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 «Бакалавр»
на тему:

Обґрунтування технології виробництва здобних хлібобулочних виробів з додаванням цедри лимона

Виконала: здобувачка вищої освіти 4 курсу,
групи ХТ-1-22 освітньо-професійної програми
«Харчові технології» зі спеціальності
181 «Харчові технології»

_____ Дар'я ЛАПКО

Керівник: _____ Ірина ХОЛОБЦЕВА

Дніпро 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра харчових технологій
Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»
Освітньо-професійна програма: «Харчові технології»
Спеціальність: 181 «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
харчових технологій,
кандидат технічних наук, доцент
_____Віталій КОШУЛЬКО
(підпис)
«01» травня 2026 р.

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

Лапко Дар'ї Олегівні

1. Тема роботи: «Обґрунтування технології виробництва здобних хлібобулочних виробів з додаванням цедри лимона».
Керівник роботи: Холобцева Ірина Петрівна, докторка філософії, доцентка, затверджені наказом закладу вищої освіти від «01» травня 2026 року № 875.

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 08 червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: 1. Технологія виробництва здобних хлібобулочних виробів з додаванням цедри лимону. 2. Наукова, нормативна, навчальна, технологічна, технічна та патентна документація.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1 Аналітичний огляд. 2 Об'єкти і методи досліджень. 3 Результати експериментальних досліджень та їх обговорення. 4 Охорона праці та довкілля. 5 Організаційно-економічна частина. Загальні висновки. Бібліографія.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 Стан питання. 2 Мета і завдання досліджень. 3 Схема проведення експериментальних досліджень. 4 Результати експериментальних досліджень. 5 Охорона праці та довкілля. 6 Техніко-економічні розрахунки. Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Доцентка Ірина ХОЛОБЦЕВА	01.05.26	08.06.26

7. Дата видачі завдання 01 травня 2026 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.05-04.05.26	виконано
2	Аналітичний огляд	05.05-07.05.26	виконано
3	Об'єкти і методи досліджень	08.05-14.05.26	виконано
4	Результати експериментальних досліджень та їх обговорення	15.05-31.05.26	виконано
5	Охорона праці та довкілля	01.06-02.06.26	виконано
6	Організаційно-економічна частина	02.06-03.06.26	виконано
7	Формулювання висновків по роботі та списку використаних джерел	04.06-05.06.26	виконано
8	Підготовка демонстраційного матеріалу	05.06-08.06.25	виконано

Здобувачка вищої освіти _____ Дар'я ЛАПКО
(підпис)

Керівник роботи _____ Ірина ХОЛОБЦЕВА
(підпис)

РЕФЕРАТ

Тема: **«Обґрунтування технології виробництва здобних хлібобулочних виробів з додаванням цедри лимона»**

Кваліфікаційна робота: 61 сторінка, 9 рисунків, 11 таблиць, 0 додатків, 33 літературних джерела.

Мета роботи – обґрунтування технології виробництва здобних булочок з додаванням цедри (натертої шкірки) лимона.

Об'єкт дослідження – технологічний процес виробництва здобних булочок із використанням рослинної ароматичної сировини.

Предмет дослідження – вплив додавання цедри, тобто натертої шкірки лимона, на рецептуру, технологічні параметри, органолептичні, фізико-хімічні та споживчі показники якості здобних булочок.

У роботі розглянуто питання обґрунтування технології виробництва здобних булочок з додаванням цедри лимона. Використання натуральної рослинної сировини дозволяє покращити смако-ароматичні властивості готових виробів, розширити асортимент здобної хлібобулочної продукції та підвищити її споживчу привабливість.

Особливу увагу приділено доцільності внесення цедри лимона до рецептури, її впливу на органолептичні показники, аромат, смак, колір та загальну якість здобних булочок. Запропонована технологія може бути використана для виробництва нових видів хлібобулочних виробів із натуральними смако-ароматичними добавками.

Ключові слова: *булочки, здоба, цедра, лимон, тісто, рецептура, технологія, якість, аромат, випікання.*

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД 9
1.1 Використання добавок в технології здобних булочок 9
1.2 Хімічний склад плодів лимону 13
1.3 Можливості використання пектинових речовин лимонної цедри у лікувально-профілактичному харчуванні 13
1.4 Використання пектинових речовин у харчовій промисловості та їх роль у технології здобних булочок 16
1.5 Вплив лимонної цедри на якість та технологічні властивості здобних булочок 19
Висновки за розділом 22
2 ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ 24
2.1 Об'єкти дослідження 24
2.2 Методи дослідження 28
2.3 Методика проведення експерименту 29
Висновки за розділом 31
3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ 33
3.1 Обґрунтування рецептури дослідних зразків 33
3.2 Дослідження впливу необхідної кількості води на заміс тіста 34
3.3 Вплив добавки цедри на якість готового здобного виробу 36
3.4 Вплив добавки цедри на процес газоутворення під час бродіння тіста 40
3.5 Вплив добавки цедри у сухому вигляді на упік готового виробу 41
Висновки за розділом 42
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ 44
4.1 Розроблення картки з безпеки праці для працівників цеху з виробництва здобних хлібобулочних виробів з додаванням цедри лимона 44
4.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва здобних хлібобулочних

виробів з додаванням цедри лимона 46
Висновки за розділом 49
5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА 51
5.1 Витрати на проведення досліджень 51
5.2 Визначення вартості дослідження 55
Висновки за розділом 55
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 57
БІБЛІОГРАФІЯ 59

ВСТУП

Одним із пріоритетних напрямів розвитку сучасної харчової промисловості є створення нових видів продуктів із підвищеною біологічною цінністю та покращеними органолептичними властивостями. Особливого значення набуває розробка виробів, які не лише задовольняють споживчі потреби, але й позитивно впливають на стан здоров'я людини в умовах зростаючого антропогенного навантаження на довкілля.

Погіршення екологічної ситуації, забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами та важкими металами зумовлює необхідність включення до раціону продуктів, що сприяють виведенню шкідливих сполук з організму. У цьому контексті особливу увагу привертають натуральні рослинні компоненти, які містять біологічно активні речовини та не мають побічних ефектів.

Перспективною сировиною для збагачення харчових продуктів є цитрусові плоди, зокрема їх шкірка (цедра). Натирана шкірка лимона містить значну кількість пектинових речовин, ефірних олій, флавоноїдів, вітамінів та інших корисних компонентів. Пектин відомий своєю здатністю зв'язувати та виводити з організму важкі метали і токсини, а також позитивно впливати на технологічні властивості тіста – покращувати його структуру, вологозв'язувальну здатність і консистенцію.

Водночас у хлібопекарській галузі актуальним залишається питання розширення асортименту продукції та підвищення її конкурентоспроможності. Використання натуральних добавок, зокрема лимонної цедри, дозволяє не лише підвищити харчову цінність виробів, але й надати їм приємного смаку та аромату, що є важливим фактором споживчого попиту.

Здобні булочки є популярним видом хлібобулочних виробів, що широко споживаються населенням. Тому їх збагачення натуральними функціональними інгредієнтами є доцільним і перспективним напрямом.

Метою даної роботи є обґрунтування технології виробництва здобних булочок з додаванням цедри (натертої шкірки) лимона.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати науково-технічну літературу щодо можливості використання цитрусової цедри у виробництві хлібобулочних виробів;
- дослідити вплив цедри лимона на технологічні властивості тіста;
- визначити оптимальну кількість внесення добавки у рецептуру здобних булочок;
- оцінити якість готових виробів за органолептичними та фізико-хімічними показниками;
- встановити найбільш доцільний спосіб введення лимонної цедри у тісто;
- розрахувати вартість проведених експериментальних досліджень.

Об’єкт дослідження – технологічний процес виробництва здобних булочок із використанням рослинної ароматичної сировини.

Предмет дослідження – вплив додавання цедри, тобто натертої шкірки лимона, на рецептуру, технологічні параметри, органолептичні, фізико-хімічні та споживчі показники якості здобних булочок.

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1 Використання добавок в технології здобних булочок

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості одним із пріоритетних напрямів є підвищення харчової та біологічної цінності продукції, а також розширення асортименту за рахунок використання функціональних інгредієнтів природного походження. Особливої актуальності це набуває у виробництві хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів, які є продуктами масового споживання і займають значну частку у раціоні населення.

Здобні булочки, як різновид хлібобулочних виробів, характеризуються високими органолептичними показниками, проте їх харчова цінність часто обмежується високим вмістом вуглеводів і жирів при відносно низькому вмісті біологічно активних речовин [4]. У зв’язку з цим доцільним є використання добавок, здатних не лише покращити смакові властивості виробів, але й підвищити їх функціональну значущість.

Традиційно в рецептурі здобних виробів застосовують різноманітні добавки, такі як родзинки, горіхи, плодово-ягідні напівфабрикати, патоку тощо, які впливають на смак, аромат і текстуру готової продукції. Проте в останні роки все більшого поширення набувають нетрадиційні види сировини, зокрема продукти переробки рослинної сировини: фруктові та овочеві порошки, вичавки, харчові волокна, білкові концентрати рослинного походження. Їх використання дозволяє цілеспрямовано регулювати фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні властивості виробів [4, 9].

Важливим аспектом є також впровадження ресурсозберігаючих технологій, що передбачають раціональне використання вторинної сировини харчових виробництв. До такої сировини належать відходи переробки плодів і овочів, зокрема цитрусових, які містять значну кількість цінних компонентів [3, 6].

Одним із перспективних видів такої сировини є цедра лимона (рисунок 1.1) – зовнішній шар шкірки плоду, що утворюється як побічний продукт при

виробництві соків, ефірних олій та інших продуктів переробки. Незважаючи на значний вміст біологічно активних речовин, лимонна цедра часто використовується недостатньо ефективно, що зумовлює необхідність розробки технологій її раціонального застосування [1, 5].

Рисунок 1.1 – Коротка характеристика лимонної цедри та можливість її використання у рецептурах здобних булочок

Хімічний склад лимонної цедри характеризується високим вмістом пектинових речовин, які можуть досягати 15 – 20 % у перерахунку на суху речовину. Пектин є складним полісахаридом, що володіє вираженими гідрофільними властивостями, здатністю до набухання, утворення в'язких розчинів і гелів. Завдяки цим властивостям пектин широко використовується у харчових технологіях як структуроутворювач, стабілізатор і вологоутримуючий агент [3].

У технології здобних булочок пектинові речовини лимонної цедри можуть виконувати низку важливих функцій. Зокрема, вони сприяють підвищенню водопоглинальної здатності тіста, що позитивно впливає на вихід готової продукції та її свіжість. Крім того, пектин здатний взаємодіяти з білками борошна та крохмалем, формуючи більш стабільну структуру м'якуша [3, 9].

Не менш важливим компонентом лимонної цедри є ефірні олії, які надають виробам характерного приємного аромату. Основними складовими ефірної олії лимона є терпени, зокрема лімонен, який визначає цитрусовий аромат. Наявність цих сполук забезпечує покращення органолептичних властивостей здобних булочок без необхідності використання синтетичних ароматизаторів.

Лимонна цедра також містить значну кількість флавоноїдів, які відносяться до природних антиоксидантів. Вони здатні нейтралізувати вільні радикали, що утворюються в організмі людини, і тим самим сприяють зниженню ризику розвитку ряду захворювань. Крім того, у складі цедри присутні вітаміни (зокрема вітамін С), органічні кислоти та мінеральні речовини, що підвищують її харчову цінність [3].

Введення натертої лимонної цедри у рецептуру здобних булочок дозволяє не лише покращити їх смакові характеристики, але й надати виробам функціональних властивостей. Зокрема, харчові волокна, що містяться у цедрі, позитивно впливають на процеси травлення, стимулюють перистальтику кишечника та сприяють нормалізації мікрофлори [5].

З технологічної точки зору важливим є спосіб введення лимонної цедри у тісто. Вона може використовуватися у свіжонатертому, сушеному або

подрібненому вигляді. Найбільш доцільним для здобних булочок є використання свіжонатертої цедри, оскільки це забезпечує максимальне збереження ефірних олій та інших летких ароматичних речовин [6].

Водночас необхідно враховувати, що надмірна кількість цедри може негативно впливати на органолептичні показники виробів, зокрема надавати їм гіркуватого присмаку. Тому важливим завданням є визначення оптимальної дози внесення добавки, яка забезпечує баланс між покращенням якості та збереженням традиційних властивостей здобних виробів.

Дослідження показують, що використання продуктів переробки цитрусових у хлібопекарській промисловості сприяє також уповільненню процесів черствіння виробів. Це пояснюється здатністю пектинових речовин утримувати вологу та впливати на ретроградацію крохмалю, що є основною причиною втрати свіжості хлібобулочних виробів [6].

Крім того, застосування лимонної цедри відповідає сучасним тенденціям розвитку харчових технологій, які спрямовані на зменшення використання синтетичних добавок та перехід до натуральних інгредієнтів. Це дозволяє підвищити конкурентоспроможність продукції та задовольнити зростаючий попит споживачів на «чисті» продукти з натуральним складом.

Таким чином, аналіз літературних джерел свідчить про доцільність використання лимонної цедри як функціональної добавки у виробництві здобних булочок. Вона є цінним джерелом пектинових речовин, ефірних олій, антиоксидантів та інших біологічно активних компонентів, що обумовлюють її позитивний вплив як на технологічні властивості тіста, так і на якість готових виробів [6].

Отже, використання натертої шкірки лимона у технології здобних булочок є перспективним напрямом, який поєднує підвищення харчової цінності продукції, покращення її органолептичних характеристик та реалізацію принципів раціонального використання сировинних ресурсів.

1.2 Хімічний склад плодів лимону

Лимон – вічнозелене цитрусове дерево, висотою 3 – 7 м, що росте лише у субтропічній зоні. У дикому вигляді зустрічається на батьківщині у Південно-Східній Азії. У відкритому ґрунті розлучається на Кавказі, в теплих умовах і в Узбекистані [4, 9].

Лимон вживається у свіжому вигляді як десерт, добавка до чаю, кави, в домашніх умовах можна приготувати сік лимонний, варення, цукати та інше. Широко використовується як сировина в кондитерському, лікеро-горілчаному та парфумерному виробництві, а також у кулінарії [11].

До складу входять такі речовини:

М’якуш плода містить: цукри (фруктозу, глюкозу), – до 2 %, органічні кислоти (лимонну, яблучну) – до 6 – 8 %, вітаміни (А, В – до 0,07 мг на г, B_2 – до 0,05 мг на г, Р, РР – до 0,34 мг) пектинові речовини – до 1,12 %, флавоноїди, фітонциди, похідні кумарину, ефірна олія, мінеральні солі К, Са, Mg, фосфору, заліза [13].

Шкірка плодів містить: цукру (до 6 %), органічні кислоти (до 0,28 %), вітаміни B_1 (до 0,05 мг на г), B_2 (до 0,02 мг на г), РР (до 1,27 мг на г), С (до 140 мг на г), каротин (до 0,03 мг на г), мінеральні солі (до 0,95 %), ефірна олія [5, 13].

Насіння містить жирне масло.

1.3 Можливості використання пектинових речовин лимонної цедри у лікувально-профілактичному харчуванні

Пектинові речовини є важливою групою природних високомолекулярних сполук, що широко використовуються у харчовій промисловості завдяки їх технологічним і фізіологічним властивостям. Назва «пектин» походить від грецького слова pektos, що означає «згущений» або «згорнутий», що безпосередньо відображає здатність цих речовин утворювати гелеподібні структури [2].

З хімічної точки зору пектин є складним полісахаридом, основою якого є залишки D-галактуронової кислоти, з'єднані α-(1-4)-глікозидними зв'язками. Пектинові речовини входять до складу клітинних стінок рослин і виконують структуроутворюючу функцію, забезпечуючи міцність і еластичність тканин. У рослинній сировині пектин представлений у вигляді протопектину (нерозчинної форми), який у процесі технологічної обробки може переходити у розчинний стан [3].

Особливий інтерес для харчової промисловості становить пектин, отриманий із цитрусових плодів, зокрема лимонної цедри. Відомо, що шкірка лимона містить значну кількість пектинових речовин (до 15 – 20 % у перерахунку на суху речовину), що робить її цінною сировиною для виробництва функціональних харчових інгредієнтів. Основна частина пектину зосереджена у внутрішньому шарі шкірки – альбедо, яке після переробки плодів часто залишається як вторинний продукт [2, 3].

Пектинові речовини не є однорідними за своїм складом і властивостями. Вони включають пектинові кислоти, пектати, протопектини та інші похідні, що відрізняються ступенем етерифікації, молекулярною масою та здатністю до взаємодії з водою та іонами металів. За ступенем етерифікації пектини поділяють на високоетерифіковані (ступінь етерифікації понад 50 %) та низькоетерифіковані (менше 50 %). Цей показник визначає їх функціональні властивості, зокрема здатність до гелеутворення та комплексоутворення.

Високоетерифіковані пектини здатні утворювати гелі у присутності високих концентрацій цукру та при низьких значеннях pH, що широко використовується у виробництві желейних продуктів. Низькоетерифіковані пектини, навпаки, здатні утворювати гелі у присутності іонів кальцію та характеризуються більш вираженими сорбційними властивостями.

З фізіологічної точки зору пектинові речовини відносяться до харчових волокон і мають важливе значення для організму людини. Вони не перетравлюються у верхніх відділах травного тракту, але активно впливають на процеси травлення та метаболізму. Однією з найважливіших властивостей пектину

є його здатність зв’язувати і виводити з організму токсичні речовини, зокрема солі важких металів (свинцю, кадмію, ртуті), а також радіонукліди [3, 6].

Механізм детоксикаційної дії пектину пов’язаний з наявністю в його структурі вільних карбоксильних груп, які здатні утворювати нерозчинні комплекси з катіонами металів. Утворені комплекси не всмоктуються у кишечнику і виводяться з організму природним шляхом. Дослідження показують, що регулярне споживання пектиновмісних продуктів сприяє зниженню рівня токсичних елементів у крові та тканинах [5].

Крім того, пектин позитивно впливає на функціональний стан шлунково-кишкового тракту. Він сприяє нормалізації мікрофлори кишечника, стимулює ріст корисних бактерій (біфідо- та лактобактерій), покращує перистальтику та запобігає розвитку дисбіозу. Також пектинові речовини здатні знижувати рівень холестерину в крові, що має важливе значення для профілактики серцево-судинних захворювань [5, 7].

Важливою властивістю пектину є його здатність регулювати глікемічну відповідь організму. Завдяки утворенню в’язких розчинів у шлунково-кишковому тракті, він уповільнює всмоктування глюкози, що сприяє стабілізації рівня цукру в крові. Це робить пектиновмісні продукти корисними для людей із порушеннями вуглеводного обміну [5].

Згідно з рекомендаціями дієтологів, добове споживання пектинових речовин має становити приблизно 3 – 5 г для забезпечення профілактичного ефекту. Таку кількість можна отримати як із натуральних продуктів, так і з харчових виробів, збагачених пектином [5, 6].

У цьому контексті особливу увагу привертає можливість використання лимонної цедри як джерела пектину у технології здобних булочок. Введення натертої шкірки лимона у рецептуру дозволяє створити продукт із підвищеною біологічною цінністю без необхідності використання синтетичних добавок.

Здобні булочки, збагачені лимонною цедрою, можуть розглядатися як елемент лікувально-профілактичного харчування, оскільки вони поєднують у собі традиційні споживчі властивості з функціональними характеристиками. Наявність

пектинових речовин у складі таких виробів сприяє покращенню травлення, виведенню токсинів та загальному оздоровленню організму.

З технологічної точки зору пектин, що міститься у лимонній цедрі, також впливає на якість готових виробів. Він підвищує водоутримувальну здатність тіста, сприяє формуванню більш ніжної та пористої структури м'якуша, а також уповільнює процеси черствіння за рахунок утримання вологи. Це дозволяє покращити споживчі властивості здобних булочок і подовжити термін їх зберігання [2, 3].

Слід зазначити, що ефективність використання пектину залежить від ряду факторів, зокрема ступеня подрібнення сировини, способу її введення у тісто, температурного режиму обробки та кислотності середовища. Оптимізація цих параметрів є важливим завданням при розробці технології здобних булочок із додаванням натертої лимонної цедри.

Таким чином, аналіз наукових джерел свідчить про значний потенціал пектинових речовин лимонної цедри у створенні продуктів лікувально-профілактичного призначення. Їх використання у технології здобних булочок є обґрунтованим як з точки зору харчової цінності, так і з позицій сучасних тенденцій розвитку функціонального харчування.

Отже, включення натертої шкірки лимона до рецептури здобних виробів дозволяє не лише підвищити їх якість і привабливість для споживачів, але й надати продукції додаткових корисних властивостей, що сприяють зміцненню здоров'я населення.

1.4 Використання пектинових речовин у харчовій промисловості та їх роль у технології здобних булочок

Пектинові речовини широко застосовуються у харчовій промисловості завдяки комплексу їх унікальних фізико-хімічних властивостей. До найбільш важливих належать розчинність у воді, здатність до набухання, формування в'язких систем, гелеутворення, а також чутливість до кислотного та

ферментативного гідролізу. Саме ці характеристики визначають технологічну цінність пектину та обумовлюють його використання у виробництві різноманітних харчових продуктів [7, 9].

У кондитерській промисловості пектин використовується як ефективний желюючий агент при виробництві мармеладу, желе, конфітюрів та фруктових начинок. Гелі, утворені пектином, характеризуються високою механічною міцністю, еластичністю та стійкістю до синерезису, що забезпечує стабільність структури продукту протягом зберігання. Крім того, такі гелі мають здатність витримувати термічну обробку, що є важливим при використанні фруктово-желейних начинок у хлібобулочних виробах. Встановлено, що пектиновмісні начинки можуть зберігати свої властивості при температурі до 200 – 220 °С, що дозволяє використовувати їх у процесах випікання без втрати якості [8].

Залежно від джерела отримання, пектин має різні технологічні характеристики. Зокрема, яблучний пектин відзначається високою молекулярною масою, значною в’язкістю та стабільною желюючою здатністю, що робить його придатним для виробництва термостабільних начинок. Цитрусовий пектин, у тому числі отриманий із лимонної цедри, характеризується більш нейтральними органолептичними властивостями та широко використовується як стабілізатор у напоях і молочних продуктах[4].

Якість пектину залежить від виду сировини: найвищі показники мають пектини, отримані з лайма та лимона, дещо нижчі – з грейпфрута, апельсина та мандарина. Це пов’язано з різницею у ступені етерифікації, молекулярній масі та структурі полімерних ланцюгів.

У хлібопекарській промисловості пектин набуває особливого значення як функціональна добавка, що впливає на реологічні властивості тіста та якість готових виробів. Доведено, що введення пектину сприяє підвищенню водопоглинальної здатності тіста, збільшенню часу його формування та підвищенню стійкості до механічних навантажень. Це пояснюється гідрофільною природою пектинових речовин, які здатні зв’язувати значну кількість води [9].

Пектин також позитивно впливає на еластичність і стабільність тіста, що

особливо важливо для здобних виробів, рецептура яких містить значну кількість жиру та цукру. У таких системах пектин виконує роль структуроутворювача, частково компенсуючи послаблення клейковинного каркасу [9, 11].

Результати експериментальних досліджень свідчать, що додавання пектину у кількості 0,05 – 0,3 % до маси борошна сприяє покращенню органолептичних та фізико-хімічних показників хлібобулочних виробів. Зокрема, відзначається збільшення питомого об'єму продукції. Найбільш виражений ефект спостерігається при дозуванні близько 0,1 %, коли об'єм виробів може зростати на 5 – 6 % у порівнянні з контрольними зразками.

Подальше збільшення кількості пектину (понад 0,3 %) призводить до зниження питомого об'єму, що пов'язано з надмірним зв'язуванням води та зменшенням її доступності для гідратації білків і крохмалю. Однак навіть у цьому випадку якість виробів залишається вищою, ніж у продукції без додавання пектину [5].

Встановлено також, що низькоетерифіковані пектини більш ефективно впливають на якість хлібобулочних виробів порівняно з високоетерифікованими. Це пояснюється наявністю більшої кількості вільних карбоксильних груп, які активно взаємодіють з компонентами тіста, зокрема білками і мінеральними речовинами, утворюючи додаткові структурні зв'язки.

Однією з важливих переваг використання пектину є його вплив на процес черствіння хлібобулочних виробів. Дослідження показують, що вироби з пектином зберігають свіжість довше, ніж традиційні. Це пояснюється здатністю пектину утримувати вологу та уповільнювати ретроградацію крохмалю. У результаті м'якуш довше залишається м'яким і еластичним [9].

У технології здобних булочок перспективним є використання не лише очищеного пектину, а й натуральних джерел пектинових речовин, зокрема натертої лимонної цедри. Такий підхід дозволяє поєднати технологічні переваги пектину з додатковими функціональними властивостями природної сировини.

Лимонна цедра містить не лише пектин, але й ефірні олії, флавоноїди, органічні кислоти та інші біологічно активні сполуки. Це забезпечує комплексний

вплив на якість здобних булочок: покращуються аромат і смак, формується більш ніжна структура м’якуша, підвищується харчова цінність продукції.

Крім того, використання лимонної цедри відповідає сучасним тенденціям харчової промисловості, спрямованим на впровадження натуральних інгредієнтів та раціональне використання вторинної сировини. Це дозволяє не лише зменшити виробничі відходи, але й створити продукцію з доданою вартістю.

Важливим технологічним аспектом є форма внесення цедри. Використання свіжонатертої шкірки лимона дозволяє максимально зберегти ефірні олії та активні компоненти, тоді як сушена форма забезпечує стабільність складу та зручність дозування. Вибір конкретної форми залежить від умов виробництва та вимог до готової продукції.

Таким чином, пектинові речовини, зокрема ті, що містяться у лимонній цедрі, відіграють важливу роль у харчових технологіях. Їх використання у виробництві здобних булочок дозволяє покращити структурно-механічні, органолептичні та фізико-хімічні показники виробів, а також підвищити їх функціональну цінність.

Отже, застосування натертої шкірки лимона як джерела пектину є науково обґрунтованим і перспективним напрямом удосконалення технології здобних булочок, що відповідає сучасним вимогам до якості та безпечності харчових продуктів.

1.5 Вплив лимонної цедри на якість та технологічні властивості здобних булочок

У сучасних умовах розвитку хлібопекарської галузі особлива увага приділяється удосконаленню технологій виробництва здобних виробів шляхом використання натуральних рослинних добавок. Однією з перспективних добавок є лимонна цедра, яка містить комплекс біологічно активних речовин і здатна впливати як на технологічний процес, так і на якість готової продукції.

Здобні булочки характеризуються складною рецептурою, що включає

значну кількість цукру, жиру та яєчних продуктів. Такий склад, з одного боку, забезпечує високі органолептичні властивості виробів, а з іншого – ускладнює процес формування тіста, оскільки жир і цукор послаблюють клейковинний каркас. У зв'язку з цим важливим є використання добавок, здатних стабілізувати структуру тіста та покращити його реологічні характеристики [8].

Лимонна цедра містить пектинові речовини, які мають високу гідрофільність і здатність до набухання. При введенні у тісто вони зв'язують воду, що призводить до підвищення водоутримувальної здатності системи. Це сприяє формуванню більш пластичного та стабільного тіста, що позитивно впливає на процес його обробки та формування виробів [5].

Крім того, пектинові речовини взаємодіють із білками борошна, зокрема з клейковинними білками, що сприяє зміцненню просторової структури тіста. У результаті підвищується його еластичність і газоутримувальна здатність, що є важливим для отримання виробів з добре розвиненою пористістю та достатнім об'ємом [5, 8].

Важливим компонентом лимонної цедри є ефірні олії, основною складовою яких є лімонен. Ці речовини визначають характерний цитрусовий аромат і значною мірою формують органолептичні властивості готових виробів. При використанні натертої цедри у здобних булочках відбувається збагачення смаку та аромату, що підвищує їх споживчу привабливість.

Флавоноїди та інші фенольні сполуки, що містяться у лимонній цедрі, виконують антиоксидантну функцію. Вони здатні уповільнювати окислювальні процеси, що відбуваються під час зберігання продукції, зокрема окислення жирів. Це сприяє підвищенню стійкості виробів до псування та подовженню терміну їх придатності [9, 11].

Введення лимонної цедри також впливає на колір виробів. Завдяки наявності природних пігментів, зокрема каротиноїдів і флавоноїдів, м'якуш і скоринка здобних булочок можуть набувати приємного жовтуватого відтінку, що позитивно сприймається споживачами.

З технологічної точки зору важливим є вплив лимонної цедри на процес

бродіння тіста. Органічні кислоти, що містяться у цедрі, можуть знижувати pH середовища, що впливає на активність дріжджів і ферментів. У помірних кількостях це сприяє оптимізації процесу бродіння, однак надлишок кислоти може пригнічувати дріжджову мікрофлору. Тому необхідно ретельно підбирати дозування добавки [3, 9].

Дослідження показують, що оптимальна кількість натертої лимонної цедри у рецептурі здобних булочок становить у середньому 1 – 3 % до маси борошна. При такому дозуванні досягається покращення органолептичних показників без негативного впливу на структуру тіста. Збільшення кількості добавки може призводити до появи гіркуватого присмаку та надмірного ущільнення м’якуша [8, 9, 11].

Важливим аспектом є вплив лимонної цедри на процес черствіння виробів. Завдяки наявності пектинових речовин підвищується здатність м’якуша утримувати вологу, що уповільнює ретроградацію крохмалю. У результаті здобні булочки довше зберігають м’якість і свіжість [7].

Крім того, лимонна цедра може виконувати роль природного антимікробного агента. Ефірні олії, що входять до її складу, проявляють бактеріостатичні властивості, що сприяє зниженню мікробіологічного псування продукції. Це є додатковою перевагою при виробництві виробів із подовженим терміном зберігання.

Значний вплив на ефективність використання лимонної цедри має ступінь її подрібнення. Натирана цедра забезпечує більш рівномірний розподіл у тісті та кращу екстракцію біологічно активних речовин. При цьому важливо уникати потрапляння білого шару (альбедо) у надмірній кількості, оскільки він може надавати гіркого присмаку [3, 4, 11].

Слід також враховувати взаємодію лимонної цедри з іншими інгредієнтами рецептури. Наприклад, наявність цукру сприяє кращому розкриттю аромату ефірних олій, а жири можуть частково зв’язувати ароматичні речовини, впливаючи на їх сприйняття.

Таким чином, лимонна цедра є багатофункціональною добавкою, яка

впливає на технологічні властивості тіста, органолептичні показники та термін зберігання здобних булочок. Її використання дозволяє підвищити якість продукції, розширити асортимент і створити вироби з підвищеною харчовою цінністю [8].

Отже, застосування натертої шкірки лимона у технології здобних булочок є перспективним напрямом, що поєднує технологічні, функціональні та економічні переваги і відповідає сучасним вимогам до харчових продуктів.

Висновки за розділом

У результаті проведеного аналітичного огляду встановлено, що використання натуральних рослинних добавок у технології здобних булочок є актуальним напрямом удосконалення хлібобулочних виробів, оскільки дає змогу покращити їх органолептичні властивості, підвищити харчову цінність і розширити асортимент продукції.

Обґрунтовано доцільність застосування лимонної цедри як натуральної смако-ароматичної добавки. Вона містить ефірні олії, пектинові речовини, органічні кислоти, флавоноїди, вітаміни та мінеральні компоненти, які позитивно впливають на якість готових виробів і можуть надавати їм додаткових функціональних властивостей.

Встановлено, що пектинові речовини лимонної цедри мають важливе технологічне значення, оскільки здатні зв’язувати вологу, покращувати структуру тіста, підвищувати водоутримувальну здатність м’якуша та уповільнювати процес черствіння готових виробів.

Визначено, що ефірні олії лимонної цедри, зокрема лімонен, формують приємний цитрусовий аромат і дозволяють покращити смакові характеристики здобних булочок без використання синтетичних ароматизаторів. Це відповідає сучасним вимогам до виробництва харчових продуктів із натуральним складом.

Проаналізовано, що найбільш доцільним є використання свіжонатертої лимонної цедри, оскільки така форма забезпечує краще збереження летких ароматичних речовин і рівномірніше розподілення добавки у тісті. Водночас

необхідно контролювати кількість внесення цедри, оскільки її надлишок може спричинити появу гіркуватого присмаку та погіршення структури м’якуша.

Таким чином, літературний аналіз підтверджує перспективність використання натертої шкірки лимона у технології здобних булочок. Така добавка дає змогу поєднати покращення смаку, аромату, харчової цінності та споживчої привабливості виробів із раціональним використанням рослинної сировини.

Відповідно, метою даної роботи є обґрунтування технології виробництва здобних булочок з додаванням цедри (натертої шкірки) лимона.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати науково-технічну літературу щодо можливості використання цитрусової цедри у виробництві хлібобулочних виробів;
- дослідити вплив цедри лимона на технологічні властивості тіста;
- визначити оптимальну кількість внесення добавки у рецептуру здобних булочок;
- оцінити якість готових виробів за органолептичними та фізико-хімічними показниками;
- встановити найбільш доцільний спосіб введення лимонної цедри у тісто;
- розрахувати вартість проведених експериментальних досліджень.

Об’єкт дослідження – технологічний процес виробництва здобних булочок із використанням рослинної ароматичної сировини.

Предмет дослідження – вплив додавання цедри, тобто натертої шкірки лимона, на рецептуру, технологічні параметри, органолептичні, фізико-хімічні та споживчі показники якості здобних булочок.

2 ОБ’ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Об’єкти дослідження

Експериментальні дослідження проводились в умовах навчальної лабораторії кафедри харчових технологій ДДАЕУ. Загальна схема проведення експериментальних досліджень представлена на рисунку 2.1.

Рисунок 2.1 – Схема проведення експериментальних досліджень

Для проведення експериментальних досліджень було обрано основну та допоміжну сировину, рисунок 2.2.

Рисунок 2.2 – Основна та допоміжна сировина яка була використана під час проведення експериментальних досліджень

1. Борошно пшеничне першого ґатунку. Дослідження зразка пшеничного борошна проводили з визначенням його органолептичних показників, зокрема запаху, смаку та кольору. Після цього здійснювали аналіз фізико-хімічних характеристик, а саме: визначали кислотність, масову частку вологи, а також вміст сирої та сухої клейковини. Усі дослідження виконували із застосуванням стандартних методів аналізу.

За результатами проведених досліджень встановлено, що борошно за органолептичними та фізико-хімічними показниками відповідало вимогам ДСТУ 46.004-99. Вміст вологи не перевищував 15 %, кислотність перебувала в межах норми. Кількість сирої клейковини відповідала встановленим стандартам. За показниками розтяжності та еластичності клейковину було віднесено до першої

групи як таку, що має добрі якісні характеристики.

Відповідно до результатів, отриманих із використанням приладу ІДК-1, досліджуване борошно за своїми властивостями відноситься до середнього за якістю.

2. Дріжджі хлібопекарські пресовані. Якість пресованих хлібопекарських дріжджів оцінювали за органолептичними показниками, такими як колір, запах, смак і консистенція. Крім того, визначали фізико-хімічні характеристики, зокрема масову частку вологи, кислотність і підйомну силу.

За результатами досліджень встановлено, що дріжджі відповідали вимогам ДСТУ 4812:2007. Отримані експериментальні дані свідчать про їх належну якість: консистенція залишалася стабільною після механічного впливу (проба на удар), а показник підйомної сили, визначений методом спливання кульки тіста, відповідав нормативним значенням.

Основні показники якості досліджуваних дріжджів наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. – Органолептичні та фізико-хімічні показники якості пресованих дріжджів

Найменування показників	Характеристика дріжджів
1. Колір	Рівномірний, світлий без плям
2. Смак	Прісний, властивий дріжджам, без стороннього присмаку
3.Запах	Без запаху цвілі, без інших сторонніх запахів, властивий дріжджам
4. Консистенція	Щільна, не мажуча
5. Якість (свіжість) по пробі на удар	При ударі консистенція не змінюється
6. Вологість, %	74,0
7. Кислотність 10 г дріжджів у перерахунку на оцтову кислоту	130 – 180
8. Підйомна сила тіста, хв	55 – 65
9. Швидкість підйому тіста (за спливанням у воді кульки тіста), хв	10 – 17

3. Сіль кухонна. Оцінювання якості кухонної солі здійснювали за органолептичними показниками, зокрема смаком і запахом, а також за фізико-хімічним показником – масовою часткою вологи. За результатами проведеного аналізу встановлено, що досліджуваний зразок відповідає вимогам ДСТУ 3583:2015.

4. Цукор-пісок. Якість цукру-піску визначали за аналогічними показниками, що і для кухонної солі, а саме за органолептичними (смак, запах) та фізико-хімічними характеристиками. Проведені дослідження підтвердили відповідність цукру вимогам ДСТУ 4623:2006.

5. Цедра лимонна. У дослідженні як функціональну добавку використовували лимонну цедру. Для її підготовки в лабораторних умовах плоди попередньо ретельно промивали, після чого знімали зовнішній шар шкірки. Отриману цедру висушували у сушильній шафі при температурі 90 °С до досягнення вологості на рівні 11 – 12,5 %. Після висушування сировину подрібнювали за допомогою мікромлинка протягом 5 – 6 хвилин до отримання порошкоподібного продукту.

У підготовленому сухому порошку визначали вміст пектинових речовин за методом Райху. Встановлено, що залежно від партії сировини показники вмісту пектину та протопектину мали певні коливання. Зокрема, для лимонної цедри характерний більш широкий діапазон варіювання цих показників. Так, у сухому продукті вміст пектину знаходився в межах 11 – 15 %.

Таблиця 2.2 – Органолептичні та фізико-хімічні показники якості цедри лимонної

Найменування показників	Характеристика
Колір	Яскраво-жовтий
Смак	Гіркий
Запах	Притаманний цитрусовим
Вологість, %	11

6. Маргарин. Якість маргарину визначали за органолептичними показниками, зокрема оцінювали колір, смак і запах продукту. За результатами проведеного аналізу встановлено, що досліджуваний зразок відповідає вимогам ДСТУ 4465:2005.

7. Повидло. Оцінювання повидла здійснювали за органолептичними характеристиками, такими як смак, колір і запах. Досліджуваний продукт за всіма показниками відповідав вимогам ДСТУ 6072:2009.

2.2 Методи дослідження

Оцінювання якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції здійснювали відповідно до методів, прийнятих у системі технологічного контролю хлібопекарського виробництва, згідно з чинними нормативними документами.

Якість досліджуваних об’єктів визначали за органолептичними, фізико-хімічними та структурно-механічними показниками.

Органолептичну оцінку готових здобних булочок проводили за такими показниками: зовнішній вигляд, форма, стан поверхні, колір скоринки, структура та стан м’якуша, смак і аромат. Оцінювання здійснювали дегустаційним методом із використанням п’ятибальної шкали. При цьому враховували відповідність виробів встановленим вимогам: правильна форма без деформацій, рівномірно забарвлена поверхня без підгорілостей, м’якуш – добре пропечений, пористий, еластичний, без ущільнень і сторонніх включень. Смак і аромат повинні бути властивими здобним виробам із приємним вираженим лимонним відтінком без сторонніх присмаків і запахів.

До фізико-хімічних показників відносили вологість і кислотність. Масову частку вологи визначали методом висушування зразків при температурі 160 °С до постійної маси. Кислотність встановлювали потенціометричним методом за допомогою pH-метра з подальшим вираженням результатів у градусах.

Газоутворювальну здатність борошна визначали прямим методом із застосуванням приладу АГ-1. У процесі дослідження встановлювали кількість

діоксиду вуглецю, що виділяється під час бродіння тіста за визначений період, що характеризує ферментаційну активність борошна.

Механічні властивості клейковини, зокрема її здатність протидіяти деформації при стисканні, визначали за допомогою приладу ІДК-1. Результати вимірювань фіксували в умовних одиницях шкали приладу.

Структурно-механічні властивості м’якуша досліджували із застосуванням автоматизованого пенетрометра. Занурювальне тіло з пластмаси з напівсферичною нижньою частиною радіусом 12,5 мм встановлювали на сталевому стрижні системи занурення. Для проведення вимірювання використовували додатковий вантаж, що забезпечував загальну масу системи 300 г.

Зразок м’якуша розміщували на робочому столику приладу та приводили у контакт із занурювальним тілом. Після активації механізму відбувалося занурення індентора протягом 5 секунд, після чого за шкалою приладу фіксували глибину проникнення, яка характеризує ступінь деформації.

Після цього додатковий вантаж знімали, і маса системи зменшувалася до 50 г. Упродовж наступних 10 секунд м’якуш частково відновлював свою форму завдяки пружним властивостям. За показниками шкали визначали величину пружної деформації, що дозволяло оцінити еластичність і відновлювальну здатність структури м’якуша.

2.3 Методика проведення експерименту

Методика проведення експериментальних досліджень, відповідно до поставленої мети, передбачала приготування здобного дріжджового тіста з внесенням добавок, подальше формування тістових заготовок і їх випікання (рисунок 2.3).

У процесі виконання експериментів здійснювали контроль параметрів технологічного процесу, а також оцінювали якість напівфабрикатів і готової продукції.

Технологія приготування включала такі основні етапи: підготовка сировини;

замішування тіста; бродіння; формування тістових заготовок; вистоювання; випікання виробів.

Підготовчий етап передбачав: охолодження води до заданої температури; просіювання борошна; приготування дріжджової суспензії, а також розчинів солі та цукру; одержання емульсії з дріжджів, жиру та цукру.

Рисунок 2.3 – Методика проведення експерименту та графічне відображення технологічного процесу

Перед внесенням у тісто жир попередньо розтоплювали при температурі не вище 45 °C із постійним перемішуванням. Після цього до нього додавали подрібнену до порошкоподібного стану лимонну цедру.

Тісто готували безопарним способом. Замішування здійснювали вручну:

спочатку змішували воду з додатковими компонентами, передбаченими рецептурою, після чого поступово вводили борошно та дріжджову суспензію.

Після замісу тісто залишали для бродіння тривалістю близько 2,5 годин. Далі його вручну поділяли на порційні шматки та надавали їм округлої форми для отримання подових виробів.

Сформовані заготовки направляли на вистоювання, яке тривало 60 – 90 хвилин.

Випікання здійснювали у лабораторній хлібопекарській печі зі зволоженою пекарною камерою при температурі 200 °С протягом 20 – 25 хвилин.

Висновки за розділом

Для проведення досліджень було обрано основну та допоміжну сировину: пшеничне борошно першого сорту, пресовані хлібопекарські дріжджі, кухонну сіль, цукор-пісок, маргарин, повидло та лимонну цедру. За результатами оцінювання встановлено, що досліджувані зразки сировини відповідали вимогам чинних нормативних документів.

Особливу увагу приділено підготовці лимонної цедри як функціональної добавки. Сировину промивали, висушували при температурі 90 °С до вологості 11 – 12,5 %, після чого подрібнювали до порошкоподібного стану. Встановлено, що вміст пектинових речовин у сухій лимонній цедрі становив 11 – 15 %, що підтверджує її цінність як натуральної добавки з потенційним технологічним і функціональним ефектом.

Для оцінювання якості сировини та готових виробів було використано комплекс органолептичних, фізико-хімічних і структурно-механічних методів дослідження. Органолептична оцінка передбачала визначення зовнішнього вигляду, форми, стану поверхні, кольору скоринки, структури м’якуша, смаку й аромату. Фізико-хімічні дослідження включали визначення вологості, кислотності, газоутворювальної здатності борошна, якості клейковини та структурно-механічних властивостей м’якуша.

Методика експерименту передбачала приготування здобного дріжджового тіста безопарним способом із внесенням підготовленої лимонної цедри. Технологічний процес включав підготовку сировини, заміс тіста, бродіння протягом 2,5 год, ділення, формування, вистоювання протягом 60 – 90 хв і випікання при температурі 200 °С упродовж 20 – 25 хв.

Таким чином, обрані об’єкти, методи та методика проведення експерименту є достатніми для комплексної оцінки впливу лимонної цедри на технологічні властивості тіста та якість готових здобних булочок. Це створює науково-методичну основу для подальшого обґрунтування оптимальної рецептури й технологічних параметрів виробництва.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1 Обґрунтування рецептури дослідних зразків

Здобні хлібобулочні вироби утворюють велику групу продукції, якій притаманні високі органолептичні показники, зокрема привабливий зовнішній вигляд, приємний смак і виразний аромат. Завдяки значному вмісту цукру, жирів, яєчних продуктів та іншої збагачувальної сировини ці вироби належать до висококалорійних і добре засвоюваних харчових продуктів.

Асортимент здобних булочних виробів є широким і різноманітним, відрізняючись за рецептурою, співвідношенням інгредієнтів, формою, масою, розмірами, технологією приготування тіста та способами оздоблення поверхні. До здобних зараховують вироби, у яких вміст цукру і жиру становить не менше 14 % від маси борошна, незалежно від кількості яєчних продуктів чи інших додаткових компонентів.

На початковому етапі дослідження здійснювали порівняльну оцінку впливу цедри на якість здобних виробів з метою визначення найбільш ефективного варіанту її використання.

Об’єктом дослідження обрано здобну булочку «Здобна». Для досягнення поставленої мети у рецептурі виробу з пшеничного борошна першого сорту частково замінювали традиційні інгредієнти на лимонну цедру. Було досліджено такі варіанти:

- контрольний зразок – булочка «Здобна», виготовлена за стандартною рецептурою без змін;
- дослідний зразок – булочка, у якій частину повидла замінено на суху лимонну цедру у порошкоподібному вигляді з одночасним коригуванням кількості цукру.

Результати попередніх експериментів показали, що найбільш доцільним є використання цитрусової цедри у вигляді сухого порошку в дозуванні 3 кг на 100 кг

борошна (таблиця 3.1). За таких умов покращуються технологічні властивості тіста, підвищується якість структурно-механічних характеристик м’якуша, а також формується більш насичений смак і приємний аромат готових виробів.

Рецептурний склад дослідних зразків здобних булочок наведено у таблиці 3.1.

Таблиця3.1. – Рецептура дослідних зразків

Найменування сировини	Витрата сировини в кг на 100 кг борошна	
	Варіанти	
	Контроль	Цедра лимона
Борошно пшеничне 1-го сорту	100	100
Дріжджі пресовані	2,0	2,0
Сіль кухонна	1,5	1,5
Цукор-пісок	-	6
Маргарин столовий	8,0	8,0
Повидло	12	-
Цедра у порошку	-	3,0

3.2 Дослідження впливу необхідної кількості води на заміс тіста

У ході проведених досліджень було встановлено, що при внесенні рецептурної кількості води в тісто, воно погано замішувалося, м’якуш хліба мав комкуватий вигляд, вироби довго вистоювалися. Тому нами проведені дослідження з визначення необхідної кількості води для замісу тіста, у якому тісто, напівфабрикати і готові вироби набули необхідних якостей.

Пов’язано це з тим, що частина пектинових речовин міжклітинної речовини цедри лимона, складають нерозчинні у воді протопектини, які в холодній воді нерозчинні, а при нагріванні під дією кислот, лугів, ферменту протопектинази гідролізуються на нерозчинну фракцію і розчинну – які мають високу водопоглинальну здатність. Тому при додаванні цедри у тісто, воно набуває більш високої водопоглинальної здатності.

У таблиці 3.2 наведено показники якості одержаних виробів за різної додаткової до розрахункової кількості подачі води.

Таблиця 3.2 – Вплив кількості води, необхідної для замісу тіста нормальної консистенції, на окремі показники

Зразок	Внесена кількість води														
	За рецептурою			+10 %			13 %			+20 %			+23 %		
	W м’якуша, %	Вистоювання, хв	H:D	W м’якуша, %	Вистоювання, хв	H:D	W м’якуша, %	Вистоювання, хв	H:D	W м’якуша, %	Вистоювання, хв	H:D	W м’якуша, %	Вистоювання, хв	H:D
Контроль	35	60	0,45												
З цедрою лимона	29,2	95	0,57	33,8	82	0,51	34,6	70	0,45	35,2	60	0,39	36	50	0,31

Зроблено аналіз зміни масової частки вологи в м’якуші випеченого виробу від додаткової подачі вологи на заміс тіста у % від розрахункової величини води. Статистичний аналіз даних, наведених у таблиці 3.2, за програмою Exel Microsoft Office отримані рівняння апроксимації вмісту вологи в м’якіші від додаткової подачі води на заміс тіста.

Кількість води, що йде на приготування тіста, розраховували з урахуванням вологості виробів і сировини, що вноситься наступним чином:

$$G_в = M_с \cdot \frac{W_т - W_с}{100 - W_т} = 15{,}1\ \% \qquad (3.1)$$

де M_c – маса всієї сировини;

$W_т$ – вологість тіста;

W_c – вологість усієї сировини, передбаченого за рецептурою.

Величина додаткової подачі води в тісто, що забезпечує вміст вологи в м’якуша З 5 % = 15,1 %.

Це доводить, що наявність у цедрі цитрусових плодів пектинових речовин веде до необхідності додаткової подачі води в тісто, яке залежить від вмісту їх у цедрі.

Подальші досліди ми проводили з внесенням розрахованої найбільш доцільної кількості води у зразках.

З даних, наведених у таблиці 3.2 отримані рівняння апроксимації часу вистоювання тіста для оптимальної величини внесення для цедри лимона 15,15 % величина часу вистоювання буде дорівнювати 69 хв.

З даних, наведених у таблиці 3.2 отримані також рівняння апроксимації формостійкості (*H:D*) виробів залежно від величини додаткової подачі води в тісто, що забезпечує вміст вологи в м’якуші 35 %. Величина формостійкості буде 0,45.

Як видно з сказаного, що величини часу вистоювання тіста і формостійкість виробів при оптимальній подачі додаткової води близькі до контрольного зразка виробів. Таким чином, введення в рецептуру булочки цедри лимона вимагає збільшення кількості води, що подається в тісто.

3.3 Вплив добавки цедри на якість готового здобного виробу

Якість готової продукції оцінюють за сукупністю органолептичних, фізико-хімічних і структурно-механічних показників. До органолептичних характеристик належать: зовнішній вигляд (особливості поверхні, колір, стан і товщина кірки, форма виробу), стан м’якуша (ступінь свіжості та пропеченості, характер пористості, еластичність), а також смак, аромат і наявність можливого хрускоту, зумовленого мінеральними домішками.

Як зазначалося раніше, внесення добавок впливає на формостійкість і

пористість готової продукції. Отримані результати досліджень подано в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Вплив цедри цитрусових у сухому вигляді на формостійкість готової булочки

Наявність цедри	Показник формостійкості (*H:D*)
Контрольний разок	0,45
Дослідний зразок (з додаванням цедри лимона)	0,45

З таблиці видно, що формостійкість виробів, до яких додана цедра лимона, відповідає контролю.

Пористість виробів з врахуванням її структури (величина пор, однорідності, товщини стінок) характеризує важливу властивість виробів – їх більшу чи меншу засвоюваність.

Вплив добавки на пористість м’якуша наведено на рисунку 3.1

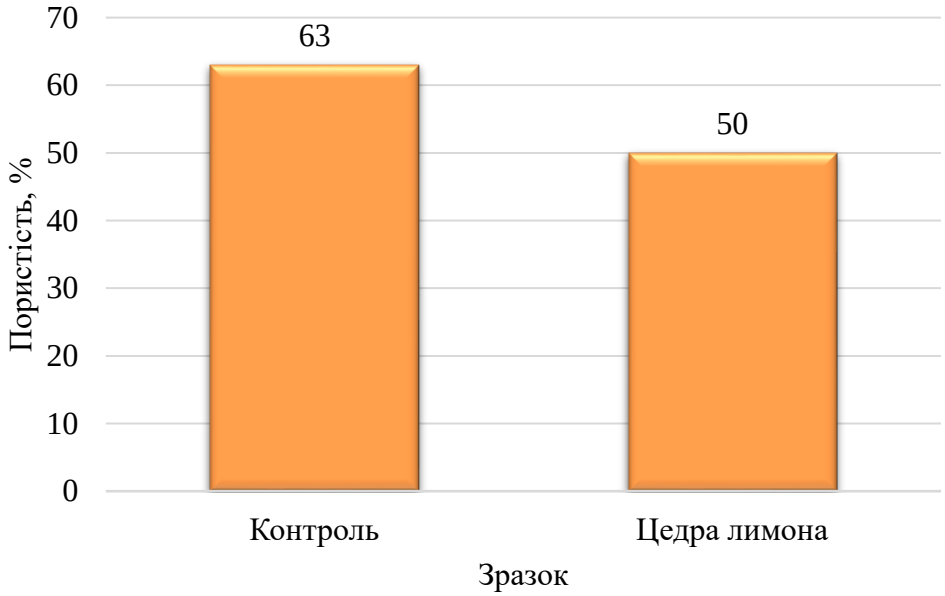

Рисунок 3.1. – Вплив сухої цедри лимона на пористість здобної булочки

З наведених результатів досліджень встановлено, що пористість м’якуша у дослідному зразку із додаванням сухої лимонної цедри зменшилася приблизно на 13 % порівняно з контрольним варіантом. Таке зниження пористості можна пояснити впливом фітонцидних речовин, що містяться у плодах.

Результати дослідження впливу добавки цедри на вологість м’якуша готових булочок подано в таблиці 3.4.

Як видно з даних таблиці 3.4, при внесенні в тісто розрахованої та додаткової кількості води вологість м’якуша отриманих виробів з достатньою точністю становить близько 35 %.

Таблиця 3.4 – Вплив добавки цедри на вологість готових виробів

Наявність добавки	Вологість, %
Контрольний зразок	35
Дослідний зразок (з додаванням лимонної цедри)	35,8

У результаті проведених досліджень встановлено, що внесення цедри спричинило підвищення кислотності готових виробів.

Кислотність хлібобулочних виробів є важливим показником їх якості як у смаковому, так і в гігієнічному аспектах. Вона також відображає правильність ведення технологічного процесу, оскільки формується переважно за рахунок продуктів спиртового та молочнокислого бродіння, що відбуваються в тісті. Значення кислотності м’якуша при додаванні цедри наведено в таблиці 3.5.

Згідно з даними таблиці, кислотність зразків із додаванням цедри зросла приблизно на 15 % порівняно з контрольним варіантом. Водночас це підвищення не мало негативного впливу на смакові, ароматичні чи інші якісні характеристики готової продукції.

Таблиця 3.5 – Вплив добавки цедри на кислотність готових виробів

Наявність добавки	Кислотність, град.
Контрольний зразок	2,4
Дослідний зразок (з додаванням лимонної цедри)	4,2

Результати оцінювання зовнішнього вигляду, смакових властивостей і аромату дослідних зразків здобної булочки подано в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Органолептична оцінка якості дослідних зразків

Показники	Результати оцінки	
	Аналізовані варіанти	
	Контрольний зразок	Дослідний зразок (з додаванням лимонної цедри)
Форма та зовнішній вигляд	Правильної опуклої форми без тріщин та підривів	
Характеристика кірки	Гладка, глянцеподібна	Досить гладка глянцеподібна
Колір м’якуша	Із сіруватим відтінком	Світло-жовтий
Еластичність м’якуша	М’який, еластичний	М’який, але ущільнений
Смак	Виражений, характерний, здобний	Характерний здобний, зі злегка гіркуватим присмаком цедри
Аромат	Властивий даному здобному виробу	Приємний, характерний аромат лимону

З даних таблиці 3.6 встановлено, що форма та загальний зовнішній вигляд дослідних зразків не відрізнялися від контрольних. Властивості кірки виробів із додаванням лимонної цедри також були близькими до показників контрольного варіанту.

М’якуш набув жовтуватого відтінку. Смак дослідних зразків характеризувався легким гіркуватим присмаком, притаманним цедрі. Аромат

виробів із додаванням лимонної цедри був приємним і мав виражені цитрусові нотки.

Смакові та ароматичні властивості продукції значною мірою формуються внаслідок накопичення в тісті органічних кислот і продуктів їх взаємодії з іншими компонентами.

3.4 Вплив добавки цедри на процес газоутворення під час бродіння тіста

Об’єм діоксиду вуглецю, що утворюється в процесі бродіння тіста, визначається газоутворювальною здатністю борошна за наявності добавок і безпосередньо впливає на якість готової продукції, зокрема на пористість м’якуша, колір кірки та об’єм хлібобулочних виробів.

Під газоутворювальною здатністю борошна розуміють властивість тіста нормальної консистенції утворювати певну кількість діоксиду вуглецю під час бродіння. Цей показник характеризують об’ємом (у мл) CO_2, що виділяється протягом 5 годин бродіння тіста при температурі 30 °С зі 100 г досліджуваного борошна за умови додавання 60 мл води та 10 г пресованих дріжджів. Виділення діоксиду вуглецю є результатом взаємодії цукрів із ферментними системами дріжджових клітин у процесі бродіння. Динаміку газоутворення у дослідних зразках наведено на рисунку 3.2.

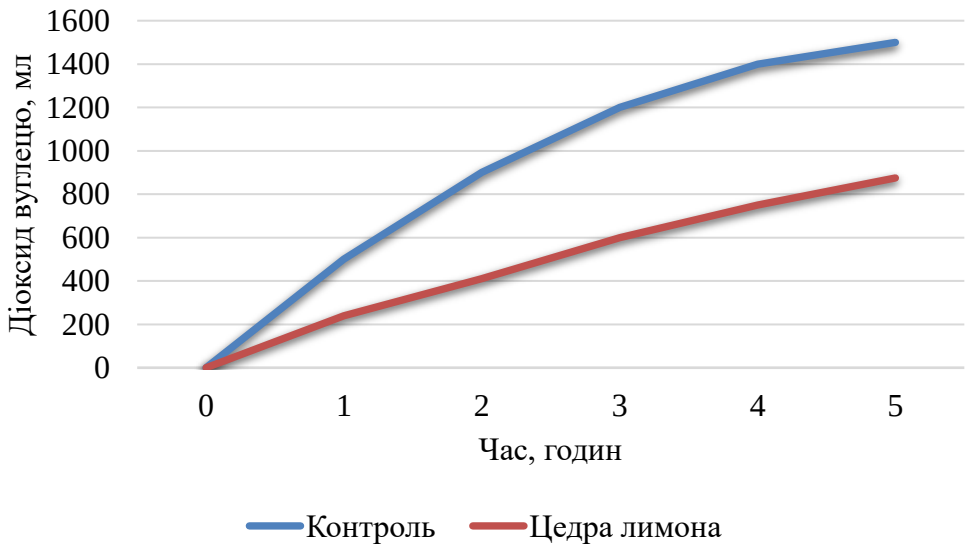

Рисунок 3.2 – Динаміка газоутворення

Отримані результати свідчать, що речовини, присутні в цедрі, мають пригнічувальний вплив на життєдіяльність дріжджів.

Таким чином, можна зробити висновок, що цедра лимона значно впливає на якість готового виробу (стан пористості м'якуш, питомий обсяг). При зниженні пористості, м'якуш ущільняється.

3.5 Вплив добавки цедри у сухому вигляді на упік готового виробу

Упік виробів зумовлюється втратою частини вологи з тістової заготовки під час випікання, а також незначним виділенням діоксиду вуглецю, летких кислот та інших речовин.

Результати дослідження впливу додавання цедри на величину упіку здобної булочки наведено на рисунку 3.3.

У процесі експериментів встановлено, що внесення сухої цедри суттєво позначається на цьому показнику. Зокрема, у дослідних зразках упік виявився меншим, ніж у контрольному варіанті. Так, для виробу з додаванням лимонної цедри зниження упіку становило 2,8 % порівняно з контролем.

Це можна пояснити здатністю пектину сухої цедри лимона інтенсивно зв'язувати воду під час приготування тіста.

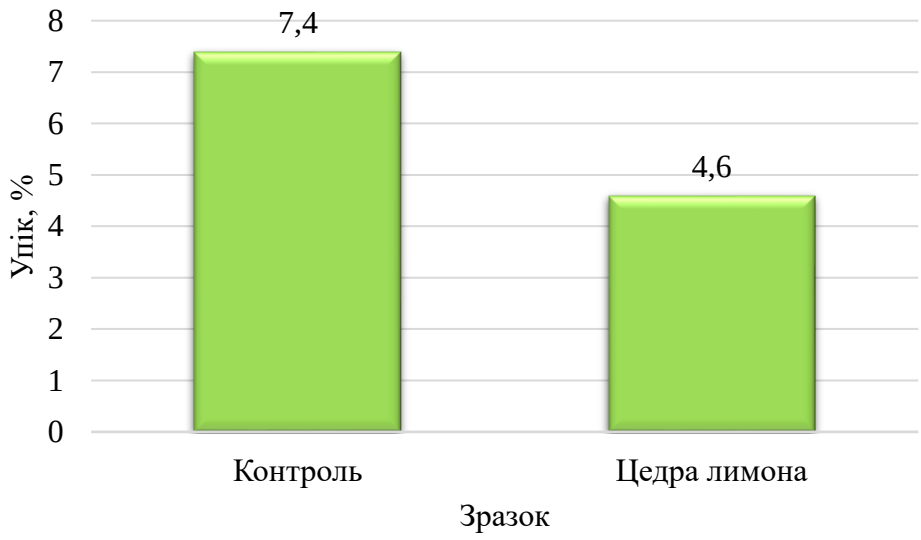

Рисунок 3.3 – Вплив сухої цедри лимону в порошку на упік готової здоби

Висновки за розділом

У розділі було проведено експериментальне обґрунтування рецептури здобних булочок із додаванням лимонної цедри та оцінено її вплив на технологічні властивості тіста і якість готових виробів. Як базовий зразок використано булочку «Здобна», а дослідний варіант передбачав внесення сухої лимонної цедри у порошкоподібному вигляді в кількості 3 кг на 100 кг борошна з коригуванням рецептурного складу.

Встановлено, що внесення лимонної цедри підвищує водопоглинальну здатність тіста, що пов’язано з наявністю у її складі пектинових речовин. Для отримання тіста нормальної консистенції виникла необхідність у додатковому внесенні води. Оптимізація кількості води дозволила забезпечити вологість м’якуша на рівні близько 35 %, а також наблизити тривалість вистоювання та формостійкість виробів до показників контрольного зразка.

Доведено, що за умови правильно підібраної кількості води формостійкість дослідних виробів із лимонною цедрою не погіршувалася і становила $H:D$ = 0,45, що відповідало контрольному зразку. Це свідчить про можливість використання лимонної цедри без негативного впливу на форму готових булочок.

Встановлено, що додавання сухої лимонної цедри вплинуло на структуру м’якуша: пористість дослідного зразка зменшилася приблизно на 13 % порівняно з контролем, що можна пояснити впливом біологічно активних речовин цедри на процеси газоутворення та життєдіяльність дріжджів. Водночас м’якуш залишався достатньо м’яким, хоча набував дещо ущільненої структури.

Дослідження фізико-хімічних показників показало, що вологість м’якуша дослідного зразка становила 35,8 %, що близько до контрольного значення 35 %. Кислотність виробів із додаванням лимонної цедри підвищилася порівняно з контролем, що зумовлено наявністю органічних кислот у складі цитрусової сировини. Проте це не мало негативного впливу на загальну якість готової продукції.

Органолептична оцінка підтвердила доцільність використання лимонної

цедри у технології здобних булочок. Дослідні вироби мали правильну форму, гладку глянцеподібну кірку, світло-жовтий відтінок м’якуша та приємний виражений аромат лимона. Смак характеризувався здобним профілем із легким гіркуватим присмаком, властивим цедрі.

Визначено, що лимонна цедра впливає на процес газоутворення під час бродіння тіста, оскільки її складові можуть частково пригнічувати активність дріжджів. Це позначається на пористості та питомому об’ємі виробів, тому під час розроблення рецептури необхідно враховувати дозування добавки та параметри технологічного процесу.

Також встановлено, що внесення сухої лимонної цедри сприяло зменшенню упіку готових виробів на 2,8 % порівняно з контрольним зразком. Такий ефект пояснюється здатністю пектинових речовин цедри зв’язувати й утримувати вологу під час випікання.

Отже, результати експериментальних досліджень підтвердили перспективність використання сухої лимонної цедри у технології здобних булочок. Її внесення дозволяє надати виробам приємного цитрусового аромату, покращити споживчу привабливість, знизити втрати маси під час випікання та розширити асортимент здобної хлібобулочної продукції. Водночас для забезпечення належної якості виробів необхідно контролювати кількість внесення цедри, додаткову подачу води та тривалість вистоювання.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Розроблення картки з безпеки праці для працівників цеху з виробництва здобних хлібобулочних виробів з додаванням цедри лимона

Виробництво здобних хлібобулочних виробів з додаванням цедри лимона передбачає виконання низки технологічних операцій, пов’язаних із підготовкою сировини, просіюванням борошна, приготуванням розчинів, замісом тіста, бродінням, формуванням тістових заготовок, вистоюванням, випіканням, охолодженням та оцінюванням якості готової продукції. Під час виконання цих операцій працівники можуть зазнавати впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів: рухомих частин обладнання, підвищеної температури поверхонь і повітря, борошняного пилу, електричного струму, слизької підлоги, гарячої пари, гострих інструментів, а також фізичного навантаження під час переміщення сировини та готових виробів.

Розроблення картки безпеки праці є доцільним, оскільки вона дозволяє систематизувати основні виробничі ризики, визначити профілактичні заходи та встановити правила безпечної поведінки працівників на кожному етапі технологічного процесу (рисунок 4.1). Її впровадження сприяє зниженню ймовірності виробничого травматизму, покращенню санітарно-гігієнічних умов праці та забезпеченню стабільної роботи цеху. Закон України «Про охорону праці» визначає право працівників на належні, безпечні й здорові умови праці та встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні.

Працівники цеху повинні проходити вступний і первинний інструктажі з охорони праці, навчання безпечним методам роботи, а також періодичну перевірку знань відповідно до вимог внутрішньої системи охорони праці підприємства. До роботи допускаються особи, які пройшли медичний огляд, інструктаж, ознайомлені з технологічною інструкцією та правилами безпечної експлуатації обладнання.

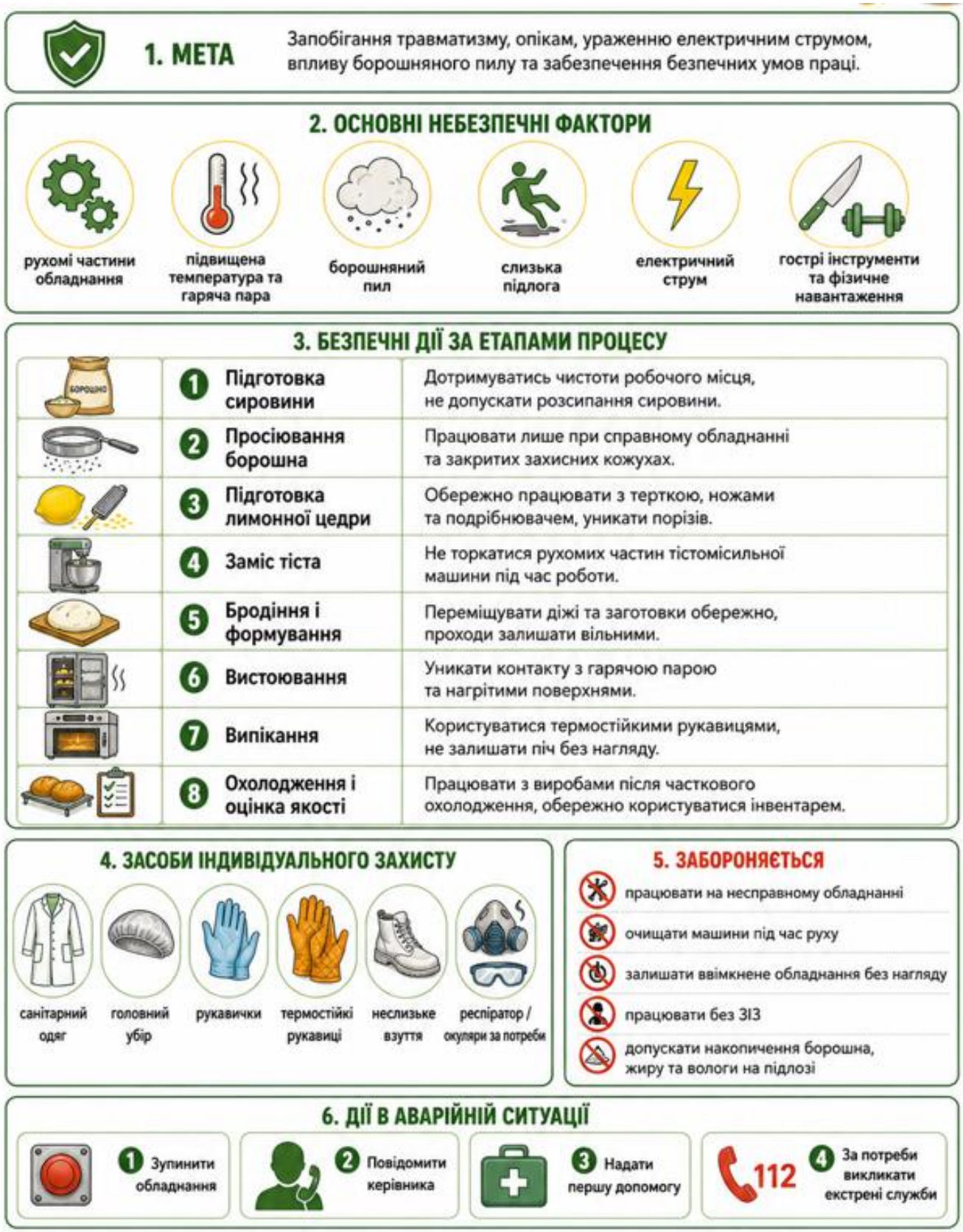

Рисунок 4.1 – Картка безпеки праці для працівників цеху з виробництва здобних хлібобулочних виробів з додаванням цедри лимона

Перед початком роботи працівник повинен одягнути чистий санітарний одяг, головний убір, закрите неслизьке взуття, перевірити справність обладнання, наявність захисних кожухів, заземлення, інвентарю та засобів пожежогасіння. Робоче місце має бути чистим, сухим, добре освітленим і не захаращеним сторонніми предметами.

Під час роботи забороняється залишати ввімкнене обладнання без нагляду, торкатися рухомих частин машин, самостійно усувати електричні несправності, працювати без засобів індивідуального захисту, користуватися пошкодженим інвентарем, відкривати захисні кришки під час роботи обладнання, а також допускати накопичення борошняного пилу, жиру, вологи та залишків тіста на підлозі.

У разі виникнення аварійної ситуації, стороннього шуму, запаху гару, задимлення, ураження електричним струмом або травмування працівника необхідно негайно зупинити обладнання, повідомити керівника зміни, надати першу домедичну допомогу потерпілому та за потреби викликати відповідні аварійні служби.

Таким чином, розроблена картка безпеки праці є важливим елементом організації безпечних умов у цеху з виробництва здобних хлібобулочних виробів з додаванням лимонної цедри. Її використання дозволяє своєчасно виявляти небезпечні фактори, попереджувати виробничий травматизм, забезпечувати дотримання санітарно-гігієнічних вимог і підвищувати загальну культуру безпеки праці на виробництві.

4.2 Шляхи утилізації відходів під час виробництва здобних хлібобулочних виробів з додаванням цедри лимона

У процесі виробництва здобних хлібобулочних виробів з додаванням цедри лимона утворюються різні види відходів, які потребують раціонального поводження. До них належать залишки борошна, тіста, обрізки тістових заготовок, некондиційні або підгорілі вироби, залишки лимонної шкірки після підготовки

цедри, пакувальні матеріали, а також стічні води після миття обладнання, інвентарю та виробничих приміщень.

Раціональна утилізація таких відходів має важливе значення (рисунок 4.2), оскільки дозволяє зменшити втрати сировини, знизити негативний вплив виробництва на навколишнє середовище, покращити санітарний стан цеху та підвищити економічну ефективність виробництва. Особливо доцільним є впровадження маловідходного підходу, за якого частина відходів може бути повторно використана або передана на переробку.

Особливу увагу слід приділяти відходам лимонної сировини, оскільки вони мають природне походження та містять органічні речовини, ефірні олії, пектинові компоненти й харчові волокна. Залишки шкірки, які не використовуються у рецептурі, доцільно спрямовувати на компостування. У результаті можна отримати органічне добриво, придатне для використання в озелененні території підприємства або в сільському господарстві.

Обрізки тіста та некондиційні вироби, які не мають ознак псування, сторонніх домішок або підгорілості, можуть бути використані повторно у виробництві допоміжної продукції. Наприклад, висушені некондиційні вироби можна подрібнювати для отримання хлібної крихти або панірувальних сухарів. Це дозволяє зменшити кількість харчових відходів і підвищити ефективність використання сировини.

Водночас підгорілі, забруднені або мікробіологічно небезпечні вироби не можна використовувати у харчових цілях. Такі відходи необхідно збирати окремо та передавати на утилізацію відповідно до встановлених санітарних вимог.

Пакувальні матеріали доцільно сортувати безпосередньо у виробничому цеху. Картонну, паперову та полімерну тару слід збирати окремо у промарковані контейнери. Такий підхід спрощує подальшу передачу відходів на вторинну переробку та зменшує обсяг змішаних побутових відходів.

Стічні води, що утворюються під час миття обладнання та інвентарю, можуть містити залишки борошна, тіста, жиру, цукру та мийних засобів. Перед скиданням у каналізаційну систему їх доцільно очищувати від механічних домішок за

допомогою решіток, сітчастих фільтрів або відстійників. Жирові залишки не повинні потрапляти безпосередньо у каналізацію, оскільки вони можуть спричиняти засмічення трубопроводів і погіршувати роботу очисних споруд.

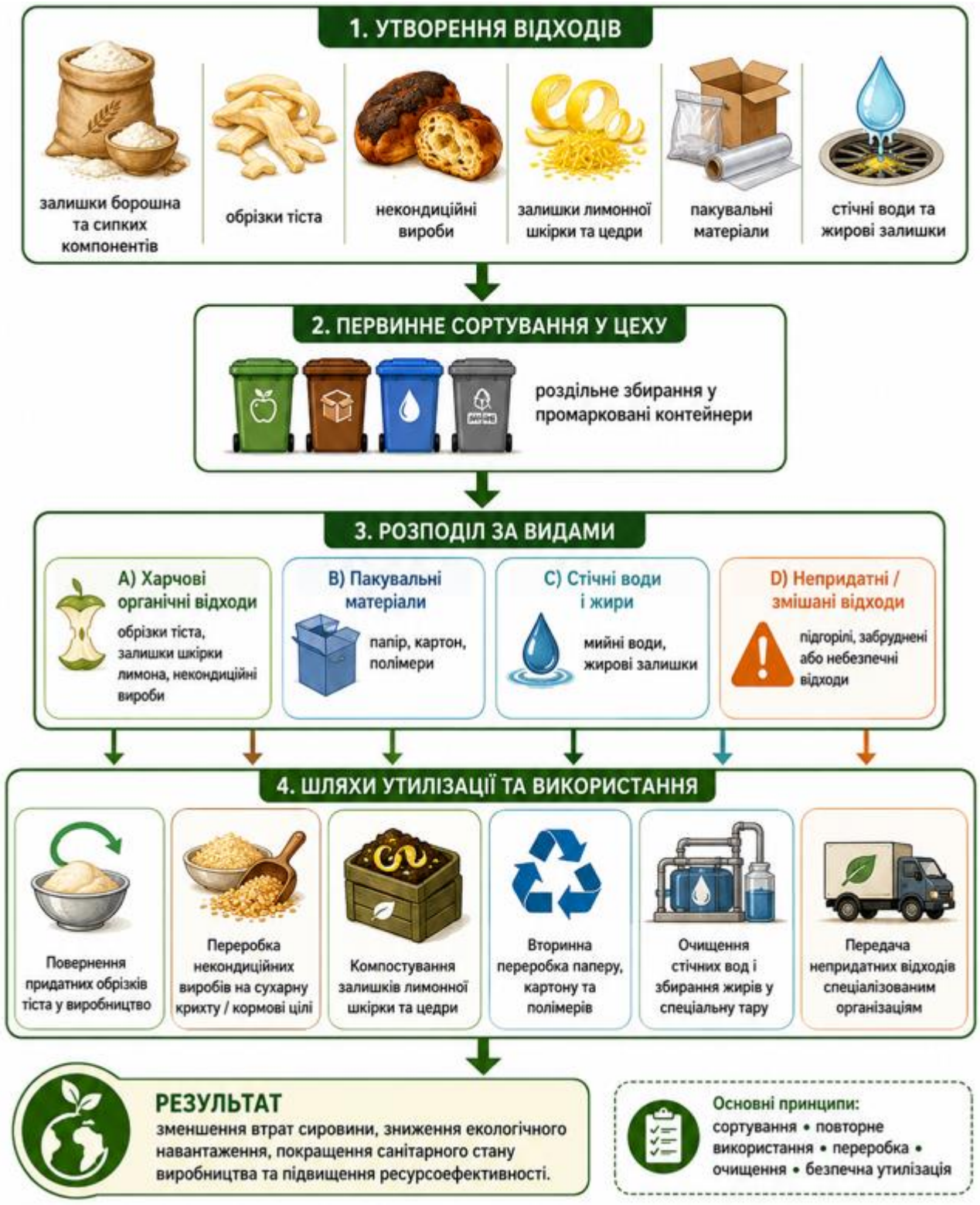

Рисунок 4.2 – Схема поводження з відходами виробництва

Таким чином, найбільш доцільними напрямами поводження з відходами під час виробництва здобних хлібобулочних виробів з додаванням цедри лимона є сортування, повторне використання придатних залишків тіста, переробка некондиційних виробів, компостування лимонної шкірки, очищення стічних вод і передача пакувальних матеріалів на вторинну переробку. Впровадження таких заходів дозволяє зменшити кількість відходів, покращити санітарний стан виробництва, знизити витрати на утилізацію та забезпечити більш екологічну організацію технологічного процесу.

Висновки за розділом

Обґрунтовано доцільність розроблення картки безпеки праці для працівників цеху. Її використання дозволяє систематизувати виробничі ризики, визначити профілактичні заходи та встановити правила безпечної поведінки на основних етапах технологічного процесу: підготовки сировини, замісу тіста, бродіння, формування, вистоювання, випікання, охолодження та оцінювання якості готових виробів.

Визначено, що для забезпечення безпечних умов праці працівники повинні проходити інструктажі, медичні огляди, навчання безпечним методам роботи, а також використовувати засоби індивідуального захисту: санітарний одяг, головний убір, рукавички, термостійкі рукавиці та неслизьке взуття. Особливу увагу необхідно приділяти перевірці справності обладнання, наявності захисних кожухів, заземлення та підтриманню чистоти робочого місця.

Установлено, що під час виробництва утворюються різні види відходів: залишки борошна, обрізки тіста, некондиційні або підгорілі вироби, залишки лимонної шкірки та цедри, пакувальні матеріали, стічні води й жирові залишки. Для зменшення негативного впливу на довкілля доцільно впроваджувати систему роздільного збирання, сортування та подальшої переробки таких відходів.

Найбільш раціональними напрямами утилізації є повторне використання придатних обрізків тіста, переробка некондиційних виробів на сухарну крихту або

кормові цілі, компостування залишків лимонної шкірки, передача паперу, картону та полімерів на вторинну переробку, очищення стічних вод і збирання жирових залишків у спеціальну тару. Непридатні, забруднені або підгорілі відходи необхідно передавати спеціалізованим організаціям.

5 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Витрати на проведення досліджень

Складений кошторис витрат слугує основою для визначення обсягу фінансових ресурсів, необхідних для проведення науково-дослідної роботи. При його розрахунку враховують витрати на придбання сировини та допоміжних матеріалів, спожиту електроенергію, оплату праці виконавців, амортизаційні відрахування на обладнання, а також накладні витрати.

Вартість основних і допоміжних матеріалів розраховують за формулою:

$$M = \sum m_1 \cdot Ц_1 , \tag{5.1}$$

де m_1 – кількість витраченого матеріалу;

$Ц_1$ – вартість одиниці витраченого матеріалу, грн/кг.

У таблиці 5.1 наведено результати розрахунків вартості матеріалів, використаних під час проведення експериментальних досліджень, у перерахунку на 10 кг борошна.

Таблиця 5.1 – Обсяги необхідних основних матеріалів та їхня вартість

Найменування, одиниці	Кількість, кг	Ціна, грн.	Сума, грн.
Борошно пшеничне 1-го сорту	10	18,80	188,00
Дріжджі пресовані	0,2	62,00	12,40
Сіль кухонна	0,15	14,90	2,24
Цукор-пісок	0,6	31,39	18,83
Маргарин столовий	0,8	105,00	84,00
Цедра лимона у порошку	0,3	819,00	245,70
Всього			551,17

У таблиці 5.2 наведено результати розрахунку витрат на оплату праці учасників дослідження, яку визначали множенням середньої погодинної ставки на загальну кількість відпрацьованих годин.

Таблиця 5.2 – Розрахунок витрат на оплату праці учасників наукового дослідження

Посада	Середньомісячний заробіток, грн	Середньочасовий заробіток, грн	Кількість людино-годин	Сума, грн
Дипломний керівник	16000	50,00	20	2000,00
Всього				2000,00

Нарахування на заробітну плату приймаються у розмірі 22 % від загальної суми оплати праці, що підлягає сплаті єдиного соціального внеску:

$$H = \frac{2000,00 \cdot 22}{100} = 440,00 \text{ грн.}$$

Вартість спожитої електроенергії визначають за такою формулою:

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

де M – загальна потужність лабораторного устаткування, кВт;

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

T – час роботи дослідного устаткування, год;

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

Витрати електроенергії на роботу обладнання, що застосовується для змішування рецептурних компонентів, становлять:

$$E_{змішувач} = 1,3 \cdot 0,9 \cdot 4 \cdot 16,4 = 76,75 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на роботу обладнання, що використовується для випікання виробів, становлять:

$$E_{випікання} = 2,4 \cdot 0,9 \cdot 24 \cdot 16,4 = 850,17 \text{ грн.}$$

Витрати електроенергії на роботу ноутбука становлять:

$$E_{ноутбук} = 0,1 \cdot 0,9 \cdot 200 \cdot 16,4 = 295,20 \text{ грн.}$$

Загальні розрахункові витрати на електроенергію:

$$E_{заг} = E_{змішування} + E_{випікання} + E_{ноутбук} = 76,75 + 850,17 + 295,20 = 1222,12 \text{ грн.}$$

Суму амортизаційних відрахувань на обладнання, що використовується під час проведення дослідження, визначають за формулою 5.3:

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

де A – відрахування на амортизацію обладнання, грн;

$Ф$ – вартість обладнання, грн;

H – річна норма амортизації, %;

t – тривалість проведення дослідження на устаткуванні, днів;

365 – тривалість року.

У таблиці 5.3 подано результати розрахунку амортизаційних відрахувань на обладнання, використане під час проведення дослідження.

Таблиця 5.3 – Розрахунок амортизаційних відрахувань на обладнання, використане під час проведення дослідження

Устаткування	Вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Тривалість роботи, днів	Витрати на амортизацію, грн.
Тістозмішувач Kenwood	22800,00	10	1	6,24
Пароконвектомат UNOX Arianna	43000,00	10	3	35,34
Ноутбук Acer	29000,00	24	25	476,71
Всього				518,29

Накладні витрати, пов’язані з технічним обслуговуванням і організацією виробничого процесу, включають оплату праці обслуговуючого та адміністративного персоналу. Витрати на технічне обслуговування обладнання приймаються на рівні 80 % від розрахованої заробітної плати дослідника:

$$\frac{(2000,00 \cdot 80)}{100} = 1600,00 \text{ грн.}$$

Розрахункову вартість проведення лабораторного дослідження наведено в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Розрахунок загальної вартості дослідження

Витрати	Сума, грн.
Основні матеріали (ОМ)	551,17
Заробітна плата (ЗП)	2000,00
Нарахування на заробітну плату (НЗП)	440,00
Електроенергія (Е)	1222,12
Амортизація (А)	518,29
Накладні витрати (НВ)	1600,00
Всього	6331,58

За результатами проведеного аналізу встановлено, що найбільшу частку в загальній структурі витрат становлять витрати на оплату праці та накладні витрати, які є основними складовими собівартості дослідження.

5.2 Визначення вартості дослідження

Оскільки дослідження має фундаментальний характер, вартість його проведення визначали з урахуванням сукупних витрат і запланованого рівня рентабельності:

$$Ц = C + \frac{P \cdot C}{100}, \tag{5.4}$$

де $Ц$ – вартість дослідження, грн;

C – витрати на дослідження, грн;

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

$$Ц = 6331{,}58 + \frac{30 \cdot 6331{,}58}{100} = 8231{,}05 \text{ грн.}$$

Загальна сума витрат, пов’язаних із проведенням досліджень, становить 8231,05 грн.

Висновки за розділом

Встановлено, що вартість рецептурних компонентів у перерахунку на 10 кг пшеничного борошна становить 551,17 грн. Найбільший вплив на матеріальні витрати має цедра лимона у порошку, вартість якої становить 245,70 грн, що пояснюється високою ціною натуральної смако-ароматичної добавки.

Розраховано витрати на оплату праці учасників дослідження, які становлять 2000,00 грн, а нарахування на заробітну плату при ставці ЄСВ 22 % - 440,00 грн. Це свідчить, що витрати на оплату праці є однією з основних складових загальної вартості проведення дослідження.

Визначено, що витрати на електроенергію для роботи лабораторного обладнання становлять 1222,12 грн, а амортизаційні відрахування на використане обладнання – 518,29 грн. Найбільша частка амортизації припадає на ноутбук Acer, що пов’язано з тривалішою тривалістю його використання під час обробки результатів дослідження.

Накладні витрати, пов’язані з технічним обслуговуванням обладнання та організацією дослідного процесу, прийнято на рівні 1600,00 грн. Загальна розрахункова вартість проведення лабораторного дослідження склала 6331,58 грн.

З урахуванням нормативного рівня рентабельності визначено підсумкову вартість дослідження, яка становить 8231,05 грн. Отриманий показник відображає повну вартість виконання науково-дослідної роботи з урахуванням витрат і запланованої прибутковості.

Таким чином, проведені розрахунки підтверджують економічну обґрунтованість виконання дослідження. Найбільшу частку у структурі витрат становлять оплата праці, накладні витрати та електроенергія, тоді як матеріальні витрати є відносно помірними. Розроблений кошторис може бути використаний як основа для планування фінансових ресурсів під час проведення подібних лабораторних досліджень у сфері технології здобних хлібобулочних виробів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі обґрунтовано доцільність використання лимонної цедри як натуральної смако-ароматичної добавки у технології виробництва здобних булочок. На основі аналітичного огляду встановлено, що цедра лимона містить ефірні олії, пектинові речовини, органічні кислоти, флавоноїди, вітаміни та мінеральні компоненти, які можуть позитивно впливати на якість, харчову цінність і споживчу привабливість готових виробів.

Визначено об’єкт і предмет дослідження, сформульовано основні завдання та підібрано методи для оцінювання якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції. Для досліджень було використано пшеничне борошно першого сорту, пресовані хлібопекарські дріжджі, кухонну сіль, цукор-пісок, маргарин, повидло та лимонну цедру. Встановлено, що досліджувана сировина відповідала вимогам чинних нормативних документів.

Обґрунтовано спосіб підготовки лимонної цедри для внесення у рецептуру здобних булочок. Сировину промивали, висушували при температурі 90 °С до вологості 11 – 12,5 %, після чого подрібнювали до порошкоподібного стану. Вміст пектинових речовин у сухій лимонній цедрі становив 11 – 15 %, що підтверджує її технологічну цінність як натуральної добавки.

Експериментально встановлено, що найбільш доцільним є внесення сухої лимонної цедри у порошкоподібному вигляді в кількості 3 кг на 100 кг борошна. Таке дозування забезпечує виражений цитрусовий аромат, покращує зовнішній вигляд і споживчу привабливість виробів, але потребує коригування кількості води у рецептурі через високу водопоглинальну здатність пектинових речовин.

Доведено, що внесення лимонної цедри підвищує водопоглинальну здатність тіста. За умови оптимізації кількості води вологість м’якуша готових виробів становила близько 35 %, а формостійкість дослідних зразків дорівнювала H:D = 0,45, що відповідало контрольному зразку. Це свідчить про можливість використання лимонної цедри без погіршення форми готових булочок.

Встановлено, що додавання сухої лимонної цедри вплинуло на структурні показники м’якуша. Пористість дослідного зразка зменшилася приблизно на 13 % порівняно з контролем, що пов’язано з частковим пригніченням активності дріжджів біологічно активними речовинами цедри. Водночас м’якуш залишався достатньо м’яким, хоча мав дещо ущільнену структуру.

Органолептична оцінка підтвердила доцільність використання лимонної цедри у виробництві здобних булочок. Дослідні зразки мали правильну форму, гладку глянцеподібну кірку, світло-жовтий відтінок м’якуша, приємний лимонний аромат і характерний здобний смак із легким гіркуватим відтінком, властивим цитрусовій цедрі.

Визначено, що внесення сухої лимонної цедри сприяло зменшенню упіку готових виробів на 2,8 % порівняно з контрольним зразком. Це пояснюється здатністю пектинових речовин зв’язувати та утримувати вологу під час випікання, що є позитивним технологічним ефектом.

Розроблено заходи з охорони праці для працівників цеху з виробництва здобних хлібобулочних виробів з додаванням лимонної цедри. Запропонована картка безпеки праці дозволяє систематизувати основні виробничі ризики, визначити профілактичні заходи та забезпечити безпечне виконання технологічних операцій.

Розглянуто основні шляхи поводження з відходами виробництва. Найбільш раціональними напрямами є повторне використання придатних обрізків тіста, переробка некондиційних виробів на сухарну крихту або кормові цілі, компостування залишків лимонної шкірки, сортування пакувальних матеріалів, очищення стічних вод і передача непридатних відходів спеціалізованим організаціям.

Виконано організаційно-економічні розрахунки витрат на проведення досліджень. Вартість рецептурних компонентів у перерахунку на 10 кг борошна становила 551,17 грн, загальна розрахункова вартість лабораторного дослідження – 6331,58 грн, а з урахуванням нормативного рівня рентабельності підсумкова вартість дослідження склала 8231,05 грн.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Codex Alimentarius. General Principles of Food Hygiene CXC 1-1969. Rome: FAO/WHO, 2022. URL: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius.

2. FAO. Food Loss and Waste Database. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: https://www.fao.org/platform-food-loss-waste/flw-data/en/.

3. European Food Safety Authority. Food additives. Parma: EFSA. URL: https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/food-additives.

4. International Labour Organization. Food and drink industries: Occupational safety and health. Geneva: ILO. URL: https://www.ilo.org.

5. Державна служба України з питань праці. Охорона праці: нормативно-правова база. URL: https://dsp.gov.ua.

6. Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. Безпечність харчових продуктів. URL: https://dpss.gov.ua.

7. Міністерство охорони здоров'я України. Гігієнічні вимоги до харчових продуктів та харчових виробництв. URL: https://moz.gov.ua.

8. European Commission. Food waste prevention. Brussels: European Commission. URL: https://food.ec.europa.eu/safety/food-waste_en.

9. AIB International. Bakery food safety and sanitation resources. URL: https://www.aibinternational.com.

10. ScienceDirect. Lemon peels: nutritional substances, pectin, fibers and phytochemical compounds. URL: https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/lemon-peels.

11. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва: підручник. Київ: Логос, 2002. 365 с.

12. Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва. Київ: Руслана, 1998. 416 с.

13. Cauvain S. P. Breadmaking: Improving Quality. 2nd ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2012. 832 p.

14. Cauvain S. P., Young L. S. Technology of Breadmaking. 3rd ed. Cham: Springer, 2015. 408 p.

15. Hui Y. H. Bakery Products: Science and Technology. 2nd ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2014. 776 p.

16. Figoni P. How Baking Works: Exploring the Fundamentals of Baking Science. 3rd ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2010. 528 p.

17. Manley D. Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies. 4th ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2011. 632 p.

18. Fellows P. J. Food Processing Technology: Principles and Practice. 4th ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2017. 1152 p.

19. Belitz H. D., Grosch W., Schieberle P. Food Chemistry. 4th ed. Berlin: Springer, 2009. 1070 p.

20. Khan K., Shewry P. R. Wheat: Chemistry and Technology. 4th ed. St. Paul: AACC International, 2009. 480 p.

21. Robertson G. L. Food Packaging: Principles and Practice. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2012. 733 p.

22. Gobbetti M., Gänzle M. Handbook on Sourdough Biotechnology. New York: Springer, 2013. 298 p.

23. Vaclavik V. A., Christian E. W. Essentials of Food Science. 4th ed. New York: Springer, 2014. 495 p.

24. Rafiq S., Kaul R., Sofi S. A., Bashir N., Nazir F., Nayik G. A. Citrus peel as a source of functional ingredient: a review. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2018. Vol. 17, № 4. P. 351 – 358.

25. Wedamulla N. E., Fan M., Choi Y.-J., Kim E.-K. Citrus peel as a renewable bioresource: transforming waste to food additives. Journal of Functional Foods. 2022. Vol. 95. Article 105163.

26. Miller R. A., Hoseney R. C. Increased yield of bread containing citrus peel fiber. Cereal Chemistry. 2011. Vol. 88, № 2. P. 174 – 178.

27. Yaseen A. A. E., Shouk A. A., Ramadan M. T. Effect of pectin and α-amylase on the microstructure and staling of bread. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 2001. Vol. 10/51, № 4. P. 19 – 27.

28. Bárcenas M. E., Rosell C. M. Effect of HPMC addition on the microstructure, quality and aging of wheat bread. Food Hydrocolloids. 2005. Vol. 19, № 6. P. 1037 – 1043.

29. Lazaridou A., Duta D., Papageorgiou M., Belc N., Biliaderis C. G. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. Journal of Food Engineering. 2007. Vol. 79, № 3. P. 1033 – 1047.

30. Collar C., Santos E., Rosell C. M. Assessment of the rheological profile of fibre-enriched bread doughs by response surface methodology. Journal of Food Engineering. 2007. Vol. 78, № 3. P. 820 – 826.

31. Shyu Y.-S., Hwang L. S., Hwang S. L., Sung W. C. Functional analysis of unfermented and fermented citrus peels and physical properties of citrus peel-added doughs for bread making. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2014. Article ID 250801.

32. Yadav A. R., Verma P., Kishore K., Rout S. Development of lemon peel powder and its utilization in preparation of biscuit by different baking methods. International Journal of Engineering Research and Applications. 2015. Vol. 5, № 4. P. 94 – 100.

33. Guiné R. P. F., Florença S. G., Barroca M. J., Anjos O. Development and characterisation of functional bakery products. Foods. 2024. Vol. 13, № 3. Article 378.