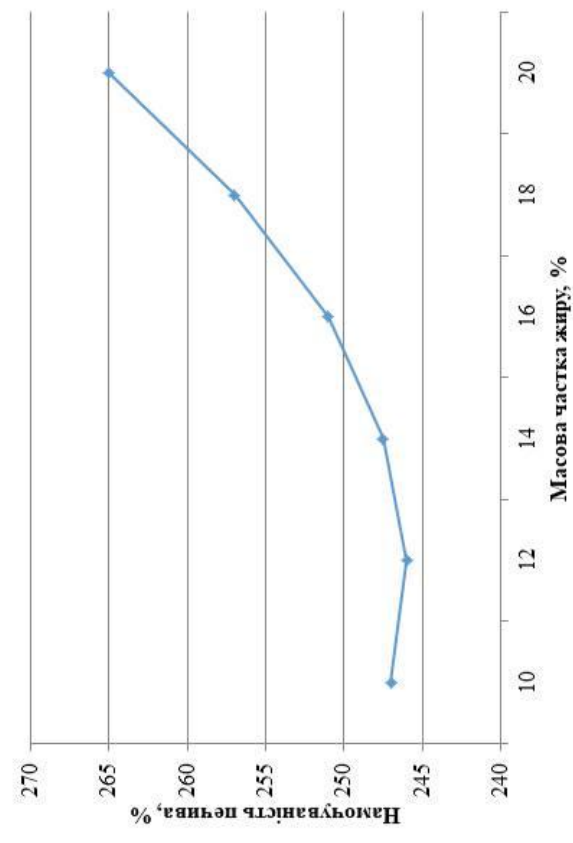
Органолептичні показники цукрового печива з різним вмістом жиру

Найменування показника	Частка жиру в готовому печиві, %		
Форма	19,1	15,3	13,1
Поверхня	Край печива рівні, без вм'ятин та пошкоджень		
Колір	Рівна без здуттів та крапнок		
Смак та запах	Властивий даному виду продукту, рівномірний		
Вигляд на зломі	Без стороннього присмаку з запахом властивим даному виду продукту		
	Пористість розвинута без пустот, без слідів непромісу, структура розсипчаста		

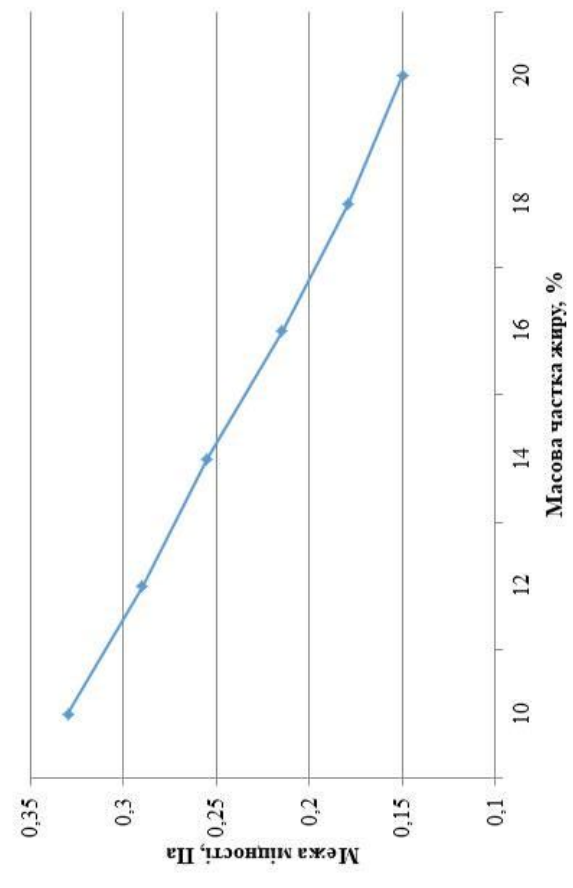


Залежність щільності цукрового печива від масової частки жиру

# ДОСЛІДНА ЧАСТИНА 11

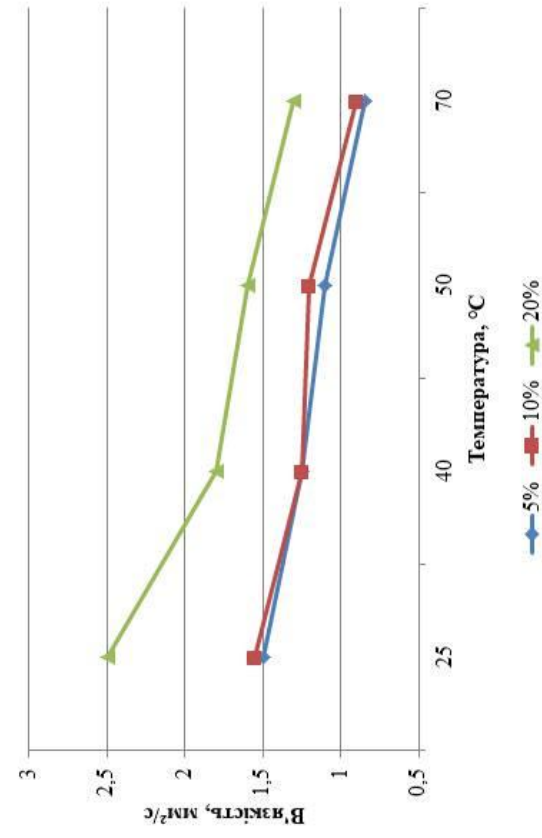


Залежність намочуваності цукрового печива від масової частки жиру

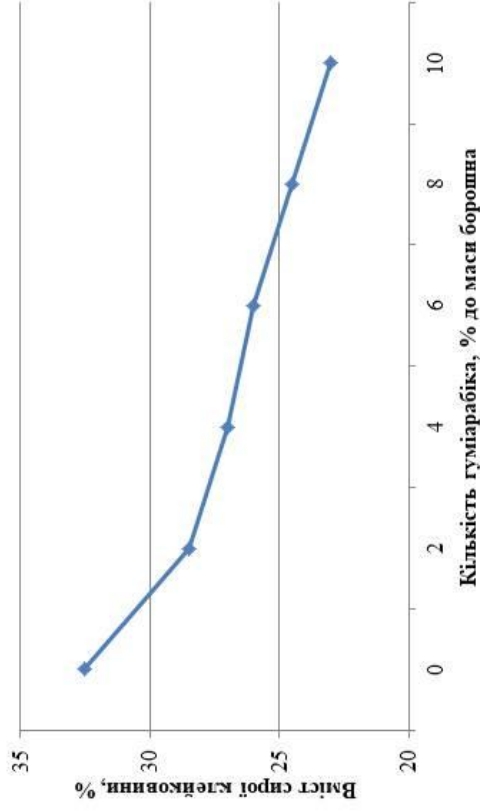


Залежність межі міцності цукрового печива від масової частки жиру

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

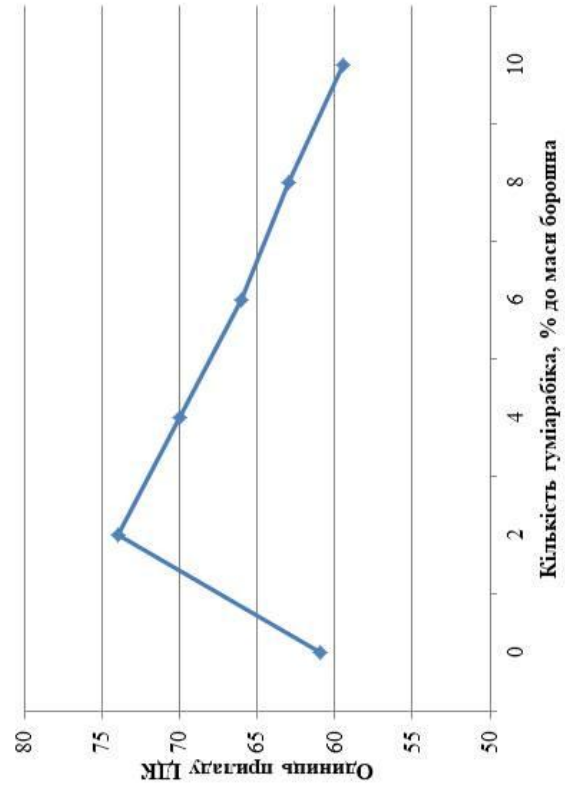


Зміна в'язкості розчинів гуміарабіку різної концентрації в залежності від температури

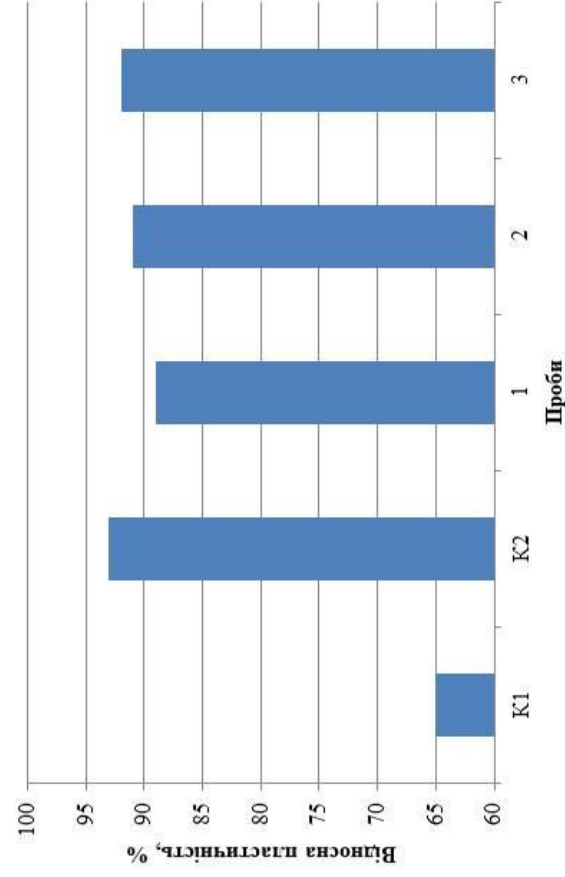


Вплив гуміарабіку на вміст клейковини в пшеничному борошні

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА



Вплив гуміарабіку на властивості клейковини пшеничного борошна



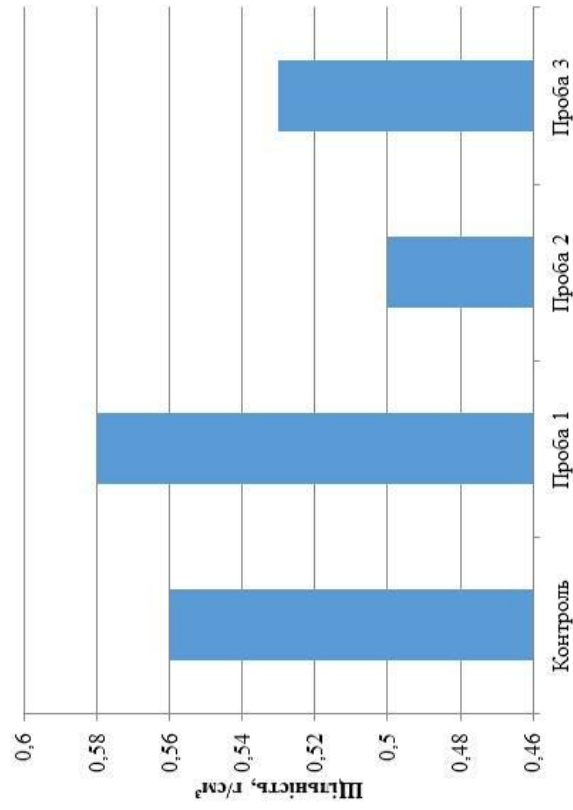
Вплив гуміарабіку на відносну пластичність тіста при різних способах введення

## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

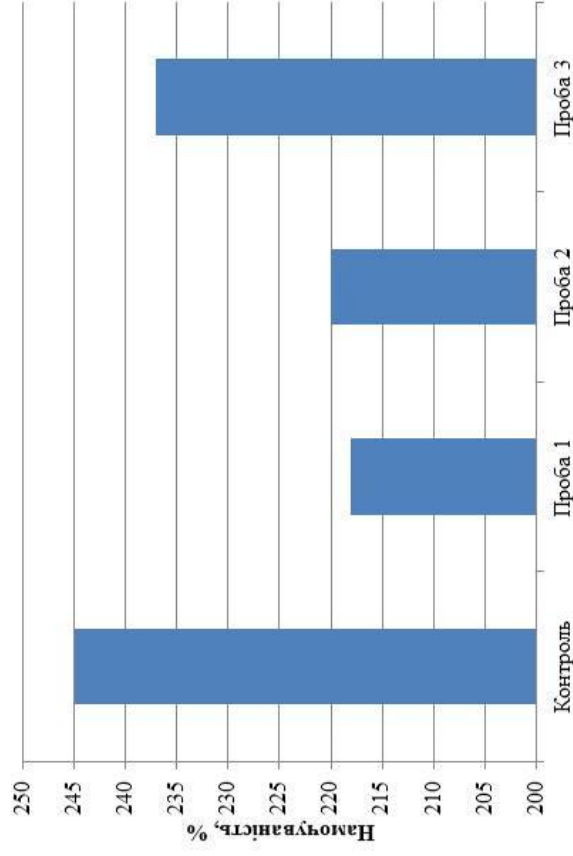
Органолептичні показники цукрового печива з гуміарабіком

Найменування показника	Стадії внесення гуміарабіку		
	Контроль	Проба 1 *	Проба 2 * Проба 3 *
Форма	Краї печива рівні, без вм'ятин	Спостерігається незначна деформація печива	Краї рівні, печиво без вм'ятин і пошкоджень
Поверхня		Рівна, без здуття і вкраплень	
Колір	Властивий даному виду	Більш світлий	Властивий даному виду Більш світлий
Смак і запах	Без стороннього присмаку з запахом властивим даному найменуванню		
Вигляд в зломі	Пористість розвинена без пустот, без слідів непромісу, структура розсипчаста		

ДОСЛІДНА ЧАСТИНА



Вплив способів введення гуміарабіку на щільність печива

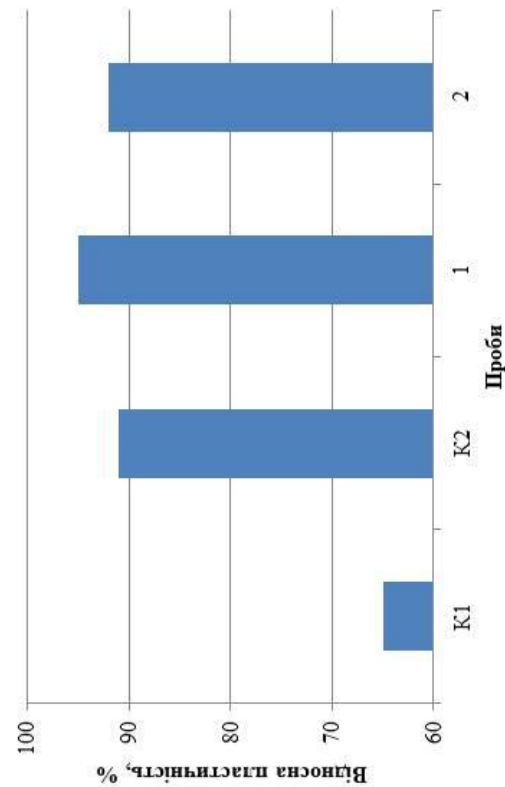


Вплив способів введення гуміарабіку на намочуваність печива

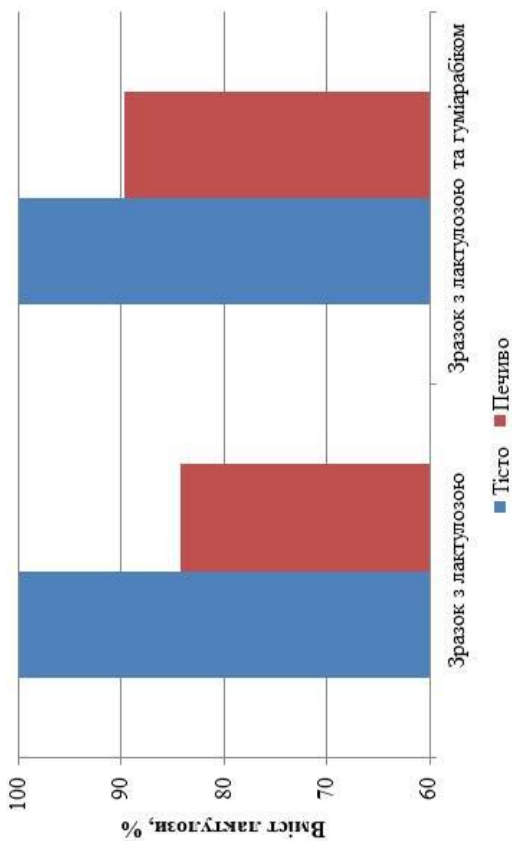
## ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

Вплив лактулози на фізико-хімічні показники якості цукрового печива

Фізико-хімічні показники	Допустиме значення	Контроль 1	Контроль 2	Проба 1	Проба 2
Щільність готового виробу, г/см <sup>3</sup>	<0,6	0,57	0,50	0,51	0,51
Намочуваність, %	>150	170	231	244	234
Межа міцності, Па	-	0,41	0,32	0,32	0,33

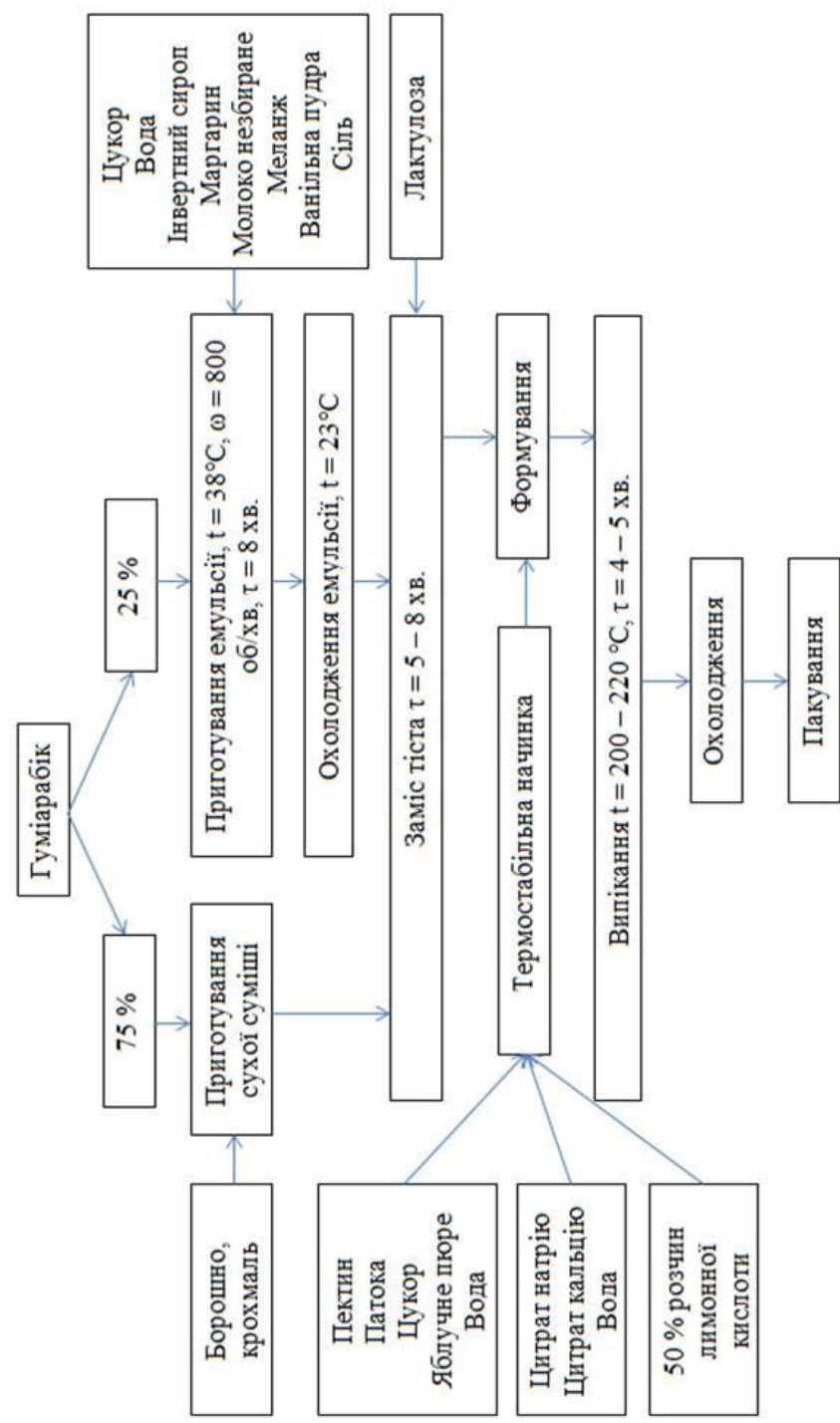


Вплив лактулози на відносну пластичність тіста



Зміна вмісту лактулози в процесі випічки

# ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ



Загальна технологічна схема виробництва цукрового печива функціонального призначення

## ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

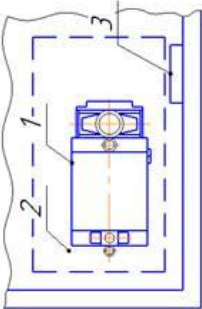
Органолептичні показники цукрового печива з пребіотиками

Найменування показника	Характеристика печива
Форма	Овальна, краї фігурні, без вм'ятин
Поверхня	Гладка, без здуттів, без крашинок
Колір	Властивий даному продукту, рівномірний
Вигляд на зломі	Пропечене печиво з рівномірною пористістю
Смак та запах	Без сторонніх запахів та смаків

Фізико-хімічні показники якості цукрового печива з пребіотиками

Найменування показника	Печиво цукрове з борошна вищого ґатунку	Печиво з борошна крупки
Масова доля вологи, %	4,8	4,6
Лужність, %	1,3	2,0
Намочуваність, %	170	210
Масова частка загального цукру в перерахунку на суху речовину, %	20,5	18,5
Масова частка жиру в перерахунку на суху речовину, %	19,0	10,6

## ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ З ПОЛПШЕННЯ УМОВ ПРАЦІ

<p>I. Характеристика умов праці</p> <p>1. Місце роботи – ділянка приготування тіста;</p> <p>2. Вид робіт – заміс тіста та формування тістових заготовок;</p> <p>3. Кваліфікація – оператор тістомісильної машини;</p> <p>III. Індивідуальні засоби захисту на робочому місці</p> <p>1. Костюм, комбінезон бавовняний;</p> <p>2. Ботинки шкіряні;</p> <p>3. Головний убір;</p> <p>4. Одяг повинен бути застебнутий на всі ґудзики.</p>	<p>II. Вимоги технічних умов забезпечення безпеки праці</p> <p>1. Застосовувати засоби індивідуального захисту;</p> <p>2. Освітленість робочого місця – 250 лк;</p> <p>3. Повітряний обмін – 1000 м<sup>3</sup>/год.</p>
<p>V. Планування робочого місця</p> <p>1. Тістомісильна машина;</p> <p>2. Місце перебування працівника;</p> <p>3. Пульг керування.</p>	<p>IV. Показники технологічного режиму та міри безпеки</p> <p>1. Ефективність формування – 97 %;</p> <p>2. Частота обертання робочих органів – 35 об/хв;</p> <p>Нааявність захисних кожухів обов'язкова;</p> <p>3. Корпус машини повинен бути заземлений;</p>
	<p>VI. Вимоги безпеки праці перед початком робіт</p> <p>1. Починаючи роботу працівник повинен перевірити справність;</p> <p>2. Перевірити наявність та справність захисних огорожень приводів робочих органів;</p> <p>3. Перед включенням машини переконайтесь, що нікому із присутніх біля машини не загрожує небезпека від рухомих частин і механізмів</p>
<p>VII Вимоги безпеки при виконанні операції замісу тіста</p> <p>1. Роботи повинні виконуватись згідно заходів безпеки встановлених ДНАОП та існуючої на підприємстві документації.</p> <p>2. До роботи на машині допускаються особи, що досягли 18 років, пройшли навчання та всі види інструктажу з охорони праці, стажування і мають досвід роботи на даному обладнанні.</p> <p>3. Забороняється проводити ремонтні роботи і очистку машини не вимкнувши її від мережі.</p>	

## КОШТОРИС ВИТРАТ НА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	260,00
Заробітна плата	741,00
Нарахування на заробітну плату	163,02
Електроенергія	401,58
Амортизація	228,99
Накладні витрати	592,80
Всього	2387,39

Найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 741,00 грн та 592,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3103,61 грн.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

З урахуванням актуальності створення продуктів функціонального призначення, теоретично обґрунтовано розробка технології і рецептури нового виду цукрового печива, збагаченого харчовими волокнами і пребіотиками.

Обґрунтовано вибір комбінацій функціональних інгредієнтів, що виявляють виражений фізіологічний ефект і властивості технологічних харчових добавок. Вперше реалізовано комбінування пребіотика лактулози з біополімером гуміарабіком і препаратом розчинних і нерозчинних харчових волокон.

Запропоновано спосіб зниження калорійності печива з використанням борошна крупки з розміром частинок від 212 до 240 мкм, який дозволив скоротити вміст жиру в готовому виробі з 19,1 % до 10,7 %.

З урахуванням особливостей фізіологічної дії різних видів харчових волокон локонов, а також впливу їх добавок на якість напівфабрикатів і готового цукрового печива, встановлені оптимальні дозування, що забезпечують функціональну спрямованість продукту при збереженні його традиційних споживчих властивостей. Для лактулози і гуміарабіку ці дозування в цукровому печиві складають відповідно 3 г і 6 г в 100 г готового продукту. Рівень вмісту харчових волокон в начинці становить 5,1 %.

Встановлено, що введення до складу печива полісахариду гуміарабіку призводить до уповільнення процесу окислення жиру. Досліджено збереження лактулози в печиві в процесі випічки показало, що в присутності гуміарабіку втрати лактулози скорочуються на 5,4 %.

Вперше розроблено рецептура термостабільної начинки, що містить препарат нерозчинних харчових волокон в кількості 1,5 % до маси начинки; досліджено їх вплив на міцність гелю. Розроблено рецептури цукрового печива функціонального призначення.

Розроблено проект інструкції для оператора технологічних ліній з виробництва кондитерських виробів та розроблено карту безпеки праці оператора гістомісильної машини. Запропоновано ряд заходів, виконання яких дасть змогу покращити стан охорони праці на підприємстві.

Встановлено, що найбільшими статтями витрат під час проведення дослідження є витрати на заробітну плату та накладні витрати, які складають 741,00 грн та 592,80 грн. Загалом, з урахуванням 30 % нормативної рентабельності вартість проведеного дослідження становить 3103,61 грн.

**Міністерство освіти і науки України  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного**

**Механіко-технологічний факультет**

**Кафедра  
Обладнання переробних і харчових  
виробництв  
імені професора Ф.Ю. Ялпачика**



**Збірник наукових праць магістрантів  
та студентів**



**Мелітополь – 2021**

**Міністерство освіти і науки України**



**Збірник наукових праць  
магістрантів та студентів**

**Механіко–технологічний факультет**

**Кафедра  
Обладнання переробних і харчових виробництв  
імені професора Ф.Ю. Ялпачика**

**Мелітополь – 2021 р.**

УДК 621.311:631

**ПЗ.8**

Збірник наукових праць магістрантів та студентів. Мелітополь:  
ТДАТУ, 2021. 168 с.

Друкується за рішенням Ради факультету МТ  
Протокол № 6 від 8 лютого 2021 р.

У випуску наукових праць друкуються матеріали за результатами наукової роботи молодих вчених, магістрантів та студентів в галузі обладнання, процесів, енергетики, автоматизації, моделювання, обслуговування та ремонтних робіт переробних і харчових виробництв та переробки сільськогосподарської продукції.

Редакційна колегія:

Кюрчев С.В. – д.т.н., професор (головний редактор); Самойчук К.О. – д.т.н., професор (заст. головного редактора); Ялпачик В.Ф. – д.т.н., професор, Верхоланцева В.О. – к.т.н., доцент; Паляничка Н.О. – к.т.н., доцент; Олексієнко В.О. – к.т.н., доцент; Лебідь М.Р. – магістрант; Щербаков Д.В. – магістрант.

Відповідальний за випуск – д.т.н., доцент Самойчук К.О.

Адреса редакції: ТДАТУ

Просп. Б. Хмельницького 18,  
м. Мелітополь, Запорізька обл.,  
72312 Україна  
Email: tdatu.ophv@yandex.ru

ISSN 2078–0877

© Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного, 2021.

## ПЕЧИВО ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Янда Я.А., МгХТз-1-19

Костіна Т.В., МгХТз-1-19

Керівник Олексієнко В.О., к.т.н., доц.

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра  
Моторного*

**Анотація – в статті пропонуються шляхи підвищення харчової цінності печива.**

Зважаючи на сучасні екологічні умови, забезпечення населення високоякісними продуктами харчування підвищеної харчової цінності – актуальна проблема сьогодення, раціон харчування повинен містити достатню кількість природних біологічно активних речовин: незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, макро- та мікроелементів, вітамінів, харчових волокон, які здатні підвищувати резистентність організму людини до впливу негативних чинників довкілля. Проблеми використання біологічно активних речовин у виробництві харчових продуктів присвячені роботи вчених [1; 2].

Світовий та вітчизняний досвід свідчить, що ефективнішим і доцільним з економічної, соціальної, гігієнічної та технологічної точок зору заходом кардинального вирішення проблеми недостатності есенційних речовин в організмі є розробка й налагодження виробництва збагачених дефіцитними нутрієнтами продуктів харчування до рівня фізіологічних потреб людини.

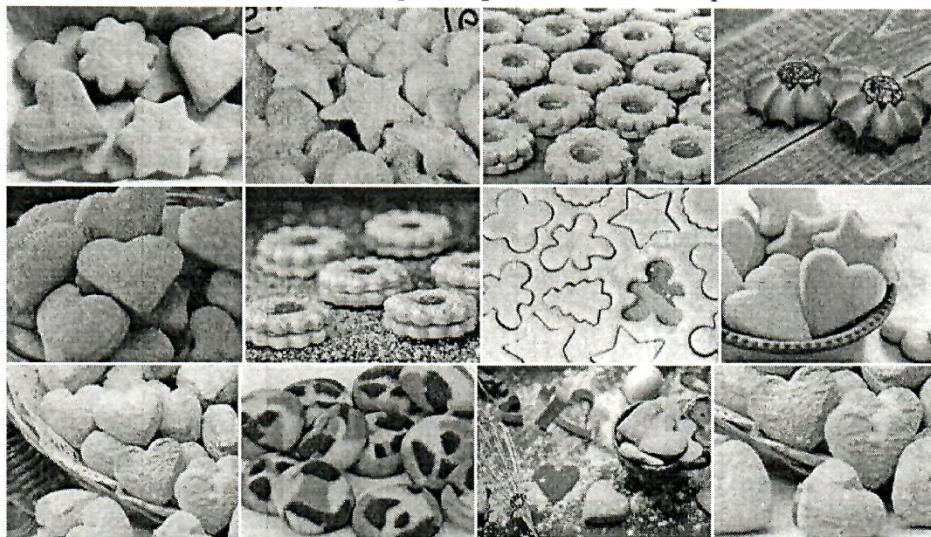


Рисунок 1 – Види печива.

При цьому недоцільно збагачувати продукт лише одним, найбільш дефіцитним нутрієнтом.

Питому вагу в харчуванні займають борошняні, зокрема кондитерські вироби. Борошняні кондитерські вироби мають привабливий зовнішній вигляд і користуються попитом серед значної частини населення. Склад більшості традиційних борошняних кондитерських виробів переважаний легкозасвоюваними вуглеводами: кількість цукру коливається від 30 % до 50 % від загальної маси. Надмірне споживання кондитерських виробів може призвести до систематичного збудження інсулярного апарату підшлункової залози, а це може стати причиною її розладу, значно підвищити ризик розвитку діабету.

У зв'язку із цим постало завдання зменшення калорійності і підвищення біологічної цінності виробів. Його можна вирішити за рахунок використання нетрадиційної рослинної сировини а також розробки технологій, які передбачають раціональну заміну основних видів сировини. Використання добавок дозволить створити нові вироби з підвищеним вмістом біологічно активних речовин, якими є порошки та сухофрукти хурми. На початку дослідження визначали раціональну кількість фруктового пюре з порошків хурми.

Дослідженнями встановлено, що раціональна концентрація тістового напівфабрикату не повинна перевищувати 10 %. Зі збільшенням концентрації до 15 % і більше спостерігається погіршення структурно-механічних характеристик тістового напівфабрикату, знижується його пластичність та еластичність.

Пояснюється це тим, що при введенні великої кількості пюре відбувається підвищення міцності і в'язкості показників якості тіста, зміцнюється структура. При цьому спостерігається структурування міжфазного прошарку і втрата нею рухливості.

Аналізуючи органолептичну оцінку якості встановлено, що за органолептичними показниками доцільною є заміна 10 % пшеничного борошна на порошок з хурми (таблиця 1).

Таблиця 1 – Органолептична оцінка борошняних кондитерських виробів від кількості добавки, %

Кількість добавки, %	Органолептична оцінка в балах					Середня оцінка
	Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Смак	Консистенція	
Контроль	4,9	4,7	4,8	4,8	4,8	4,8
5 %	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
10 %	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
15%	4,8	4,9	4,8	4,8	4,7	4,8

Наступним етапом наших досліджень було визначення харчової цінності розроблених кондитерських виробів (таблиця 2).

Аналіз хімічного складу дослідних зразків свідчить про зменшення енергетичної цінності на %, та збільшення вмісту есенційних речовин (%): Са – 27,95; Fe – 43,7; J – 90,2; β-каротин – 91,07; B2 – 15,79 .

Комплексні показники якості пісочного печива функціонального призначення розраховано за даними хімічного складу й органолептичних показників за методом, який враховує співвідношення одиничних показників дослідного і еталонного зразків. За еталон взято умовний продукт, який відповідає науковому завданню – створенню кондитерських виробів функціонального призначення зі зниженим вмістом цукрів і збільшеною кількістю йоду та заліза.

Таблиця 2 – Хімічний склад пісочного печива

Показники	Контроль	Дослідний зразок
Білки, г	6,38	5,49
Жири, г	24,38	24,24
Вуглеводи	53,79	41,52
Моно-та дицукри, г	19,7	16,38
Мінеральні речовини		
Са, мг	13,15	18,25
P, мг	55,56	51,59
Fe, мкг	22,52	40,00
J, мкг	1,2	12,24
Вітаміни		
β-каротин	0,1	1,12
Тіамін B <sub>1</sub>	0,09	0,09
Рибофлавін B <sub>2</sub>	0,048	0,057

З наведених результатів можна зробити висновок, що розроблені пісочні вироби функціонального призначення за органолептичними показниками якості не поступаються виробам, приготованим за традиційною рецептурою і введення 10 % порошку з хурми замість борошна не має негативного впливу на органолептичні та структурні показники пісочного печива, підвищує його біологічну цінність і при цьому призводить до зниження енергетичної цінності виробу.

#### Література:

1. Пересічний М. І. Технологія продуктів харчування функціонального призначення / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, Д. В. Федорова. — К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2008. — 718 с.
2. Германюк Я. Л. Дієтичне харчування при ожирінні та цукровому діабеті / Я. Л. Германюк, П. О. Карпенко, М. І. Пересічний. — К. : Київ. держ. торг.- екон. ун-т, 1997. — 352 с.