

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

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

**Обґрунтування технології цукрового печива
збагаченого новими видами харчових волокон**

Виконала: здобувачка вищої освіти 2 курсу,
групи МГХТ-1-21
освітньо-професійної програми «Харчові
технології»
зі спеціальності 181 «Харчові технології»

_____ Марія ГОНЧАР

Керівник: _____ Ірина ХОЛОБЦЕВА

Рецензент: _____ Сергій ДАНИЛЕНКО

Дніпро 2022


**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції
Ступінь вищої освіти: «Магістр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри
технології зберігання і переробки
сільськогосподарської продукції,
кандидат технічних наук, доцент


Віталій КОШУЛЬКО

(підпис)

«18» жовтня 2022 р.







**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧЦІ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Гончар Марії Олегівни

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології цукрового печива збагаченого новими видами харчових волокон».
Керівник роботи: Холобцева Ірина Петрівна, кандидатка технічних наук, затверджені наказом закладу вищої освіти від «18» жовтня 2022 року № 3009.
2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 06 грудня 2022 року
3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва цукрового печива збагаченого новими видами харчових волокон. 2. Наукова, нормативна, технологічна, технічна та патентна документація.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Огляд літератури. 2 Об'єкти та методи досліджень. 3 Результати досліджень та їх обговорення. 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 літературних джерел. 2 Мета та задачі досліджень. 3 Результати досліджень. 4 Практичне впровадження отриманих результатів. 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6 Кошторис витрат на проведення досліджень. 7 Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Посада, прізвище та ім'я консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4	доцентка ХОЛОБЦЕВА Ірина	 18.10.2022	 06.12.2022
5	доцент ДЕРКАЧ Олексій	 18.10.2022	 06.12.2022
6	доцентка ПАВЛЕНКО Олена	 18.10.2022	 06.12.2022

7. Дата видачі завдання 18 жовтня 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	18.10-19.10.22	виконано
2	Огляд літератури	20.10-27.10.22	виконано
3	Об'єкти та методи досліджень	28.10-07.11.22	виконано
4	Результати досліджень та їх обговорення	08.11-17.11.22	виконано
5	Практичне впровадження отриманих результатів	18.11-22.11.22	виконано
6	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	23.11-27.11.22	виконано
7	Організаційно-економічна частина	28.11-30.11.22	виконано
8	Загальні висновки та список джерел посилання	01.12-02.12.22	виконано
9	Розробка та підготовка демонстраційного матеріалу	05.12.2022	виконано

Здобувачка вищої освіти  Марія ГОНЧАР
 (підпис)

Керівник роботи

 Ірина ХОЛОБЦЕВА
 (підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить: 78 сторінок друкованого тексту, 22 рисунки та ілюстрації, 16 таблиць та використано 62 літературних джерел.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка технології борошняних кондитерських виробів (цукрового печива) функціонального призначення, що містять комплекси харчових волокон та кальцію.

Об'єкт дослідження – процес виробництва цукрового печива функціонального призначення, що містить комплекси харчових волокон та кальцію.

Предмет дослідження – встановлення закономірностей впливу нових видів харчових волокон та кальцію на показники якості цукрового печива.

Технологічними завданнями розробки продукту функціонального призначення є вибір збагачувальних інгредієнтів, їх кількостей, комплексів та співвідношень у комплексі, дослідження впливу цих комплексів на властивості напівфабрикату та якість готового виробу, вибір стадії, способу та форми введення функціонального інгредієнта у продукт та внесення уточнень та змін параметрів окремих стадій процесу одержання готового продукту. Таким чином, створення функціонального харчового продукту пов'язане із суттєвою модифікацією, якою піддається як склад продукту, так і спосіб його отримання. Сукупність цих модифікацій і становить нову технологію продукту.

При цьому одним із значних технологічних ризиків при збагаченні харчових продуктів, яким супроводжується модифікація рецептурного складу є зміна органолептичних властивостей, що стає критичною контрольною точкою при проектуванні функціональних продуктів харчування.

Ключові слова: ЦУКРОВЕ ПЕЧИВО, ПРОДУКТ, ТЕХНОЛОГІЯ, НАПІВФАБРИКАТ, ПОЛІДЕКТРОЗА, КАЛЬЦІЙ, ХАРЧОВІ ВОЛОКНА..

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	9
1.1 Кондитерські вироби з борошна в сучасній структурі харчування	9
1.2 Практичні розробки зі збагачення борошняних кондитерських виробів фізіологічними функціональними інгредієнтами	12
1.3 Шляхи зниження енергетичної цінності кондитерських виробів	16
1.4 Мінеральні речовини у складі борошняних кондитерських виробів	18
1.4.1 Кальцій як фізіологічно-функціональний інгредієнт	19
1.4.2 Застосування солей кальцію	20
1.5 Технологічні аспекти збагачення борошняних кондитерських виробів функціональними інгредієнтами	21
Висновки до розділу	23
2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
2.1 Об'єкти та матеріали досліджень	24
2.2 Методи досліджень	24
2.2.1 Методи аналізу напівфабрикатів та якості готових виробів	24
2.2.2 Визначення вмісту клейковини	25
2.2.3 Визначення властивостей клейковини на приладі ІДК	26
2.2.4 Методика проведення пробних лабораторних випічок печива	27
2.2.5 Метод визначення щільності печива	28
2.2.6 Методика визначення намочуваності печива	29
2.2.7 Методика проведення органолептичної оцінки	29
Висновки до розділу	30
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	31
3.1 Розробка рецептури та технології цукрового печива функціонального призначення	31
3.2 Застосування полідекстрази для збагачення цукрового печива	32
3.2.1 Дослідження впливу зразків полі декстрази на показники якості	

цукрового печива зі скороченим вмістом цукру	35
3.2.2 Дослідження впливу зразків полідекстрози на показники цукрового печива зі скороченим вмістом борошна	39
3.3 Розробка способу зниження енергетичної цінності печива	42
3.4 Вплив комбінації полідекстрози «Litesse Ultra» та лактату на реологічні характеристики тіста та фізико-хімічні показники якості цукрового печива	45
3.5 Вибір та обґрунтування солі кальцію як функціонального інгредієнта у рецептурі цукрового печива	49
3.5.1 Вплив добавок солей кальцію на реологічні властивості тіста	49
3.5.2 Дослідження впливу лактату кальцію та цитрату кальцію на фізико-хімічні показники якості цукрового печива	51
Висновки до розділу	53
4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	54
4.1 Розробка технології цукрового печива, збагаченого полідекстрозою та кальцієм	54
Висновки до розділу	56
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	57
5.1 Організація охорони праці в ПП «Укріндустрія Плюс»	57
5.2 Аналіз стану охорони праці в ПП «Укріндустрія Плюс»	58
5.3 Аналіз виробничого травматизму та захворювань	60
5.4 Розрахунок часу евакуації з будівлі цеху	63
Висновки до розділу	65
6 ОРГАНІЗАЦІЙНО–ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	66
6.1 Організація проведення дослідження	66
6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження	67
6.3 Розрахунок вартості дослідження	70
Висновки до розділу	71
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	72
БІБЛІОГРАФІЯ	74

ВСТУП

Сьогодні функціональні харчові продукти увійшли до найпопулярніших об'єктів інноваційних розробок у всьому світі. Харчова технологія значно просунулась у збагаченні продуктів харчування необхідними мікронутрієнтами – вітамінами, мінеральними речовинами, фізіологічно функціональними інгредієнтами – харчовими волокнами, амінокислотами, поліненасиченими жирними кислотами.

Методологія проектування функціональних харчових продуктів пов'язана з вибором поєднань та видів інгредієнтів, які забезпечують максимальну ефективність цих речовин з урахуванням їхньої хімічної стабільності в процесі виробництва та зберігання продукту, потенційної взаємодії інгредієнтів між собою та з іншими інгредієнтами їжі у складі продукту, способів та стадій їх внесення у харчову систему. У зв'язку з цим борошняні кондитерські вироби, що є групою різноманітних висококалорійних продуктів з низькою вологістю і значним вмістом цукру і жиру, можуть розглядатися як нові перспективні основи для конструювання функціональних харчових продуктів. Найбільш популярним у населення видом борошняних кондитерських виробів є цукрове печиво. Використання цих виробів як об'єкт збагачення створює реальні умови, що забезпечують регулярне споживання джерел дефіцитних мікронутрієнтів усіма категоріями населення. Збагачення даних продуктів харчовими волокнами, мінералами та іншими функціональними інгредієнтами дозволяє підвищити їхню харчову цінність та корисність для здоров'я.

Технологічними завданнями розробки продукту функціонального призначення є вибір збагачувальних інгредієнтів, їх кількостей, комплексів та співвідношень у комплексі, дослідження впливу цих комплексів на властивості напівфабрикату та якість готового виробу, вибір стадії, способу та форми введення функціонального інгредієнта у продукт та внесення уточнень та змін параметрів окремих стадій процесу одержання готового продукту. Таким чином, створення функціонального харчового продукту пов'язане із суттєвою модифікацією, якою

піддається як склад продукту, так і спосіб його отримання. Сукупність цих модифікацій і становить нову технологію продукту.

При цьому одним із значних технологічних ризиків при збагаченні харчових продуктів, яким супроводжується модифікація рецептурного складу є зміна органолептичних властивостей, що стає критичною контрольною точкою при проектуванні функціональних продуктів харчування.

Метою дослідження була розробка технології борошняних кондитерських виробів (цукрового печива) функціонального призначення, що містять комплекси харчових волокон та кальцію.

Поставлена мета передбачала вирішення наступних завдань:

- вибір та обґрунтування видів та джерел харчових волокон, дослідження їх впливу на вміст та реологічні властивості клейковини пшеничного борошна;
- розробку способу зниження енергетичної цінності цукрового печива;
- дослідження впливу функціональних інгредієнтів на властивості тіста та цукрового печива;
- розробку способу отримання цукрового печива, збагаченого комплексом функціональних інгредієнтів (харчових волокон та кальцію);
- аналіз стану ОП в ПП «Укріндустрія Плюс»;
- розрахунок вартості наукових досліджень.

Об'єкт дослідження – процес виробництва цукрового печива функціонального призначення, що містить комплекси харчових волокон та кальцію.

Предмет дослідження – встановлення закономірностей впливу нових видів харчових волокон та кальцію на показники якості цукрового печива.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Кондитерські вироби з борошна в сучасній структурі харчування

Кондитерські вироби з борошна включають цілий ряд різноманітного печива, вафель, рулетів, кексів, пряників, а також торти і тістечка. Виробництво кондитерських виробів з борошна в Україні складає понад половину від вироблених кондитерських виробів – 1 млн. 900 тис. тон на рік (рис. 1.1) [1,]. У середньому, річне споживання кондитерських виробів на 1 особу досягає сьогодні 12 – 14 кг, що становить 32 – 50 г/добу і в перерахунку на калорійність відповідає 150 – 180 ккал.

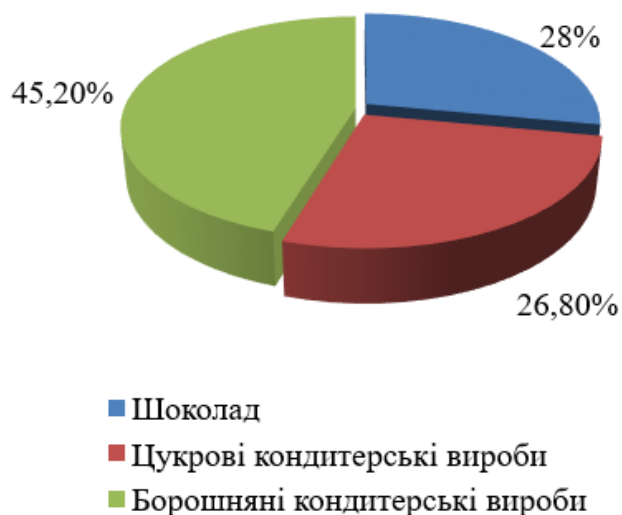


Рисунок 1.1 – Структура ринку кондитерських виробів України

Найбільшу частку в структурі споживання борошняних кондитерських виробів займає печиво (рис. 1.2). У середньому кожен українець споживає на рік 4,2 кг печива [4].

Залежно від складу та технології виробництва, печиво підрозділяється на здобне, цукрове (солодке) та зтяжне. Здобне печиво характеризується великою кількістю жиру та цукру або яйцепродуктів, або білків та цукру. Цукрове печиво визначається як виріб з борошна, що виробляється з пластичного тіста з великим

вмістом цукру та жиру. Затяжне печиво – продукт з пшеничного тіста, що має шарувату структуру [6].

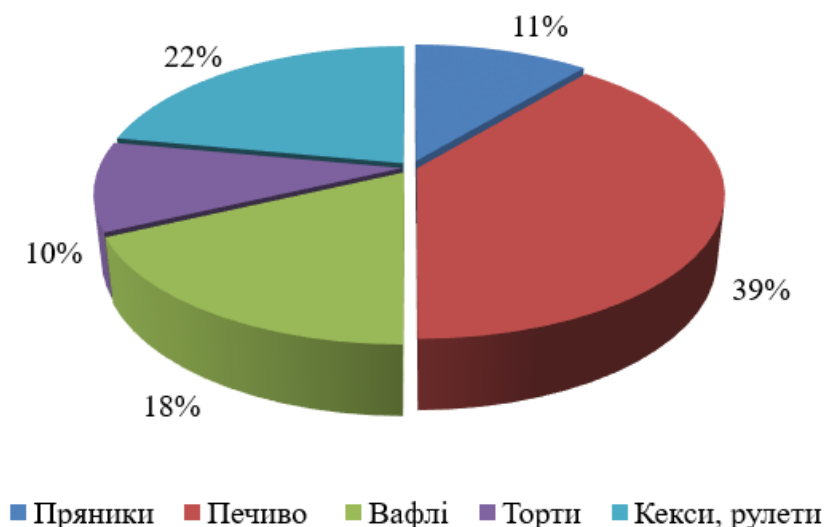


Рисунок 1.2 – Структура ринку борошняних кондитерських виробів

Найбільша частка ринку нині належить солодкому печиву (рис. 1.3). Це пояснюється технологією його виробництва, в якому використовуються конвеєрні лінії високої продуктивності, розміщення виробників по регіонах, а також порівняно низькою вартістю солодкого печива при високих споживчих властивостях [8]. Основними виробниками цієї продукції є регіональні підприємства, більшість виробленого обсягу продається у тих регіонах. Це пов'язано з обмеженими термінами зберігання, а також із високою вартістю та складністю транспортування.

На ринку широко представлено як фасоване, так і нефасоване печиво, частка якого становить, в середньому по Україні, близько 70 %. Як правило, це продукція дрібних регіональних виробників, у яких відсутня необхідність у створенні та просуванні своєї торгової марки. Великі виробники вважають за краще випускати фасовану продукцію [4]. Імпортні борошняні кондитерські вироби представлені, переважно, щодо дорогої продукцією, що виробляється в Україні, чи виробляється у невеликих обсягах. Такою продукцією є деякі види печива, кексів, вафель [9].

На думку експертів, сучасний вітчизняний ринок борошняних кондитерських

виробів вважатимуться насиченим, із високим рівнем конкуренції [10].

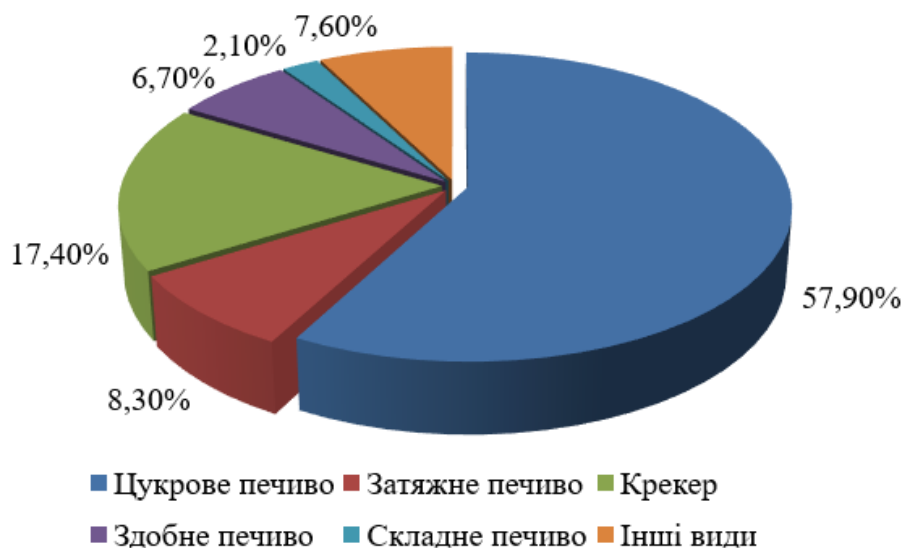


Рисунок 1.3 – Розподіл частки ринку між різними видами печива

За даними Держкомстату, нині в Україні налічується понад 200 виробників борошняних кондитерських виробів, крім дрібних приватних підприємств.

Ринок вітчизняної та зарубіжної кондитерської продукції розподілений нерівномірно. Ринок сухарів, сушок та пряників повністю представлений вітчизняною продукцією, то печиво та вафлі – вітчизняними та іноземними продуктами. В останні роки відзначається збільшення споживчого попиту на імпорту продукцію, яку постачають до України понад 40 країн. За обсягами імпорту найбільшими країнами-постачальниками є Корея, Німеччина, Польща, Казахстан, Данія. Україна експортує борошняні кондитерські вироби більш ніж у 30 країн [10].

До загальних тенденцій розвитку ринку борошняних кондитерських виробів можна віднести зростання питомої ваги продукції категорії «преміум», зростання та ускладнення асортименту, загострення конкуренції, посилення ролі упаковки та впізнаваного бренду, розвиток напряму продуктів функціонального призначення [11].

Таким чином, стан ринку борошняних кондитерських виробів свідчить про

те, що вони є в Україні продуктами регулярного споживання у значній кількості, що визначає реальність зниження мікронутрієнтного дефіциту харчових раціонів шляхом модифікації традиційних видів цих виробів у функціональні харчові продукти [5].

Враховуючи те, що максимальна частка вітчизняного ринку борошняних кондитерських виробів припадає на цукрове печиво, яке відноситься до продуктів, що найбільш широко та часто споживаються всіма групами населення, особливо дитячими та молодіжними, доцільно розглядати цей вид продукції як об'єкт для збагачення функціональними інгредієнтами. [12].

1.2 Практичні розробки зі збагачення борошняних кондитерських виробів фізіологічними функціональними інгредієнтами

Всі види печива характеризується наявністю в їх складі великої кількості жирів та вуглеводів та невисоким вмістом вітамінів, харчових волокон та мінеральних речовин, дефіцит, яких у харчуванні дошкільнят та школярів становить серйозну проблему. Згідно з розрахунками, на 100 г борошняних кондитерських виробів забезпечують не більше 4 – 5 % добової потреби людини у вітамінах В1, В2 і РР джерелом яких є злаки. У той самий час їх внесок у загальну енергетичну цінність раціону у своїй рівні споживання може становити 18 – 20 % [6].

Модифікація традиційних видів печива у функціональні продукти пов'язана, таким чином, із суттєвою корекцією їх хімічного складу у напрямку збільшення вмісту харчових волокон вітамінів та мінеральних речовин [7].

Одним з основних напрямків удосконалення рецептурних складів печива протягом останніх десяти років стало напрям, що об'єднує дослідження з часткової заміни пшеничного борошна вищого та першого ґатунку на борошно з підвищеним вмістом харчових волокон, а також введення концентратів та препаратів харчових волокон з метою підвищення їх загального вмісту в печиво різного виду [7].

Тенденція до повернення харчових волокон до раціонів харчування, зокрема,

за рахунок печива, пильна увага до цієї групи інгредієнтів фізіологів і технологів обумовлена сукупністю властивостей харчових волокон, що визначають їх фізіологічні та технологічні ефекти.

У дослідженнях [7, 8, 9] були вивчені основні аспекти застосування вівсяного борошна, як джерело харчових волокон у різних видах борошняних кондитерських виробів, було показано, зокрема, що внесення вівсяного борошна до рецептур виробів на основі бездрожжевого тіста (кексів та заварних пряників), натомість 20 % пшеничного борошна першого ґатунку, призводить до збільшення питомого об'єму, поліпшення смаку, аромату, текстури та терміну збереження свіжості готових виробів. Було показана можливість 100 % заміни пшеничного борошна на хлібопекарське борошно другого ґатунку з твердої пшениці в технології сирцевих пряників, з метою підвищення вмісту харчових волокон (арабіноксиланів). При оптимізації технології було встановлено необхідність збільшення кількості води для замісу тіста, а як і збільшення тривалості самого замісу. Причиною таких змін є висока водопоглинальна здатність борошна другого ґатунку, зумовлена, зокрема, високим вмістом харчових волокон [8]. Джерелами харчових волокон можуть бути як продукти переробки зерна (пшениці, вівса та інших.), але й концентрати і препарати харчових волокон. До перших препаратів нерозчинних харчових волокон, рекомендованих для введення в складі хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів, відносяться препарати мікрокристалічної целюлози (харчова добавка E 4601) [8, 9].

До перших розробок печива, що позиціонується як функціональний продукт, належить дослідження І.В.Філатової. Було запропоновано використання комплексу розчинних та нерозчинних харчових волокон у технології цукрового печива функціонального призначення. Як такий комплекс досліджувалася комбінація мікрокристалічної целюлози та пектину, різного ступеня етерифікації. Було встановлено, що зі збільшенням частки нерозчинних харчових волокон у комплексі ефект його впливу, склад і якість клейковини пропорційно зростає. При цьому на тлі позитивного впливу обох типів пектинів на якість тесту та готових виробів, технологічний ефект введення низькоетерифікованих пектинів особливо

проявляється на властивостях тіста (підвищення пластичності), а високоетерифікованого – на якості готових виробів. За результатом виконаного дослідження для збагачення печива харчовими волокнами було рекомендовано комплекс МКЦ та високоетерифікованого пектину у співвідношенні 2:1 відповідно, при загальному дозуванні волокон, що становить 3 % до маси борошна. Технологічним ефектом способу отримання нового виду зтяжного печива функціонального призначення є підвищення технологічності процесу за рахунок зниження енерговитрат на всіх стадіях технологічного потоку «заміс-випікання», а також скорочення тривалості відлежування та прокатки [9].

Розробка технології цукрового печива функціонального призначення з комплексами харчових волокон була виконана в рамках дослідження Духу Т.А. Докладно вивчено вплив гуміарабіку та лактулози на властивості клейковини пшеничного борошна та якість напівфабрикатів. Підтверджено позитивний технологічний ефект введення волокон, що полягає у збереженні протягом кількох виробничих циклів агрегативної стійкості емульсії, що дозволяє збільшити коефіцієнт використання обладнання [12]. «Аналітично обґрунтовано вибір комбінацій функціональних інгредієнтів, що виявляють виражений фізіологічний ефект та властивості технологічних харчових добавок. Вперше реалізовано комбінування пребіотика лактулози з розчинним біополімером гуміарабіком та препаратом нерозчинних харчових волокон» [12].

Автором вивчалось залежність впливу гуміарабіку на збереження лактулози в процесі випікання та встановлено факт підвищення стабільності лактулози в присутності цього препарату, в умовах високої температури та лужного середовища. Показано, що у присутності гуміарабіку втрати лактулози скорочуються на 5,4 % [13].

Цим же автором вперше досліджено вплив комплексу розчинних (пектин) та нерозчинних волокон на термостабільні властивості начинки для борошняних кондитерських виробів. Показано, що додавання нерозчинних харчових волокон до складу фруктової начинки покращує її термостабільні властивості, запобігає намоканню печива за рахунок зниження синьорезису і, отже, сприяє збільшенню

терміну зберігання. Зміст нерозчинних харчових волокон у начинці становить 5,1% [14].

Показано можливість збереження традиційних органолептичних та фізико-хімічних властивостей цукрового печива шляхом використання борошна великого помелу. У роботі [15] описаний спосіб зниження калорійності печива з використанням борошна крупчатки розміром частинок від 140 до 240 мкм, який дозволив скоротити вміст жиру в готовому виробі з 19,1 % до 10,7 %.

Вивчено зміну групового складу ліпідів та первинних продуктів їх окислення у процесі зберігання цукрового печива з функціональними добавками та без добавок; вивчено вплив упаковки зміну цих показників. Встановлено, що введення до складу печива полісахариду гуміарабіку призводить до уповільнення процесу окислення жиру [15].

З урахуванням сучасних принципів збагачення харчових продуктів, обґрунтовано вибір основних критеріїв збагачення хлібобулочних та кондитерських виробів харчовими волокнами з урахуванням їх цільового призначення [18].

На прикладі цукрового печива були випробувані різні технологічні прийоми внесення рецептурну суміш арабіногалактану.

Дозування арабіногалактану, який вводили або додатково, без скорочення масової частки рецептурних компонентів, або замість борошна, або замість цукру, становила 2 – 4 % до маси пшеничного борошна. Аналіз результатів показав доцільність внесення цього харчового волокна натомість 4 % пшеничного борошна в розчині для цукрового печива.

Автором було показано, що вміст загальних харчових волокон у процесі приготування борошняних кондитерських виробів практично не змінюється, при цьому дещо збільшується кількість розчинних харчових волокон [19].

Розробці та науковому обґрунтуванню технологій різних видів печива, збагаченого харчовими волокнами, присвячені дослідження та деяких інших авторів [14, 15, 16].

Наприклад, дослідження НДІ харчування спільно та НДІ кондитерської

промисловості, присвячені дослідженню можливості застосування дієтичних харчових висівок, в технології крекера, показали, що використання в рецептурі 10 – 15 % цього джерела харчових волокон не погіршує споживчі властивості готових виробів і дозволяють збільшити вміст білка на 11 %, харчових волокон більш ніж у 10 разів, вітамінів групи В – у 2 – 4 рази порівняно з контролем [14].

Сам процес модифікації борошняних кондитерських виробів у функціональні шляхом їх збагачення харчовими волокнами є результативним за умови одночасного зниження їхньої енергетичної цінності.

1.3 Шляхи зниження енергетичної цінності борошняних кондитерських виробів

У сучасних умовах висока енергоємність продуктів не може бути показником їхньої цінності. Вживання великої кількості рафінованих продуктів, у тому числі й борошняних кондитерських виробів, які значною мірою є носіями «порожніх» калорій, призводить до виникнення та розвитку ожиріння, атеросклерозу, порушень у діяльності серцево-судинної системи, механізмів регуляції обміну речовин і т.д.[8].

У той же час жир відіграє важливу роль у формуванні текстури, смаку та сенсорних відчуттів у роті. Сахароза як надає солодкий смак, але бере участь у освіті заданої структури печива, впливає його фізико-хімічні властивості (табл. 1.1) [18].

Зменшення енергетичної цінності борошняних кондитерських виробів може бути досягнуто шляхом заміни цукру і жиру менш калорійними інгредієнтами, додаванням борошна грубого помелу, натуральних компонентів рослинного і тваринного походження (висівки, подрібненого зерна, сухих, концентрованих та знежирених молочних продуктів та ін.), незасвоєваних інгредієнтів – харчових волокон, замінників цукру [21].

Таблиця 1.1 – Роль цукру та жиру у цукровому печиві

Цукор і жир		
Формування технологічних функцій	Формування органолептичних властивостей	Формування енергетичної цінності
<ul style="list-style-type: none"> - зменшують водопоглинальну здатність; - забезпечують пластичність тіста; - формують структуру печива; - визначають фізико-хімічні та структурно-механічні властивості печива 	<ul style="list-style-type: none"> - формують смак; - беруть участь у формуванні аромату; - створення зовнішнього вигляду. 	<ul style="list-style-type: none"> - формують смак; - беруть участь у формуванні аромату; - створення зовнішнього вигляду.

Зниження енергетичної цінності одна із найважливіших тенденцій у світовій практиці виробництва кондитерських виробів. У Німеччині, на вимогу Міністерства охорони здоров'я, присвоєння товарного знака «Зі зниженою калорійністю» планується обов'язкове зниження енергетичної цінності кондитерських виробів на 25 % [25]. Маркування «Без цукру» вимагає, щоб дисахариди та моносахариди були присутні у виробі кількості, що не перевищує 0,2 г на 100 г продукту [24].

У Великобританії, США, Фінляндії та інших країнах встановлено, що енергетична цінність борошна із цільного зерна нижча, порівняно з борошном вищого гатунку на 14 %, при підвищеній харчовій цінності, що характеризується збільшенням вмісту білка – на 6 %, Са – у 10 разів, Р – в 3 рази, вітамінів В1 – в 1,5, РР – в 2 рази. Таке борошно відрізняється підвищеним вмістом харчових волокон [24].

Стосовно завдання зниження калорійності, основна властивість харчових волокон – стійкість до впливу ферментів травної системи, що обумовлює їх низьку енергетичну цінність (у 3 – 4 рази менше, ніж у легкозасвоюваних вуглеводів і в 9 разів менше, ніж у жиру), дозволяє віднести їх до числа найбільш ефективних інгредієнтів. Саме ця якість харчових волокон дозволяє успішно застосовувати їх для заміщення цукру та жиру у низькокалорійних продуктах [25].

1.4 Мінеральні речовини у складі борошняних кондитерських виробів

Мінеральні речовини – мікронутрієнти, які забезпечують виконання життєво важливих фізіологічних функцій в організмі. Мінеральні речовини містяться в протоплазмі та біологічних рідинах, відіграють основну роль у забезпеченні сталості осмотичного тиску, забезпечують нормальну життєдіяльність клітин та тканин. Вони входять до складу складних органічних сполук, є пластичним матеріалом для побудови кісткової тканини та зубів. У вигляді іонів мінеральні речовини беруть участь у передачі нервових імпульсів, забезпечують зсідання крові та інші фізіологічні процеси організму [14].

Залежно від концентрації мінеральних речовин в організмі людини їх поділяють на макро- та мікроелементи. Макроелементи – кальцій, натрій, калій, сірка, магній, фосфор, хлор. Вони повинні надходити в організм людини у кількості не менше ніж 1 г. Мікроелементи – йод, селен, марганець, молібден, хром, мідь та ін, потрібні в кількостях від кількох мікрограмів до 1 – 2 міліграмів на добу. Для нормальної життєдіяльності конче необхідно як регулярне надходження у організм макро- і мікроелементів, а й правильне їх співвідношення [27]. Надходження в організм людини мінеральних речовин, їх метаболізм, акумуляція та виділення регулюється спеціальною системою, яка називається біологічною системою мікроелементного гомеостазу. Найбільш чітко простежується зв'язок дисбалансу цієї системи з хворобами шкіри, нігтів, волосся, серцево-судинної системи та опорно-рухового апарату, крові, порушенням росту та розвитку, безпліддям, цукровим діабетом, алергією та іншими.

Для оцінки поживної ефективності мінералів, що надходять в організм людини з водою і їжею, використовується поняття біодоступності мінералів, яке показує, наскільки мікроелементи, що ефективно надходять, абсорбуються в травному тракті, зберігаються в організмі і використовуються як необхідний елемент різноманітних клітин, ферментів та інших біологічно активних структур мікроорганізму [28].

1.4.1 Кальцій як фізіологічно-функціональний інгредієнт

Кальцій – це основний структурний компонент кісток та зубів, який входить до складу ядер клітин, клітинних тканинних рідин та необхідний для згортання крові. Кальцій утворює сполуки з білками, фосфоліпідами, органічними кислотами, бере участь у регуляції проникності клітинних мембран, процесах передачі нервових імпульсів, в молекулярному механізмі м'язових скорочень, контролює активність низки ферментів. Отже, кальцій виконує як пластичні функції, а й впливає багато біохімічні процеси в організмі [26].

У людини міститься близько 1200 г кальцію, їх 99 % зосереджено кістках. При цьому кісткова тканина виконує функції резерву або депо іонів кальцію. Мінеральний компонент кісткової тканини перебуває у стані безперервного оновлення. Так, у дітей кістяк повністю оновлюється за 1 – 2 роки, у дорослих за 10 – 12 років [30].

Кальцій відноситься до важкозасвоюваних елементів. Асиміляція кальцію тканинами залежить не тільки від вмісту його в продуктах, а й від співвідношення з іншими компонентами їжі та, в першу чергу, з жирами, магнієм, фосфором, білками, фітиновою та щавлевою кислотами. Всмоктування кальцію сприяють білки їжі, лимонна кислота та лактоза. На адсорбцію кальцію в кишечнику впливає вітамін Про . На всмоктування кальцію негативно впливає надлишок магнію (співвідношення, що рекомендується 1:0,5). Оптимальним для всмоктування кальцію є його співвідношення з фосфором, що дорівнює 1:1 [34].

У здорової людини, що отримує збалансований раціон, зазвичай кількість кальцію, що втрачається з калом і сечею, приблизно еквівалентна його надходженню з їжею. Діти цей баланс, зазвичай, позитивний, тобто. спостерігається постійна затримка кальцію для зростання та утворення кісткової тканини. Втрата кальцію може відбуватися при потовиділенні під час важкої роботи та за високої температури навколишнього середовища. Витрата кальцію суттєво зростає при вагітності та лактації [45]. Рекомендована норма споживання кальцію для дорослих 800 мг/добу, для дітей до 1 г 240 – 600 мг/добу, з 1 – 7 років 800 – 1200, з 7 – 17 років – 1100 – 1200 мг/добу [30].

При недостатньому споживанні кальцію з продуктами харчування або порушенні його всмоктування в організмі (при нестачі вітаміну D) розвивається стан кальцієвого дефіциту. Спостерігається підвищений виведення його з кісток та зубів. У дорослих розвивається остеопороз – демінералізація кісткової тканини, у дітей порушується розвиток скелета, розвивається рахіт. Крім того, нестача кальцію в раціоні зменшує силу та витривалість м'язів, підвищує ризик серцево-судинних та деяких онкологічних захворювань, зокрема раку прямої кишки [37].

Встановлено, що дефіцит кальцію досить поширений і небезпечний здоров'ю населення. Добавки кальцію на їжу покращують метаболічний баланс організму, зменшують швидкість втрати кісткової маси, допомагають задовольнити потребу організму в кальції [30].

При додатковому введенні кальцію відбувається посилення олдискримінації радіоактивного ізотопу стронцію у процесах асиміляції в кишечнику, що забезпечує захисну роль кальцію у розвитку стронцієвого токсикозу в районах з несприятливими факторами [35].

Таким чином, вирішуючи проблеми зниження калорійності та дефіциту мікронутрієнтів шляхом збагачення продуктів повсякденного масового споживання, доступних усім групам дитячого та дорослого населення, можна створити значний сегмент ринку борошняних кондитерських виробів із корисними для здоров'я властивостями [35].

1.4.2 Застосування солей кальцію

Регламентований вміст мінеральних речовин у збагаченому продукті має бути достатнім для задоволення за рахунок цього продукту 10 – 20 % середньої добової потреби організму в даній мінеральній речовині [30]. Як джерело кальцію застосовують різні добавки: хімічно обложена крейда, дрібнодисперсний порошок із шкаралупи курячих яєць, хлорид, карбонат, сульфат та фосфати кальцію, а також лактат, цитрат, глюконат, альгінат та пропіонат кальцію.

Максимальною розчинністю у воді характеризуються хлорид та лактат кальцію. За вмістом кальцію в солі переважними є, відповідно, карбонат та цитрат

кальцію [43]. Дослідження останніх років показали, що у людському організмі найлегше засвоюється кальцій як солей органічних кислот. Максимальною біодоступністю характеризуються лактат (E327) та цитрат (E333) кальцію.

Лактат кальцію (вміст кальцію 14 %) добре розчинний у воді, біологічно стабільний, легко засвоюється, не дратуючи слизову оболонку шлунка. Відомо, що солі молочної кислоти є сильними пластифікаторами майже всіх білків [39]. Лактат кальцію є ефективним покращувачем у хлібопеченні: встановлено, що додавання лактату кальцію в кількості 0,6 – 1,0 % до маси борошна підвищує розтяжність та пластичність сирої клейковини, покращує реологічні властивості тіста, знижує прилипання тіста при розподілі та формуванні.

Цитрат кальцію (вміст кальцію 21 %) існує у формах монокальційцитрату та трикальційцитрату, які виконують технологічні функції регуляторів кислотності та диспергуючих речовин, є розпушувачами, комплексоутворювачами та стабілізаторами кислотності продукту, мають бактерицидні та антиоксидантні властивості [38]. Цитрати пролонговано виводять з організму людини іони важких металів та радіонукліди, що дозволяє віднести їх до добавок профілактичного призначення. Безпека застосування цитратів підтверджена ВООЗ, яка відносить лимонну кислоту та її солі до речовин, що не становлять небезпеки для здоров'я людини.

1.5 Технологічні аспекти збагачення борошняних кондитерських виробів функціональними інгредієнтами

Створення функціональних харчових продуктів складної рецептури, до яких відносяться цукрове печиво, пов'язане із суттєвою модифікацією, що відбивається як на складі продукту, так і на способі отримання [46]. Рівень змін рецептурного складу, що відбувається при збагаченні печива харчовими волокнами та джерелами кальцію відбивається на органолептичних, фізико-хімічних та реологічних властивостях напівфабрикатів та готових виробів [14]. В окремих випадках заданий рівень модифікації може призвести до суттєвої зміни, що важко відновлюється, цих

показників. У подібних випадках, для вирішення технологічної задачі, орієнтованої на формування заданої сукупності властивостей збагаченого виробу, використовують поверхнево-активні речовини. Сучасна технологія практично всіх видів печива передбачає введення до їх складу поверхнево-активних речовин, які, взаємодіючи зі структурними компонентами тіста (білками, жирами та вуглеводами) з утворенням міжмолекулярних комплексів та асоціатів, забезпечують відновлення фізико-хімічних та реологічних властивостей, а також нівелювання змін органолептичних властивостей виробу [46]. До останнього часу асортимент поверхнево-активних речовин, що застосовуються в технології борошняних кондитерських виробів, залишався обмеженим і включав моно- та дигліцериди жирних до ізол (E471) та їх похідні з низькомолекулярними харчовими кислотами (E472), лецитини (E322), стеа (E481, E482) або їх комбінації між собою. Прикладами таких комбінацій є, наприклад, суміші моногліцеридів та лецитинів, та композиції моногліцеридів з їх похідними, зокрема з лимоннокислими ефірами [47]. Розвиток наряду щодо зниження енергетичної цінності та збагачення борошняних кондитерських виробів вітамінно-мінеральними преміксами, харчовими волокнами та різними джерелами біологічно активних речовин, включаючи рослинні екстракти, молочну сироватку тощо, викликало необхідність пошуку нових, ефективних добавок. технологій таких виробів із формуванням заданих реологічних та споживчих властивостей [50]. Сьогодні західні фірми пропонують виробникам подібної харчової продукції різноманітні комплексні покращувачі, здатні усунути труднощі, спричинені процесом збагачення, та забезпечити високу якість виробів. Як правило, використання таких імпорتنих добавок призводить до підвищення вартості продукції, що формує супутнє завдання, що забезпечує досягнення мети збагачення борошняних кондитерських виробів, самостійну розробку спеціальних композицій емульгаторів [51].

Висновки до розділу

Таким чином, з урахуванням актуальності створення функціональних продуктів харчування та реально обмеженого асортименту борошняних кондитерських виробів, що містять фізіологічно функціональні інгредієнти, метою даного дослідження стала розробка технології нових видів цукрового печива функціонального призначення, збагаченого комплексами харчових волокон та кальцієм.

2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Об'єкти та матеріали досліджень

Основним об'єктом розробки служило цукрове печиво, збагачене харчовими волокнами, пребіотиками, кальцієм. В якості матеріалів дослідження були обрані наступні фізіологічно функціональні інгредієнти: полідекстрози E1200 – «Litesse Ultra» і «Litesse»; лактит E 966, цитрат та лактат кальцію (E327 та E333). В роботі використовували також стандартну сировину, необхідну для приготування цукрового печива.

Вся сировина, використана під час проведення експерименту, відповідає вимогам нормативно-технічної документації.

У дослідженнях застосовували:

- полідекстроза «Litesse», «Litesse Ultra» (виробництва компанії «Danisco», Данія);
- солі кальцію: цитрат кальцію, лактат кальцію;
- цукрозамінник – лактат.

У готових виробах визначалися органолептичні та фізико-хімічні показники якості.

2.2 Методи досліджень

2.2.1 Методи аналізу напівфабрикатів та якості готових виробів

Дослідження реологічних властивостей тіста проводили на приладі «Структурометр» методом [15]. Готові вироби аналізували через 16 – 18 годин після випікання за органолептичним та фізико-хімічним показниками. При органолептичній оцінці визначали зовнішній вигляд: колір, поверхню, форму, вид у зламі; запах печива відповідно до загальноприйнятої методики. При дослідженні фізико-хімічних характеристик готового печива визначали намокання та щільність [16, 17].

2.2.2 Визначення вмісту клейковини

Клейковина борошна складається в основному з білка гліадину і глютеніну,

які добре набухають у воді і утворюють еластичну клейку масу, що тягнеться – клейковину. Вміст клейковини в борошні визначали за методикою [16].

Наважку зразка борошна масою 25 г, взяту з точністю 0,1 г, поміщають у порцелянову чашку і вливають 13 см водопровідної води, замішують тісто до отримання однорідної маси. Частки тіста, що пристали до шпателя і чашки або маточки і ступки, ретельно зачищають за допомогою ножа і приєднують до загальної маси тіста. Тісто добре проминають руками, скочують у кульку і поміщають у прикриту склом чашку. У такому вигляді дають спокій на 20 хв при температурі 18 ± 2 °С.

У велику чашку або тазик наливають 1 – 2 дм³ водопровідної води температурою 18 ± 2 °С, занурюють у неї кульку тіста і, розминаючи його пальцями, обережно без перерви роблять відмивання крохмалю та оболонки.

Воду в міру накопичення в ній крохмалю та частинок оболонки змінюють кілька разів, попередньо проціджуючи відпрацьовану через часте шовкове сито. Що залишилися на ситі, частинки клейковини, що відірвалися, збирають і приєднують до загальної маси. Коли основна маса крохмалю буде відмита і клейковина стане пов'язаною та пружною, промивання ведуть енергійніше. Відмивання продовжують доти, поки вода, що стікає при відтисканні клейковини, не стане майже прозорою – в ній не буде видно каламуті. Допускається відмивати клейковину під слабким струменем води температурою 18 ± 2 °С над частим ситом.

Для перевірки повноти відмивання клейковини у склянку із чистою водою вичавлюють із клейковини кілька крапель води. Якщо вода у склянці не помутніє, вважають, що клейковина відмита повністю. Потім її добре віджимають. Віджату клейковину зважують.

Так як наважка борошна становить 25 г, отримана маса клейковини, помножена на 4, дає її вміст у відсотках. Відхилення при контрольних визначеннях має перевищувати ± 2 %.

2.2.3 Визначення властивостей клейковини на приладі ІДК

Лабораторний прилад ІДК-1 призначений для визначення здатності

клейковини чинити опір деформуючого навантаження стиснення протягом певного часу. Результати вимірювання пружності проби клейковини виражають в умовних одиницях шкали приладу: чим вище зазначена здатність проби, тим менше вона стиснеться і тим менша величина буде зафіксована на шкалі приладу.

Порядок роботи у приладі.

Перед початком роботи пристрій підключають до електромережі для прогріву. З відмитої і добре віджатої клейковини беруть пробу масою 4 г і формують з неї в ручну кульку, яку поміщають на 15 хвилин у воду температурою 20 °С. Після цього його поміщають на середину столика приладу. Натискають кнопку включення реле часу «пуск», спрацьовує електромагніт, що звільняє пуансон, який під дією своєї маси починає опускатися. Стрілка «показник шкали» мікроамперметра відходить ліворуч за позначку 0 шкали. У міру подальшого опускання пуансона вона продовжує рухатися праворуч за шкалою мікроамперметра. Пуансон, дійшовши до кульки клейковини, починає її стискати. Через 30 секунд спрацьовує реле часу, кнопка «пуск» вмикається, стиск клейковини припиняється. Стрілка-показчик зупиняється, вмикається лампочка «відлік». При цьому стрілка-показчик показує на шкалі мікроамперметра величину деформації стиснення клейковини в одиницях шкали приладу одна одиниця шкали приладу дорівнює 0,07 мм вертикального переміщення пуансона.

Записавши показання приладу, натискають кнопку «гальмо» і піднімають пуансон у верхнє положення і, утримуючи його, опускають кнопку «гальмо». Лампочка "відлік" відключається.

Чим сильніше борошно та клейковина, тим менша величина приладу ІДК. За величиною показника ІДК клейковину поділяють такі групи, наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика клейковини за показником ІДК

Клейковина	Значення шкали приладу ІДК
------------	----------------------------

Коротка	40 – 60
Середня	61 – 80
Слабка	81 – 100
Дуже слабка	Понад 100

2.2.4 Методика проведення пробних лабораторних випічок цукрового печива

Розробка нових видів цукрового печива, збагаченого функціональними інгредієнтами, заснована на пробних лабораторних випічках. Процес приготування тіста для цукрового печива включав дві стадії: збивання емульсії та заміс тіста [17].

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

Заміс тіста. Готову емульсію змішували з борошном, крохмалем та харчовим волокном, завантажуючи у місильну машину. Тісто вологістю 18,5 % і температурою 27 – 28 °С замішували на тістомісильній машині протягом 10 хвилин. Обробку тіста проводили вручну, тестові заготовки випікали при температурі 220 °С у лабораторній печі протягом 4 – 5 хвилин [18].

Цукрове печиво при збагаченні харчовим волокном полідекстрозу «Litesse Ultra» та кальцієм, готували за рецептурою, представленою в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Рецептура цукрового печива, збагаченого харчовим волокном полідекстрозу «Litesse Ultra» та кальцієм.

Найменування сировини	Масова частка сухих речовин, %	Витрата сировини, кг	
		В натурі	У СР
Борошно пшеничне в/г	85,50	629,98	538,63
Крохмаль	87,00	49,07	42,69
Препарат «Polydextrose Litesse Ultra»	96,00	99,47	95,49
Цукрова пудра	99,85	183,20	182,93
Інвертний сироп	70,00	29,84	20,89
Маргарин	75,00	126,00	105,84
Меланж	27,00	39,79	10,74
Цитрат кальцію	99,60	8,60	8,57
Комплексний емульгатор	98,0	2,52	2,47
Сіль	96,00	4,27	4,24
Сода	50,00	4,4	2,2
Амоній	-	0,66	-
Разом	-	1125,82	969,54
Вихід	95,50	1000	955

2.2.5 Метод визначення щільності печива

Визначення щільності печива полягає у визначенні об'єму та маси виробу. Об'єм зтяжного вимірюється за допомогою об'ємомірнику, що працює за принципом визначення обсягу витісненого виробом сипучого наповнювача (просіяного пшона). Маса печива визначалася зважуванням на лабораторних електронних терезах. Щільність печива (P) визначалася за такою формулою:

$$P = \frac{m}{V}, \text{ кг/м}^3$$

де m – маса печива, кг;

V – об'єм печива, м³.

2.2.6 Методика визначення намочуваності печива

Метод визначення намочуваності заснований на встановленні збільшення

маси борошняних кондитерських виробів при зануренні у воду за температури 20 °С на встановлений час. Намочуваність характеризується відношенням маси виробів після намокання до маси сухих виробів після намокання до маси сухих виробів і виражається у відсотках.

Наважку борошняних кондитерських виробів поміщають у воду на спеціальних трисекційних клітинах з металевої нержавіючої сітки. При аналізі знаходять масу клітини після занурення у воду та витирання із зовнішнього боку. Для цього клітину занурюють у посудину з водою, виймають, дають стекти воді і витирають тільки із зовнішнього боку. Печиво використовують цілими виробами, галети попередньо розрізають на 2 частини діагоналі. У кожен секцію клітини поміщають по 3 штуки печива або 3 половинки галети і зважують на технічних терезах. Клітку опускають у посудину з водою температурою 20 °С, вироби витримують 2 хвилини. Клітину виймають із води і тримають 30 с у похилому положенні, потім витирають із зовнішнього боку і зважують.

2.2.7 Методика проведення органолептичної оцінки

Органолептичну оцінку якості печива проводили методом сенсорного аналізу. Встановлено чотири показники якості, кожен з яких оцінюється трьома ступенями якості: відмінно – 3, добре – 2 та задовільно – 1. Кожному з чотирьох показників якості встановлено коефіцієнт значущості. Сума коефіцієнтів значущості при тридцятибальній системі та трьох ступенях якості повинна дорівнювати приватному від поділу бальності системи (30) на кількість ступенів якості (3), тобто. $30:3 = 10$. Коефіцієнти значущості за показниками якості розподіляються при оцінці атестованих на знак якості кондитерських виробів таким чином: смак та аромат – 4, структура та консистенція – 3, колір та зовнішній вигляд – 2, форма – 1 ($4+3+ 2+1=10$).

Як правило, органолептичну оцінку проводить не одна особа, а група з кількох дегустаторів. Кожен заповнює окремий бланк, де проставляє оцінки за всіма показниками у балах. Результат роботи такої групи розраховується окремо кожного показника як середнє арифметичне, потім результат множать на

коефіцієнт значимості показника. Сума таких творів за всіма (чотирма) показниками дає загальну оцінку в балах.

Висновки до розділу

Опрацювавши даний розділ кваліфікаційної роботи було охарактеризовано об'єкти та матеріали досліджень. Для проведення наукових досліджень було використано стандартні методи досліджень, а саме: методи аналізу напівфабрикатів та якості готових виробів; визначення вмісту клейковини; визначення властивостей клейковини на приладі ІДК; методика проведення пробних лабораторних випічок цукрового печива; метод визначення щільності печива; методика визначення намочуваності печива; методика проведення органолептичної оцінки.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В експериментальній частині роботи узагальнено результати досліджень зі створення технології борошняних кондитерських виробів функціонального призначення – цукрового печива, збагаченого новими видами харчових волокон пребіотичної дії. Мета розробки була пов'язана зі зниженням енергетичної цінності (калорійності) та одночасним збагаченням печива полідекстрозою та лактатом. У завдання розробки входило створення нового виду цукрового печива з харчовими волокнами та кальцієм спеціально для дітей та підлітків. Зниження масової частки цукру, що бере участь у формуванні традиційної якості цукрового печива, а також додавання солі кальцію, є можливим при використанні технологічних рішень, що нівелюють вплив цих факторів на властивості тіста та печива. Такими технологічними рішеннями стали розроблений спосіб внесення полідекстрози та введення емульгаторів, у тому числі комплексного емульгатора, спеціально розробленого для цих цілей.

3.1 Розробка рецептури та технології цукрового печива функціонального призначення

При модифікації цукрового печива до функціонального продукту ефективним прийомом є його збагачення фізіологічно функціональними інгредієнтами. Вихідна задача пов'язана з використанням комбінації функціональних інгредієнтів, склад та співвідношення яких визначаються з урахуванням встановлених фізіологічних норм їх споживання та впливу на споживчі властивості готового виробу. У цьому дослідженні як функціональні інгредієнти були використані інулін, фруктоолігосахариди та полідекстроза - харчові волокна з доведеними пребіотичними властивостями. Відповідно до рекомендацій FAO/WHO, продукт позиціонується як «збагачений харчовими волокнами», якщо їх вміст сягає 6 %. Як зазначалося в літературному огляді (розділ 1.3), процес збагачення борошняних кондитерських виробів харчовими волокнами є результативним за умови одночасного зниження їхньої енергетичної цінності. З метою зниження калорійності шляхом заміни частини рецептурної кількості цукру

застосовували лактит, відмінною особливістю якого, крім технологічної функції заміни цукру, є доведений ефект пребіотичної дії.

Іншим фізіологічно функціональним інгредієнтом, що застосовувався для збагачення печива, був кальцій, недостатність споживання якого значною частиною населення Росії встановлена в результаті епідеміологічних досліджень, які проводять Інститут харчування РАМН. Доведену ефективність має збагачення кальцієм продуктів, призначених для дітей та підлітків. Так як цукрове печиво відноситься до найбільш популярних видів борошняних кондитерських виробів у цих категорій населення, збагачення кальцієм саме цього виду виробів забезпечить реальну можливість ліквідації дефіциту елемента в традиційних раціонах харчування. Відомо, що засвоєння кальцію організмом стимулюється присутністю пребіотиків, отже, спільне введення в продукт джерела кальцію та харчових волокон, які мають пребіотичним ефектом, є ефективним способом збагачення харчового продукту. У роботі експериментально досліджували вплив перерахованих інгредієнтів на властивості цукрового тіста та якість готових виробів.

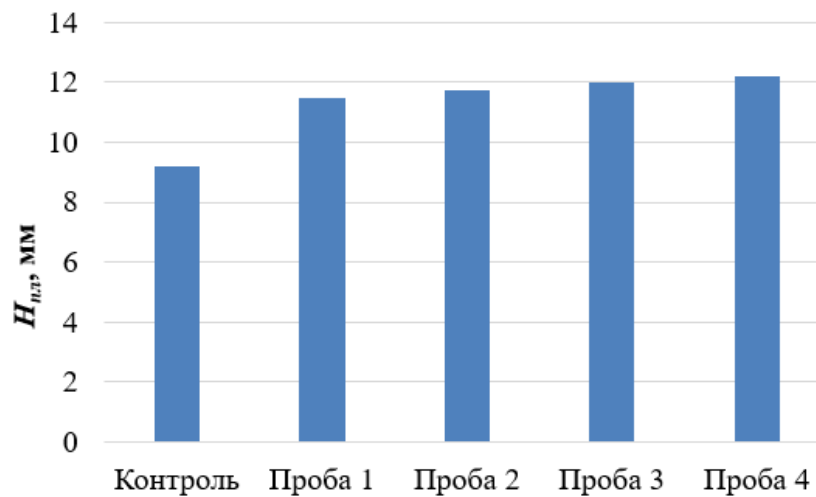
3.2 Застосування полідекстрози для збагачення цукрового печива

Полідекстроза (ПД, Е 1200) являє собою розгалужений полімер глюкози, що включає всі типи глікозидних зв'язків і отриманий шляхом конденсації глюкози з невеликою кількістю сорбіту та лимонної кислоти.

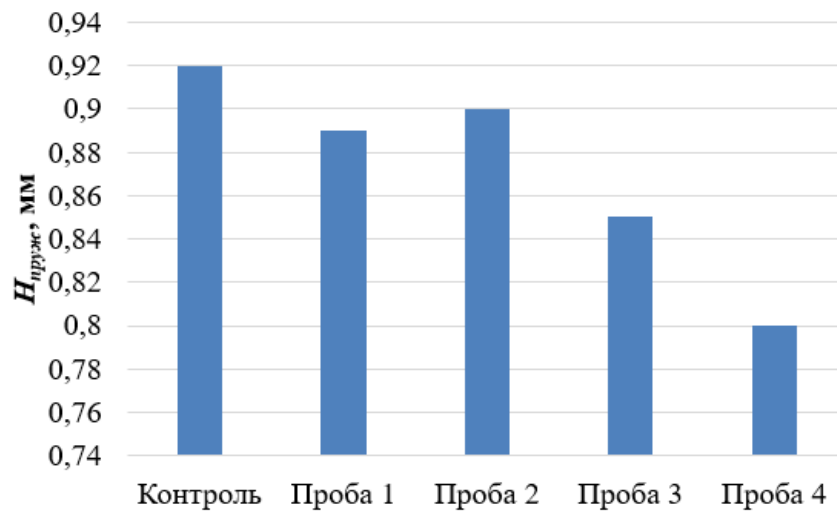
Полідекстроза відноситься до розчинних харчових волокон і має коефіцієнт енергетичної цінності 1ккал/г. Введення полідекстрози в рецептуру цукрового печива забезпечує два технологічні ефекти: збагачення харчовими волокнами та зниження калорійності. З цією метою досліджували можливість часткової заміни рецептурної кількості цукру на препарати полідекстрози «Litesse» і «Litesse Ultra», що відрізняються вмістом цукрів, що редукують, за рахунок різного ступеня очищення. Досліджували вплив цих препаратів на зміну пружної та пластичної деформації тіста, фізико-хімічні та органолептичні показники цукрового печива. У

завдання входило визначення найбільш раціонального способу внесення полідекстрази.

У ході дослідження розглядали два способи запровадження полідекстрази, причому паралельно вирішували завдання зниження калорійності печива шляхом часткової заміни цукру на полідекстразу. За першим способом, обидва види полідекстрази вносили в кількості, що дорівнює 5,8 % до маси тіста замість 30 % рецептурної кількості цукру. За другим способом 10 г полідекстрази (на 172 г тіста) вносили натомість 10 % до частини рецептурної кількості борошна. Причому частину полідекстрази, що замінює цукор, вносили на стадії приготування емульсії, попередньо змішавши з цукровою пудрою і розчинивши в рецептурній кількості води, а частина полідекстрази, що замінює борошно – на стадії замісу тіста у складі сухої суміші з борошном та крохмалем. Про вплив полідекстрази на цукрове тісто судили щодо зміни величин його пружної та пластичної деформації. Експериментальні дані, отримані в цих дослідках, представлені на рис. 3.1 (а, б).



а) пластична деформація



б) пружна деформація

Рисунок 3.1 – Вплив полідекстрази «Litesse» та «Litesse Ultra» на реологічні властивості тіста

Проба 1 – 10 г «Litesse Ultra» взамін цукру;

Проба 2 – 10 г «Litesse Ultra» взамін цукру; 5 г «Litesse Ultra» взамін борошна;

Проба 3 – 10 г «Litesse» взамін цукру;

Проба 4 – 10 г «Litesse» взамін цукру; 5 г «Litesse» взамін борошна;

Дані на рис. 1.1 свідчать про те, що при внесенні як ПД «Litesse», так і ПД «Litesse Ultra» в рецептурний склад цукрового тіста, пластична деформація помітно збільшується у всіх тестових заготовках. Найбільші зміни пластичної деформації спостерігалися у зразках з додаванням полідекстрази «Litesse», для яких значення показника $H_{пл}$ зросло на 29 %. Зразки, що містять полідекстразу «Litesse Ultra», мали інші показники пластичної деформації: її збільшення склало 23 %.

Додавання препаратів полідекстрази, що мають різний ступінь очищення, неоднозначно позначалося зміні пружної деформації тесту. У пробах, що містять полідекстразу «Litesse Ultra», пружна деформація знизилася незначно (проби 1, 2), при цьому пружна деформація зразків, що містять полідекстразу «Litesse», зменшилася на 7 і 13 % (проби 3, 4).

За результатами досліджень реологічних властивостей цукрового тіста з додаванням полідекстрази було встановлено ефект достовірної зміни реологічних

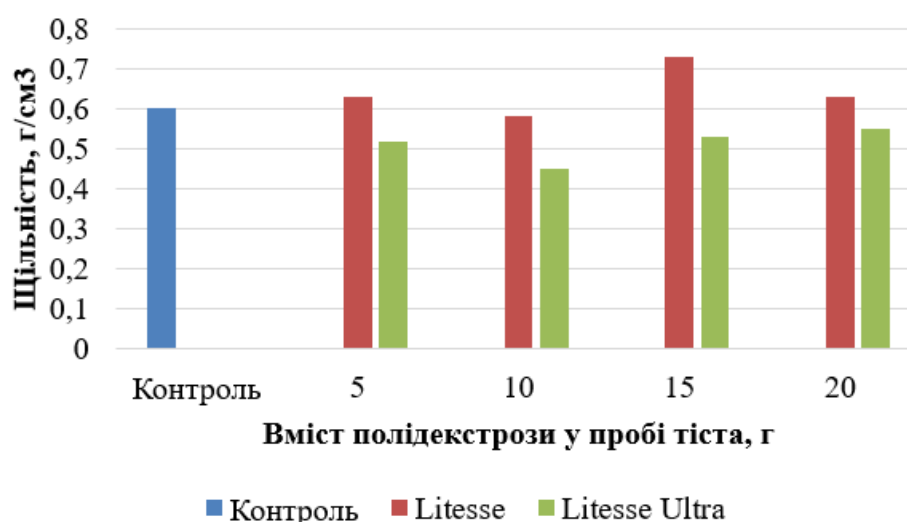
характеристик тесту, величина якого залежить від виду комерційного препарату ПД. Для вибору конкретного виду та концентрації ПД, а також для уточнення способу її введення в тісто досліджували вплив полідекстрази на якість готових виробів.

3.2.1 Дослідження впливу зразків полі декстрази на показники якості цукрового печива зі скороченим вмістом цукру

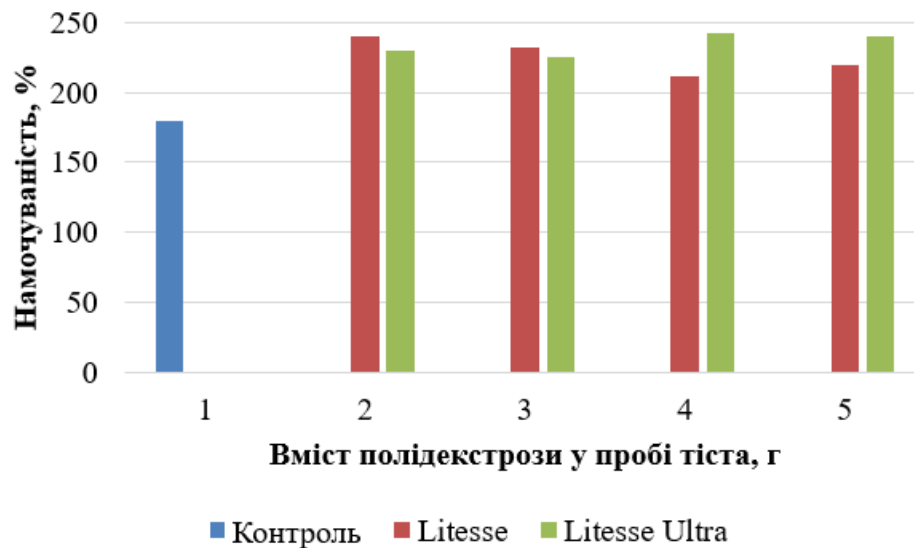
У дослідах використовували два зразки полідекстрази: «Litesse» і «Litesse Ultra», які вводили в рецептуру цукрового печива замість частини цукру. Заміну цукру здійснювали в інтервалі від 15 до 60 %, що відповідає 5, 10, 15 та 20 г ПД у розрахунку на 172 г тіста. ПД вносили в емульсію, попередньо змішуючи її із цукровою пудрою.

Якість готових виробів оцінювали за фізико-хімічними показниками – щільністю та намочуваністю виробів, а також за результатами дегустації способом, описаним у розділі 2.

В результаті експерименту було отримано дослідні дані, представлені на рис. 3.2 (а, б).



а) щільність



б) намочуваність

Рисунок 3.2 – Вплив на фізико-хімічні показники цукрового печива заміни частини цукру на полідекстрозу

Як видно з діаграми, найкращі показники мають проби, які містять препарат полідекстрози «Litesse Ultra». Найменша густина, що характеризує позитивні якісні зміни, відзначалася у проб, у яких 30 % цукру замінено на 5,8 % полідекстрози (10 г ПД на 172 г тіста). З рисунка видно, що обидва препарати ПД сприяють збільшенню намочуваності у всіх зразках готового виробу, що свідчить про поліпшення структури печива.

Під час проведення органолептичної оцінки якості готових виробів, що має вирішальне значення для формування попиту певний вид виробів, було отримано такі результати, подані в табл. 3.1 та 3.2.

Органолептична оцінка цукрового печива зі скороченою кількістю цукру показала, що такий прийом не відбивається на якості печива при заміні його на полідекстрозу, введену в кількості 5 – 15 г у розрахунку на 150 г виробів, що відповідає вмісту харчових волокон у печиві, що становить 3,3 – 10 %.

Колір, форма, поверхня та вид у зламі у цих проб відповідав контрольним показникам.

Таблиця 3.1 – Вплив зразків полідекстрози «Litesse» на органолептичні показники цукрового печива

Показник	Колір	Поверхня	Форма	Вид у зламі	Смак та запах
Контроль	Пісочно-жовтий	Рівна	Правильна без вм'ятин, краї рівні	Пори середні за розміром, рівномірно	Приємний, властивий цьому виду печива
5 г ПД	Пісочно-жовтий	Рівна	Правильна без вм'ятин, краї рівні	Пори середні за розміром, рівномірно	Приємний, властивий цьому виду печива
10 г ПД	-//-	-//-	-//-	-//-	Приємний, властивий цьому виду печива, трохи менш солодкий
15 г ПД	-//-	-//-	-//-	Пори дрібніші за розміром, рівномірно розподілені	Приємний, менш солодкий
20 г ПД	-//-	Не рівна	-//-	Те саме	Мало-солодкий, при відкушуванні

Було відзначено, що підвищення вмісту полідекстрози в печиво дещо зменшувалася його насолода .

Заміна 60% цукру на полідекстрозу, концентрація якої в продукті в цьому випадку становить 13,3%, призвела до погіршення якості печива: поверхня стала нерівною, печиво стало надмірно твердим при відкушуванні, солодкий смак – помітно слабший.

Таблиця 3.2 – Вплив зразків полідекстрози «Litesse Ultra» на органолептичні показники якості цукрового печива

Показники	Колір	Поверхня	Форма	Вид у зламі	Смак та запах
Контроль	Пісочно-жовтий	Рівна	Правильна без вм'ятин, краї рівні	Пори середні за розміром, рівномірно розподілені	Приємний, властивий цьому виду печива
5 г ПД	Пісочно-жовтий	Рівна	Правильна без вм'ятин, краї рівні	Пори середні за розміром, рівномірно розподілені	Приємний, властивий цьому виду печива
10 г ПД	-//-	-//-	-//-	-//-	Приємний, властивий цьому виду печива, трохи менш
15 г ПД	-//-	-//-	-//-	Пори дрібніші за розміром, рівномірно розподілені	Приємний, менш солодкий
20 г ПД	-//-	Не рівна	-//-	Те саме	Малосолодкий, при відкушуванні відчувається твердість

Було відзначено, що підвищення вмісту полідекстрози в печиво дещо зменшувалася його насолода .

Заміна 60 % цукру на полідекстрозу, концентрація якої в продукті в цьому випадку становить 13,3 %, призвела до погіршення якості печива: поверхня стала

нерівною, печиво стало надмірно твердим при відкушуванні, солодкий смак – помітно слабший.

На рис. 3.3, наведено результати бальної оцінки якості проб цукрового печива з різним рівнем заміни цукру на полідекстрозу.

З урахуванням органолептичних, реологічних та фізико-хімічних показників якості печива для заміни цукру було обрано препарат полідекстрази «Litesse Ultra» у кількості 10 г на 150 г печива. Отримане печиво містить майже 7 % полідекстрази та може бути віднесено до категорії функціональних продуктів, збагачених харчовими волокнами.

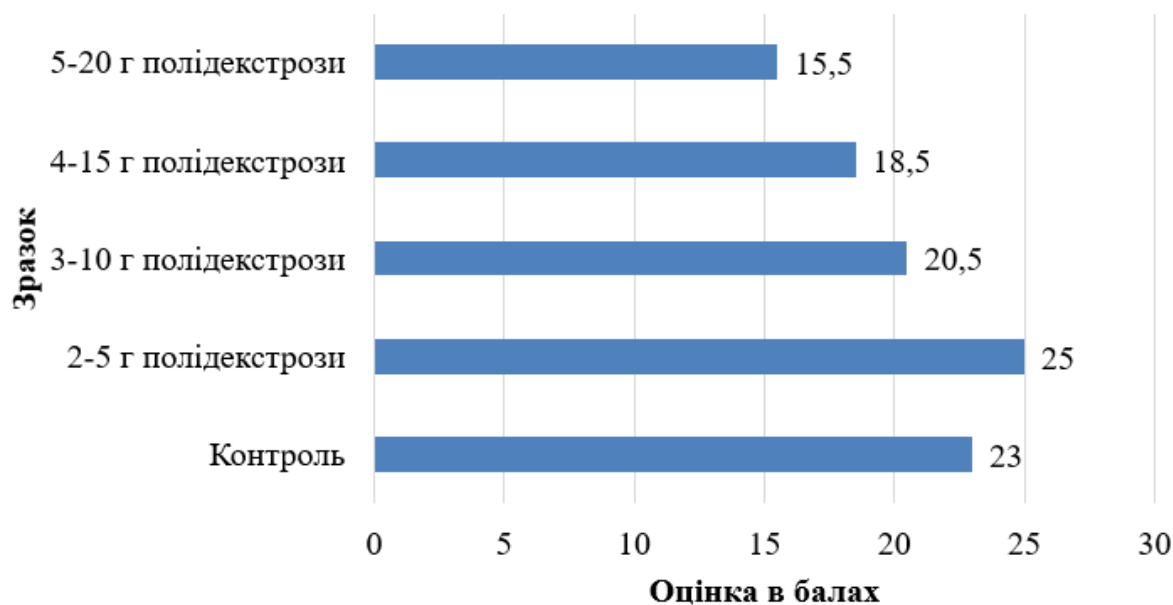


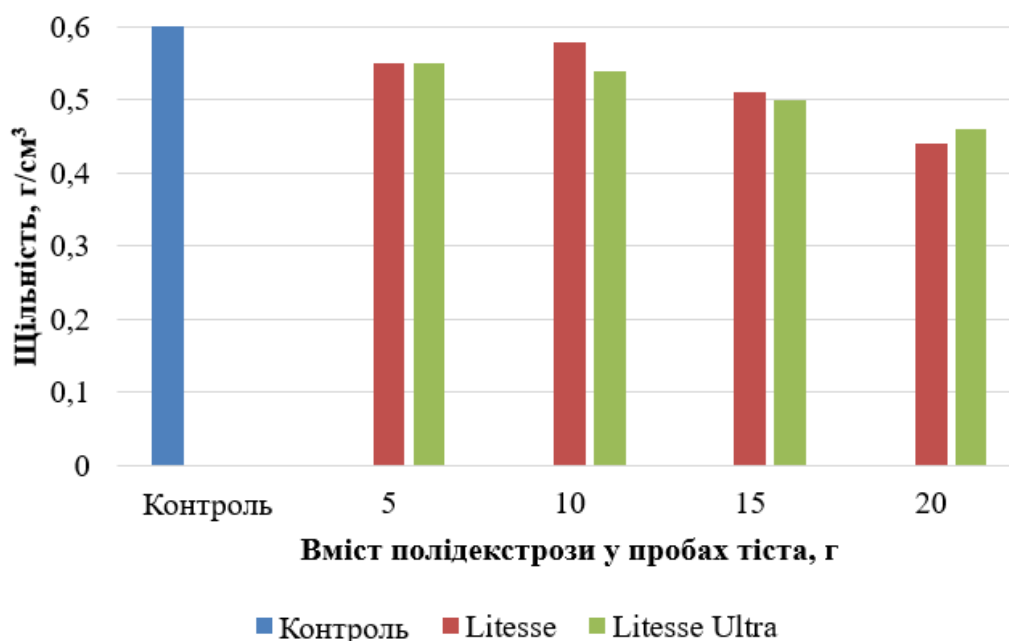
Рисунок 3.3 – Бальна оцінка якості проб цукрового печива, що містить полідекстрозу з частковою заміною сахарози

3.2.2 Дослідження впливу зразків полідекстрази на показники цукрового печива зі скороченим вмістом борошна

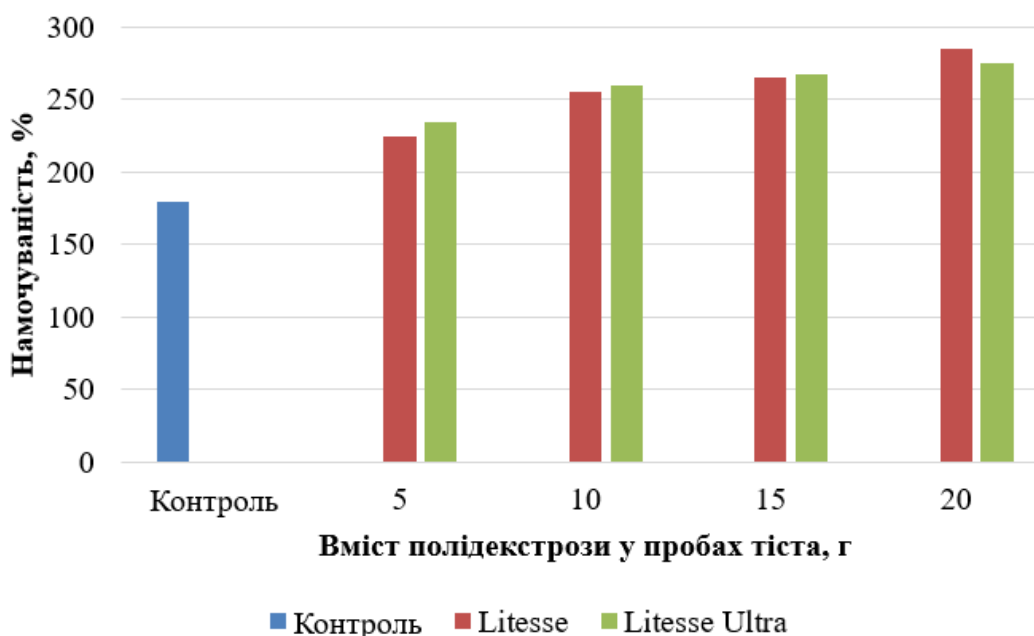
Інший спосіб збагачення печива харчовими волокнами передбачав заміну на полідекстрозу частини рецептурної кількості борошна. З метою уточнення дозувань препаратів полідекстрази їх вносили в сухому вигляді разом із борошном, з рецептурною кількістю, якою скорочували на 5 – 20 %, замінюючи відповідно на 5, 10, 15, 20 г полідекстрази з розрахунку на 172 г тіста. Фізико-хімічні властивості

готових виробів оцінювали за щільністю та намочуваністю. (рис. 3.4 а, б)

З рисунків видно, що практично у всіх пробах виробів щільність зменшується і досягає мінімального значення при дозуванні обох видів полідекстрази, що відповідає 20 г на 172 г тіста. Значення намочуваності, навпаки, з підвищенням концентрації полідекстрази зростають, значно перевищуючи контрольний зразок.



а) щільність



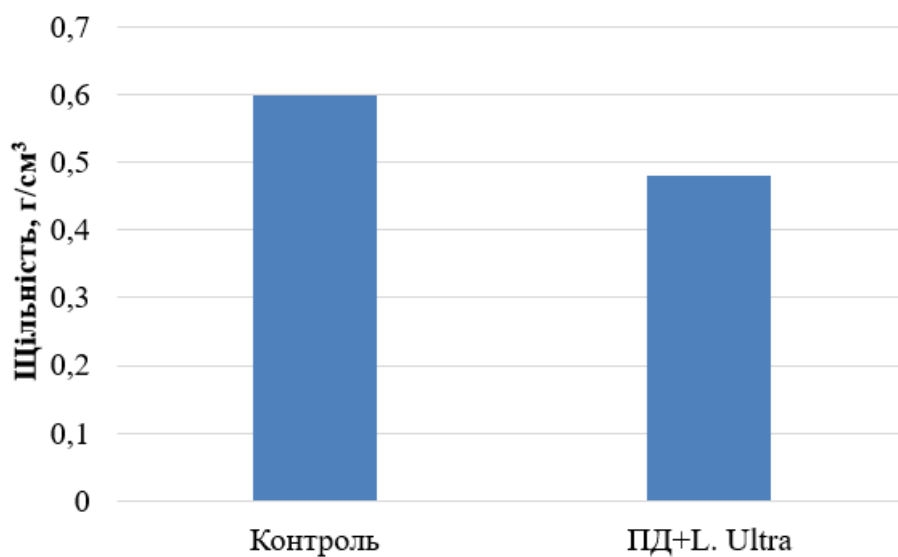
б) намочуваність

Рисунок 3.4 – Вплив на фізико-хімічні властивості цукрового печива заміни частини борошна на полі декстрозу

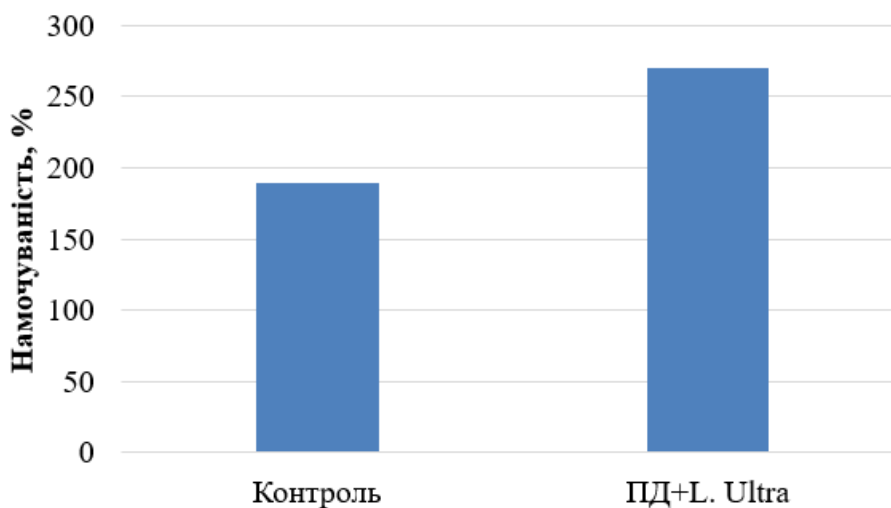
Однак при дозах полідекстрази, що перевищують 3 % (5 г на 172 г тіста), вироби не зберігають форму та вигляд, розтікаються на деку. В результаті аналізу проб печива, отриманих у ході пробних лабораторних випічок, було встановлено, що без зміни якісних показників до складу печива вдається вести трохи більше 3 % полідекстрази.

При узагальненні результатів дослідження щодо введення ПД у рецептуру цукрового печива замість частини цукру та частини борошна було визначено оптимальні дозування полідекстрази. Сумарна кількість ПД у рецептурі цукрового печива становила 15г на 150 г продукту.

При цьому здійснюється дробове введення даного інгредієнта: 10 г - в емульсію замість частини рецептурної кількості цукру і 5 г - у вигляді порошку в муку за рахунок скорочення її дозування. Результати випічок, проведених із застосуванням розробленого способу введення полідекстрази «Litesse Ultra», представлені на рис. 3.5 (а, б), і табл. 3.3.



а) щільність



б) намоочуваність

Рисунок 3.5 – Фізико-хімічні показники якості цукрового печива з полідекстрозою «Litesse Ultra» у порівнянні з контролем

Таблиця 3.3 – Органолептичні показники якості печива з полідекстрозою «Litesse Ultra»

Показник	Колір	Поверхня	Форма	Вид у зламі	Смак та запах
10 г ПД – в емульсію, 5 г в борошно	Пісочно-жовтий	Рівна	Правильна без вм'ятин, краї рівні	Пори середні за розміром, рівномірно розподілені	Приємний, властивий цьому виду печива

Результати представлені на рис. 3.5 та табл. 3.3 свідчать про відповідність якості проб печива, що містить полідекстрозу «Litesse Ultra» при частковому (на 30 %) скороченні в рецептурі цукру. Таким чином, запропонований спосіб дробового введення рецептуру цукрового печива дозволяє поліпшити стандартні показники якості і збагатити продукт харчовим волокном на 10 %.

3.3 Розробка способу зниження енергетичної цінності печива

Зниження частини рецептурної кількості сахарози в рецептурах борошняних кондитерських виробів, які належать до висококалорійних харчових продуктів, є

одним із пріоритетних напрямків створення нових видів виробів зниженої енергетичної цінності.

Оскільки роль цукру в кондитерських výroбах не обмежується тільки створенням солодкого смаку, а пов'язана з процесом структуроутворення, проста заміна сахарози на відповідну за еквівалентом солодощі кількість інтенсивного підсолоджувача неможливо. Основний прийом зниження енергетичної цінності цукрового печива за збереження його традиційно солодкого смаку передбачає застосування замітника цукру.

При виборі замітника цукру у складі борошняних кондитерських виробів слід керуватися не тільки коефіцієнтом солодощі та смаковим профілем, а й подібністю до сахарози та фізико-хімічних властивостей, таких як гігроскопічність, розчинність у воді, схильність до кристалізації. Таким вимогам відповідають передусім поліоли. За рівнем солодощі вони найчастіше поступаються сахарозі, хоча зі збільшенням концентрації коефіцієнт солодощі зростає. Поліоли негігроскопічні та не кристалізуються. Вони не вступають у реакцію Майяра і не карамелізуються, тому борошняні кондитерські вироби, що містять поліоли, мають світліший відтінок. Застосування поліолів у виробництві борошняних кондитерських виробів не ускладнює технологічний процес, їх вносять у продукт аналогічно до цукру – у вигляді сиропу [32].

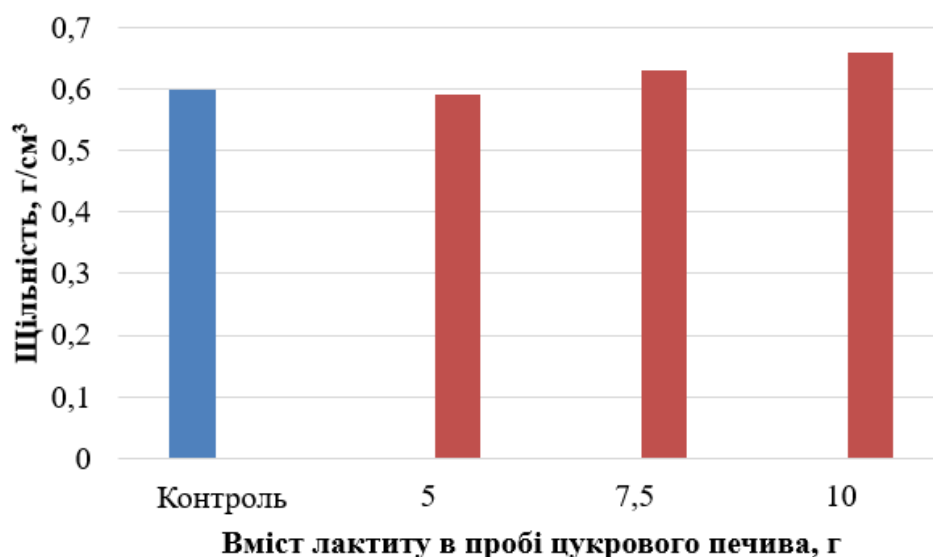
Серед відомих цукрозамінників – поліолів, до яких належать ксиліт, сорбіт, ізомальтит, маніт, лактит, мальтит, найбільший інтерес представляє лактит, який відрізняється від більшості інших достовірно доведеними пребіотичними властивостями.

Лактит (E966) – продукт гідрування лактози, застосовується у формі моногідрату кристалічного порошку, що містить не менше 97,5 % сухих речовин, з коефіцієнтом солодощі 0,35 – 0,4, що не залишає стороннього присмаку в роті. Лактат є низькокалорійним структуроутворюючим цукрозамінником, його розчинність аналогічна сахарозі.

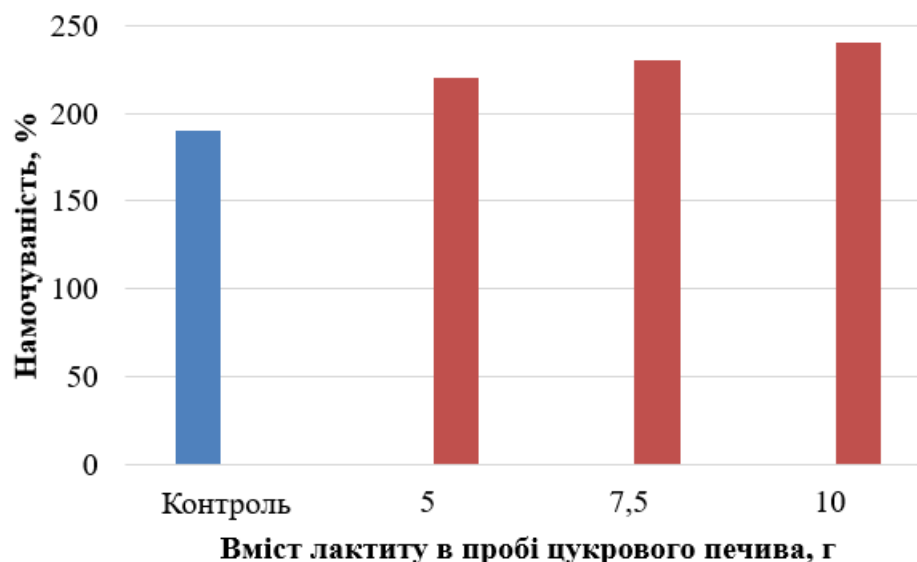
Під час розробки способу зниження енергетичної цінності цукрового печива шляхом часткової заміни цукру спочатку досліджували вплив лактиту на фізико-

хімічні показники якості цукрового печива. З цією метою лактит вводили замість 15 – 30 % від загальної рецептурної кількості цукру, що відповідало 5, 7,5 і 10 г лактату для 150 г готових виробів.

Вплив цих добавок лактату на фізико-хімічні показники якості цукрового печива ілюструє рис. 3.6 (а, б).



а) щільність



б) намочуваність

Рисунок 3.6 – Вплив лактиту на фізико-хімічні показники якості готових виробів

В результаті пробних лабораторних випічок було встановлено, що додавання 5 г лактату в рецептуру печива не істотно впливає на щільність готових виробів (збільшення цього показника незначно), у той час як намокання зразків з лактатом відрізняється від контрольного показника і перевищує його на 25 %.

Органолептична оцінка печива показала, що його структура стає більш розсипчастою та крихкою, що було відзначено дегустаторами як позитивний факт. При цьому при внесенні лактату в рецептуру печива кількості 7,5 та 10 г у рецептуру печива спостерігалася поява присмаку сухого молока, не властивого даному виду виробів.

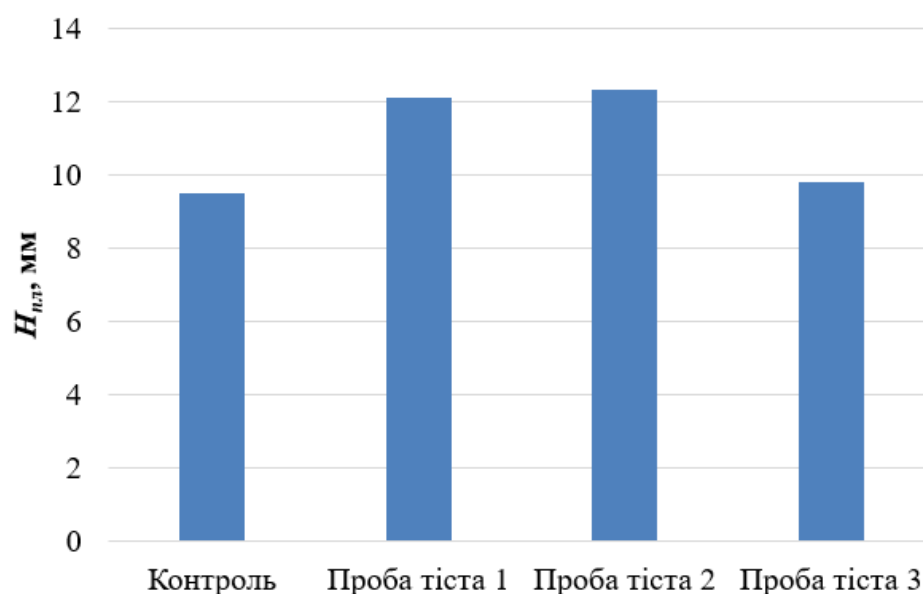
3.4 Вплив комбінації полідекстрази «Litesse Ultra» та лактату на реологічні характеристики тіста та фізико-хімічні показники якості цукрового печива

Максимально можливе зниження цукру в рецептурі цукрового печива та одночасне збагачення його харчовими волокнами та пребіотиками може бути досягнуто шляхом спільного введення полідекстрази та лактиту. У попередніх розділах експериментальної частини роботи розглянуто вплив кожного з цих інгредієнтів на властивості тіста та готових виробів. Однак загальний ефект, який вони проявляють, значною мірою, залежатиме від співвідношення полідекстрази і лактиту, а також від загального дозування цих добавок.

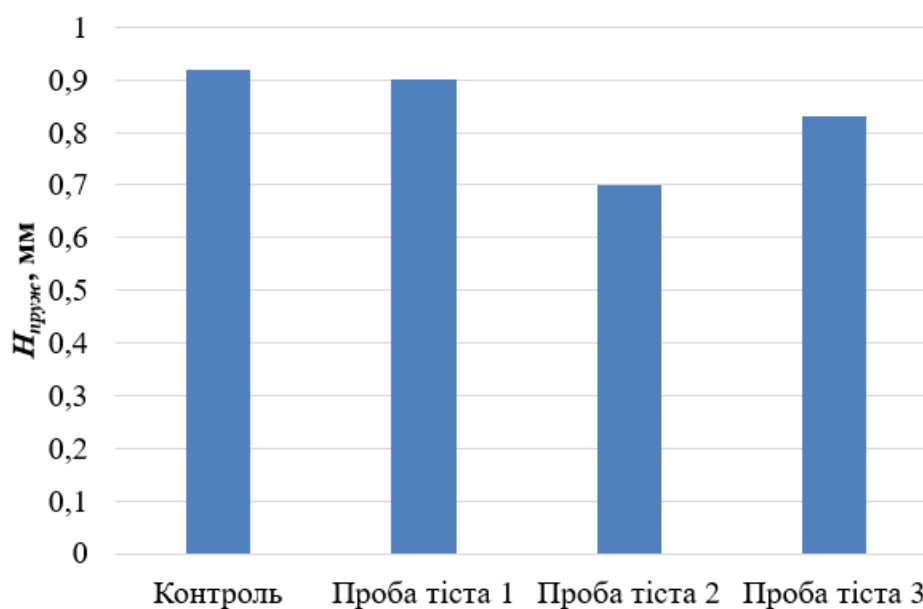
Співвідношення полідекстрази та лактиту було визначено з урахуванням результатів попередніх досліджень. Рецептурна кількість полідекстрази становило 15 г, а лактиту – 5 г у розрахунку на 172 г тіста, що відповідає співвідношенню 3:1 (загальна дозування добавок – 20 г на 172 г тіста). Крім цього, у поєднанні з полідекстразою, застосовували підвищене дозування лактиту, що дорівнює 7,5 г на 172 г тіста, при якій співвідношення полідекстрази та лактиту склало 2:1 (загальна дозування добавок – 22,5 г на 172 г тіста). На рисунку 3.7 представлені результати дослідження реологічних властивостей тіста, що містить комбінації полідекстрази та лактиту.

У дослідженнях реологічних властивостей тіста, щільності та намокання

печива дослідні дані порівнювали з контролем, приготованим за традиційною рецептурою і пробою, що містить тільки полідекстрозу, причому, у всіх варіантах полідекстрозу вносили дробово, раніше запропонованим, способом – 10 г замість цукру і 5 г замість борошна .



а) пластична деформація



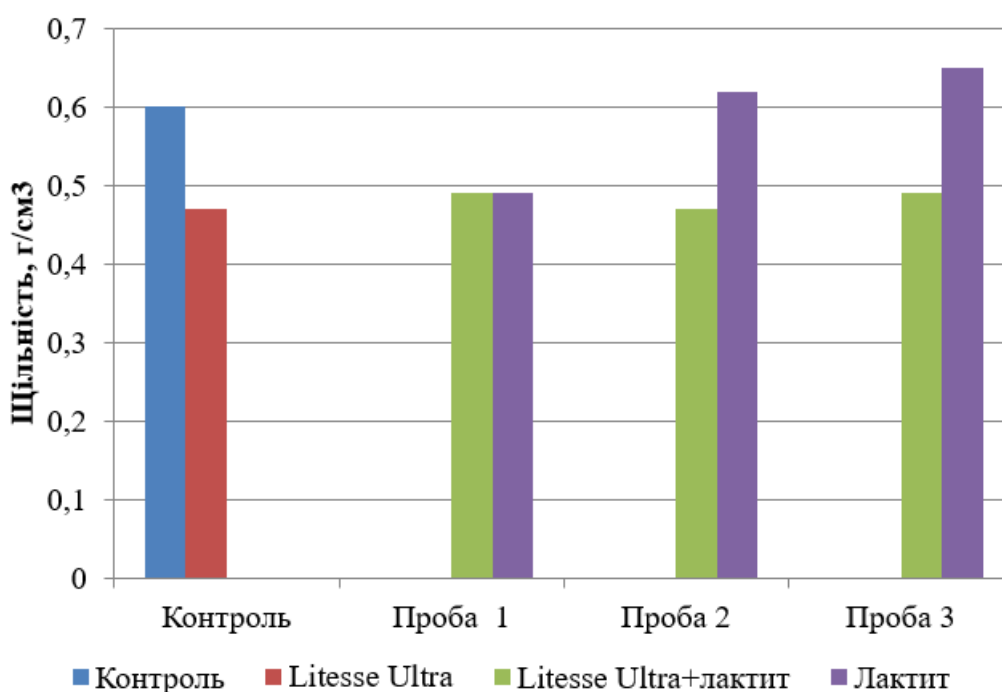
б) пружна деформація

Рисунок 22 – Вплив комбінації лактигу та ПД «Litesse Ultra» на реологічні властивості тіста

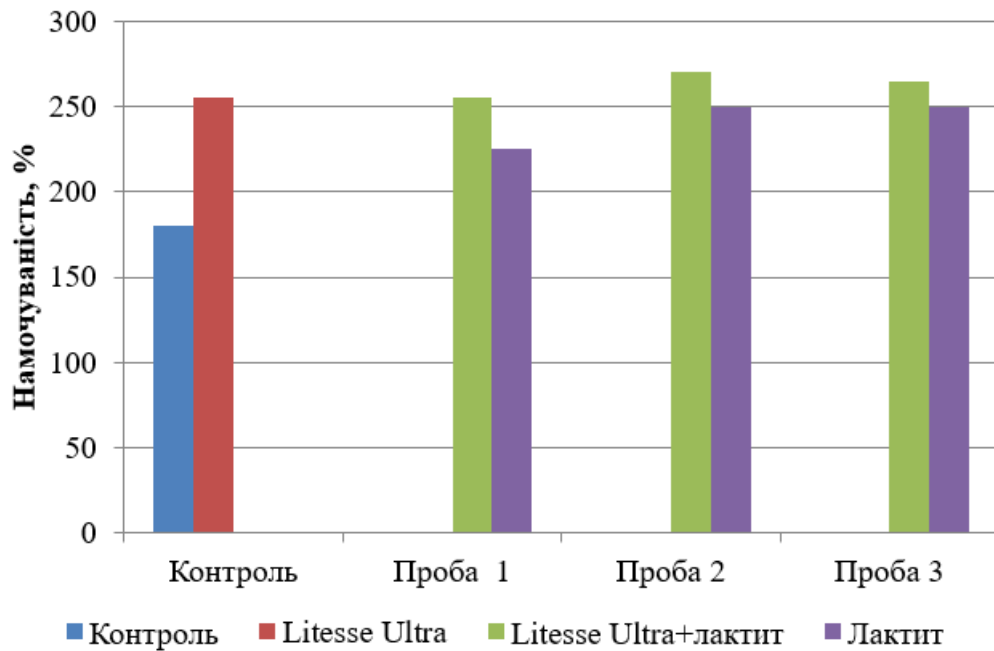
З діаграми, представленої на рис. 3.7, видно, що помітне збільшення пластичної деформації тіста спостерігається лише в одному досліді – при співвідношенні полідекстрази лактит, що дорівнює 3:1 (проба 2). У цьому випадку значення $H_{пл}$ перевищує показник контрольної проби та аналогічної їй проби 1 на 33 %. На рис. 3.7 б, представлені дані щодо зміни стосовно контролю пружної деформації цукрового тіста, що містить три комбінації ПД і лактиту в різних співвідношеннях.

З рисунка видно, що внесення лактиту до комбінації з ПД сприяє зниженню пружності тіста. При співвідношенні ПД:лактит, що дорівнює 3:1 (проба 2), величина пружної деформації мінімальна порівняно як з контролем, так і з пробєю тіста, що містить тільки полідекстрозу «Litesse Ultra».

Вплив комбінації лактиту та полідекстрази на фізико-хімічні показники печива аналізували за результатами лабораторних випічок, (рис. 3.8 а, б) Співвідношення полідекстрази та лактиту, становило 3:1, 2:1, 1,5:1, при загальних дозах 15 г на 172 г тіста.



а) щільність



б) намочуваність

Рисунок 3.8 – Вплив «Litesse Ultra», лактиту та їх комбінації на фізико-хімічні показники якості печива

Щільність і намокання дослідних проб печива, що включає комбінації лактиту і полідекстрази в різних співвідношеннях порівнювали з аналогічними показниками контрольної проби і проб, що містять тільки полідекстразу «Litesse Ultra» і тільки лактит (рис. 3.8). Аналіз діаграми, представленої на рисунку 3.8 а, свідчить про зниження показника щільності при всіх комбінаціях ПД та лактиту порівняно з контрольною пробою, а також про відсутність відмінностей порівняно з показником проби, що містить «Litesse Ultra». Підвищення частки лактиту в комбінації з полідекстразою не призводить до збільшення щільності печива, тоді як аналогічні (7,5 та 10 г) дозування тільки лактиту підвищують щільність печива до рівня контролю та вище.

Спільна дія ПД і лактиту особливо помітна в пробах 2 і 3, в яких значення щільності в середньому на 35 % нижче, ніж у пробах, що містять аналогічну кількість лактиту без полідекстрази.

Як видно з рис. 3.8 б, у всіх пробах печива, що містить комбінації полідекстрази та лактиту, збільшувалася намокання готових виробів порівняно з

контролем. При співвідношенні полідекстрози та лактиту 3:1, показник намокання досягає найбільшого значення, що перевищує 250 %.

Зіставлення фізико-хімічних показників у пробах печива з полідекстрозою, лактатом та їх комбінаціями показує, що у присутності ПД вплив лактиту практично не виявляється.

Таким чином, аналіз печива, отриманого шляхом пробних лабораторних випічок, показав, що спільне використання полідекстрози та лактиту покращує показники якості готового виробу, дозволяє ввести в печиво більше 6 % харчових волокон, пребіотична дія яких доповнюється ефектом пребіотичної дії лактиту, а також значно зменшує його енергетичну цінність цього виду кондитерських виробів, оскільки дозволяє замінити близько 35 % цукру у традиційній рецептурі.

3.5 Вибір та обґрунтування солі кальцію як функціонального інгредієнта у рецептурі цукрового печива

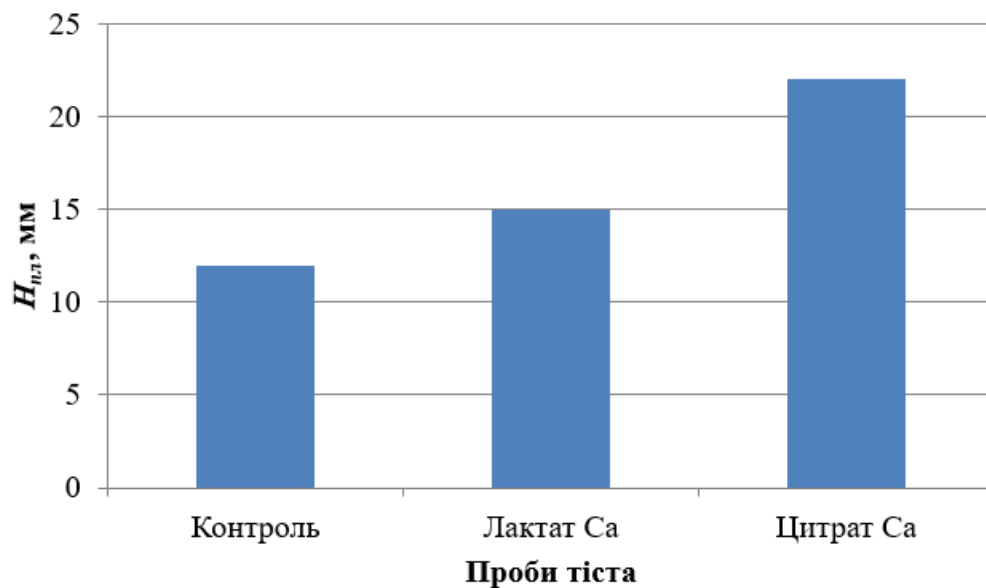
З метою збагачення цукрового печива мінеральним макроелементом кальцієм, що має обґрунтовану актуальність, було проведено дослідження щодо введення в рецептуру цукрового печива солей кальцію. В експерименті випробовували дві сольові форми – лактат та цитрат кальцію.

Завданням дослідження стало визначення виду та кількості солі кальцію, введення якої не вплине на якість тіста і цукрового печива.

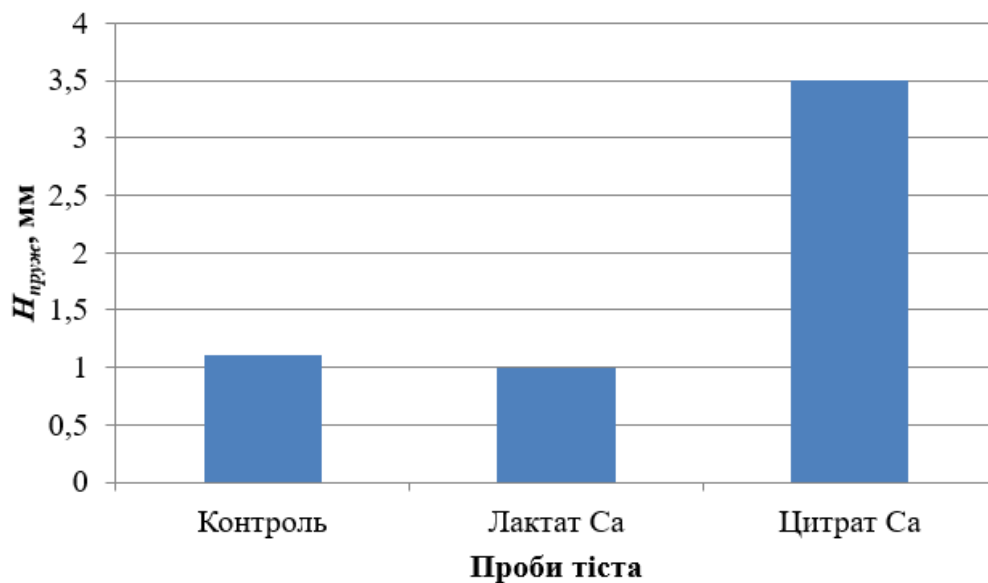
3.5.1 Вплив добавок солей кальцію на реологічні властивості тіста

Препарати кальцію вводили в рецептуру цукрового печива в кількості, що становить 10 % від адекватного рівня споживання даного елемента, що рекомендується, який відповідає 1250 мг на добу. З урахуванням кількісного вмісту кальцію в дослідних солях дозування становили 1,75 г лактату кальцію (1,17 %) та 1,3 г цитрату кальцію (0,87 %) у розрахунку на порцію печива, рівну 150 г. Солі вносили на стадії приготування емульсії, розчиняючи їх у воді разом із цукром, лактитом та частиною полідекстрози.

Досліджували вплив добавок цих солей на пластичну та пружну деформацію тіста. Експериментальні дані подано на рис. 3.9 (а, б)



а) пластична деформація



б) пружна деформація

Рисунок 3.9 – Вплив солей кальцію на реологічні властивості цукрового тіста

Діаграми рис. 3.9 свідчать, що обидві солі кальцію, що вносяться в рецептуру цукрового тіста, сприяють збільшенню пластичної деформації тіста. Так, при додаванні лактату кальцію пластична деформація збільшується на 26 % порівняно

з контрольним показником, а додавання кальцію цитрату збільшує її значення на 90 %. Істотний вплив на пружну деформацію тіста має лише сіль цитрату кальцію, що підвищує її значення втричі.

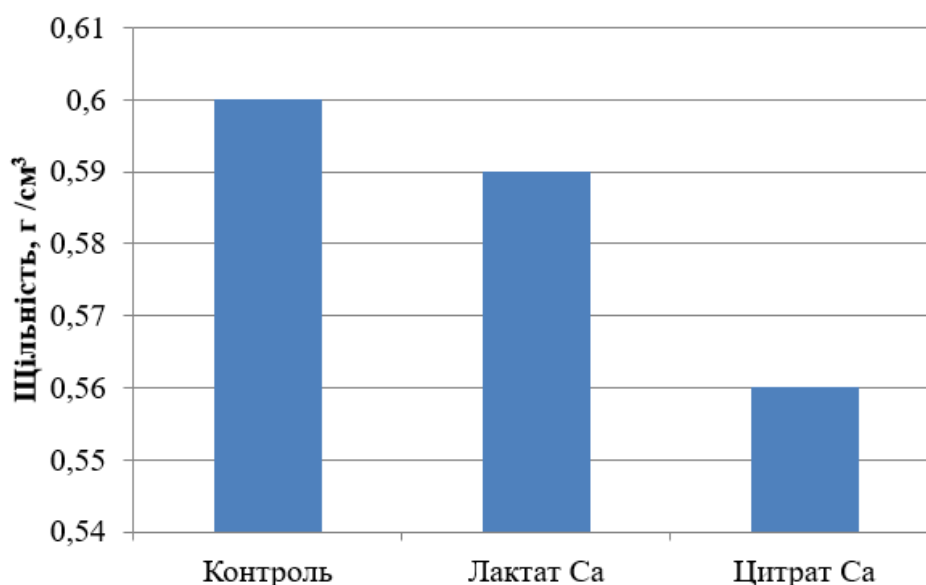
Відмінність впливу на реологічні характеристики тіста добавок цитрату та лактату кальцію пояснюється, очевидно, особливістю будови аніону солі.

Відомо, що лимонна кислота та її солі є ефективними комплексоутворювачами, здатними утворювати міжмолекулярні асоціати з речовинами різної природи.

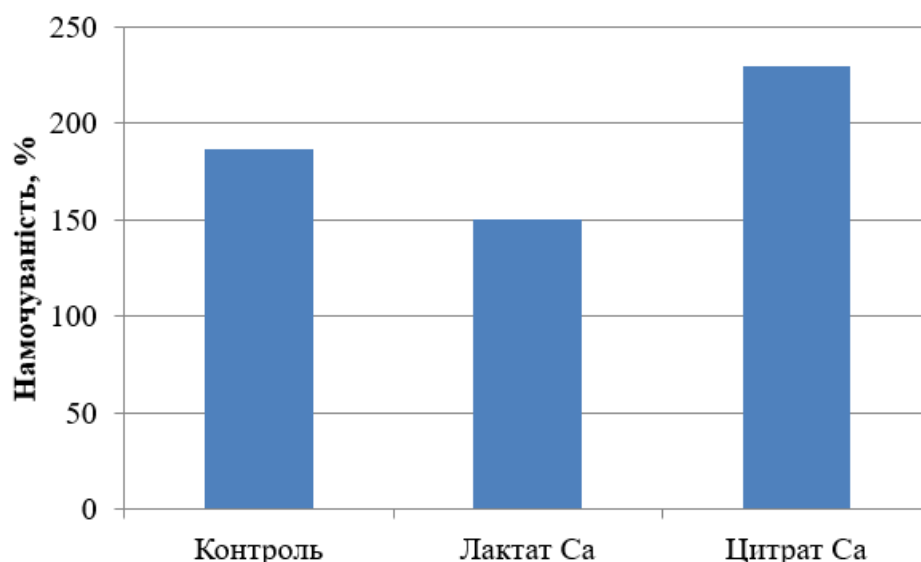
Очевидно, що у складі тесту цукрового печива цитрат кальцію утворює міцні комплекси з інгредієнтами тіста, що відбивається на реологічних характеристиках тіста.

3.5.2 Дослідження впливу лактату кальцію та цитрату кальцію на фізико-хімічні показники якості цукрового печива

Новий вид цукрового печива функціонального призначення, збагаченого кальцієм, аналізували за фізико-хімічними показниками якості: щільністю та намоканням виробів. Контролем було печиво без добавок. Результати досліджень подано на рис. 3.10 (а, б).



а) щільність



б) намочуваність

Рисунок 3.10 – Вплив солей кальцію фізико-хімічні властивості цукрового печива

За результатами дослідження було зазначено, що внесення лактату кальцію призводить до незначного зниження щільності печива, а також зменшення намокання до гранично допустимого значення (за ДСТУ не менше 150 %).

Додавання цитрату кальцію призводить до поліпшення стандартних показників якості печива, зокрема, зниження щільності готового виробу на 6 % і збільшення намокання на 20 %.

Додавання джерел кальцію по-різному відбивається на органолептичних показниках печива, свідчать результати дегустацій проб печива, наведених у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Органолептичні показники печива

Назва солі	Колір	Поверхня	Форма	Вид у зламі	Смак та запах
1,3 г цитрату кальцію	Пісочно-жовтий	Рівна	Правильна без вм'ятин, краї рівні	Середні пори, рівномірно розподілені	Приємний, властивий цьому виду печива
1,75 г лактату кальцію	Світло-жовтий	З тріщинами	Правильна без вм'ятин, краї рівні	Пори дрібні, щільна структура	Гіркий присмак

За результатами органолептичної оцінки готових виробів було обрано цитрат кальцію.

Таким чином, на підставі проведених досліджень, для збагачення цукрового печива в якості пріоритетного джерела кальцію була обрана його лимоннокисла сіль, в кількості 1,3 г у розрахунку на 150 г продукту, що відповідає вмісту кальцію, що дорівнює 10 % від рекомендованого рівня споживання цього елемента.

Висновки до розділу

За результатами дослідження рекомендовано препарат полідекстрозу Litesse Ultra, визначено його оптимальне дозування, запропоновано спосіб внесення в рецептурну суміш, що забезпечує можливість введення підвищеної кількості харчових волокон.

Досліджено спільний вплив полідекстрози та лактиту на реологічні властивості та фізико-хімічні показники якості цукрового печива; підібрано оптимальне співвідношення цих інгредієнтів, що забезпечує часткову заміну цукру зниження енергетичної цінності цукрового печива.

Вивчено вплив солей кальцію (цитрату та лактату) на показники якості тіста та готових виробів. Для збагачення цукрового печива обраний лимоннокислий кальцій у кількості, що забезпечує 10 % рекомендованого рівня споживання кальцію. Встановлено можливість нівелювання присмаку цитрату кальцію в цукровому печиві, збагаченому полідекстрозою та лактатом, шляхом введення лецитину з метою рівномірного розподілу інгредієнтів тесту та покращення його реологічних характеристик та консистенції .

4 ПРАКТИЧНЕ ВПРОВАДЖЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

4.1 Розробка технології цукрового печива, збагаченого полідекстозою та кальцієм

В результаті комплексу виконаних досліджень було розроблено нові види цукрового печива зниженої енергетичної цінності, збагаченого новими видами харчових волокон (полідекстрози) у комбінації з пребіотиком лактатом та кальцієм. Загальну схему приготування цукрового печива наведено на рис. 4.1.

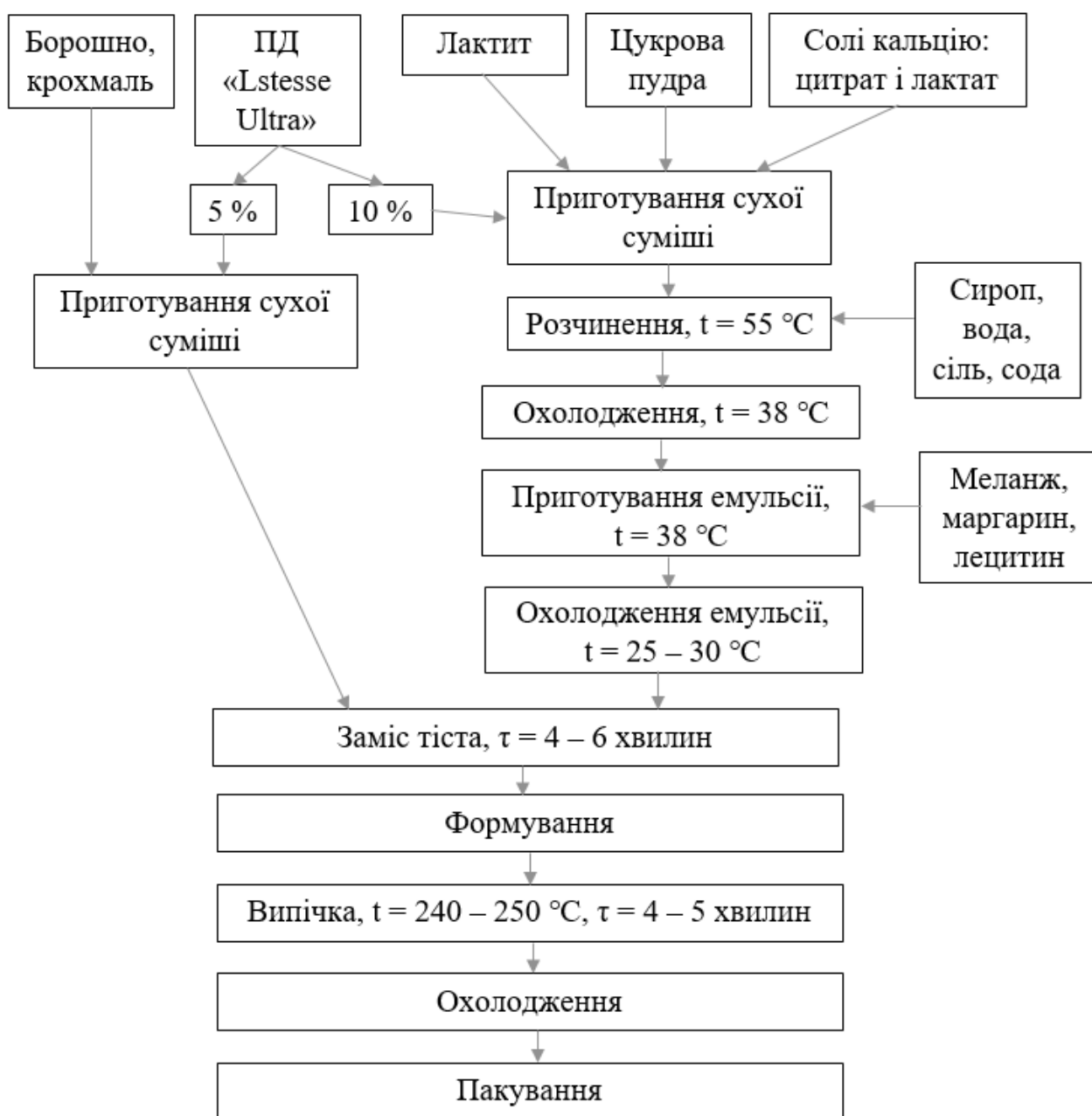


Рисунок 4.1 – Загальна схема приготування нового виду цукрового печива

Отримане печиво є продуктом функціонального призначення. До основних елементів новизни, що відрізняють цю технологію від базової технології цукрового печива, відносяться стадії, способи та форми введення функціональних інгредієнтів, уточнені параметри технологічних стадій процесу.

Рецептура цукрового печива, збагаченого полідекстозою та кальцієм, представлена в табл. 4.1.

Харчова цінність розробленого продукту приведена у таблиці 4.2.

Таблиця 4.1 – Рецептатура цукрового печива, збагаченого полідекстозою «Litesse Ultra» та кальцієм

Найменування сировини	Зміст сухих речовин, %	Витрата сировини на 1 т готової продукції	
		В натурі	В СР
Борошно пшеничне в/г	85,5	629,98	538,63
Крохмаль	87,00	49,07	42,69
Цукрова пудра	99,85	183,20	182,93
Інвертний сироп	70,00	29,84	20,89
Маргарин	75,00	126,00	105,84
Меланж	27,00	39,79	10,74
Цитрат кальцію	99,60	8,60	8,57
Комплексний емульгатор	98,00	2,52	2,47
Препарат полідекстози «Litesse Ultra»	96,00	99,47	95,49
Сіль	96,00	4,27	4,24
Сода	50,0	4,4	2,2
Вуглекислий амоній	-	0,66	-
Разом	-	1125,82	969,54
Вихід	95,50	1000	955

Енергетична цінність становила 359 ккал

Таблиця 4.2 – Харчова цінність цукрового печива, збагаченого полідекстрозою «Litesse Ultra» та кальцієм

Вид виробу		Цукрове печиво (з підвищеним вмістом харчових волокон)	
Найменування харчової речовини	Вміст в 100 г	Добова потреба, г, мг, мкг	Ступінь задоволення, %
Білки, г	6,26	75	8,3
Жири, г	10,24	83	12,3
Вуглеводи, г	54	365	14,7
ПВ,г	5,3	30	10,0
Мінеральні речовини			
К, мг	108,1	3500	3,1
Са, мг	100	1000	10,0
Р, мг	87	1000	8,8
Мg, мг	15,7	400	5,4
Вітаміни, мг			
В1, мг	0,1	1,5	7,8
В2, мг	0,1	1,8	3,0
РР, мг	2,0	16	43,2

Технологію цукрового печива апробовано в дослідно-промислових умовах кондитерського підприємства ПП «Укріндустрія Плюс».

Висновки до розділу

Розроблено рецептуру та технологію цукрового печива функціонального призначення зниженої енергетичної цінності, збагаченого кальцієм та новими видами харчових волокон, що виявляють ефект пребіотичної дії з підвищенням біодоступності кальцію.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Організація охорони праці в ПП «Укріндустрія Плюс»

Цех з виробництва кондитерських виробів працює на базі ПП «Укріндустрія Плюс». На території підприємства розміщений медичний пункт, який призначений для працівників підприємства.

Роботу і контроль за станом охорони праці на підприємстві здійснює інженер з охорони праці. Головні напрямки діяльності інженера з охорони праці є покращення пожежної безпеки в приміщеннях і спорудах, покращення електробезпеки ліній електропередач і робочих місць працюючих.

Інженер з охорони праці по спеціальності інженер-механік має вищу освіту. Стаж роботи понад 10 років на посаді інженера з охорони праці за сумісництвом.

В розпорядженні є кабінет з охорони праці. Він обладнаний стендами, плакатами, зразками засобів індивідуального захисту, навчальними посібниками з охорони праці та спеціальною літературою.

В кабінеті з охорони праці проводиться навчання учнів, студентів-практикантів, вступний інструктаж для осіб які поступають на роботу в господарство, також всім працюючим періодично читаються лекції з охорони праці, який виконує обов'язки за сумісництвом.

За стан охорони праці в цеху відповідає завідуючий цехом. Він проводить та реєструє в журналі інструктаж на робочих місцях. Первинний інструктаж на робочому місці проводиться з усіма без винятку особами, які вперше прийшли на роботу в даний цех, переведених з інших робіт, а також студентів закладу, які прибули на виробничу практику. При цьому особлива увага звертається на небезпечні виробничі фактори, правильне користування та управління механізмами, правильне користування захисними засобами.

Після перевірки отриманих знань та навиків інструктовані допускаються до самостійної роботи.

Через шість місяців після проведення первинного інструктажу на робочому

місці незалежно від кваліфікації, освіти і стану роботи працівників, проводиться повторний інструктаж, який реєструється в журналі.

Кожне робоче місце в цеху обладнане інструкціями з безпеки праці та наочними зображеннями.

Аптечки першої медичної допомоги розміщені в трьох місцях будівлі цеху в приміщенні цеху, в побутовому приміщенні для персоналу та в адміністративному приміщенні.

Всі машини в цеху обладнані заземленням, всі небезпечні агрегати огорожені стінкою, а обертові частини покрашені в яскравий колір.

Біля входу в будівлю цеху та в самому приміщенні цеху обладнані куточки пожежної безпеки які обладнані щитами з протипожежним інструментом (лопати, багри, відра) і ящиками з піском, вогнегасниками. Також вогнегасники розміщені біля пожежонебезпечного обладнання.

5.2 Аналіз стану охорони праці в ПП «Укрідустрія Плюс»

Стан охорони праці на виробничих ділянках характеризує узагальнений коефіцієнт рівня охорони праці.

$$K_{cn}^u = \frac{K_{\delta} + K_{\sigma} + K_{впр}}{3} \leq 1 \quad (5.1)$$

Розраховуємо коефіцієнт рівня дотримання правил охорони праці:

$$K_{\delta} = \frac{C_{\delta}}{C}, \quad (5.2)$$

де K_{δ} – коефіцієнт рівня дотримання правил охорони праці;

C_{δ} – кількість працівників, що дотримуються правил охорони праці;

C – загальна кількість працівників.

$$K_{\partial 2020} = \frac{30}{32} = 0,97;$$

$$K_{\partial 2021} = \frac{26}{29} = 0,95;$$

$$K_{\partial 2022} = \frac{28}{31} = 0,95.$$

Як показали розрахунки, рівень дотримання правил охорони праці на підприємстві за останній рік знизився.

Розраховуємо коефіцієнт технічної безпеки обладнання:

$$K_{\sigma} = \frac{n_{\sigma\sigma}}{n}, \quad (5.3)$$

де K_{σ} – коефіцієнт технічної безпеки обладнання;

$n_{\sigma\sigma}$ – кількість одиниць обладнання, що відповідає вимогам безпеки і санітарним вимогам;

n – загальна кількість обладнання.

$$K_{\sigma 2020} = \frac{11}{15} = 0,73;$$

$$K_{\sigma 2021} = \frac{9}{15} = 0,6;$$

$$K_{\sigma 2022} = \frac{11}{15} = 0,73.$$

Як показали розрахунки, рівень технічної безпеки на підприємстві за останній рік підвищився.

Розраховуємо коефіцієнт виконання планових робіт з охорони праці:

$$K_{впр} = \frac{m_{сп}}{m}, \quad (5.4)$$

де $K_{впр}$ – коефіцієнт виконання планових робіт з охорони праці;

$m_{сп}$ – кількість фактично виконаних запланованих робіт з охорони праці;

m – загальна кількість запланованих робіт за певний відрізок часу.

$$K_{впр2020} = \frac{12}{12} = 1;$$

$$K_{впр2021} = \frac{12}{12} = 1;$$

$$K_{впр2022} = \frac{10}{16} = 0,67.$$

Коефіцієнт рівня охорони праці дорівнює:

$$K_{сн2020}^ч = \frac{0,97 + 0,73 + 1}{3} = 0,89;$$

$$K_{сн2021}^ч = \frac{0,95 + 0,6 + 1}{3} = 0,84;$$

$$K_{сн2022}^ч = \frac{0,95 + 0,73 + 0,67}{3} = 0,76.$$

Як свідчать розрахунки, показник рівня стану охорони праці в підприємстві за останній рік незначно але знизився.

5.3 Аналіз виробничого травматизму та захворювань

Для кількісної характеристики виробничого травматизму в основному використовують такі показники:

- коефіцієнт частоти травматизму

$$K_q = \frac{T}{P} \cdot 1000 ; \quad (5.5)$$

- коефіцієнт важкості травматизму

$$K_B = \frac{Д}{T} ; \quad (5.6)$$

- коефіцієнт втрат робочого часу

$$K_{BT} = \frac{Д}{P} \cdot 1000 ; \quad (5.7)$$

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

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

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

Оскільки нещасні випадки траплялися тільки в 2021 році то подальші розрахунки будемо проводити тільки для 2021 року.

- коефіцієнт частоти травматизму

$$K_q = \frac{1}{29} \cdot 1000 = 34,48 ;$$

- коефіцієнт важкості травматизму

$$K_B = \frac{25}{1} = 25 ;$$

- коефіцієнт втрат робочого часу

$$K_{BT} = \frac{25}{29} \cdot 1000 = 862,07.$$

Основні показники виробничого травматизму за 2020 – 2022 роки представлений в табл. 5.1.

З таблиці видно, що загалом виробничий травматизм за вказаний період (3 роки) на підприємстві відсутній. Лише в 2021 році був єдиний нещасний випадок, внаслідок невиконання працівником вимог інструкцій з охорони праці.

Але виходячи з показників 2018 року можна зробити висновок, що керівництво підприємством провело необхідну роботу для подальшого попередження виникнення подібних ситуацій. За досліджуваний період спостерігається збільшення кількості днів непрацездатності від захворювань.

Таблиця 5.1 – Основні показники виробничого травматизму по підприємству за 2020 – 2022 роки

Показники	Роки		
	2020	2021	2021
1	2	3	4
Кількість працюючих, чол.	32	29	31
Кількість нещасних випадків, од.	-	1	0
Кількість днів непрацездатності від травматизму	-	25	-
Коефіцієнт частоти травматизму	-	34,48	0
Коефіцієнт важкості травматизму	-	25	0
Коефіцієнт втрат робочого часу	-	862,07	-

В зв'язку з проведенням інструктажу в 2022 році травматизму не було.

Але з наведеного аналізу можна зробити висновок про те, що загальний стан охорони праці на підприємстві необхідно і надалі покращувати.

5.4 Розрахунок часу евакуації з будівлі цеху з виробництва кондитерських виробів

Вихідні дані:

Розміри будівлі, м – $9 \times 18 \times 6$;

Можлива площа горіння, м² – $F_{зop} = 60$;

Питома масова швидкість вигорання, кг/(м²·с) – $\psi_F = 0,048$;

Питомі витрати O₂ для згорання 1кг речовини, кг·кг⁻¹ – $L_{O_2} = 3,34$;

Нижча теплота згорання, кДж/кг – $Q_H = 43540$;

Висота робочої зони працюючих, м – $h = 2,0$;

Коефіцієнт тепловтрат – $\varphi = 0,75$;

Коефіцієнт теплоти горіння – $\eta = 0,95$;

Питома ізобарна теплоємність, кДж/(кг·К) – $C_p = 1,32$.

1. Визначаємо розмірний параметр А:

$$A = \psi_F \cdot F_{зop} = 0,048 \cdot 60 = 2,88 \text{ кг/с} \quad (5.8)$$

2. Визначаємо розмірний комплекс В:

$$B = \frac{353C_p \cdot V}{(1-\varphi)\eta \cdot Q} = \frac{353 \cdot 0,00132 \cdot 9 \cdot 18 \cdot 6 \cdot 0,8}{(1-0,75) \cdot 0,95 \cdot 43,54} = 35,03 \text{ кг.} \quad (5.9)$$

3. Визначаємо безрозмірний параметр z:

$$\text{При } H \leq 6 \text{ м, } z = \frac{h}{H} \exp\left(1,4 \frac{h}{H}\right) = \frac{2,0}{6} \exp\left(1,4 \cdot \frac{2,0}{6}\right) = 0,37 \quad (5.10)$$

4. Розраховуємо значення критичної тривалості пожежі $t_{кр}$ за умовою досягнення граничної концентрації кисню:

$$t_{кр}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A} \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{BL_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n}} =$$

$$= \left\{ \frac{35,03}{2,88} \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{35,03 \cdot 3,34}{972} + 0,27 \right) \cdot 0,37} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{1}} = 7,6 \text{ с} \quad (5.11)$$

5. Розраховуємо необхідний час евакуації:

$$t_{н\acute{o}} = \frac{0,8 t_{кр}}{60} = \frac{0,8 \cdot 7,6}{60} = 6,08 \text{ хв.} \quad (5.12)$$

Отже, розрахунковий час евакуації складає 6,08 хв.

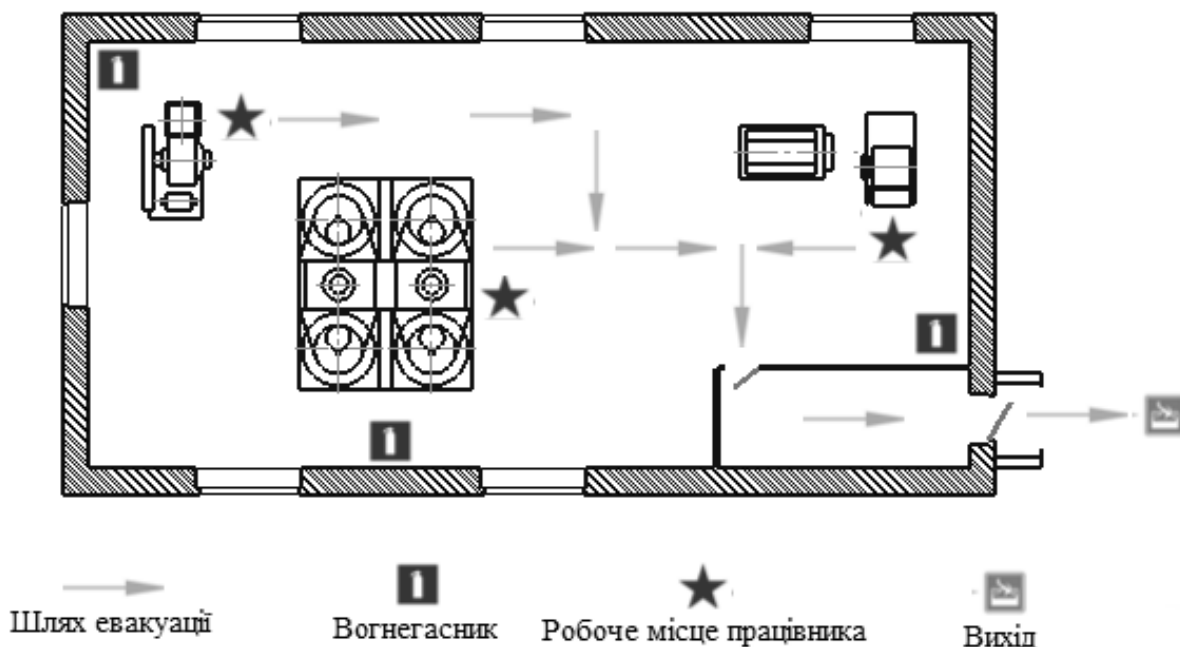


Рисунок 5.1 – План евакуації з виробничого приміщення цеху з виробництва кондитерських виробів ПП «Укрідустрія Плюс»

Вимоги, що ставляться до шляхів евакуації:

- евакуаційні шляхи і виходи повинні втримуватися вільними, нічим не зашарашуватися і у разі виникнення пожежі забезпечувати безпеку під час евакуації всіх людей, які перебувають у приміщенні.

- у разі розміщення технологічного у приміщеннях повинні бути забезпечені евакуаційні проходи до сходових кліток та інших шляхів евакуації відповідно до будівельних норм.

- у приміщенні, яке має один евакуаційний вихід, дозволяється одночасно розміщувати (дозволяється перебування) не більше 50 осіб.

- двері на шляхах евакуації повинні відчинятися в напрямку виходу з будівель (приміщень).

Висновки до розділу

Загалом, стан охорони праці на обраному підприємстві є задовільним, але для його покращення були запропоновані заходи, які сприятимуть покращенню умов праці та підвищення безпечності виробництва.

Були проведені розрахунки, щодо визначення часу евакуації із виробничого приміщення цеху з виробництва кондитерських виробів, розрахунковий час евакуації складає 6,08 хв, відповідно до розрахунків було побудовано план евакуації працівників. Проведено аналіз стану охорони праці на підприємстві, визначено необхідні заходи для її покращення.

6 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Організація проведення дослідження

Метою наукового дослідження була розробка технології борошняних кондитерських виробів (цукрового печива) функціонального призначення, що містять комплекси харчових волокон та кальцію.

Перелік робіт, передбачений ходом дослідження наведений у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – План проведення дослідження

Шифр робіт $i-j$	Найменування робіт	Тривалість робіт t_{ij} , днів
1-2	Обґрунтування напрямку наукових досліджень	2
2-3	Написання аналітичного огляду	21
3-4	Розробка послідовності проведення етапів НДР	4
4-5	Розробка методик проведення НДР	3
5-6	Підготовка дослідного матеріалу	2
6-7	Підготовка експериментального обладнання	15
7-8	Дослідження впливу харчових волокон на вміст та реологічні властивості клейковини пшеничного борошна	2
7-9	Розробка та дослідження способу зниження енергетичної цінності цукрового печива	3
7-10	Дослідження впливу функціональних інгредієнтів на властивості тіста та цукрового печива	4
8-11	Обробка результатів	1
9-11		1
10-11		1
11-12	Підготовка матеріалу для оприлюднення	7
12-13	Оформлення публікації за тематикою досліджень	4

У відповідності до розробленого плану було побудовано сітьовий графік – графічна модель якого приведена на рисунку 6.1.

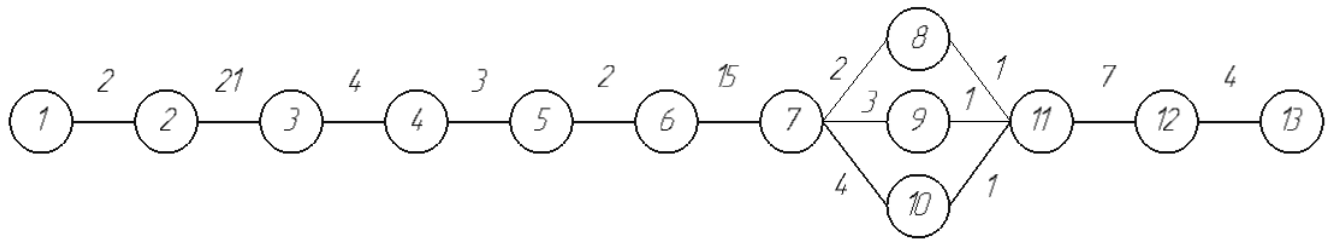


Рисунок 6.1 – Сітьовий графік проведення науково-дослідної роботи

У відповідності до сітьового графіку було розраховано тривалість послідовних робіт від початкової події до кінцевої.

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-8-11-12-13}^1 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 2 + 1 + 7 + 4 = 62;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-9-11-12-13}^2 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 3 + 1 + 7 + 4 = 63;$$

$$L_{1-2-3-4-5-6-7-10-11-12-13}^3 = 2 + 21 + 4 + 3 + 2 + 15 + 4 + 1 + 7 + 4 = 64;$$

Згідно з розрахунками критичним є третій шлях з тривалістю в 64 дні.

6.2 Витрати, пов'язані з проведенням дослідження

Витрати на основні та побічні матеріали розраховують за формулою:

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

де m_i – кількість витраченого i -го матеріалу;

C_i – ціна одиниці i -го матеріалу, грн.

Результати приведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Необхідна кількість основних матеріалів та їх вартість

Найменування, одиниці	Кількість	Ціна, грн	Сума, грн
Борошно пшеничне, кг	10	15	150,00
Препарат полідекстрази «Litesse Ultra», г	10	32	320,00
Цитрат кальцію, г	10	12	120,00
Всього			455,00

Результати розрахунку заробітної плати учасників НДР наведені в табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок витрат на заробітну плату

Посада	Середньомісячний зарібок, грн	Середньочасовий зарібок, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Керівник НДР	8300	49,40	15	741,00
Всього				741,00

Нарахування на заробітну плату складають:

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

Затрати на витрачену електроенергію визначають за формулою:

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

де M – потужність встановленого електрообладнання, кВт;

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

T – час роботи на установці, год;

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

Затрати енергії на роботу змішувальної машини:

$$E_{\text{змішув.}} = 1,2 \cdot 0,9 \cdot 8 \cdot 1,68 = 14,52 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на термічну обробку цукрового печива:

$$E_{m.o.} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot 16 \cdot 1,68 = 36,29 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на персональний комп'ютер:

$$E_{n.k.} = 1,1 \cdot 0,9 \cdot 184 \cdot 1,68 = 306,03 \text{ грн.}$$

Загальні витрати електроенергії складуть:

$$E_{заг} = E_{зміш.} + E_{m.o.} + E_{n.k.} = 14,52 + 36,29 + 306,03 = 356,84 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію устаткування, розраховуємо за формулою:

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

де A – амортизаційні відрахування, грн;

Φ – вартість устаткування, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – кількість днів у році.

Результати розрахунків витрат на амортизацію наведені в табл. 6.4.

Таблиця 6.4 – Результати розрахунків витрат на амортизацію

Устаткування	Вартість, грн	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн
Змішувальна машина	1670,50	10	1	0,46
Апарат для термічної обробки	2600,40	10	2	1,42
Персональний комп'ютер	8400,00	24	23	127,04
Всього				128,92

Накладні витрати становлять:

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

Кошторис витрат на дослідження наведений в табл. 6.5.

Таблиця 6.5 – Кошторис витрат на проведення дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали	455,00
Заробітна плата	741,00
Нарахування на заробітну плату	163,02
Електроенергія	356,84
Амортизація	128,92
Накладні витрати	592,80
Всього	2437,58

На першому місці стоять витрати на заробітну плату і накладні витрати.

6.3 Розрахунок вартості дослідження

Вартість досліджень розраховуємо за формулою:

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

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 2437,58 + \frac{30 \cdot 2437,58}{100} = 3168,85 \text{ грн.}$$

Вартість досліджень складає 3168,85 грн.

Висновки до розділу

У відповідності до розрахунків тривалість критичного шляху складає 64 дні. Найбільшими статтями витрат є витрати на заробітну плату і накладні витрати 741,00 грн та 592,80 грн відповідно. Вартість проведеного наукового дослідження становить 3168,85 грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Виконано комплексне дослідження з розробки технології цукрового печива збагаченого новими видами харчових волокон з пребіотичним ефектом дії, науково обґрунтовано вибір полідекстрази для збагачення цукрового печива.

Проведено порівняльне дослідження впливу комерційних препаратів полідекстрази «Litesse» та «Litesse Ultra» на реологічні характеристики тіста, органолептичні та фізико-хімічні показники якості цукрового печива. За результатами дослідження рекомендовано препарат полідекстразу Litesse Ultra, визначено його оптимальне дозування, запропоновано спосіб внесення в рецептурну суміш, що забезпечує можливість введення підвищеної кількості харчових волокон. Показано, що при введенні $2/3$ розрахункової кількості полідекстрази в емульсію замість частини рецептурної кількості цукру і $1/3$ – у вигляді порошку в муку досягається рівень вмісту цього виду харчових волокон у продукті, що дорівнює 10 %.

Досліджено спільний вплив полідекстрази та лактиту на реологічні властивості та фізико-хімічні показники якості цукрового печива; підібрано оптимальне співвідношення цих інгредієнтів, що забезпечує часткову заміну цукру зниження енергетичної цінності цукрового печива.

Вивчено вплив солей кальцію (цитрату та лактату) на показники якості тіста та готових виробів. Для збагачення цукрового печива обраний лимоннокислий кальцій у кількості, що забезпечує 10 % рекомендованого рівня споживання кальцію. Встановлено можливість нівелювання присмаку цитрату кальцію в цукровому печиві, збагаченому полідекстразою та лактатом, шляхом введення лецитину з метою рівномірного розподілу інгредієнтів тесту та покращення його реологічних характеристик та консистенції.

Розроблено рецептуру та технологію цукрового печива функціонального призначення зниженої енергетичної цінності, збагаченого кальцієм та новими видами харчових волокон, що виявляють ефект пребіотичної дії з підвищенням біодоступності кальцію.

Загалом, стан охорони праці на обраному підприємстві є задовільним, але для його покращення були запропоновані заходи, які сприятимуть покращенню умов праці та підвищення безпечності виробництва.

Були проведені розрахунки, щодо визначення часу евакуації із виробничого приміщення цеху з виробництва кондитерських виробів, розрахунковий час евакуації складає 6,08 хв, відповідно до розрахунків було побудовано план евакуації працівників. Проведено аналіз стану охорони праці на підприємстві, визначено необхідні заходи для її покращення.

У відповідності до розрахунків тривалість критичного шляху складає 64 дні. Найбільшими статтями витрат є витрати на заробітну плату і накладні витрати 741,00 грн та 592,80 грн відповідно. Вартість проведеного наукового дослідження становить 3168,85 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Другашов Д.М., Воронов А.А. Перспективи розвитку харчової промисловості у ХХІ столітті. // Харчова промисловість, – 2003. – № 5. с. 12 – 14. [Електронний ресурс] <http://www.conditerprorn.ua>.
2. Султанова О. Огляд ринку борошняних кондитерських виробів. // Ukrainian Food Market, – 2004. – № 4.
3. Огляд ринку солодошів. [Електронний ресурс] <http://www.investorium.ua>.
4. Матеріали журналу Ukrainian Food Market, – 2003. – № 4, 6, – 2004. – № 3.
5. Maurice S. Jeffery., Functional confectionery technology // The manufacturing Confectioner, August 2004, p 47
6. Кочеткова А.А., Тужилкін В.І. Функціональні харчові продукти: деякі технологічні подробиці у загальному питанні // Харчова промисловість, – 2003. – № 5 с. 27 – 33.
7. Нечаєв А.П., Траубенберг С.Є., Кочеткова А.А. Харчова хімія. СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
8. Мартінчик О.М., Корольов А.А., Трофименко Л.С. Фізіологія харчування, санітарія та гігієна. – К.: Майстерність, 2000., 191с.
9. Чайка О.В. Більше уваги розробці продуктів функціонального призначення. // Кондитерське виробництво. – 2004. №4. – С. 38
10. Донська Г.А, Ішмаметьєва М.В. Харчові волокна - стимулятори зростання корисної мікрофлори організму людини.// Харчові інгредієнти. – 2004. №1.-с.21.
11. Тутельян В.А. Харчування та здоров'я // Харчова промисловість, № 5, 2004.
12. Дудкін М.С., Щелкунов Л.Ф., Денісюк., Корзун В.І., Сагло В.І. Харчові волокна – радіопротектори. // Питання харчування. – 1997. №2. – С.12.
13. Дудкін М.С., Черно Н.К., Казанська І.С. Харчові волокна. - М: Урожай,

1988. – с. 30 – 35.

14. Іпатова Л.Г., Кочеткова А.А., Шубіна О.Г., Духу Т.А., Левачова М.А. Фізіологічні та технологічні аспекти застосування харчових волокон. // Харчові інгредієнти. – 2004. №1. – с. 14.

15. Кричман Є.С. Нове покоління харчових волокон.// Харчові інгредієнти. – 2004. №1. – С.28.

16. Погожева А.В. Харчові волокна в лікувально-профілактичному харчуванні.// Питання харчування. – 1998. №1. – С.39.

17. Зубченко О.В. Технологія кондитерського виробництва – Полтава, 1999. – 432с.

18. Воскобойніков В.А., Тіпісева І.А. Про класифікацію харчових волокон // Харчові інгредієнти: сировина та добавки – 2004 – № 1.

19. Шендерів Б.А. Сучасний стан та перспективи розвитку концепції «Функціональне харчування» // Харчова промисловість, 2003 № 5, с.4 – 7.

20. Lucas J. EU-funded research y functional foods // British J. Nutrition. 2002., V.88. Suppl. 2.131 – 132

21. Steigman A. All Dietary Fiber is fundamentally functional // Cereal foods world, 2003, vol. 48, 3, p. 128 – 132.

22. Шаззо Р.І. Касьянов Г.І. Функціональні продукти харчування – К.: Колос, 2000 – 247с.

23. Tomomatsu Hideo. Health effects of oligosaccharides.// Food Technology. – 1994. – 48. – №10, pp.61 – 65

24. Verschuren PM Functional Foods: Scientific and Global Perspectives (Summary Report) // British J. Nutrition. 2002. V.88. Suppl.2. 125 – 130.

25. Капрельянц Л.В. Незасвоювані олігосахариди – харчові та функціональні добавки// Харчові інгредієнти: сировина та добавки – 2002 – № 1. с. 5 – 6.

26. Voragen AGJ Technological aspects of functional food related carbohydrates // Trends in Food Science & Technology, 1998, v.9,320 – 327.

27. Jan W., Julie M. Jones. A focus on dietary fiber and whole grains. // Cereal

food world. – 2004. № 3. – p 41.

28. Vianen G., Nico de Jongh. Latest generation dietary fibre. // Innovation in food technology. – 2003. №11. – p. 62.

29. Yaeshima T. Benefits of bifidobacteria to human health // Bull. Int. Dairy Fed. 1996.313:36 – 38с.

30. Перковець М.В. Створення функціональних продуктів Преобіотичні волокнами // Зб. доповідей доповідей V Міжнародного форуму «Харчові інгредієнти XXI століття», 2004, с. 65 – 74.

31. В.Б. Спіричов, Л.М. Шатнюк, ВМ Поздняківський Збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами: наукові проходи та практичні рішення // Харчова промисловість. 2003. № 3. с. 10 – 16.

32. Шатнюк Л.М. Харчові мікроінгредієнти у створенні продуктів здорового харчування // Харчові інгредієнти: сировина та добавки. № 2, 2005.

33. Апет Т.К., Пашук З.М. Технологія виробництва борошняних кондитерських виробів: Навч. пос. для вузів –. Мінськ. 2002.

34. Пучкова Л.І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського виробництва. – 3-тє вид. – К: Легка та харчова промисловість, 1982 – 232с.

35. Циганова Т.Б. Технологія організації виробництва хлібобулочних виробів. 2006. С. 380.

36. Циганова Т.Б., Клімова С.А. Моделювання смакоароматичних властивостей цукрового печива.// Кондитерське виробництво. – 2004. №4. – С.60.

37. Циганова Т.Б., Тараканов О.П. Екологія, стрес, харчові добавки.// Харчова промисловість. – 1996. № 12. – с. 6.

38. Циганова Т.Б., Сушенкова О.А. , Творогова Н.М., Мартинова М.В., Чумичкін А.Г. Борошно обліпихи – цінна сировина// Хлібопродукти. – 1990. –№ 12. – с.34 – 37.

39. Циганова Т.Б., Тараканів О.П. Екологія, стрес, харчові добавки. // Харчова промисловість. – 1996., № 12.

40. Сушенкова О.А., Сіданова М.Ю., Творогова Н.М. Використання борошна другого сорту з твердої пшениці у виробництві пряників // Хлібопродукти.

– 1992. – №11. – с. 16.

41. Нілов Д.Ю., Некрасова Т.Е. Сучасний стан та тенденції розвитку ринку функціональних продуктів харчування та харчових добавок // Харчові інгредієнти: сировина та добавки, № 2, 2005.

42. М.Г. Гаппаров Функціональні продукти харчування // Харчова промисловість. 2003. № 3. с. 6 – 7.

43. Buliga GS, Ayling GW, Krawczuk GR та MCGinley EJ Microcrystalline Cellulose Technology in Polysaccharide Association Structures in Food Marcel Decker, Inc., New York, NY, 1998, pp. 169 – 205.

44. Steigman A. All Dietary Fiber is fundamentally functional // Cereal foods world, 2003, vol. 48,3, p. 128 – 132 p.

45. Філатова І.А., Туманова А.Є. Індустрія продуктів здорового харчування - третє тисячоліття.// Людина, наука, технологія. – 1999. – ч.1. – с. 170.

46. Mizota T. Lactulose-as promoting factor of bifidobacterium and its physiological aspects Bulletin FIL IDF (Belgium) intern. Dietary federation 1996.

47. Духу Т.А., Кочеткова А. А., Іпатова Л.Г., Ізосімов В.П. Споживчі властивості борошняних кондитерських виробів, збагачених функціональними інгредієнтами// Харчова промисловість. – 2003. – №5. – с. 18 – 20

48. Іпатова Л.Г., Кочеткова А.А., Шубіна О.Г., Духу Т.А., Левачова М.А. Фізіологічні та технологічні аспекти застосування харчових волокон // Харчові інгредієнти. Сировина та добавки. – 2004, – № 1. – с. 14 – 17.

49. Аксьонова Л.М. Розвиток виробництва кондитерських виробів спеціального призначення. // Кондитерське виробництво. – 1997. №9. – С.2.

50. Ільїна О.А.. Харчові волокна – найважливіший компонент хлібобулочних та кондитерських виробів // Хлібопродукти. – 2002. – № 9.- с.34 – 36.

51. В.Б. Спіричов, Л.М. Шатнкж, В.М. Поздняківський. Збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами: наукові проходи та практичні рішення // Харчова промисловість. 2003. № 3. С.10 – 16.

52. Тамова М.Ю., Зайко Г.М. Розробка технології борошняних

кондитерських виробів профілактичного призначення. // Кондитерське виробництво. – 2001. № 2. – С.20.

53. Кричман Є.С. Функціональні інгредієнти для продуктів харчування. // Харчові інгредієнти. – 2002. № 2. – С 62.

54. Зелінська Г.С. Використання пшеничних висівок з метою розширення асортименту борошномельної та хлібопекарської промисловості. // Зб. наук. праць «Харчові волокна в раціоні харчування людини». К.: – 1999. – С. 10 – 14.

55. Азрілевич М.Р. Замінники цукру // Харчові інгредієнти: сировина та добавки. – 2001. – № 2, 2002. – № 1.

56. Євелева В.В, Кесоян Г.А., Лактати – поліфункціональні харчові добавки. // Харчові інгредієнти: сировина та добавки – 2003 – № 1.

57. Arai S. Global view on functional foods: Asian perspectives // British J. Nutrition. 2002. V.88.Suppl.2.139 – 143.

58. Structural and physical properties of dietary fibres. Gullion F., Champ M. Food research international 33. 2000. 233 – 245.

59. Кондратенко ЕН, Пінчук Л.Г. Економічне та біологічне обґрунтування виробництва хліба з підвищеною харчовою цінністю. // Зернове господарство. – 2001. №4. – С.42

60. Кузнєцова Л.І., Синявська Н.Д. Функціональні хлібобулочні вироби з використанням житнього борошна. // Хлібопечення України. – 2003. № 6. – с. 10.

61. Нікіфорова Т.А., Сушенкова О.А. Ефективність використання побічних продуктів переробки проса // Хлібопродукти. – 1993. – №4. – С.28 – 30.

62. Драгілев А.І., Сезанаєв Я.М. Виробництво борошняних кондитерських виробів. – К. Делі, 2000. – 448 с. Іл.